

química nova

NA ESCOLA



VOLUME 39 Nº 3, AGOSTO 2017

- 228 Surfactantes sintéticos e biossurfactantes:
vantagens e desvantagens
L. O. Felipe e S. C. Dias
- 237 As visões sobre ciência e cientistas dos estudantes
de química da EJA e as relações com os
processos de ensino e aprendizagem
F. M. Z. Pombo e M. Lambach
- 245 A experimentação no Ensino de Química para
deficientes visuais com o uso de tecnologia
assistiva: o termômetro vocalizado
C. R. M. Benite, A. M. C. Benite, F. A. F. Bonomo, G. N.
Vargas, R. J. S. Araújo e D. R. Alves
- 250 O papel da Prática como Componente Curricular
na Formação Inicial de Professores de Química:
possibilidades de inovação didático-pedagógica
A. M. Bego, R. C. Oliveira e R. G. Corrêa
- 261 Caminhos e descaminhos da formação docente:
uma análise dos projetos pedagógicos de cursos
de Licenciatura em Química no Rio de Janeiro
S. P. Heidelmann, G. S. A. Pinho e M. C. P. Lima
- 268 Educação ambiental no Ensino de Química:
Reciclagem de caixas Tetra Pak® na construção de
uma tabela periódica interativa
A. C. J. S. Wuillda, C. A. Oliveira, J. S. Vicente, A. C. O.
Guerra e J. F. M. Silva
- 277 Chocoquímica: construindo conhecimentos
acerca do chocolate por meio do método de
aprendizagem cooperativa *Jigsaw*
B. R. M. Oliveira, N. M. M. Kiouranis, M. L. Eichler e S. L.
Queiroz
- 286 O escorpião fluorescente: Uma proposta
interdisciplinar para o Ensino Médio
J. A. Elias, A. C. Carvalho e G. S. Mól
- 291 A polissemia da palavra “Experimentação” e a
Educação em Ciências
R. C. Mori e A. A. S. Curvelo

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.br

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

Correspondência deve ser enviada para:

Química Nova na Escola
Caixa Postal 26037
05513-970 São Paulo - SP
Fax (11) 3814-3602
Endereço-e: qnesc@sbq.org.br

Endereço: Av. Prof. Lineu Prestes, 748
05508-900, São Paulo - SP, Brasil
Fone: (11) 3032-2299

Química Nova na Escola na internet:
<http://qnesc.sbq.org.br>

Copyright © 2017 Sociedade Brasileira de Química

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

O *copyright* abrange direitos exclusivos de reprodução e distribuição dos artigos, inclusive separatas, reproduções fotográficas, microfílmicas ou quaisquer outras reproduções de natureza similar, inclusive traduções. Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida, armazenada em bancos de dados ou transmitida sob qualquer forma ou meio, seja eletrônico, eletrostático, mecânico, por 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

228 Surfactantes sintéticos e biossurfactantes: vantagens e desvantagens
Advantages and disadvantages of surfactants chemically synthesized and biosurfactants

L. O. Felipe e S. C. Dias

237 As visões sobre ciência e cientistas dos estudantes de química da EJA e as relações com os processos de ensino e aprendizagem

Views of adult students about science and scientists in chemistry classes and relations with teaching and learning processes

F. M. Z. Pombo e M. Lambach

Educação em Química e Multimídia / Chemical Education and Multimedia

245 A experimentação no Ensino de Química para deficientes visuais com o uso de tecnologia assistiva: o termômetro vocalizado

Experimentation with assistive technology in chemical teaching for the visually impaired: the vocalized thermometer

C. R. M. Benite, A. M. C. Benite, F. A. F. Bonomo, G. N. Vargas, R. J. S. Araújo e D. R. Alves

Espaço Aberto / Issues/Trends

250 O papel da Prática como Componente Curricular na Formação Inicial de Professores de Química: possibilidades de inovação didático-pedagógica

The role of Practice as a Curricular Component in Initial Training of Chemistry Teachers: possibilities of didactical and pedagogical innovation

A. M. Bego, R. C. Oliveira e R. G. Corrêa

261 Caminhos e descaminhos da formação docente: uma análise dos projetos pedagógicos de cursos de Licenciatura em Química no Rio de Janeiro

The ups and downs of teacher training: an analysis of educational projects of degree courses in chemistry in Rio de Janeiro

S. P. Heidelmann, G. S. A. Pinho e M. C. P. Lima

Relatos de Sala de Aula / Chemistry in the Classroom

268 Educação ambiental no Ensino de Química: Reciclagem de caixas Tetra Pak® na construção de uma tabela periódica interativa

Environmental Education in the Teaching of Chemistry: Recycling Tetra Pak® cartons in building an interactive periodic table

A. C. J. S. Wuilida, C. A. Oliveira, J. S. Vicente, A. C. O. Guerra e J. F. M. Silva

277 Chocoquímica: construindo conhecimentos acerca do chocolate por meio do método de aprendizagem cooperativa *Jigsaw*

Chocochemistry: constructing knowledge about chocolate by means of the jigsaw cooperative learning method

B. R. M. Oliveira, N. M. M. Kiouranis, M. L. Eichler e S. L. Queiroz

Experimentação no Ensino de Química / Practical Chemistry Experiments

286 O escorpião fluorescente: Uma proposta interdisciplinar para o Ensino Médio

The fluorescent scorpion: An interdisciplinary approach to high school

J. A. Elias, A. C. Carvalho e G. S. Mól

Cadernos de Pesquisa/Research Letters

291 A polissemia da palavra "Experimentação" e a Educação em Ciências
The polysemy of the word "experimentation" and the Science Education

R. C. Mori e A. A. S. Curvelo

Educação, Ciência e Tecnologia: descaso.

Qual de nós não conhece o ditado popular “agosto é o mês do desgosto”? Este ano, mais do que em outros recentes, está difícil não nos rendermos à superstição que credita a agosto uma conotação negativa. De fato, logo no segundo dia do mês, a denúncia da Procuradoria Geral da República contra Michel Temer por corrupção passiva foi barrada na Câmara dos Deputados. O apoio de 236 parlamentares determinou tal desfecho, que demonstrou uma vez mais a indigência moral de nossos congressistas. Políticos estes que, diante da denúncia, mostraram maior interesse em angariar cargos e dinheiro para emendas parlamentares do que em atender à população, ansiosa por investigar as alarmantes suspeitas sobre a conduta daquele que ora ocupa o mais alto cargo do país. Em contraponto, não é menos alarmante a apatia dos cidadãos brasileiros diante de tamanha bandalheira. Não deveríamos ir às ruas, bater panelas e questionar a legitimidade de ações dessa relevância por parte de políticos que, em número considerável, respondem a algum tipo de procedimento penal?

Enquanto isso, ainda no início do mês e longe dos discursos extravagantes pronunciados na Câmara dos Deputados no dia da votação sobre a denúncia, grande comoção foi gerada nas instituições de ensino e pesquisa com a divulgação das dificuldades que atravessa o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) para honrar os compromissos assumidos com milhares de bolsistas. A manifestação de preocupação com mais esse sinal de descaso do governo federal com as áreas de Educação, Ciência e Tecnologia foi imediata por parte de várias sociedades científicas, dentre as quais a Sociedade Brasileira de Química. O CNPq, fundado há mais de sessenta anos, é de fundamental relevância, não somente para o desenvolvimento da pesquisa científica e tecnológica, mas também para a formação de pesquisadores e recursos humanos. As iniciativas voltadas à referida formação são muitas e incluem o Programa de Bolsas de Iniciação Científica, que desempenha papel importante no crescimento pessoal de graduandos, na construção de uma visão não ingênua sobre a ciência e na socialização profissional. Levar adiante medidas que enfraquecerão o CNPq resultará na não ampliação e consolidação de núcleos de pesquisa, com prejuízos para toda a sociedade brasileira.

Firme na intenção de contribuir para a formação de alunos participativos, capazes de atuar de forma crítica e responsável, inclusive diante de situações e contextos adversos como os que atualmente enfrentamos no país, é que a QNEsc traz neste número artigos que buscam enriquecer o

leque de conhecimentos dos educadores químicos para que desencadeiem, em sala de aula, processos fomentadores de tal atuação.

Os cursos de Licenciatura em Química são alvo de atenção em dois artigos. No primeiro deles, “O perfil da Prática como Componente Curricular na formação inicial de professores de química: possibilidades de inovação didático-pedagógica”, os autores tratam dos fundamentos e discutem a importância da Prática como Componente Curricular (PCC) em função das novas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores. Além disso, sugerem caminhos que possibilitem à PCC funcionar como suporte à articulação entre teoria e prática e ao desenvolvimento de saberes profissionais. Em contraponto, são os Projetos Político Pedagógicos (PPP) de cursos dessa natureza, de três instituições, uma particular e duas públicas, que se constituem como objeto de estudo no segundo artigo: “Caminhos e descaminhos da formação docente: uma análise dos projetos pedagógicos de cursos de Licenciatura em Química do Rio de Janeiro”.

Na seção “Relatos de Sala de Aula”, o leitor encontra atividades elaboradas e desenvolvidas por participantes do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência do Rio de Janeiro e do Paraná. Estas possuem em comum o fato de aproximarem conteúdos químicos do cotidiano dos alunos, a partir da problematização de questões ambientais, sociais e econômicas relacionadas aos temas em foco: a tabela periódica e o chocolate. Enquanto os pibidianos fluminenses construíram uma tabela periódica interativa a partir da reciclagem de embalagens Tetra Pak®, os paranaenses empregaram o método cooperativo *Jigsaw* na ampliação dos conhecimentos sobre o chocolate.

Os escorpiões sempre despertaram muita curiosidade e fascínio! É sobre eles que trata o artigo da seção “Experimentação no Ensino de Química”, no qual os autores oferecem elementos para a elaboração de uma proposta interdisciplinar para o Ensino Médio, a partir do estudo da fluorescência do escorpião. A questão da experimentação é também abordada na perspectiva do uso da tecnologia assistiva como ferramenta cultural em experimento sobre a extração do café com alunos deficientes visuais, assim como do ponto de vista da análise da polissemia da palavra experimentação no contexto da Educação em Ciências.

Ótima leitura a todos!

*Paulo Alves Porto
Salette Linhares Queiroz
Editores de QNEsc*

Surfactantes sintéticos e biossurfactantes: vantagens e desvantagens

Lorena de Oliveira Felipe e Sandra de Cássia Dias

O objetivo deste artigo é apresentar as principais vantagens e desvantagens dos surfactantes sintéticos e dos biossurfactantes. Tensoativos ou surfactantes são compostos orgânicos anfipáticos que apresentam em sua molécula uma parte polar e outra apolar. Os surfactantes são amplamente utilizados no nosso dia a dia, estando presentes em produtos de higiene pessoal, detergentes domésticos ou industriais, cosméticos e em alguns alimentos industrializados. Os surfactantes podem ser sintetizados por rota química a partir de derivados do petróleo ou pela via biotecnológica utilizando micro-organismos e matéria-prima renovável. Os surfactantes sintéticos são economicamente mais viáveis. Entretanto, quando comparados aos biossurfactantes, provocam maior impacto ambiental. Dessa forma, os biossurfactantes são uma alternativa promissora e seu consumo tem crescido cada dia mais.

► tensoativos, processos biotecnológicos, impactos ambientais ◀

Recebido em 26/04/2016, aceito em 11/12/2016

228

Surfactantes: uma visão geral

Tensoativos ou surfactantes (contração do termo *surface active agent*) são compostos orgânicos anfipáticos que apresentam em sua molécula uma porção polar e outra apolar. A porção apolar, também denominada de cauda, é constituída por uma ou duas cadeias carbônicas, ou fluorocarbônicas, ou siloxânicas. Enquanto a porção polar, ou cabeça, pode apresentar grupos iônicos (cátions ou ânions), não iônicos ou anfóteros, que se comportam como ácido ou base dependendo do pH do meio (Daltin, 2011). Os surfactantes são classificados em aniônicos, catiônicos, não iônicos ou anfotéricos, de acordo com o grupo presente na parte polar (Figura 1 e Tabela 1).

Os surfactantes, devido ao seu caráter anfifílico, quando adicionados a um solvente polar, como água, se acumulam na superfície do solvente, ou seja, na interface solvente/ar. A presença das moléculas de surfactantes na superfície diminui a força de coesão entre as moléculas do solvente, localizadas na superfície, reduzindo a tensão superficial (Figura 2). A adição de mais moléculas de surfactante após a saturação da

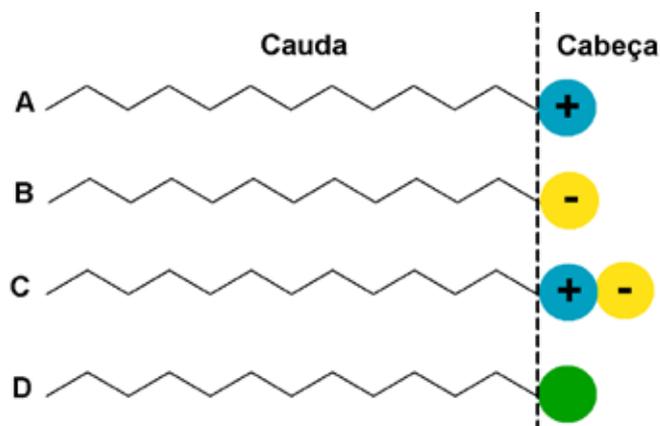
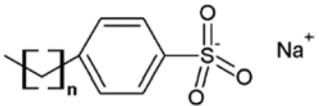
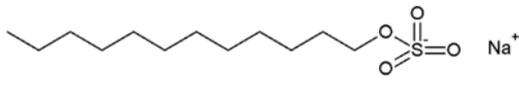
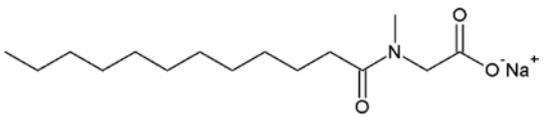
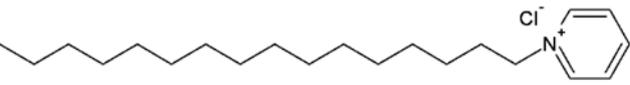
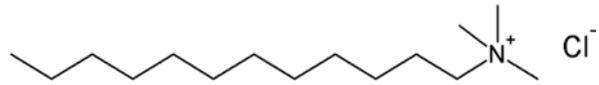
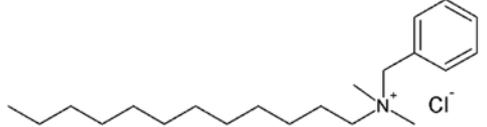
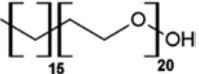


Figura 1: Representação esquemática dos surfactantes catiônicos (A), aniônicos (B), anfóteros (C) e não iônicos (D). A cauda corresponde à porção apolar e a cabeça à porção polar.

superfície entre as duas fases (polar/apolar) não diminuirá a tensão superficial. As moléculas de surfactante adicionadas após a saturação interagirão entre si formando agregados moleculares, denominados de micelas, no interior da fase polar (Figura 3A) e ou no interior da fase apolar (Figura 3B). A concentração na qual se inicia o processo de formação de micelas é denominada de concentração micelar crítica (cmc). A cmc é uma propriedade intrínseca e característica de cada surfactante. A natureza química do grupo hidrofóbico, do

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.

Tabela 1: Classificação dos surfactantes de acordo com o grupo polar. Adaptado de: Daltin (2011), Myers (2006).

Classes de surfactantes	Nomenclatura	Fórmula química
Aniônicos	Sulfonato de alquilbenzeno	 $n = 9, 11, 13, 15, 17$
	Dodecil sulfato de sódio (SDS)	
	<i>N</i> -lauroilsarcosinato de sódio (Gardol®)	
Catiônicos	Cloreto de cetilpiridínio	
	Cloreto de dodecil trimetilamônio	
	Cloreto de hexadecilbenzildimetilamônio	
Não-iônico	Éter hexadecil (20)-Polioxi-etilênico (Brij 58®)	

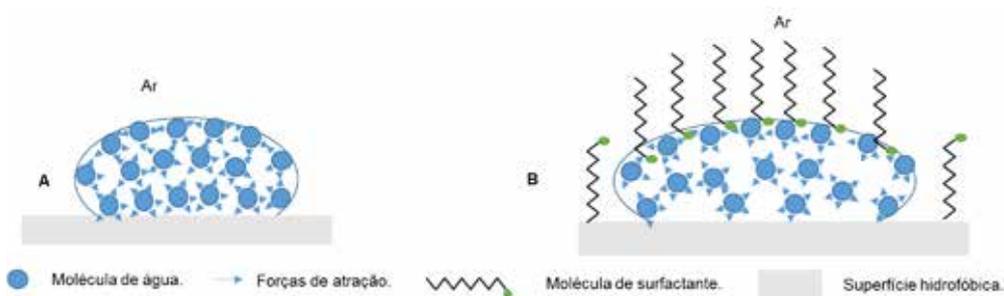


Figura 2: Representação esquemática. **A** – Gota de água em uma superfície hidrofóbica. **B** – Gota de água em uma superfície hidrofóbica, contendo moléculas de surfactante. A redução da tensão superficial na gota de água, após a adição do surfactante, aumentou a área de contato da água com a superfície hidrofóbica.

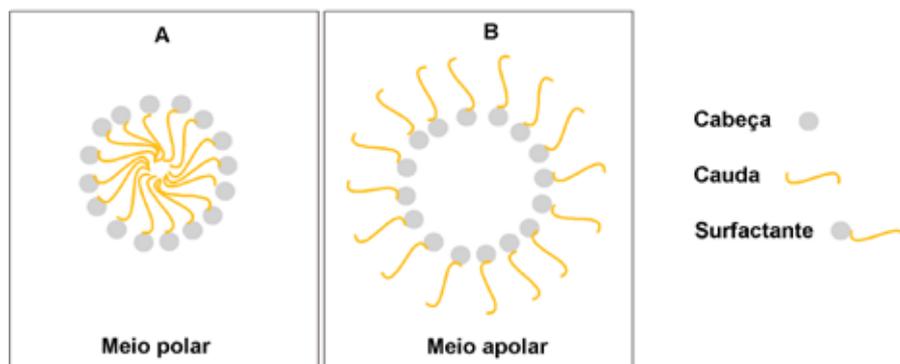


Figura 3: Esquema ilustrativo mostrando a organização molecular de um surfactante em uma micela direta (A) e uma micela inversa (B).

grupo hidrofílico, força iônica, temperatura e a presença de eletrólitos são fatores que afetam a cmc.

Os surfactantes são utilizados em diferentes processos industriais, domésticos e biológicos, exercendo funções como, emulsificante, agente molhante ou de suspensão, dispersão de fases e lubrificantes. Logo, apresentam importância significativa no cotidiano das pessoas (Tabelas 2 e 3) (Behring, 2004; Daltin, 2011).

Tabela 2: Algumas aplicações dos surfactantes em processos industriais.

Aplicação	Referência
Construção civil	Anghinetti (2012)
Cosméticos	Chou (2015)
Agroquímica	Sachdev e Cameotra (2013)
Indústria de alimentos	Nitschke e Costa (2007)
Indústria do petróleo	Myers (2006)
Indústria têxtil	Myers (2006)
Mineração	Myers (2006)
Saúde	Gugliotti (2002); Freddi <i>et al.</i> (2003)

A Figura 4 apresenta as fórmulas estruturais de alguns surfactantes descritos na Tabela 3.

230

Surfactante sintético: histórico, produção e impacto ambiental

O sabão é um tensoativo natural utilizado desde 79 a.C. Ele é produzido a partir da reação química entre gordura de origem animal ou óleos de origem vegetal com uma solução de hidróxido de sódio ou potássio, ou outras soluções alcalinas. Essa reação química é conhecida como reação de saponificação (Barbosa e Silva, 1995).

Detergentes são surfactantes sintéticos produzidos por rotas químicas. Eles são obtidos a partir de diferentes matérias-primas, principalmente dos derivados do petróleo (Figura 5) (Penteado *et al.*, 2006). A produção dos detergentes iniciou-se na Alemanha durante a Primeira Guerra Mundial. Na ocasião, a escassez de matérias-primas naturais,

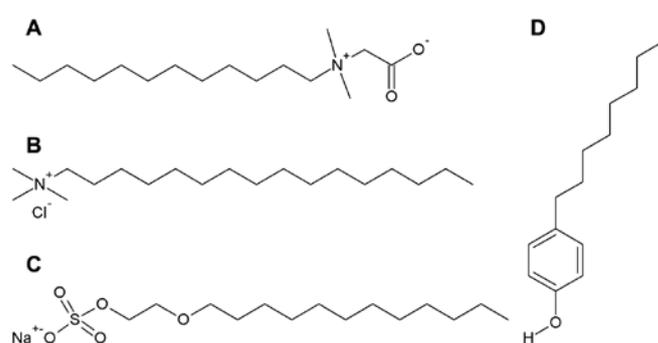


Figura 4: Fórmulas estruturais dos principais representantes das classes de surfactantes apresentados na Tabela 3: (A) betaína (surfactante anfotérico); (B) cloreto de cetil trimetil amônio (surfactante catiônico); (C) nonilfenol (surfactante não-iônico); (D) lauril éter sulfato de sódio (surfactante aniônico).

gordura animal e óleos vegetais estimulou a obtenção de uma nova rota de produção utilizando os derivados petroquímicos (Baker *et al.*, 2004).

O sulfonato de alquilbenzeno (ABS) é um detergente sintético produzido a partir do benzeno e do propileno. Suas propriedades superiores às do sabão e dos detergentes sintéticos existentes na época contribuíram para seu grande consumo e comercialização (Penteado *et al.*, 2006). O ABS quando comparado aos sabões apresenta maior poder de limpeza e solubilidade em água contendo os íons Ca^{2+} , Fe^{3+} e Mg^{2+} , conhecida como água dura (Barbosa e Silva, 1995). Entretanto, o alto potencial poluidor e a refratariedade à degradação biológica são duas desvantagens do ABS (Penteado *et al.*, 2006).

O potencial poluidor do ABS está relacionado à sua capacidade de formar uma densa camada de espuma, de coloração branca, em corpos d'água conhecida como "cisne-de-detergente". Essa densa camada de espuma é responsável pelo carregamento de diferentes tipos de poluentes por longas distâncias, diminuição da taxa de fotossíntese e mortalidade de seres aquáticos (Chimello *et al.*, 2012). Os carbonos quaternários da porção hidrofóbica da molécula do ABS não são passíveis de degradação biológica, causando sua persistência no ambiente por longos períodos (Figura 6A) (Penteado *et*

Tabela 3: Informações mercadológicas referentes às diferentes classes de surfactantes. Adaptado de: Bain e Company, 2014.

Classe de surfactante	Informações mercadológicas		
	Comercialização nacional	Principais surfactantes	Principais produtos
Aniônicos	Primeiro subsegmento mais representativo em volume e venda.	Sulfonato de alquilbenzeno linear (LAS)	
Lauril éter sulfato de sódio (LESS)	Sabão em pó para roupas, detergentes para louça e xampus.		
Não Iônicos	Segundo subsegmento mais representativo em volume e venda.	Polietilenoglicóis, álcoois, alquilfenóis e aminas etoxiladas	Produtos de limpeza industrial, emolientes e umectantes para cosméticos.
Catiônicos	Subsegmento com maior projeção de crescimento até 2018.	Sais quaternários de amônio	Limpeza industrial, amaciantes e detergentes.
Anfóteros	Subsegmento menos representativo	Betaínas	Xampu infantil, detergente para louça.

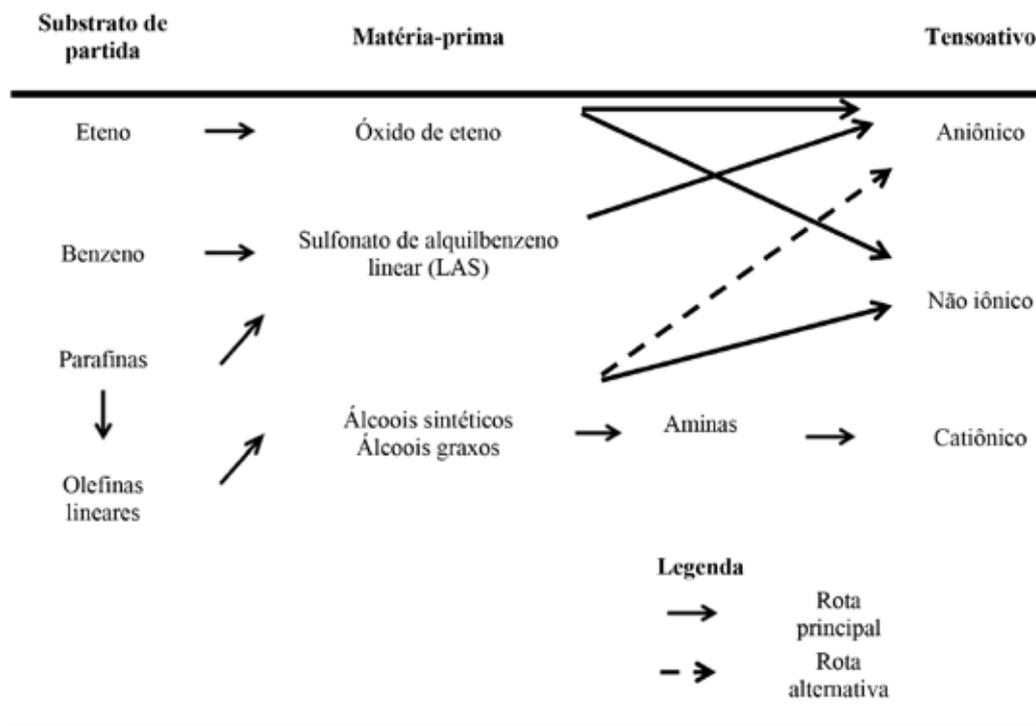


Figura 5: Esquema representativo das rotas de obtenção química dos surfactantes sintéticos. Adaptado de: Bain & Company, 2014.

al., 2006). A utilização do ABS foi proibida na Europa e nos EUA em 1965, devido aos impactos ambientais causados pelo seu uso. Entretanto, inúmeros países emergentes mantiveram sua utilização em diferentes aplicações industriais graças ao seu baixo custo. No Brasil, a utilização do ABS foi institucionalizada em 1976 e seu uso foi descontinuado obrigatoriamente em 1981 (Neto e Del Pino, 2001).

O ABS foi substituído pelo sulfonato de alquilbenzeno linear (LAS). A cadeia de hidrocarboneto do LAS é linear sendo mais suscetível à degradação biológica, o que diminui sua persistência no meio ambiente (Figura 6 B) (Penteado *et al.*, 2006).

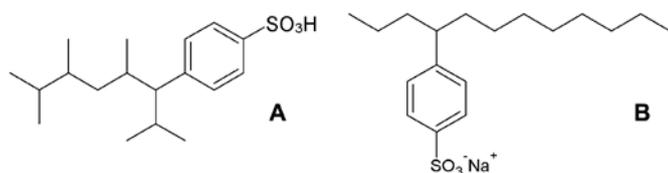


Figura 6: Representação da fórmula estrutural dos surfactantes sintéticos: (A) Sulfonato de alquilbenzeno (ABS); (B) Alquilbenzeno linear (LAS).

O uso dos surfactantes sintéticos, em diversos processos industriais e domésticos, provoca danos ambientais associados à sua produção e ao seu descarte. A presença de surfactantes nos corpos hídricos reduz a tensão superficial da água diminuindo sua taxa de evaporação, aumenta a solubilidade de compostos orgânicos presentes nos corpos hídricos. A espuma formada sobre a superfície da água diminui a penetração dos raios solares, reduz a solubilidade do oxigênio provocando a morte de micro-organismos, peixes e plantas aquáticas. Alguns detergentes apresentam em sua

formulação sais contendo o grupo fosfato, como o tripoli-fosfato de sódio. Este grupo complexa com os íons Ca^{2+} e Mg^{2+} presentes na água denominada dura, favorecendo a ação do detergente. O fosfato, presente no efluente devido ao uso desses detergentes, é utilizado como nutriente pela vegetação aquática superficial favorecendo o seu crescimento excessivo, fenômeno conhecido como eutrofização. A eutrofização leva a menores concentrações de oxigênio no meio aquático provocando a morte dos outros seres vivos. Alguns compostos formados a partir da degradação dos surfactantes provocam distúrbios no sistema endócrino de organismos aquáticos e terrestres (Costa *et al.*, 2007; Olkowska *et al.*, 2014).

Outra questão ambiental a considerar é o uso de matérias-primas não renováveis, principalmente os derivados do petróleo. Diante do exposto, novas alternativas têm sido investigadas com o intuito de substituir os surfactantes sintéticos por surfactantes mais “amigos do ambiente”. Nesse contexto, os biossurfactantes, tensoativos produzidos pela via biotecnológica, são promissores (Brumano *et al.*, 2016).

Biossurfactante: vantagens, desvantagens e modo de produção

Na década de 80, foi criado o conceito de desenvolvimento sustentável. Esse conceito visa conciliar atividades industriais com a preservação do meio ambiente atrelado ao desenvolvimento econômico e social (Veiga, 2008). A preocupação dos consumidores em adquirir produtos ambientalmente corretos estimulou o mercado de produtos com menor impacto ambiental e uma nova maneira de “re-pensar a química” (Brumano *et al.*, 2016). Em se tratando do último

conceito, surgiu a Química Verde (Lenardão *et al.*, 2003).

De acordo com o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE, 2010a), a “química verde, química ambiental ou química para o desenvolvimento sustentável é um campo emergente que tem como objetivo conduzir ações científicas e/ou processos industriais ecologicamente corretos”. Assim, a produção de inúmeros produtos através do desenvolvimento de bioprocessos foi estimulada, tornando-se uma opção para os produtos tradicionalmente comercializados (CGEE, 2010b). Portanto, a produção e a utilização de surfactantes naturais, também conhecidos como biossurfactantes, são alternativas aos surfactantes sintéticos (Myers, 2006).

Na natureza, diferentes organismos vivos produzem surfactantes que apresentam diversas funções. Dentre os exemplos mais importantes pode-se citar: (i) sais biliares – sintetizados pela vesícula biliar, são fundamentais para a digestão da gordura a partir da emulsificação das mesmas, ou seja, solubilizam a gordura (Maldonado-Valderrama *et al.*, 2011); (ii) surfactante pulmonar - evita que os alvéolos pulmonares colabem, as paredes dos alvéolos se toquem, durante a expiração, além de permitir maior permeabilidade às moléculas de oxigênio (Zasadzinski *et al.*, 2001; Gugliotti, 2002); (iii) saponinas – produto resultante do metabolismo secundário de alguns vegetais, atuam como defesa contra agentes externos (Cibulski, 2015; Silva *et al.*, 2015); e (iv) surfactantes de origem microbiana – produtos do metabolismo de diferentes bactérias, fungos e leveduras. A função biológica dos surfactantes microbianos está associada ao acesso a substratos hidrofóbicos, aumentando a disponibilidade de nutrientes para os micro-organismos produtores. Apresentam atividade antibiótica, sendo capazes de emulsificar a parede celular de outros micro-organismos, estimulando a competitividade e a sobrevivência das populações microbianas produtoras de biossurfactante (Mulligan *et al.*, 2014).

Os biossurfactantes, semelhante aos surfactantes sintéticos, apresentam em sua molécula uma porção hidrofóbica e uma porção hidrofílica. A maioria dos biossurfactantes é neutro ou aniônico. Além disso, apresentam tamanhos diferentes desde pequenos ácidos graxos até cadeias poliméricas. Os biossurfactantes são classificados de acordo com a composição química da molécula (Tabela 4). Os glicolípideos apresentam em sua estrutura carboidratos (glicose, galactose, manose ou ramnose) combinados com ácidos graxos de cadeia longa (Felix, 2012). Os lipopeptídeos e lipoproteínas são compostos caracterizados por peptídeos ou proteínas ligados a ácidos graxos. Seus aminoácidos estão dispostos em forma cíclica e a porção proteica pode ser aniônica ou neutra (Barros *et al.*, 2007). Os fosfolípídeos são constituídos por ácidos graxos ou lipídeos neutros e grupos fosfatos. Esta classe de biossurfactante é produzida por leveduras e bactérias que utilizam alcanos como fonte de carbono e energia para o crescimento (Silva *et al.*; 2014). Já os surfactantes poliméricos ou lipopolissacarídeos são caracterizados por ácidos graxos e polissacarídeos ligados covalentemente. O emulsan é um dos biossurfactantes poliméricos mais conhecidos. Ele foi o primeiro biossurfactante

Tabela 4: Classificação dos biossurfactantes de acordo com a estrutura molecular. Adaptado de: Winterburn e Martin (2012).

Classe de biossurfactante	Tipo	Micro-organismo produtor
Glicolípídeos	Ramrólípidios	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
	Soforólípidios	<i>Candida bombicola</i>
	Trehalólípidios	<i>Rhodococcus erythropolis</i>
Lipopeptídeos	Viscosina	<i>Pseudomonas fluorescens</i>
	Surfactina	<i>Bacillus subtilis</i>
	Polimixina	<i>Bacillus polymyxa</i>
Fosfolípídeos, ácidos graxos e lipídeos neutros	Ácidos graxos	<i>Corynebacterium lepus</i>
	Lipídeos neutros	<i>Nocardia erythropolis</i>
	Fosfolípídeos	<i>Thiobacillus thiooxidans</i>
Surfactantes poliméricos	Emulsan	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>
	Biodispersan	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>
	Liposan	<i>Candida lipolytica</i>
Surfactantes particulados	Vesículas	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>
	Células	Cianobactéria

produzido e comercializado em larga escala (Felix, 2012). Os surfactantes particulados são vesículas extracelulares produzidas por algumas bactérias. Essas vesículas apresentam elevada atividade tensoativa, transportando alcanos para o interior das células.

Os biossurfactantes são utilizados em diversas aplicações, apresentando especificidade para cada situação em particular (Figura 7). Por exemplo, no setor farmacêutico a iturina A é um antifúngico eficiente contra micoses; a surfactina, por sua vez, apresenta ação antiviral, antibacteriana e inibe a formação de coágulos. No setor agrícola, os ramrólípidios são utilizados como biofungicida para prevenir o crescimento de fungos patogênicos em frutas e vegetais e, atualmente, são comercializados pela *JeneilBiotech* e *Ecover*, localizadas nos Estados Unidos e na Bélgica, respectivamente (Winterburn e Martin, 2012). A Figura 8 apresenta a estrutura química de alguns biossurfactantes.

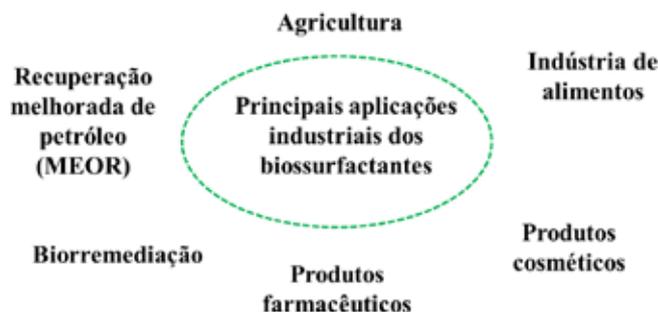


Figura 7: Diferentes aplicações comerciais dos biossurfactantes.

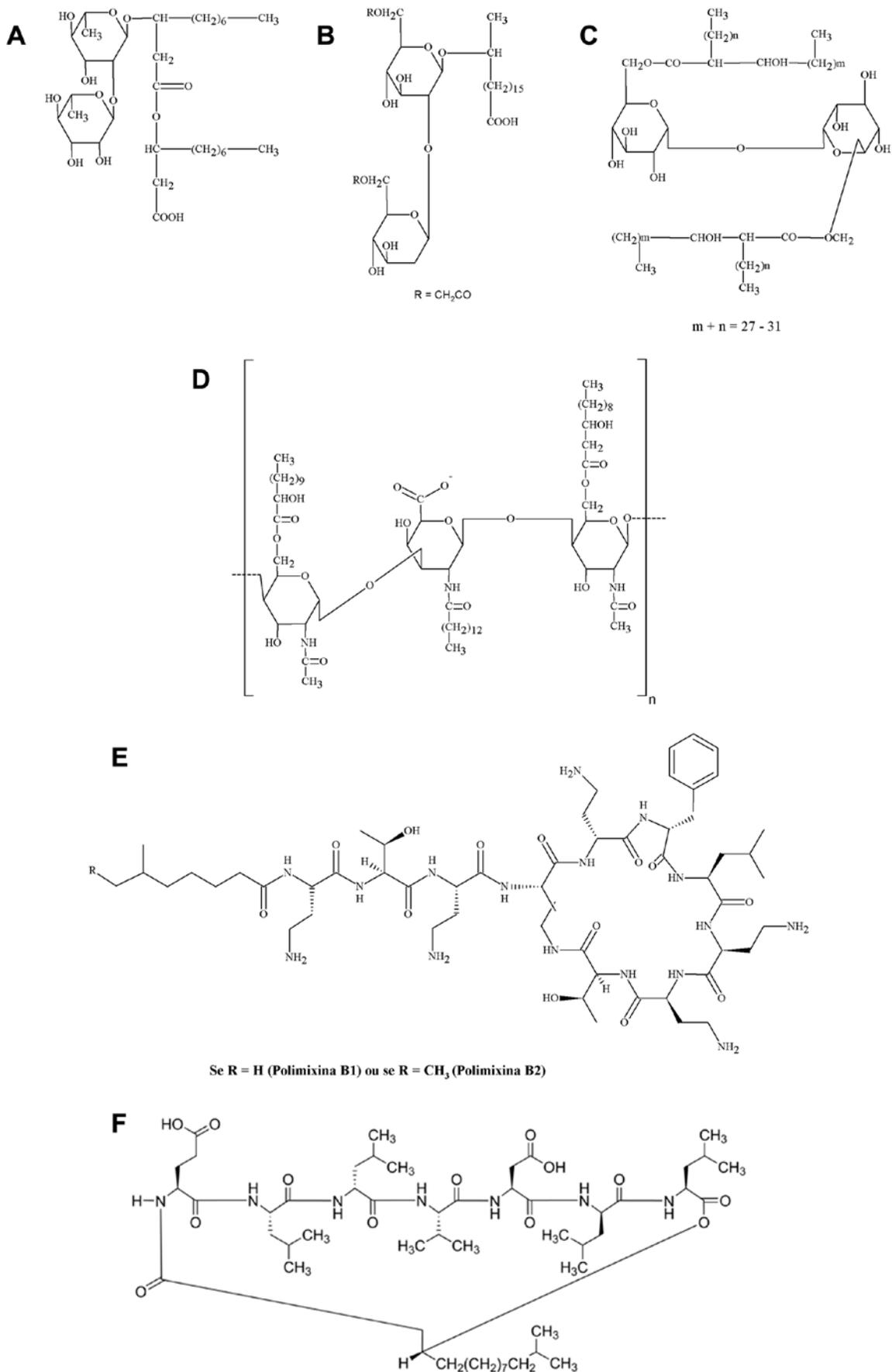


Figura 8: Representação da fórmula estrutural dos biossurfactantes: **(A)** ramnolípideo; **(B)** sofrorólípeidos, **(C)** trehalolípideos, **(D)** Emulsan, **(E)** polimixina e **(F)** surfactina. Os biossurfactantes A, B e C pertencem à classe dos glicolípideos, o biossurfactante D é da classe dos poliméricos, e os biossurfactantes E e F são exemplos de moléculas da classe dos lipopeptídeos.

Os biossurfactantes, produzidos por diferentes micro-organismos, são opção tecnológica para a substituição dos surfactantes sintéticos, pois apresentam algumas vantagens (Nitschke e Pastore, 2002; Mulligan *et al.*, 2014):

- i. Maior atividade superficial e interfacial.** Menores concentrações de biossurfactantes provocam uma maior diminuição da tensão superficial devido a menor cmc dos biossurfactante. Por exemplo, a cmc do ramnolipideo é 0,07 g.L⁻¹ e a do surfactante sintético rokanol NL 6TM (surfactante aniônico) 0,12 g.L⁻¹.
 - ii. Baixa toxicidade.** Menor probabilidade de provocar reações alérgicas torna os biossurfactantes mais seguros para serem utilizados em cosméticos, alimentos e produtos farmacêuticos.
 - iii. Biodegradabilidade.** Os micro-organismos utilizam mais facilmente os biossurfactantes como substrato para obtenção de energia do que os surfactantes sintéticos.
 - iv. Estabilidade em força iônica alta.** Surfactantes sintéticos são estáveis entre 2 a 3% (m/v) de sais, já os biossurfactantes são estáveis até concentrações salinas de 10% (m/v).
 - v. Utilização de substratos alternativos na produção por via fermentativa.** Os biossurfactantes podem ser produzidos a partir de substratos renováveis e resíduos agroindustriais (soro de leite, água de maceração de milho, manípueira). A utilização dessas matérias-primas como alternativa a meio de cultura sintético encorajam ações de gerenciamento ambiental.
- Por outro lado, a produção de biossurfactante é uma área de estudo em desenvolvimento. Alguns desafios associados à produção precisam ser superados para viabilizar a produção e comercialização dos biossurfactantes em escala comercial (Saharan, 2011; Winterburn e Martin, 2012):

- i. Preço.** Principal desvantagem dos biossurfactantes sintéticos. Nesse caso, a diferença de preço chega a ser 50 vezes maior para os biossurfactantes quando comparados aos surfactantes sintéticos.
- ii. Baixa produtividade.** Micro-organismos capazes de produzir biossurfactantes em concentrações economicamente viáveis ainda não foram identificados.
- iii. Produção de espuma durante o processo.** Durante o cultivo dos micro-organismos, a agitação e o processo de aerar o biorreator produzem espuma, mistura coloidal formada pela dispersão de um gás em um líquido. A espuma arrasta o meio de cultivo para fora do biorreator, local onde está ocorrendo o cultivo, causando perdas e favorecendo a contaminação durante o processo.
- iv. Purificação do biossurfactante.** A recuperação e puri-

ficações dos biossurfactantes é um desafio. Para obter o biossurfactante puro são necessárias várias etapas o que diminui a recuperação e gera maiores quantidades de efluentes, inviabilizando economicamente a purificação do biossurfactante.

Apesar dos desafios técnicos, a estimativa é que o mercado de biossurfactantes apresente um faturamento de cerca de US\$ 2,7 bilhões de dólares e um volume de comercialização de aproximadamente 524 mil toneladas de surfactantes em 2023. As empresas líderes na produção desses compostos são a *Ecover* (Bélgica), a *Urumqui Unite* (China), a *BASF-Cognis* (Alemanhã), a *Saraya* (Japão) e a *MG Intobio* (Coreia do Sul).

Dentre os biossurfactantes, os sofrólídeos apresentam maior volume de venda sendo utilizados em produtos de cuidados pessoais e na biorremediação. Embora os biossurfactantes provoquem menor impacto ambiental quando comparado aos surfactantes sintéticos, o seu descarte deve ser feito de forma adequada, pois eles não são inócuos ao meio ambiente (GlobeNewswire, 2016).

Considerações finais

Conforme descrito no texto, os surfactantes são utilizados em diversos processos e produtos como xampu, pasta de dente, hidratantes corporais, fármacos e detergentes. Novos hábitos de consumo que valorizam produtos ecologicamente corretos estão alavancando a produção e comercialização dos biossurfactantes, tensoativos produzidos por micro-organismos a partir de matérias-primas renováveis com menor impacto ambiental durante o processo de produção e de descarte. Os biossurfactantes semelhantes aos surfactantes sintéticos são moléculas anfipáticas redutoras

da tensão superficial, agentes molhantes e umectantes. Eles podem ser utilizados na agricultura, na indústria de alimentos, tinta, recuperação de minérios, biorremediação de solos e água contaminados por óleos e como medicamentos. O grande desafio dos biossurfactantes é o elevado custo de produção comparado aos surfactantes sintéticos.

Os biossurfactantes semelhantes aos surfactantes sintéticos são moléculas anfipáticas redutoras da tensão superficial, agentes molhantes e umectantes. Eles podem ser utilizados na agricultura, na indústria de alimentos, tinta, recuperação de minérios, biorremediação de solos e água contaminados por óleos e como medicamentos. O grande desafio dos biossurfactantes é o elevado custo de produção comparado aos surfactantes sintéticos.

Lorena de Oliveira Felipe (lorenaob@gmail.com). Bacharel em Engenharia de Bioprocessos e Mestre em Ciências, com área de concentração em Tecnologias para o Desenvolvimento Sustentável. Ambas as formações pela Universidade Federal de São João del-Rei/Campus Alto Paraopeba. Ouro Branco, MG – BRL.
Sandra de Cássia Dias (andra@ufsj.edu.br). Bacharel em Farmácia (Universidade Federal de Ouro Preto). Doutora em Biotecnologia pela Universidade de São Paulo. Atualmente é professora do Departamento de Química, Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos da Universidade Federal de São João del-Rei/Campus Alto Paraopeba. Ouro Branco, MG – BRL

Referências

- ANGHINETTI, I.C.B. Tintas, suas propriedades e aplicações imobiliárias. 2012. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, p. 22, 2012.
- BAIN & COMPANY. Relatório 4 – Tensoativos. Potencial de diversificação da indústria química brasileira. 1 Ed. 2014. Disponível em: < http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/produtos/download/aep_fep/chamada_publica_FEPprospec0311_Quimicos_Relat4_tensoativos.pdf>. p. 4 e 6. Acessado em: 10. Fev. 2016.
- BAKER, I. J.A.; DRUMMOND, C. J.; FURLONG, DN. N.; GRIESER, F. Surfactant biodegradation: sugar-based surfactants compared to other surfactants. In: Zoller, U. (ed). CRC Press, 2004. *Handbook of Detergents – Part B: Environmental Impact*. Ch. 28, p. 739-760.
- BARBOSA, A.B; SILVA, R.R. Xampus. *Química Nova na Escola*. n 2, p. 3-6, 1995.
- BARROS, F.F.C.; QUADROS, C.P.; MARÓSTICA JÚNIOR, M.R.; PASTORE, G.M. Surfactina: propriedades químicas, tecnológicas e funcionais para aplicações em alimentos. *Química Nova*. v. 30, n. 2, p.409-414, 2007.
- BEHRING, J.L.; LUCAS, M.; MACHADO, C.; BARCELOS, I.O. Adaptação no método do peso da gota para determinação da tensão superficial: um método simplificado para a quantificação da cmc de surfactantes no ensino da química. *Química Nova*. v. 27, n. 3, p. 492-495, 2004.
- BORGES, L. D.; MACHADO, P. F. L. Lavagem a seco. *Química Nova na Escola*, v. 35, n. 1, p. 11-18, 2013.
- BRUMANO, L.P.; SOLER, M.F.; DA SILVA, S.S. Recent advances in sustainable production and application of biosurfactants in Brazil and Latin America. *Industrial Biotechnology*. v. 12, n. 1, p. 31-39, 2016.
- CGEE (Centro de Gestão e Estudos Estratégicos): Bioprodutos, biocombustíveis e bioprocessos. In: Química verde no Brasil: 2010-2030 - Ed. rev. e atual. - Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010. Cap. 8, p. 333 – 374. Disponível em: <www.cgee.org.br/atividades/redirect/6528>. Acessado em: 10. Fev. 2016b.
- CGEE (Centro de Gestão e Estudos Estratégicos): Química verde no Brasil: 2010-2030 - Ed. rev. e atual. - Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010. 438 p. Disponível em: <www.cgee.org.br/atividades/redirect/6528>. Acessado em: 10. Fev. 2016a.
- CHIMELLO, C.M.; BRUZA, F.B.; RAMOS, M.J.; SILVA, R.C.S.; KREMER, C.K Estudo sobre a escolha do tipo de detergente utilizado pelos consumidores de Itatiba. *Revista Ciências do Ambiente On-Line*. v. 8, n° 1, p. 60-61, 2012. Disponível em: <<http://sistemas.ib.unicamp.br/be310/nova/index.php/be310/article/view/317/248>>. Acessado em: 10. Fev. 2016.
- CHOU, T.H. Current application of lipid- and surfactant based vesicles for cosmeceuticals: a review. *Current Pharmaceutical Biotechnology*, v.16, p.1035-1044, 2015.
- CIBULSKI, S.P. *Saponinas de Quillaja brasiliensis: potencial imunoadjuvante e mecanismos celulares e moleculares de ação*. 2015. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p. 23, 2015.
- COSTA, M. J. C.; SOUZA, J. T.; LEITE, V. D.; LOPES, W. S.; SANTOS, K. D. Co-digestão anaeróbia de substâncias surfactantes, óleo de lodo de esgoto. *Eng. Sanit. Ambient.* v.12, n.4, p. 433-439, 2007.
- DALTIN, D. Introdução e primeiros conceitos. Tensoativos: química, propriedades e aplicações. São Paulo: Blucher, 2011. Cap. 1, p. 1-44.
- FELIX, A.K.N. *Caracterização e estudo da aplicabilidade do biosurfactante produzido por Bacillus subtilis LAMI005 a partir do suco de caju*. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, p. 21-23, 2012.
- FREDDI, N. A.; PROENÇA, J. O.; FIORI, H. Terapia com surfactante pulmonar exógeno em pediatria. *Journal of Pediatrics*, v. 79, s. 2, 2003.
- GLOBONEWSWIRE - Biosurfactants Market size to reach \$2.69 billion 2023: Global Market insights, INC. Disponível em: <<https://globenewswire.com/news-release/2016/06/21/850261/0/en/Biosurfactants-Market-size-to-reach-2-69-Billion-2023-Global-Market-Insights-Inc.html>> Acessado em: 20 Jul. 2016.
- GUGLIOTTI, M. A química no corpo humano: Tensão superficial nos pulmões. *Química Nova na Escola*, n.16, p. 3-5, 2002.
- LENARDÃO, E. J.; FREITAG, R. A.; DABDOUB, M. J.; BATISTA, A. C. F.; SILVEIRA, C. C. “Green Chemistry” – Os 12 princípios da química verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. *Química Nova*, v. 26, n. 1, p. 123-129, 2003.
- MALDONADO-VALDERRAMA, J.; WILDE, P.; MACIERZANKA, A.; MACKIE, A. The role of bile salts in digestion. *Advances in Colloid and Interface Science*. v. 156, n. 1, p. 36–46, 2011.
- MULLIGAN, C. N.; SHARMA.S. K.; MUDHOO, A.; MAKHIJANI, K. Green chemistry and biosurfactant research. In: MULLIGAN, C. N.; SHARMA.S. K.; MUDHOO, A. (ed.). Taylor & Francis Group, 2014. *Biosurfactants: Research Trends and Applications*. Ch. 1, p. 1-30.
- MYERS, D. *Surfactant Science and Technology*. 3° ed. New Jersey: Wiley-Interscience. 2006.
- NETO, O. G. Z.; DEL PINO, J. C. Trabalhando a química dos sabões e detergentes. *Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRS - Instituto de Química*. 2001. Disponível em: <www.iq.ufrgs.br/aeq/html/publicacoes/matdid/livros/pdf/sabao.pdf>. Acessado em: 10. Fev. 2016.
- NITSCHKE, M.; COSTA, S. G. V. A. O. Biosurfactants in food industry. *Trends in Food Science & Technology* 18, p. 252-259, 2007.
- NITSCHKE, M.; PASTORE, G. M. Biosurfactantes: propriedades e aplicações. *Química Nova*. v. 25, n. 5, p. 772-776, 2002.
- OLKOWSKA, E.; RUMAN, M.; POLKOWSKA, Z. Occurrence of Surface Active Agents in the Environment. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*. v. 2014, 2014.
- PENTEADO, J.C.P.; EL SEOUD, O.A.; CARVALHO, L.R.F. Alquilbenzeno sulfonato linear: uma abordagem ambiental e analítica. *Química Nova*. v. 29, n. 5, p. 1038-1046, 2006.
- SACHDEV, D.P.; CAMEOTRA, S.S. Biosurfactants in agriculture. *Applied Microbiology and Biotechnology*. v. 93, p.1005-1016, 2013.
- SAHARAN, B.S.; SAHU, R.K e SHARMA, D. A review on biosurfactants: fermentation, current developments and perspectives. *Genetic Engineering and Biotechnology Journal*. 2011. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.465.259&rep=rep1&type=pdf>>. Acessado em: 10 Mar. 2016.

SILVA, R.C.F.S.; ALMEIDA, D.G.; RUFINO, R.D.; LUNA, J.M.; SANTOS, V.A e SARUBBO, L.A. Applications of biosurfactants in the petroleum industry and the remediation of oil spills. *Internacional. Journal of Molecular.Sciences*, n.15, p. 12523-12542, 2014.

SILVA, J. D. F.; SILVA, Y. P.; PIATNICKI, C. M. S.; BÖCKEL, W. j.; MEDONÇA, C. R. B. Microemulsões: componentes, características, potencialidades em química de alimentos e outras aplicações. *Química Nova*, v. 38, n, 9, p. 1196-1206, 2015.

VEIGA, J. E. *Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI*. Rio de Janeiro: Garamond, 2008. Cap. 2, p. 109-184.

WINTERBURN, J. B.; MARTIN, P. J. Foam mitigation and exploitation in biosurfactant production. *Biotechnol Lett*, v.34, n. 2, p. 187-195

ZASADZINSKI, J. A.; DING, J.; WARRINER, H. E.; BRINGEZU, F.; WARING, A. J. The physics and physiology of lung surfactants. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*. v. 6, p. 506-513, 2001.

Abstract: *Advantages and disadvantages of surfactants chemically synthesized and biosurfactants.* This paper aims to address the main advantages and disadvantages of chemically synthesized surfactants and biosurfactants. Surfactants are organic and amphipathic compounds which have in their molecule both polar and nonpolar portion. Surfactants are highly used in our daily activities, being present in personal care products, household and industrial detergents, and cosmetics and in some food. Surfactants can be synthesized by chemical route from petroleum or by biotechnological route using microorganisms and renewable raw material. Chemical surfactants are more economically feasible. However, when compared to biosurfactants, surfactants provoke a worst impact in the environment. Therefore, biosurfactants are a promising alternative and its consumption has increasingly been growing.

Keywords: Surfactants. Biosurfactants. Environmental impacts.

As visões sobre ciência e cientistas dos estudantes de química da EJA e as relações com os processos de ensino e aprendizagem

Fernanda M. Z. Pombo e Marcelo Lambach

O presente artigo tem como objetivo identificar elementos de como os estudantes da Educação de Jovens e Adultos (EJA), das disciplinas de Ciências e de Química, veem a ciência e o cientista. É uma pesquisa com estudantes adultos acerca das concepções distorcidas da ciência e da imagem do cientista. Foram utilizados como instrumentos para a coleta de dados um questionário e a criação de um desenho. Esses materiais foram analisados com o propósito de identificar as visões da ciência e do cientista. Foi possível notar que a imagem da ciência e do cientista ainda representam uma visão positivista entre os estudantes da EJA, fato este que representa a necessidade de uma adequada educação científica para tal nível e modalidade de ensino, que procure romper com a concepção de que a produção do conhecimento científico é restrita a poucos, provocando reflexões sobre a necessidade de desmitificar a imagem do cientista, ou seja, do pesquisador, ainda tão presente entre os estudantes. Em contrapartida, constatamos certa mudança de visão sobre quem seja o cientista, ao representar que ele tem atividades em grupo ou familiares durante os horários de lazer.

► concepções da ciência, imagem do cientista, educação de jovens e adultos, ensino de química, ensino de ciências ◀

Recebido em 23/07/2016, aceito em 19/12/2016

É notória a visão deformada que a sociedade possui sobre a ciência e sobre o trabalho do cientista. De maneira geral, a figura do cientista é caracterizada como um gênio solitário, de jaleco branco em um laboratório, e que, conforme observam Zanon e Machado (2013), estão sempre em busca de experimentos extraordinários e grandes descobertas.

Nesse sentido, vários autores, como Gil-Pérez *et al.* (2001), Fernandez *et al.* (2002), Kosminsky e Giordan (2002), Cachapuz *et al.* (2005); Reis *et al.* (2006), têm pesquisado as concepções de professores e estudantes do ensino fundamental, médio e superior sobre os entendimentos em relação à ciência, à imagem do cientista, seu trabalho e o conhecimento produzido.

As concepções equivocadas sobre a ciência, presentes em distintas pesquisas, podem ser identificadas nas sistematizações feitas por Gil-Pérez *et al.*, (2001) e por Fernandez *et al.* (2002). Tais autores consideram que uma das visões

É notória a visão deformada que a sociedade possui sobre a ciência e sobre o trabalho do cientista. De maneira geral, a figura do cientista é caracterizada como um gênio solitário, de jaleco branco em um laboratório, e que, conforme observam Zanon e Machado (2013), estão sempre em busca de experimentos extraordinários e grandes descobertas.

deformadas mais encontradas por professores é a que transmite o caráter individualista e elitista da ciência. Nesse caso, a atividade científica apresenta-se em uma leitura descontextualizada, socialmente neutra e como obras de gênios isolados, ignorando-se o papel da participação coletiva. Isso faz com que se dissemine, via educação escolar, a ideia de que a obtenção dos resultados da ciência é

positivista e progressista, e ocorre por mérito de um único cientista laureado individualmente pelos seus esforços isolados.

Tomando como referência o trabalho de Gil-Pérez *et al.* (2001), destacam-se as sete grandes visões deformadas de ciência e do cientista, algo encontrado na literatura e que são mencionadas como fruto da reflexão e autocrítica

de professores. Segundo os autores, são elas:

- 1) Uma visão denominada de concepção empírica indutivista e ateuca. É uma concepção que destaca o papel “neutro” da observação e da experimentação.
- 2) Visão rígida e dogmática da ciência [...], apresenta-se o

“método científico” como um conjunto de etapas a seguir mecanicamente. 3) Uma visão dogmática e fechada: transmitem-se os conhecimentos já elaborados, sem mostrar os problemas que lhe deram origem, qual foi a sua evolução, as dificuldades encontradas etc., e não dando igualmente a conhecer as limitações do conhecimento científico atual nem as perspectivas que, entretanto, se abrem. 4) A visão exclusivamente analítica – que destaca a necessária divisão parcelar dos estudos, o seu carácter limitado, simplificador. 5) Uma visão acumulativa de crescimento linear dos conhecimentos científicos: o desenvolvimento científico aparece como fruto de um crescimento linear, puramente acumulativo. 6) Visão individualista e elitista da ciência. Os conhecimentos científicos aparecem como obras de gênios isolados, ignorando-se o papel do trabalho coletivo e cooperativo, dos intercâmbios entre equipes (a ciência é apresentada como uma atividade eminentemente “masculina”). 7) Uma imagem descontextualizada, socialmente neutra da ciência. (Gil-Pérez et al., 2001, p. 131-133).

Há que se denotar que essas visões deformadas acerca da ciência não são exclusivas de certo grupo, como o caso dos professores de Ciências/Química, ou dos seus interlocutores diretos – os estudantes. Tal como destacam Fernández *et al.* (2002), essas concepções aparecem associadas entre si como expressão de uma imagem denominada ingênua da ciência, totalmente difundida e aceita pela sociedade.

Nessa perspectiva, Kosminsky e Giordan (2002, p. 11) observam 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”. Zanon e Machado (2013) indicam, também, que as visões deformadas de ciência e do cientista assumidas por distintos grupos sociais são o resultado da disseminação de tal concepção tanto pela escola como pela mídia.

Kosminsky e Giordan (2002), ao analisarem as dinâmicas e metodologias de ensino de Ciências, entendem que essa visão distorcida é consequência de abordagens didático-metodológicas tradicionais do ensino. Por isso, é necessário vencer essa histórica compreensão pedagógica para superar as visões deformadas da atividade científica para o ensino de Ciências/Química, entendida como um processo composto de três fases: a criação, a validação e a incorporação de conhecimentos que correspondem à geração de hipóteses, aos testes a que a hipótese é sujeita e ao processo social de aceitação e registro do conhecimento científico (Praia; Cachapuz; Gil-Pérez, 2002).

Kosminsky e Giordan (2002) destacam, ainda, que ao vivenciarem os elementos da cultura científica, espera-se

que os estudantes realizem uma avaliação de certa compreensão do fazer científico e a confrontem com outras formas de pensar e agir específicas de outras culturas, que também estão presentes na sala de aula. Assim, os estudantes podem construir significados e se apropriarem de elementos da linguagem científica e de seus procedimentos.

Nesse sentido, o presente trabalho tem por objetivo identificar como os estudantes do ensino fundamental e médio da Educação de Jovens e Adultos (EJA) veem a ciência e o cientista. Esse estudo se alicerça no fato de que encontramos poucos trabalhos sobre as visões da ciência e do cientista pelos estudantes da EJA. Isso pôde ser constatado após um levantamento realizado em periódicos e eventos da área de ensino. De fato, foram localizados somente dois trabalhos, sendo eles: “Concepções sobre ciência e ensino de ciência de alunos da EJA” (Pompeu; Zimmermann, 2009) e “Concepções de estudantes sobre a Ciência em uma turma de Educação de Jovens e Adultos” (Maceno, 2003), direcionados ao ensino de Química.

Dessa forma, considera-se pertinente uma pesquisa acerca das concepções distorcidas da ciência e da imagem do cientista a fim de identificar a influência dessas visões no ensino de Ciências/Química para estudantes da EJA.

Cabe destacar que o público da EJA pode trazer elementos interessantes para a análise aqui apresentada. Por um lado tem consigo uma visão de ciência e de cientista insertada pela escola.

Ao mesmo tempo, há que se levar em conta que o relativo distanciamento temporal dos sistemas de ensino, por terem interrompido os estudos devido a fatores diversos, leva a crer que haja uma forte presença de uma compreensão de senso comum frequente na sociedade em geral.

Sendo assim, apresentaremos, na sequência, as compreensões dos estudantes sobre o que entendem por ciência e sobre qual é a imagem do cientista. Essas informações foram diagnosticadas por meio de questionário e desenhos feitos pelos próprios alunos.

Ideias sobre a ciência nos documentos oficiais e no currículo escolar

Questionar o que os estudantes dos diferentes níveis de ensino entendem por ciência e o trabalho do cientista deveria fazer parte do plano de ação de um docente que investiga a sua prática, realizando o seguinte questionamento: “mas, afinal, o que é ciência?”, tal como fez Chalmers (1997). A partir dessa questão, Chalmers procurou levantar as concepções histórico-epistemológicas sobre a natureza da ciência e sua legitimidade enquanto saber científico.

Nessa mesma perspectiva, entendemos a importância da presença das questões de carácter epistemológico que se referem “à produção da ciência e à sua validação” (Maldaner *et*

[...] o presente trabalho tem por objetivo identificar como os estudantes do ensino fundamental e médio da Educação de Jovens e Adultos (EJA) veem a ciência e o cientista. Esse estudo se alicerça no fato de que encontramos poucos trabalhos sobre as visões da ciência e do cientista pelos estudantes da EJA.

al., 2007, p. 130); pois “a Ciência não se apoia nas aparências e nem busca essências escondidas na natureza. É, a Ciência, uma construção humana, portanto, histórica, que se dá com o desenvolvimento de conceitos ou ideias que se confrontam com os dados sensoriais e as convicções espontâneas”.

Ao analisarmos as compreensões de ciência presentes nos documentos oficiais, com destaque particular a dois deles – as Diretrizes Curriculares Estaduais para Química (DCE-Química) do Estado do Paraná e o Projeto Político Curricular (PPC) da escola que foi foco da presente investigação, destacamos algumas informações relevantes desses documentos. Segundo as DCE-Química, “Esse processo de elaboração e transformação do conhecimento ocorre em função das necessidades humanas, uma vez que a ciência é construída por homens e mulheres, portanto, falível e inseparável dos processos sociais, políticos e econômicos” (PARANÁ, 2008, p. 51).

De acordo com o PPC do Colégio Estadual Guilherme Pereira Neto, localizado na cidade de Curitiba-PR, aprovado em 2014,

a ciência não se constitui numa verdade absoluta pronta e acabada. É de extrema importância rever o processo de ensino e aprendizagem no contexto escolar, de modo que o modelo tradicional de ensino dessa disciplina, no qual se prioriza a memorização dos conteúdos, sem a devida reflexão, seja superado por um modelo que desenvolva a capacidade dos educandos em buscar explicações científicas para os fatos, através de posturas críticas referenciadas pelo conhecimento científico (PPC, 2014, p. 14).

Ora, vê-se aqui, por meio desses excertos, que a compreensão do que seja ciência destoa do que a literatura indica sobre as visões deformadas de Ciências e do cientista. O PPC traz, ainda, que o ensino, dentro da concepção filosófica defendida pelo colégio, deve ser um processo contínuo e cumulativo de interação do conhecimento científico, sendo que “os conteúdos são indispensáveis à compreensão da prática social: revelam a realidade concreta de forma crítica e explicitam as possibilidades de atuação dos sujeitos no processo de transformação desta realidade” (PPC, 2014, p. 28).

Para o ensino de Química, o PPC (2014, p. 126) apresenta como objetivo “propiciar a compreensão da evolução do pensamento científico com a ampliação de conceitos e modelos; fornecer embasamento científico para a tomada de decisões, utilizando a análise de dados; e estimular a análise crítica mediante o pensamento científico”.

Isso implica dizer que, pelo menos sob o ponto de vista dos documentos oficiais, especialmente da escola em questão, há a preocupação com a concepção que se tem sobre a

ciência. Contudo, cabe investigar: como isso repercute junto aos estudantes?

Metodologia

O estudo foi realizado no Colégio Estadual Guilherme Pereira Neto, localizado no município de Curitiba-PR. Dele participaram oito estudantes, com faixa etária entre 18 e 42 anos, da disciplina de Química; e seis estudantes, com faixa etária entre 17 e 57 anos, da disciplina de Ciências, ambas as turmas da EJA do período noturno.

Trata-se de uma pesquisa de natureza qualitativa, ou seja, de acordo com Triviños (1987), numa perspectiva de estudo de caso, uma vez que se investigou as respostas e ações dos estudantes.

Para realizar um diagnóstico com o objetivo de investigar quais as compreensões dos estudantes sobre o que entendem por ciência e a qual imagem eles têm em relação ao cientista, tomou-se como base o estudo realizado por Kosminsky e Giordan (2002), com estudantes de ensino médio, e também o trabalho de Zanon e Machado (2013), que investigaram as concepções de estudantes do ensino superior de Química. Ambos os trabalhos procuraram identificar as visões de ciência. É importante salientar que, para esta pesquisa, foram feitas adequações necessárias, tendo em vista o perfil dos estudantes da EJA.

O instrumento utilizado junto aos estudantes para a coleta de dados foi um questionário respondido anonimamente, contendo cinco questões discursivas, e uma sexta questão solicitando a elaboração de um desenho (essa última etapa será descrita mais adiante).

A opção por utilizar o questionário se justifica por ser um instrumento de coleta de dados de característica qualitativa e que, neste caso, já tinha sido validado em outras pesquisas, como as citadas anteriormente. O uso do questionário, neste caso, objetivava realizar um mapeamento da imagem que os estudantes da EJA do período noturno tinham sobre a ciência e o cientista.

No primeiro momento, os alunos deveriam responder às seguintes questões: 1) O que é ciência para você? 2) Que importância tem a ciência para a sua vida? 3) Como você imagina o cientista? 4) Onde o cientista trabalha? 5) O que o cientista estuda?

Após responderem a essas questões, foi solicitado aos estudantes que desenhassem, em uma folha de papel, como eles entendiam e imaginavam o trabalho do cientista em dias e horários diferentes. Deveriam, ainda, explicar

o desenho por meio de uma legenda. Os dias e horários indicados para a representação pictórica foram domingo e segunda-feira, nos horários das 10h, 16h e 23h.

Tal como apontam Kosminsky e Giordan (2002, p. 14), as datas e horários indicados na pesquisa têm a intencionalidade

O estudo foi realizado no Colégio Estadual Guilherme Pereira Neto, localizado no município de Curitiba-PR. Dele participaram oito estudantes, com faixa etária entre 18 e 42 anos, da disciplina de Química; e seis estudantes, com faixa etária entre 17 e 57 anos, da disciplina de Ciências, ambas as turmas da EJA do período noturno.

de relacionar as atividades do cientista com os períodos do mundo do trabalho para indicar momentos de atividades pessoais do cientista, possivelmente fora de seu campo de atuação profissional.

Resultados e Discussões

Os dados coletados a partir do questionário composto por questões abertas e pelos desenhos solicitados em uma das questões, foram analisados em contraste aos estudos realizados por Kosminsky e Giordan (2002), por Zanon e Machado (2013) e Fernandez *et al.* (2002). A seguir, serão apresentadas algumas das respostas características dos estudantes às cinco questões, acompanhadas de possíveis interpretações, elaboradas a partir desses registros.

As questões 1 e 2 referem-se às concepções de ciência, indicando o que se entende por ciência e qual a sua importância. As respostas dos estudantes do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, de maneira geral, dizem que: “Tudo é ciência”; “É tudo que se estuda para a descoberta de algo novo, ou a origem de algo já existente”; “Na saúde, avanço de medicamentos que tempos atrás não existiam cura”; “Deve ser o estudo de tudo, por exemplo: corpos, animais, lugares, remédios entre outras coisas”.

Essas afirmações denotam a compreensão de que a ciência é algo que está presente no cotidiano das pessoas, que investiga o mundo para melhorá-lo, ou seja, a ciência desempenha um papel de caráter progressista linear e, em certa medida, salvacionista, pois melhorará a vida dos sujeitos, tal como já destacavam Auler e Delizoicov (2001).

Os autores Kosminsky e Giordan (2002, p. 18) destacam que essas falas trazem uma típica visão escolar e generalista, já que “não se nota menção alguma à comunidade científica, predominando visões reducionistas e escolarizadas nos registros dos alunos”.

As visões realista e reducionista dos objetos de estudo aos modelos e interpretações próprias da ciência podem ser identificadas nas respostas à questão 2, na qual se perguntou sobre a importância da ciência para a vida dos estudantes, como pode ser observado a seguir: “Ciência é vida, é o estudo da vida”; “Na tecnologia, temos a oportunidade de adquirir conhecimentos do que existia antigamente”; “Em tudo, desde um medicamento que ingerimos, um perfume que usamos, água que bebemos, etc.”; “Nossa vida é tudo. É onde se descobre a vacina para a curar as doenças para os humanos”.

Para as questões 3, 4 e 5, que se referiam à imagem do cientista (onde trabalhava e o que estudava), as respostas dos estudantes foram: “Uma pessoa normal, formada em

ciências”; “Um profissional dedicado”; “Pessoas muito inteligentes que se empenham para descoberta de medicamentos para a humanidade”; “Um senhor de cabeça branca e de jaleco branco”; “Num laboratório pesquisando experiências com microscópio, etc.”; “Tudo que envolve o ser humano. Ex.: vida social e cotidiana”.

É possível identificar nas respostas dos estudantes, visões deformadas em relação à imagem do cientista, como confirmam algumas pesquisas. Kosminsky e Giordan (2002) apontam, ainda, que o desconhecimento sobre como pensam e agem os cientistas impede a aproximação dos estudantes da cultura científica. Contudo, também se nota uma compreensão mais humanizada do cientista, vendo-o como um profissional dedicado e, sobretudo, como “uma pessoa normal”.

Este distanciamento da visão de senso comum que se tem do trabalho do cientista pode ser, em certa medida, o resultado tanto de um esforço sistêmico dos historiadores da ciência e epistemólogos, desde a primeira parte do século XX, em se denotar os equívocos de uma ciência positivista, como também pode representar as ações mais ou menos sistemáticas, na formação docente e nos livros didáticos, em introduzir uma visão em que as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) estão altamente imbricadas e se influenciam mutuamente.

Porém, como essa humanização da ciência é pouco identificada entre os participantes da pesquisa, vale ressaltar a lembrança trazida por Zanon e Machado (2013), que salientam a influência determinante das visões deformadas de ciência dos estudantes provocadas pelos meios de comunicação, e mesmo pela divulgação científica menos criteriosa. Algo semelhante é promovido pela mídia não especializada, a qual exerce maior

influência devido à sua difusão por todos os estratos sociais (Kosminsky; Giordan, 2002).

Nessa perspectiva, a partir dos desenhos feitos pelos estudantes da disciplina de Ciências do Ensino Fundamental da EJA e da disciplina de Química do Ensino Médio, também da EJA, sobre a imagem do cientista, foram sistematizadas, a seguir, os quadros 1 e 2, que apresentam as categorias identificadas e suas legendas. Trazem, também, elementos para a realização de algumas reflexões.

Como mostraram Kosminsky e Giordan (2002), as datas e horários indicados na pesquisa buscam identificar se os pesquisados localizam os cientistas como sujeitos comuns que desenvolvem uma atividade social e trabalhista comum e possível a qualquer humano, sem a exigência de características especialíssimas distintas das pessoas comuns.

De modo geral, como pode ser observado no quadro e de acordo com as legendas dos estudantes, os alunos do EF e EM diferenciaram essas atividades ao relacionar a

É possível identificar nas respostas dos estudantes, visões deformadas em relação à imagem do cientista, como confirmam algumas pesquisas. Kosminsky e Giordan (2002) apontam, ainda, que o desconhecimento sobre como pensam e agem os cientistas impede a aproximação dos estudantes da cultura científica. Contudo, também se nota uma compreensão mais humanizada do cientista, vendo-o como um profissional dedicado e, sobretudo, como “uma pessoa normal”.

Quadro 1. Categorias criadas sobre a visão do trabalho dos cientistas a partir da segunda-feira em diferentes horários por estudantes do Ensino Fundamental (EF) e Ensino Médio (EM).

Dia	Horário	Categoria	Qtd de estudantes do EF	Qtd de estudantes do EM
Segunda-feira	10h	Acordando	–	01
		Estudando, pesquisando	02	03
		Tomando café	01	01
		Trabalhando com experimentos	03	03
	16h	Dando aula, palestra	–	01
		Estudando, pesquisando	04	03
		Trabalhando com experimentos	01	03
		Tomando café	--	01
		Voltando para casa	01	--
	23h	Dormindo	03	04
		Estudando, pesquisando	01	04
		Observando as estrelas	01	--
		Voltando do trabalho	01	--
	Total			06

Fonte: Autoria própria (2017).

Quadro 2. Categorias criadas sobre a visão do trabalho dos cientistas a partir do domingo em diferentes horários por estudantes do Ensino Fundamental (EF) e Ensino Médio (EM).

Dia	Horário	Categoria	Qtd de estudantes do EF	Qtd de estudantes do EM	
Domingo	10h	Caminhando	01	--	
		Descansando	03	03	
		Dormindo	01	01	
		Passeando com a família	–	01	
		Tomando café	01	03	
	16h	Entretenimento	03	03	
		Estudando	–	01	
		Passeando	03	03	
	23h	Trabalhando	--	01	
		Descansando	--	03	
		Dormindo	05	02	
	23h	Entretenimento	01	03	
		Total			06

Fonte: Autoria própria (2017).

segunda-feira com atividades voltadas ao trabalho e estudo; e o domingo voltado ao descanso e entretenimento. Nota-se, também, uma visão do fazer científico com exacerbado caráter experimental, quando indicado pelos estudantes por meio das legendas: “trabalhando com experimentos”, “estudando, pesquisando”, refletindo, em certa medida, uma concepção epistemológica indutivista, ainda bastante presente nos materiais didáticos da educação básica, como pode ser visto nas figuras a seguir.

Tanto nessas três figuras como nos outros desenhos feitos pelos estudantes da EJA, observa-se a representação de um cientista do sexo masculino, solitário e interagindo somente com seu mundo durante o dia da semana de trabalho.

Kosminsky e Giordan (2002, p. 15) destacam em suas pesquisas que essas representações de sujeitos solitários

desconsideram, visivelmente, “a troca de informações entre os pares, as elaborações teóricas e as próprias ciências não experimentais”.

Acerca das concepções da ciência, esses desenhos indicam uma visão deformada da imagem do cientista, reafirmando, de acordo com Gil-Pérez, *et al.* (2001), as grandes visões deformadas encontradas na literatura, pois é apresentada uma visão de neutralidade da ciência, com caráter limitado e simplificador. É possível notar que os desenhos apresentam uma visão individualista e elitista da ciência, ou seja, os conhecimentos científicos são considerados obras de gênios isolados, ignorando-se o papel do trabalho coletivo e cooperativo. Observando com mais atenção, é prevalente a ideia da genialidade e da pluralidade da atuação científica em distintos campos, como a Química, a Biologia e a Física.

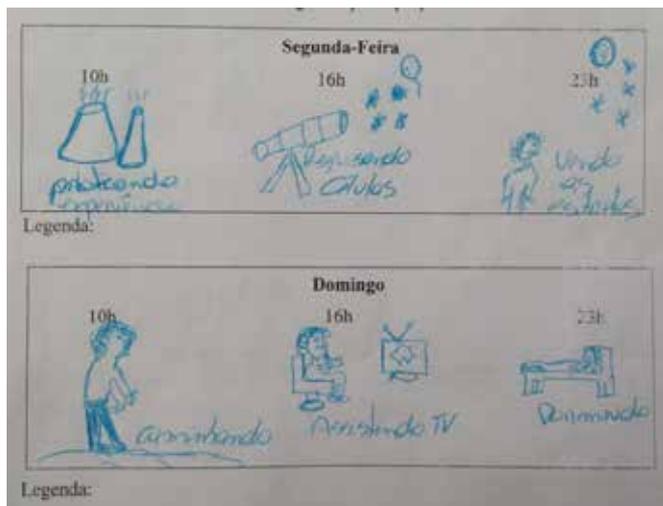


Figura 1: Desenho retratando a visão da ciência e do cientista por estudante de 35 anos de idade. Fonte: Produção de estudante da disciplina de ciências do Ensino Fundamental da EJA.

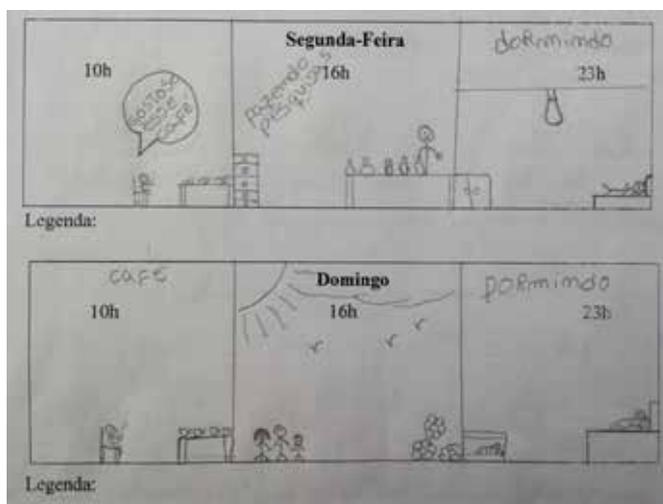


Figura 2: Desenho retratando a visão da ciência e do cientista por estudantes de 17 anos de idade. Fonte: Produção de estudante da disciplina de ciências do Ensino Fundamental da EJA.

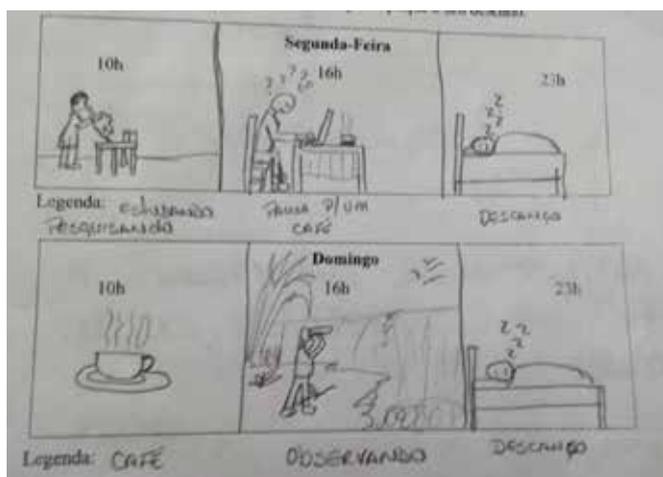


Figura 3: Desenho retratando a visão da ciência e do cientista por estudante de 35 anos de idade. Fonte: Produção de estudante da disciplina de química do Ensino Médio da EJA.

Os autores Sangiogo e Marques (2011) consideram que os estudantes podem ter diferentes compreensões sobre um determinado objeto e podem ter diferentes entendimentos sobre as relações deste com o sujeito do conhecimento. Logo, suas concepções epistemológicas quanto aos constructos do conhecimento científico também variam. Dessa forma, identifica-se que os estudantes da EJA têm uma visão da ciência com tendência empirista, que assim pode ser resumida: “a única fonte do conhecimento humano é a experiência” e todos os conceitos, “mesmo os mais universais e abstratos, provêm da experiência” (Hessen, 2000, p. 40).

Pode-se dizer que o empirismo, categoria epistêmica inter-relacionada à visão indutivista de ciência, convém ao conhecimento comum, pois traz, em sua raiz, que a ciência se baseia e apresenta provas empíricas às situações que investiga, o que está de acordo com uma compreensão positivista de ciência. Ao contrário do conhecimento científico com base racionalista, ou da admissão que a produção do conhecimento científico é em parte racionalista e tem procedimentos empíricos, mas é orientada por teorias apropriadas pelos sujeitos ao longo da sua formação (Sangiogo; Marques, 2011).

Cabe destacar que essa visão da ciência e do cientista, assim como do seu trabalho e do *modus operandi*, é uma compreensão de senso comum, reforçada historicamente pela escola e pelos materiais didáticos, bem como pelos livros didáticos, ao indicar que a dinâmica que a ciência utiliza se baseia em um método único, infalível, imparcial. Ou seja, o entendimento do funcionamento da ciência para os estudantes de distintos níveis e modalidades, inclusive a EJA, como mostra a presente investigação, está estruturado em uma visão empirista indutivista. Isso tem aderência popular, pois, como destaca Chalmers (1997), justifica o poder que tem a ciência de explicar e prever; apresenta raciocínios objetivos; mostra que o conhecimento dedutivo parte de deduções de observações.

Por outro lado, também há que se assinalar que as figuras também demonstram que os cientistas têm alguma atividade de lazer, uma sendo ainda individualizada e isolada – assistindo TV –, e outra coletiva-familiar – passeando com a família. Outro ponto curioso é que, mesmo regado a muita ingestão de cafeína, os sujeitos têm sua humanidade social comum resgatada da visão isolada e supranormal, uma vez que ele dorme e passeia.

Considerações Finais

Nesta pesquisa foi possível notar que a imagem da ciência e do cientista ainda tem significados confusos e equivocados entre os estudantes do Ensino Fundamental e Ensino Médio da EJA, fato este que representa uma real necessidade e adequada educação científica nesta modalidade de ensino.

Contudo, ao utilizarmos os mesmos instrumentos de coleta de dados em uma atividade com professores da EJA, estudo a ser publicado, notamos uma visão semelhante ao que foi aqui descrito sobre os estudantes dessa modalidade. Isso

implica dizer que além das ideias de senso comum que constituem as compreensões dos estudantes, elas são, em certa medida, reforçadas pelas percepções que possuem os próprios professores sobre o que é ciência, quem é o cientista e em que consiste seu trabalho, o que já é acentuado pela mídia em suas diversas formas de expressão.

Sob outra perspectiva, constatamos que há uma tímida mudança de visão sobre quem seja o cientista, ao representar que ele tem atividades em grupo ou familiares durante os horários de lazer. É importante destacar que esse registro foi feito por um estudante com idade de 17 anos, o que pode indicar que as ações que buscam mudança da visão da ciência e do trabalho do cientista podem ter começado a surtir algum efeito junto aos estudantes.

Portanto, mesmo que esse tipo de investigação tenha sido realizado sistematicamente há tempos, podemos dizer que ainda não se exauriu. Diante disso, algumas questões de caráter investigativo sistêmico precisam ser resolvidas, tais como a identificação e comparação da imagem de ciência e de cientista em distintos níveis de ensino com estudantes e professores ao longo do tempo, considerando as mudanças de caráter legal no Brasil nas últimas décadas.

De maneira geral, podemos dizer que a superação da

De maneira geral, podemos dizer que a superação da visão mitificada de que a produção do conhecimento é restrita a poucos, com características de genialidade e habilidades não convencionais, e de que a produção científica é uma atividade autônoma e neutra, carece tanto realizar e manter pesquisas sobre os resultados que as ações em torno dessas questões têm chegado, como também precisa ser uma meta em todos os níveis de ensino.

visão mitificada de que a produção do conhecimento é restrita a poucos, com características de genialidade e habilidades não convencionais, e de que a produção científica é uma atividade autônoma e neutra, carece tanto realizar e manter pesquisas sobre os resultados que as ações em torno dessas questões têm chegado, como também precisa ser uma meta em todos os níveis de ensino.

Para atingir tal objetivo, precisamos promover ações para uma formação docente que traga à tona tais questões, assim como estruturar os currículos da educação básica e até mesmo da educação superior em outras bases, como as propiciadas pelas relações epistêmicas propiciadas pelas discussões entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).

Fernanda Mariano Zacarias Pombo (ferquimica10@gmail.com) Licenciada em Química pela UNIPAR, especialista em mídias na educação pela UFPR, mestrado do Programa de Pós-graduação Formação Científica Educacional e Tecnológica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. É professora de Química da Secretaria de Estado da Educação do Paraná. Curitiba, PR – BR. **Marcelo Lambach** (marcelolambach@utfpr.edu.br) Licenciado em Química pela UFPR, bacharel em Química Industrial pela PUCPR, mestre e doutor em Educação Científica e Tecnológica pela UFSC. É docente da UTFPR Campus Curitiba e docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica (PPGF CET). Curitiba, PR – BR.

243

Referências

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? *Ensaio - Pesquisas em Educação em Ciências*: v. 3, n. 1, p.1 - 13, 2001.

CACHAPUZ, A., GIL-PÉREZ, D., CARVALHO, A. M. P., VILCHES, A. *A necessária renovação do ensino de ciências*. São Paulo: Cortez, 2005.

CHALMERS, A. F. *O que é Ciência afinal?* São Paulo: Brasiliense, 1997.

FERNÁNDEZ, I.; GIL-PÉREZ, D., CARRASCOSA, J.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las ciencias*, 2002, v. 20, n. 3, p. 477-488. Disponível em: <<http://ddd.uab.es/pub/edlc/02124521v20n3p477.pdf>>. Acesso em: 06 jul. 2015.

GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A., PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

HESSEN, J. *Teoria do conhecimento*. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

KOSMINSKY, L.; GIORDAN, M. Visões de ciências e sobre o cientista entre estudantes do Ensino Médio. *Química Nova na Escola*. São Paulo, n. 15, p. 11-18, 2002.

MACENO, N. G. Concepções de estudantes sobre a Ciência em uma turma de Educação de Jovens e Adultos. *Ciência em Tela*. v.1, n.1, p. 1-13, 2003. Disponível em: <<http://www.cienciaemtela.>

nutes.ufrj.br/artigos/0601sa.pdf>. Acesso em: 08 jul. 2015.

MALDANER, O. A.; ZANON, L. B.; BAZZAN, A. C.; DRIE-MEYER, P. R.; PRADO, M. C.; LAUXEN, M. T. C. Currículo Contextualizado na Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias: a Situação de Estudo. In: ZANON, L. B.; MALDANER, O. A. (Org.). *Fundamentos e Propostas de ensino de Química para a Educação Básica no Brasil*. Ijuí: Editora Unijuí, 2007, v. 3, p. 109-138.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. *Diretrizes Curriculares da Educação Básica de Química*. Curitiba: Seed, 2008.

POMPEU, S. F. C.; ZIMMERMANN, E. *Concepções sobre ciência e ensino de ciência de alunos da EJA. Atas do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. VII ENPEC, Florianópolis, SC, 8 a 13 de nov. de 2009.

PRAIA, J.; CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D. A hipótese e a experiência científica em educação em ciências: contributos para uma reorientação epistemológica. *Ciência & Educação*, v. 8, n. 2, p. 253-262, 2002.

PROJETO POLÍTICO PEDAGÓGICO - PPC. Colégio Estadual Guilherme Pereira Neto. 2014.

REIS, P.; RODRIGUES, S.; SANTOS, F. Concepções sobre os cientistas em estudantes do 1.º Ciclo do Ensino Básico: “Poções, máquinas, monstros, invenções e outras coisas malucas”. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 5, n. 1, p. 51-74, 2006.

SANGIOGO, F. A.; MARQUES, C. A. Compreensões sobre

Representações de Estruturas Submicroscópicas à luz da Epistemologia de Hessen e Bachelard. *Atas do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. VIII ENPEC, Campinas, Abrapec, v. VIII. 2011.

TRIVIÑOS, A. N. S. *Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. São Paulo: Atlas, 1987.

ZANON, A. V., MACHADO, A. D. T. A visão do cotidiano de um cientista retratada por estudantes iniciantes de licenciatura em química. *Ciências & Cognição*, v. 18, n. 1, p. 46-56, 2013.

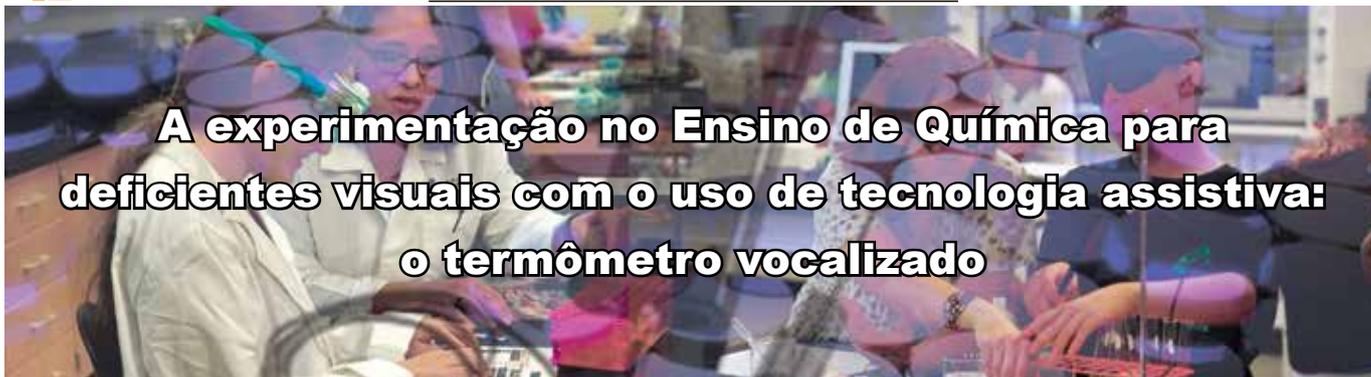
Para Saber Mais

MARTÍNEZ, L. F. P.; RAMIREZ, N. K. G.. Incidencia del abordaje de una cuestión sociocientífica en la alfabetización científica y tecnológica de jóvenes y adultos. *Praxis&Saber*, v. 6, p. 87-114, 2015.

PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O Papel da Natureza da Ciência na Educação para a Cidadania. *Ciência & Educação*, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.

Abstract: *Views of adult students about science and scientists in chemistry classes and relations with teaching and learning processes.* This paper aims to identify elements of how students of the disciplines Science and Chemistry, enrolled in the Education of Youth and Adults Program (EJA), see the science and the scientist. It is a survey about conceptions about science and the image of the scientist among adult students. Answers to a questionnaire and a drawing were used as instruments for data collection. Data were analyzed with regard to views of science and the scientist. It was possible to notice that the image of science and the scientist still represent a positivist view among EJA students, demanding adequate scientific education to the level and type of education. It is necessary to break with the idea that the production of scientific knowledge is restricted to few people, by demystifying the image of the scientist/researcher, still so present among students. On the other hand, we found a positive feature in the representations about who is the scientist, to wit, his engagement in group or family activities during leisure times.

Keywords: Science Conceptions. Image of the Scientist. Adult Education. Chemistry Teaching. Science Teaching.



A experimentação no Ensino de Química para deficientes visuais com o uso de tecnologia assistiva: o termômetro vocalizado

Claudio Roberto Machado Benite, Anna M. Canavarro Benite, Fernanda Araújo França Bonomo, Gustavo Nobre Vargas, Ramon José de Souza Araújo e Daniell Rodrigues Alves

A tecnologia auxilia diariamente pessoas sem deficiência, podendo trazer muitas possibilidades para pessoas com deficiência. Pessoas com deficiência visual também organizam seus conhecimentos e se relacionam com outros indivíduos, desde que sejam apresentadas ao mundo objetivo do vidente considerando sua especificidade. Neste artigo, apresentamos o uso da tecnologia assistiva como ferramenta cultural em experimento sobre a extração do café com alunos deficientes visuais, envolvendo o conceito de temperatura. Os resultados apontam que o ensino de química não só carece de professores para atuar na inclusão como sofre com a escassez de recursos tecnológicos para trabalhar com deficientes visuais em qualquer nível de ensino e que a mediação de experimentos com o uso de tecnologia assistiva permite que esses alunos manipulem variáveis, realizem medidas e aprendam a partir de conteúdos prévios e dados coletados pelos sentidos remanescentes durante a atividade.

► experimentação, deficiência visual, tecnologia assistiva, termômetro vocalizado ◀

Recebido em 14/10/2016, aceito em 26/03/2017

245

Ensino de Química para alunos com deficiência visual

Considerada instrumento de comunicação, a linguagem é estabelecida como forma simbólica de interação que permite ao indivíduo compreender o processo de conceituação. Para Vygotsky (1989), a elaboração conceitual é orientada pela linguagem “como meio para centrar ativamente a atenção, abstrair determinados traços, sintetizá-los por meio de um signo” (p.70). Dessa forma, a aprendizagem advém das interações interpessoais, isto é, constitui-se em um processo de desenvolvimento interno a partir de atividades externas, numa relação mediada pelo outro com o uso de instrumentos e signos. Os signos

A Química possui linguagem específica, que usa de representações simbólicas para expressar seus conceitos e procedimentos, como as equações químicas, as fórmulas e os modelos. Em sua dimensão prática, os experimentos geram informações que socialmente são obtidas pela visão, como as mudanças de cores nas titulações, as pesagens de solutos, a visualização de volumes de solventes para preparo de soluções ou a identificação do nível da coluna de álcool ou mercúrio em medidas de temperatura (Benite et al., 2017).

são elementos que auxiliam o sujeito a solucionar problemas cognitivos, representando objetos e situações ou expressando comparações, recordações e descrições. Já os instrumentos são elementos cujas propriedades mecânicas, físicas e químicas

podem ser usadas como ferramentas para agir sobre as coisas do mundo objetivo, de acordo com as necessidades do sujeito.

A Química possui linguagem específica que usa de representações simbólicas para expressar seus conceitos e procedimentos, como as equações químicas, as fórmulas e os modelos. Em sua dimensão prática, os experimentos geram informações que socialmente são obtidas pela visão, como as mudanças de cores nas titulações, as pesagens de solutos, a visualização de volumes de solventes para

preparo de soluções ou a identificação do nível da coluna de álcool ou mercúrio em medidas de temperatura (Benite et al., 2017).

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

Todavia, um dos maiores obstáculos no ensino de química para alunos com deficiência visual (DV) é que as asserções educacionais se baseiam no referencial perceptual da visão e são acompanhadas da ausência de estímulos, da falta de acessibilidade nos laboratórios, de recursos didáticos ineficazes e pela escassez de informações que acentuam a passividade desses alunos nas aulas (Mantoan, 2003).

Advogamos que para incluir os DV ou qualquer outro aluno nas aulas de química é necessário o oferecimento de atividades que estimulem a observação, a investigação e a experimentação para o desenvolvimento de percepções mais amplas, não só as visuais, e que contribuam para o processo de abstração e generalização do conhecimento, pois defendemos a necessidade de vencer a barreira do ver para aprender (Benite *et al.*, 2016; Mantoan, 2003).

Um dos objetivos pedagógicos dos experimentos é mostrar aos alunos que eles podem manusear e controlar eventos, investigar e solucionar problemas, contribuindo para o desenvolvimento de habilidades que são necessárias à investigação criativa, permitindo-lhes aprender Ciência e sobre a Ciência (Hodson, 1988). Se aprender é um processo ativo e contínuo de (re) construção de significados a partir das relações sociais (Galvão Filho, 2009), investigar um experimento mediado pelo professor pode levar o aprendiz a atribuir significado individual ao que está sendo observado, a partir dos significados construídos nas relações sociais durante a discussão conceitual do experimento.

Partindo do pressuposto de que a maioria dos experimentos são baseados no referencial perceptual da visão, como os DV vão compreender os conteúdos previstos pelo experimento se nessas aulas a visão é a maior fonte de coleta de dados? Quais os recursos necessários para incluí-los em aulas experimentais, propiciando a eles uma atuação mais efetiva e autônoma? Nessa investigação, apresentamos contribuições da tecnologia assistiva (TA) como instrumento da ação mediada (ferramenta cultural da química) em experimento sobre a extração do café, realizado com dez alunos DV, para a compreensão do conceito de temperatura.

O caminho metodológico

O estudo apresentado aqui foi desenvolvido numa Instituição de Apoio ao Deficiente Visual, uma unidade da Secretaria de Estado da Educação que recebe DV de todas as idades e localidades do Estado de Goiás, oferecendo serviços de orientação às atividades cotidianas, objetivando proporcionar maior autonomia desses sujeitos em suas ações. Visando refletir a relação existente entre a pesquisa e a ação docente, essa investigação se encontra nos moldes da pesquisa-ação por nascer de uma necessidade da prática: como possibilitar a participação ativa de alunos DV em experimentos para discutir

conteúdos químicos? No panorama da pesquisa-ação, o pesquisador se empenha politicamente com o desenvolvimento dos sujeitos e o estudo se instaura visando a compreensão da percepção dos sujeitos acerca da realidade vivenciada.

As aulas de química na Instituição são iniciadas com experimentos e acontecem semanalmente, sendo ministradas por um professor em formação continuada, três em formação inicial, acompanhados por uma professora de apoio formada em Biologia, pois a Instituição não dispõe de professor de apoio de Química. Gravadas em áudio e vídeo, as aulas são planejadas, transcritas e analisadas teoricamente em conjunto com o professor formador.

A tecnologia assistiva como ferramenta cultural da química

A inviabilidade temporal dos cursos formarem professores de química para atuarem com todas as especificidades nos leva a buscar alternativas, como o desenvolvimento de investigações colaborativas com Instituições de Apoio, visando o compartilhamento do conjunto de saberes vivenciais e experiências

perceptivas como pressupostos para a reflexão teórica da ação docente numa perspectiva inclusiva. Por isso, a formação realizada com os professores na Instituição é fundamentada na ideia de que não podemos atuar no âmbito da inclusão “senão a partir do ser vivente na sua facticidade” (Masini, 2007, p.23), pois o professor pertence a uma cultura construída visualmente.

Planejar uma aula de química a ser oferecida a alunos DV exige buscar recursos e estratégias que possibilitem melhor desempenho, oferecendo ensino igualitário aos demais alunos da sala de aula regular. O deficiente visual “tem sua dialética diferente, devido ao conteúdo – não visual quando se trata do cego ou reduzido, quando da pessoa com baixa visão – e à sua organização, cuja especificidade é a de se referir aos sentidos predominantes de que dispõe” (Masini, 2007, p.24). Baseados em Wertsch (1998), defendemos que em aulas experimentais com alunos DV o professor deve envolver a combinação irredutível desses sujeitos (agentes ativos) com as ferramentas culturais dessa ciência, desde que sejam apropriadas para a especificidade.

No extrato a seguir, o professor (PFI3) propõe a extração do café a partir do aquecimento da mistura preparada pelos alunos (A), usando balão de fundo redondo, manta aquecedora e termômetro para controle de temperatura (ferramentas culturais da Química).

EXTRATO 1

PFI3: Agora, vamos fazer a extração do café?

A4: Vamos! Mas como?

PFI3: Aquecendo a mistura! Vocês lembram que equipamento podemos usar para aquecer a mistura?

O estudo apresentado aqui foi desenvolvido numa Instituição de Apoio ao Deficiente Visual, uma unidade da Secretaria de Estado da Educação que recebe DV de todas as idades e localidades do Estado de Goiás, oferecendo serviços de orientação às atividades cotidianas, objetivando proporcionar maior autonomia desses sujeitos em suas ações.

A4: *Manta aquecedora!*

A2: *Balão!*

PFI3: *Já coloquei o balão na manta. Toquem para sentir o sistema montado.*

A2: *O balão fica encaixado na manta. A parte interna que esquentar!?*

PFI3: *Isso! A extração ocorrerá em, aproximadamente, 90°C.*

A3: *Essa manta tem termômetro?*

PFI: *Não, vamos usar o termômetro vocalizado! Para quem ainda não o conhece, ele mede a temperatura numa faixa de -10 a 200°C e ao acionar o botão o valor da temperatura é vocalizado. Mas essa ideia gera uma demanda para nosso grupo!*

O ensino de química não só carece de professores formados para atuarem no âmbito da inclusão como sofre com a escassez de recursos de TA para trabalhar com deficientes visuais em qualquer nível de ensino. PFI3 propõe a extração simples do café pensando em seu caráter sensorial (aroma da bebida), mas é questionado por A4 sobre como realizariam o experimento (A4: *Vamos! Mas como?*), considerando que o aquecimento é uma atividade perigosa para ser realizada por um deficiente visual devido aos riscos de queimaduras, além da identificação da temperatura nos termômetros ser feita pela observação visual da escala da coluna de mercúrio.

A extração do café ocorreu num balão de fundo redondo aquecido por uma manta, como sugeridos por A2 e A4, para posterior filtração, visando a obtenção do café solúvel. A sugestão para o uso de balão de fundo redondo e manta aquecedora para aquecimento da mistura provém do uso desses equipamentos em aulas anteriores. Importa ressaltar que a participação ativa desses alunos na montagem e manuseio (estímulo tátil) de equipamentos, vidrarias e reagentes, acompanhados pela descrição verbal do professor (PFI3: *Toquem para sentir o sistema montado*) é fundamental para o desenvolvimento de habilidades e compreensão dos mecanismos de experimentos realizados em laboratórios de química.

Apesar de o balão ser de vidro, pois o de polipropileno não é adequado para aquecimento, seu encaixe perfeito na manta diminui os riscos de queda, da mesma forma que a manta é constituída internamente por lã acrílica e conta com proteção externa para evitar queimaduras por contato físico, descartando o uso do bico de Bunsen ou chapa aquecedora. Responsáveis pela segurança dos alunos durante a realização dos experimentos, os professores planejam as aulas visando a maior independência possível dos DV na coleta de dados e a redução ao mínimo da probabilidade de acidentes (Brasil, 2005). Para isso, conta com o auxílio de uma equipe de design multidisciplinar do mesmo laboratório para a escolha, transformação de materiais e o desenvolvimento de TA para as aulas experimentais, pois concordamos com Bersch (2013) que esse tipo de trabalho deve ser realizado a partir do contato direto com o usuário, valorizando suas intenções e necessidades funcionais, bem como a identificação de suas habilidades.

A equipe de design de TA avalia o potencial físico, sensorial e cognitivo do usuário e estuda os recursos de TA disponíveis no mercado ou que deverão ser projetados para uma necessidade particular nas aulas experimentais (Bersch, 2013). Nesse sentido, o termômetro vocalizado usado no experimento foi projetado a partir da necessidade dos alunos medirem ou acompanharem a variação de temperatura de substâncias ou misturas, visando participações mais efetivas e autônomas por DV ou qualquer outro aluno, independente de sua especificidade. Em sua segunda versão, o equipamento possui comandos específicos e os desenvolvimentos do hardware e do software foram baseados na especificidade do grupo pesquisado: a temperatura é vocalizada pelo aparelho em português e inglês (Figura 1).

O equipamento contém dois botões de comando (*on-off* e medida), possui dimensões de 12cm x 8cm x 5cm, pode ser alimentado pela rede elétrica convencional ou via USB, possui cabo com sensor de temperatura que varia de -10°C a 200°C e mostrador com informações sobre a temperatura medida e a instituição de procedência (Benite *et al.*, 2016).



Figura 1: Termômetro vocalizado.

Outro objetivo do termômetro vocalizado é ajudar o deficiente visual a romper a barreira sensorial do toque, procedimento comumente utilizado em experimentos realizados em laboratórios de química. Em temperaturas altas, porém, o acesso à informação pelo toque é impedido pela possibilidade de queimaduras, dificultando a manipulação do objeto de estudo, o registro e a interpretação conjunta do fenômeno simulado. Isso porque a pele humana é um órgão sensorial dotado de terminações nervosas (receptores cutâneos) responsáveis pela obtenção de estímulos térmicos e sensações dolorosas.

Fundamentados na ação mediada de Wertsch (1998), defendemos que a habilidade de um deficiente visual controlar a variação de temperatura de um sistema durante o experimento pode ser moldada pelos sucessivos contatos desse agente ativo com o equipamento vocalizado, ferramenta cultural da ciência própria para a especificidade. Já a apropriação do conhecimento vai ocorrer por meio da linguagem em práticas sociais, ou seja, a comunicação com o professor, representante da cultura científica, como apresentado no extrato a seguir.

Outro objetivo do termômetro vocalizado é ajudar o deficiente visual a romper a barreira sensorial do toque, procedimento comumente utilizado em experimentos realizados em laboratórios de química. Em temperaturas altas, porém, o acesso à informação pelo toque é impedido pela possibilidade de queimaduras, dificultando a manipulação do objeto de estudo, o registro e a interpretação conjunta do fenômeno simulado.

EXTRATO 2

PFC: *Falando em controle de temperatura: ela mede o quê?*

A2: *Os átomos!*

A3: *Acho que são as moléculas.*

PFC: *Os átomos ligados constituem as moléculas que juntas constituem as substâncias, que nesse caso, é o café e a água que estão misturados. Essas moléculas que compõem essa mistura estão paradas ou em movimento?*

A3: *Movimento. Meu professor falou que as moléculas estão sempre em movimento.*

PFC: *E o que faz ela ficar em movimento?*

A3: *A energia.*

PFC: *Então, se eu aumento a temperatura de um sistema, o que estou fazendo?*

A2: *Dando mais energia.*

PFC: *E como isso é identificado no termômetro?*

A3: *Com o aumento da temperatura.*

PFC: *Então, aumentar a temperatura quer dizer oferecer mais energia para agitar mais as moléculas. Dessa forma, o termômetro mede a energia de...*

A2 e A3: *Agitação das moléculas da mistura!*

PFC: *Isso! Agora, A1 verifica a temperatura, por favor.*

Termômetro vocalizado: *93°C.*

A2: *Hum! Já estou sentindo o cheirinho do café (risos).*

No extrato 2, o professor aproveita o controle da variação

térmica feito pelos alunos no equipamento vocalizado para discutir o conceito de temperatura (PFC: *Falando em controle de temperatura: ela mede o quê?*). Ao serem questionados sobre a possibilidade de agitação das moléculas que compõem a mistura aquecida, A3 resgata seus conhecimentos escolares alegando que, segundo seu professor, as moléculas estão sempre em movimento, concepção determinante para o entendimento do conceito de temperatura. Dessa forma, defendemos que a aprendizagem dos conceitos químicos por alunos DV nos experimentos realizados ocorre a partir da construção social (mediada por questionamentos) apoiada pelo uso de TA.

No processo de apropriação, a ideia de extração estava atrelada à temperatura, aproximadamente 93°C, precedida de uma variação provocada pelo aquecimento da mistura (vocalizada pelo termômetro) que, inicialmente, estava à temperatura ambiente. Contudo, durante a realização do experimento, os questionamentos dos professores sobre a constituição das substâncias da mistura, a energia térmica de agitação e a medida de temperatura, buscaram “as relações lógicas, de comparação, de sucessão e continuidade”, envolvendo o conceito de temperatura (Giordan, 2008, p.301). Nesse sentido, no extrato 2, o professor (PFC) assumiu o papel de questionador, orientando a elaboração das respostas de A2 e A3 para que fossem condizentes com a visão científica sobre a influência da temperatura como energia de agitação das partículas que compõem os corpos, medida pelo termômetro. Tais questionamentos foram refletidos à luz dos conhecimentos científicos, considerando as colocações feitas pelos alunos, atuando como agentes ativos no processo de compreensão.

Consideramos os experimentos como uma forma de o professor explorar as ideias dos alunos, buscando a compreensão conceitual. Por terem caráter investigativo, os experimentos realizados na Instituição permitem aos alunos DV manipular variáveis, realizarem medidas e (re)organizarem suas ideias a partir de uma base teórica prévia adquirida nas aulas regulares. Nas aulas de apoio, a base teórica é associada aos dados empíricos, proporcionando a sua interpretação (Suart, Marcondes e Lamas, 2010).

Sobre o uso da TA, pautamo-nos em Wertsch (1998) para defender que o termômetro vocalizado, agrupado na categoria de instrumentos de laboratório, é um meio mediacional que permite ao DV acompanhar a variação de temperatura de um sistema, sendo um exemplo de ação mediada com “sequência de atos realizados por agentes-usando-ferramentas-culturais” (Giordan, 2008, p.299).

Considerações finais

Os resultados dessa investigação apontam para a possibilidade de envolvimento de alunos DV em atividades

experimentais, bem como a carência de parcerias que promovam a formação docente pela pesquisa com instituições de apoio ao ensino regular com vistas a inclusão escolar. Na parceria com a Instituição, as aulas realizadas com experimentos fomentam a necessidade do design e uso de tecnologia assistiva como forma de ampliação das habilidades funcionais dos alunos em busca da participação cada vez mais ativa e autônoma nas atividades, objetivando a aprendizagem dos conhecimentos químicos.

Claudio Roberto Machado Benite (claudiobenite@ufg.br) Doutor em Química e Mestre em Educação em Ciências e Matemática pela Universidade Federal de Goiás. Professor Adjunto do Instituto de Química, vice coordenador do Laboratório de Pesquisas em Educação Química e Inclusão – LPEQI e coordenador do projeto

“Design de Tecnologia Assistiva para a experimentação no ensino de Ciências”, ambos da Universidade Federal de Goiás. Goiânia, GO – BR. **Anna Maria Canavarro Benite** (anna@ufg.br) Doutora e Mestre em Ciências pela Universidade Federal do Rio de Janeiro e membro da Associação Brasileira de Pesquisadores Negros. Professora Associada do Instituto de Química, Coordenadora do Laboratório de Pesquisas em Educação Química e Inclusão – LPEQI e Coordenadora da Rede Goiana Interdisciplinar de Pesquisas em Educação Inclusiva, ambos da Universidade Federal de Goiás. Goiânia, GO – BR. **Fernanda Araújo França Bonomo** (fernandaaraujofranca@hotmail.com.br) Licenciada em Química pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás, mestranda do Programa de Pósgraduação em Educação em Ciência e Matemática da Universidade Federal de Goiás. Goiânia, GO – BR. **Gustavo Nobre Vargas** (22gustavohaha@gmail.com) Licenciando e bolsista PIBIC do Instituto de Química da Universidade Federal de Goiás. Goiânia, GO – BR. **Ramon José de Souza Araújo** (ramon.jsa@gmail.com) Aluno do curso de Ciência da Computação do Instituto de Informática da Universidade Federal de Goiás. Goiânia, GO – BR. **Daniell Rodrigues Alves** (daniellmecatronics@gmail.com) Licenciando do Instituto de Física da Universidade Federal de Goiás. Goiânia, GO – BR.

Referências

BENITE, C.R.M.; BENITE, A.M.C.; BONOMO, F.A.F.; VARGAS, G.N.; ARAÚJO, R.J.S. e ALVES, D.R. Observação inclusiva: o uso da tecnologia assistiva na experimentação no Ensino de Química. *Experiências em Ensino de Ciências*, v.12, n.2, p.94-103, 2017.

BENITE, C.R.M.; BENITE, A.M.C.; MORAIS, W.C.S. e YOSHENO, F.H. Estudos sobre o uso de tecnologia assistiva no ensino de química. Em foco: a experimentação. *Revista Itinerarius Reflectionis*, v.12, n.1, p.1-12, 2016.

BERSCH, R. *Introdução à Tecnologia Assistiva*. Porto Alegre, 2013.

BRASIL. *Desenvolvendo competências para o atendimento às necessidades educacionais de alunos cegos e de alunos com baixa visão*. Coordenação geral: SEESP/MEC; organização: ARANHA, M.S.F. – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial, 2005.

GALVÃO FILHO, T. A. *Tecnologia Assistiva para uma escola inclusiva: apropriação, demanda e perspectivas*. Tese (doutorado). Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educa-

ção, Universidade Federal da Bahia, 2009, 346p.

GIORDAN, M. Computadores e linguagens nas aulas de ciências: uma perspectiva sociocultural para compreender a construção de significados. Ijuí: Ed. Unijuí, 2008.

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

MANTOAN, M. T. E. *Inclusão Escolar: o que é? por quê? como fazer?* São Paulo: Moderna, 2003.

MASINI, E. F. S. (Org.) *A pessoa com deficiência visual: um livro para educadores*. São Paulo: Vetor, 2007.

SUART, R.C.; MARCONDES, M.E.R. e LAMAS, M.F.P. A estratégia ‘Laboratório Aberto’ para a construção do conceito de temperatura de ebulição e manifestação de habilidades cognitivas. *Química Nova na Escola*, v.32, n.3, p.200-207, 2010.

VYGOTSKY, L. S. *A Formação Social da Mente*. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

WERTSCH, J.V. A sociocultural approach to socially shared cognition. In: RESNICK, L.B.; LEVINE, J.M. e TEASLEY, S.D. (Org.). *Perspectives on socially shared cognition*. Washington: American Psychological Association, p.85-100, 1991.

Abstract: *Experimentation with assistive technology in chemical teaching for the visually impaired: the vocalized thermometer.* Technology can bring many possibilities to help people with physical impairment. Visually impaired people organize their knowledge as any other individual, as long as they have been introduced to objective world considering their specificity. In this paper, we introduce the use of assistive technology for visually impaired students as a cultural tool in an experiment about extraction of coffee involving the concept of temperature. The results point that the chemistry teaching not only lacks teacher to work within inclusion but also technology resources to work with visually impaired in any level of education. The results also point that the experiments mediation in support classes with the use of assistive technology allow the visually impaired to manipulate variables, realize measures and approach knowledge starting from the content seen in regular classes and from collected data during activity from the remaining senses.

Keywords: Experimentation, Visual impairment, Assistive Technology, Vocalized Thermometer



O papel da Prática como Componente Curricular na Formação Inicial de Professores de Química: possibilidades de inovação didático-pedagógica

Amadeu Moura Bego, Ricardo Castro Oliveira e Roberta Guimarães Corrêa

O objetivo deste artigo é discutir a importância e os fundamentos da Prática como Componente Curricular (PCC) e contribuir para as reestruturações de Cursos de Licenciatura, em função do advento das novas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores. Apresentam-se as concepções e as vivências desenvolvidas para esse componente curricular no Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de São Paulo, *campus* Catanduva. A concepção da PCC como elemento transversal com a distribuição de sua carga horária em disciplinas específicas e pedagógicas, ao longo do curso, permitiu a realização de projetos interdisciplinares que propiciaram o desenvolvimento de competências relacionadas à formação do professor de Química, em particular, o aperfeiçoamento do uso da língua portuguesa, das tecnologias da informação e comunicação e a capacidade comunicativa oral e escrita.

► prática como componente curricular, formação inicial de professores, inovação didático-pedagógica ◀

Recebido em 30/03/2016, aceito em 11/11/2016

250

No Brasil, os Cursos de Licenciatura, com raras exceções, mantiveram, até o início do Século XXI, uma configuração curricular que se popularizou como “3+1”. De acordo com essa configuração, as disciplinas de conteúdo específico, de responsabilidade dos institutos básicos, precediam as disciplinas de conteúdo pedagógico e articulavam-se muito pouco com essas, as quais, geralmente, ficavam a cargo apenas das faculdades ou centros de educação. Além disso, o contato com a realidade escolar acontecia, frequentemente, apenas nos momentos finais dos cursos e de maneira pouco integrada com a formação teórica prévia. No geral, os estágios ocorriam apenas no último ano do curso, com o objetivo específico de instrumentalizar o profissional para atuar em sala de aula (Pereira, 1999).

Essas práticas de formação inicial de professores se inserem no modelo de docência denominado racionalidade técnica. A racionalidade técnica associada à formação de profissionais, para Schön (2000), constitui um modelo de racionalidade que repousa sobre um perfil do profissional concebido como técnico-especialista que aplica com rigor as regras derivadas do conhecimento científico. Por se tratar

de uma concepção externa e independente do próprio conhecimento pessoal, podemos nos referir a esse modelo de racionalidade como um enfoque positivista que dá primazia ao modelo de ciência aplicada. Sendo assim, o conhecimento profissional, nessa perspectiva, produz-se na forma de um *corpus* doutrinal, objetivo e validado empiricamente, que se revela externo e independente do próprio profissional que terá de utilizá-lo para resolver os problemas da sua prática com a ajuda dos melhores meios técnicos (Montero, 2005).

Entretanto, em diversas situações educacionais surgem problemas que o componente científico característico da racionalidade técnica não consegue abarcar em sua totalidade, sobretudo quando se trata fundamentalmente de fenômenos próprios da prática como a complexidade, a incerteza, a instabilidade, a singularidade e os conflitos de valores, entre outros.

A par do modelo epistêmico da racionalidade técnica, no âmbito dos modelos de docência, a literatura especializada¹ apresenta outro modelo de racionalidade associado à profissão: a racionalidade prática. De acordo com essa concepção, a prática não é apenas *locus* da aplicação de um conhecimento científico e pedagógico, mas espaço de criação e reflexão, em que novos conhecimentos são, constantemente, gerados, validados e/ou modificados. Nesse modelo, o conhecimento

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

deve constituir-se a partir de vivências e de análises de práticas concretas que permitam constante dialética entre a prática profissional e a formação teórica e, ainda, entre a experiência e a pesquisa, ou seja, teoria e prática devem ser consideradas como um núcleo articulador no processo de formação de forma integrada, indissociável e complementar (García, 1999).

O modelo de docência baseado na racionalidade prática traz à tona as limitações do modelo da racionalidade técnica, ao ter que confrontar as complexas e multifacetadas situações práticas e reconhece a imprescindibilidade da experiência para que se possa desenvolver a competência profissional de uma determinada área.

De acordo com García (1999), parece ser consenso que a formação inicial deve possibilitar um saber-fazer prático racional e fundamentado para agir em situações complexas de ensino. Por isso, uma base de conhecimento para o ensino deve constituir-se a partir de vivências e análise de práticas concretas que permitam a articulação entre a experiência concreta nas salas de aula e a pesquisa acadêmico-científica e entre os professores da Educação Básica (EB) e os formadores universitários (Zibetti; Souza, 2007).

Nesse sentido, no que tange à formação inicial de professores de Química, Kasseboehmer e Ferreira (2008, p.695) afirmam que as licenciaturas devem propiciar aos futuros professores:

[...] não um modelo teórico único que dê conta de todas as situações de ensino, mas sim escolhas e atitudes alternativas para lidar com diversos tempos de aprendizagem e comportamentos dos alunos [...] É necessário dotar os estagiários de um estoque de experiências que poderá ser retomado quando da sua atuação profissional [...] Essas aprendizagens relacionam-se à integração entre os conhecimentos pedagógicos e os de conteúdo químico, ou seja, a discussão a respeito de como o conhecimento educacional pode ser utilizado para o ensino e a aprendizagem do conhecimento químico. Esta é uma ponte importante e que necessariamente deve ser considerada nos cursos de licenciatura, visto que a formação do professor não se limita às teorias pedagógicas e tampouco às teorias químicas, mas principalmente como ambos os conhecimentos podem ser aproveitados para o exercício da profissão em sala de aula.

No âmbito da comunidade acadêmico-científica brasileira, vários estudos realizados (Carvalho; Gil-Pérez, 2011; Libâneo; Pimenta, 1999; Maldaner, 2003) apontavam a necessidade premente de discutir e (re)pensar a (re)estruturação dos cursos de licenciatura.

No tocante à especificação legal, no ano de 2002, foram fixadas pelo Conselho Nacional de Educação (CNE), por meio das Resoluções CNE/CP 01 e 02, as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, que orientavam a (re) estruturação dos cursos brasileiros de licenciatura de graduação plena (Brasil, 2002a, 2002b).

A partir da publicação das resoluções e da fixação do prazo para sua implementação, muitas Instituições de Ensino Superior (IES) brasileiras, que ofereciam cursos de Licenciatura, mobilizaram-se para atender às exigências propostas pelo CNE e passaram por reestruturações curriculares. Todavia, algumas pesquisas sobre os cursos de licenciatura que implantaram estruturas curriculares renovadas apontam que ainda muitos dos mesmos problemas relacionados à formação de professores permaneceram, tais como: 1) visão positivista da ciência presente nos projetos pedagógi-

cos e ausência de clareza quanto ao perfil profissional do egresso licenciado (Mesquita; Soares, 2009); 2) disciplinas de formação didático-pedagógica somando uma porcentagem relativamente baixa do total de conteúdo científico-cultural (Kasseboehmer; Ferreira, 2008); 3) permanência do modelo de racionalidade técnica e simples adequação às normas legais (Bego et al., 2009; 2011);

4) inadequação e incoerência no que tange à Prática como Componente Curricular (PCC) e aos estágios curriculares supervisionados (Terrazan et al., 2008); e 5) ausência da discriminação da carga horária de PCC e até valores de carga horária inferiores aos definidos legalmente (Francisco Jr. et al., 2009).

De acordo com Terrazan (2007), apesar de haver um conjunto de demandas claramente colocadas e que estão, de certa forma, consolidadas nas produções acadêmico-científicas e um conjunto de sinalizações para operacionalizações expressas nas normativas legais sobre o assunto, no geral, a maior parte dos cursos de licenciatura não conseguiu desvincular-se do modelo de racionalidade técnica e da influência excessiva dos Cursos de Bacharelado. Para Souza Neto e Silva (2014) muitos conselhos de curso acabaram optando por um processo superficial de adequação curricular, em vez de realizar um processo amplo de reestruturação curricular que levasse em conta a discussão sobre um perfil profissional, sobre a docência ou sobre a formação do educador.

Gauche e colaboradores (2008, p.26) afirmam que o grande desafio nos processos de reestruturação curriculares dos cursos de licenciatura é justamente garantir “a identidade do curso de formação de professores, de forma a integrar a formação teórico-prática com a especificidade do trabalho docente e com a realidade do sistema educacional”.

Desse modo, a delimitação das especificidades da profissão docente, de uma base de conhecimento do ensino

O modelo de docência baseado na racionalidade prática traz à tona as limitações do modelo da racionalidade técnica, ao ter que confrontar as complexas e multifacetadas situações práticas e reconhece a imprescindibilidade da experiência para que se possa desenvolver a competência profissional de uma determinada área.

e do conjunto de atividades necessários para a formação inicial são temas que se mostram recorrentes, pertinentes e importantes que sinalizam demandas e desafios atuais para a pesquisa e para novos estudos de aprofundamento da temática, que forneçam subsídios para as almejadas inovações curriculares em cursos de licenciatura.

Dentro desse contexto, o objetivo deste trabalho é contribuir para as discussões acerca da importância, dos fundamentos e das características de um dos componentes das estruturas curriculares dos cursos de Formação Inicial de Professores: a Prática como Componente Curricular. De modo particular, objetiva-se apresentar as concepções, as experiências e as vivências desenvolvidas para esse componente curricular no Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, *campus* Catanduva (IFSP-Catanduva) com o intuito de contribuir e, possivelmente, inspirar outros cursos de licenciatura em seus processos de reestruturação curricular, sobretudo, com o advento das novas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores (Brasil, 2015a).

A Prática como Componente Curricular nos cursos de formação inicial de professores

A Resolução CNE/CP 2/2002 estabelecia que a carga horária dos cursos de Formação de Professores da Educação Básica deveria ser de, no mínimo, 2.800 horas distribuídas em 400 horas de PCC, 400 horas de estágio curricular supervisionado (ECS), 1.800 horas para os conteúdos curriculares de natureza científico-cultural e 200 horas de atividades acadêmico-científico-culturais (AACC). Entretanto, a nova Resolução CNE/CP 2/2015 amplia a carga horária mínima para 3.200 horas, as quais devem compreender: 400 horas de PCC, 400 horas de ECS, 2.200 horas de atividades formativas, conforme o projeto de curso da instituição e 200 horas de atividades teórico-práticas de aprofundamento em áreas específicas de interesse dos estudantes (Brasil, 2015a).

Em função dos objetivos do presente trabalho, nos ateremos à discussão acerca da PCC. A nova resolução mantém a PCC com 400 horas e a necessidade de sua distribuição ao longo de todo curso. O instrumento normativo que acompanha a Resolução CNE/CP 2/2015 – o Parecer CNE/CP 2/2015 (Brasil, 2015b) – explicita que a concepção de PCC presente na nova resolução de 2015 é a mesma da Resolução CNE/CP 2/2002 que, por sua vez, fora embasada nos Pareceres CNE/CP 9/2001 e 28/2001 e, posteriormente, esclarecida pelo Parecer CNE/CES 15/2005 (Brasil, 2001a; 2001b; 2005).

Em que pese o amplo conjunto de documentos legais que amparavam as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação de professores de 2002, conforme apontam vários

trabalhos, as IES interpretaram e incorporaram a PCC a suas estruturas curriculares de diferentes maneiras: 1) carga horária, total ou majoritariamente, distribuída nas disciplinas experimentais e/ou teóricas específicas do campo conceitual da “matéria de ensino” (Bego et al., 2011; Terrazzan et al., 2008; Kasseboehmer; Ferreira, 2008); 2) carga horária de PCC incorporada em ECS (Francisco Jr. et al., 2009); 3)

ausência de explicitação de como a PCC está distribuída na estrutura curricular do curso (Francisco Jr. et al., 2009; Kasseboehmer; Ferreira, 2008).

Em um levantamento acerca das características da PCC nas estruturas curriculares de 40 licenciaturas da Universidade Estadual Paulista (Unesp), Souza Neto e

Silva (2014) constataram que as respostas dos conselhos de curso para as questões sobre a distribuição da carga horária, sobre como estão organizadas e como são desenvolvidas as atividades de PCC foram vagas e genéricas. De acordo com os autores, esse fato demonstra que aspectos vinculados aos fundamentos, aos objetivos e às características desse componente curricular não estão sendo relevados nos projetos pedagógicos dos cursos, promovendo um distanciamento da concepção original das atividades de PCC.

Diante dessas informações, e considerando a ratificação da importância da PCC nas novas Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação de professores (Brasil, 2015a), passamos a discutir, fundamentados na literatura acadêmico-científica especializada e nos documentos oficiais, sobre nosso entendimento a respeito desse componente curricular, como ele foi estruturado na matriz curricular e como vem sendo desenvolvido no Curso de Licenciatura do IFSP-Catanduva, nos últimos anos.

A Prática como Componente Curricular em foco

De acordo com Real (2012), a gestação e a inserção da PCC nas normativas legais foi resultado de um processo histórico de crítica e amadurecimento conceitual acerca dos modelos conceituais de docência, realizado no Brasil, a partir da década de 1980. Para a autora, as bases teóricas que ensejaram as várias reformas foram fundamentadas, principalmente, no conceito de *epistemologia da prática* de Donald Schön (2000); na concepção de prática como *locus* de validação e produção de *saberes profissionais*, de Maurice Tardif (2007); nas *competências* necessárias para o exercício do ofício docente, apresentadas por Philippe Perrenoud (2000) e no conceito de *simetria invertida*, definido por Antônio Nóvoa (1995).

É importante reconhecer esse histórico, pois a aceção de prática nesse contexto carrega consigo uma concepção epistemológica distinta daquela apresentada no modelo da racionalidade técnica. Para além de uma visão tanto *aplicacionista* de teorias pedagógicas quanto de *prática ativista*,

[...] o objetivo deste trabalho é contribuir para as discussões acerca da importância, dos fundamentos e das características de um dos componentes das estruturas curriculares dos cursos de Formação Inicial de Professores: a Prática como Componente Curricular.

a resignificação da prática como um componente curricular apresenta uma dimensão da formação que visa promover a superação da dicotomia teoria-prática por meio da teorização da prática e da constituição da práxis docente como ação informada.

O Quadro 1 apresenta uma síntese proposta por Borges (2008) com as principais diferenças entre os modelos de formação acadêmico (fundamentado na racionalidade técnica) e profissional (fundamentado na racionalidade prática), ressaltando o papel e as características da prática nos diferentes modelos.

A partir dessa concepção de prática como *locus* pródigo de produção e de validação de saberes profissionais, o Art. 12 da Resolução CNE/CP 1/2002 afirma que a prática “na matriz curricular, não poderá ficar reduzida a um espaço isolado,

Para além de uma visão tanto aplicacionista de teorias pedagógicas quanto de prática ativista, a resignificação da prática como um componente curricular apresenta uma dimensão da formação que visa promover a superação da dicotomia teoria-prática por meio da teorização da prática e da constituição da práxis docente como ação informada.

que a restrinja ao estágio, desarticulado do restante do curso”; ela “deverá estar presente desde o início do curso e permear toda a formação do professor”, não ficando restrita às disciplinas pedagógicas (Brasil, 2002a, p.04). No mesmo sentido, o Parecer CNE/CP 9/2001 aponta que conceber a prática como um componente curricular implica considerá-la “uma

dimensão do conhecimento que está presente nos cursos de formação de professores nos momentos em que se trabalha na reflexão sobre a atividade profissional”. Adicionalmente, o parecer define que a “avaliação da prática, por outro lado, constitui momento privilegiado para uma visão crítica da teoria e da estrutura curricular do curso. Trata-se, assim, de tarefa para toda a equipe de formadores e não, apenas, para o ‘supervisor de estágio’” (Brasil, 2001a, p.23).

Quadro 1. Diferenças entre os modelos de formação acadêmico e profissional, segundo Borges (2008)

Dimensão	Modelo acadêmico	Modelo profissional
Profissional	Voltado para a formação do profissional como um tecnólogo, um <i>expert</i> , que domina um conjunto de conhecimentos formalizados e oriundos da pesquisa, a fim de aplicá-los na prática escolar.	Voltado para a formação do profissional reflexivo, que produz saberes e é capaz de deliberar sobre sua própria prática, objetivá-la, partilhá-la, questioná-la e aperfeiçoá-la, melhorando seu ensino.
Saberes	Baseado na epistemologia científica.	Baseado na epistemologia da prática.
	Visão unidimensional e disciplinar dos saberes na base da formação.	Visão pluralista dos saberes na base da formação.
	Saberes científicos e curriculares são a referência para a formação profissional.	Saberes práticos e competências são a referência de base para a formação profissional.
Modalidades de formação	Pesquisadores e formadores universitários produzem e controlam os saberes na base da formação, enquanto professores aplicam os saberes na base da formação.	Professores e pesquisadores produzem e controlam os saberes na base da profissão; o saber da experiência, os saberes práticos têm o mesmo estatuto que os saberes científicos.
	Centrada na formação acadêmica.	Centrada na prática.
	Estágio não muito longo, no fim do curso.	Estágio em alternância, ao longo da formação.
	A universidade é o centro da formação.	A escola é o <i>locus</i> central da formação.
	Apesar de ir ao campo (ao meio escolar), é a universidade que controla todo o processo de formação.	Ocorre em alternância entre o meio escolar e o meio de formação na universidade. O processo de formação é partilhado e, em certa medida, até mesmo a avaliação é partilhada entre os atores.
	Os atores envolvidos na formação são particularmente os docentes universitários. Os professores que recebem os estagiários se limitam a dar conselhos, partilhar seu espaço de trabalho e não participam nem mesmo da avaliação dos estagiários.	Envolve outros atores que não aqueles tradicionalmente implicados na formação. Além dos professores associados (ou tutores, ou mestres de estágio), envolve diretores, especialistas, técnicos de ensino, supervisores.
Apoia-se, sobretudo, em dispositivos tradicionais de transmissão de conhecimentos e notadamente sobre a ideia de que, dominando um bom repertório de casos e técnicas, o profissional é apto a agir em situações reais de ensino.	Envolve dispositivos de desenvolvimento de reflexão sobre a prática e de tomada de consciência dos saberes. Ancorada em abordagens do tipo por competências, por problemas, por projetos, clínicas etc.	

Fonte: Borges (2008, p. 161).

Do ponto de vista da estruturação da matriz curricular, várias dúvidas e interpretações foram surgindo, no que tange às diferenças entre os componentes curriculares PCC e ECS. De modo a dirimir os problemas levantados pelos conselhos de curso, pela literatura acadêmico-científica e pela imprecisão de alguns termos nos documentos oficiais, o Parecer CNE/CP 28/2001 realizou explicitamente a distinção entre esses componentes curriculares. De acordo com o parecer:

A prática como componente curricular é, pois, uma prática que produz algo no âmbito do ensino. Sendo a prática um trabalho consciente cujas diretrizes se nutrem do Parecer 9/2001 ela terá que ser uma

atividade tão flexível quanto outros pontos de apoio do processo formativo, a fim de dar conta dos múltiplos modos de ser da atividade acadêmico-científica. Assim, ela deve ser planejada quando da elaboração do projeto pedagógico e seu acontecer deve se dar desde o início da duração do processo formativo e se estender ao longo de todo o seu processo. Em articulação intrínseca com o estágio supervisionado e com as atividades de trabalho acadêmico, ela concorre conjuntamente para a formação da identidade do professor como educador (Brasil, 2001b, p.09, grifos nossos).

Nessa mesma perspectiva, o Parecer CNE/CP 9/2001 estabelece que, para o planejamento dos PPP dos cursos de licenciatura, devem ser previstas situações didáticas que propiciem a mobilização de conhecimentos de “diferentes naturezas e oriundos de diferentes experiências, em diferentes tempos e espaços curriculares”. Algumas possibilidades dessas situações são apresentadas no Parecer:

a) No interior das áreas ou disciplinas. Todas as disciplinas que constituem o currículo de formação e não apenas as disciplinas pedagógicas têm sua dimensão prática. É essa dimensão prática que deve estar sendo permanentemente trabalhada tanto na perspectiva da sua aplicação no mundo social e natural quanto na perspectiva da sua didática. b) Em tempo e espaço curricular específico, aqui chamado de coordenação da dimensão prática. As atividades deste espaço curricular de atuação coletiva e integrada dos formadores transcendem o estágio e têm como finalidade promover a articulação das diferentes práticas numa perspectiva interdisciplinar, com ênfase nos procedimentos de observação e reflexão

As atividades relativas à PCC devem constituir-se em momentos de formação importantes para proporcionar ao discente a oportunidade de conhecer, analisar e intervir no espaço escolar ou em outros ambientes educativos e, por meio de diversos olhares, que obrigatoriamente interajam entre si, busquem a compreensão da realidade de forma menos fragmentada e compartimentalizada, ou seja, de forma relacional e dinâmica.

para compreender e atuar em situações contextualizadas, tais como o registro de observações realizadas e a resolução de situações-problema características do cotidiano profissional. Esse contato com a prática profissional, não depende apenas da observação direta: a prática contextualizada pode “vir” até a escola de formação por meio das tecnologias de informação – como computador e vídeo –, de narrativas orais e escritas de professores, de produções dos alunos, de situações simuladas e estudo de casos (p.57-58).

Decorre desse entendimento que a PCC não deve reduzir-se a um espaço isolado, que a restrinja ao ECS, desarticulado do restante do curso, necessitando, assim, ser distribuída ao longo da estrutura curricular perpassando todos os

anos e as diferentes disciplinas. A distribuição da PCC ao longo da estrutura curricular deve buscar desenvolver atividades teórico-práticas ao longo do curso, que articulem disciplinas da formação específica e da formação pedagógica, assumindo, portanto, um caráter coletivo e interdisciplinar. As atividades relativas à PCC devem constituir-se em momentos de formação importantes para proporcionar ao discente a oportunidade de conhecer, analisar e intervir no espaço escolar ou em outros ambientes educativos e, por meio de diversos olhares, que obrigatoriamente interajam entre si, busquem a compreensão da realidade de forma menos fragmentada e compartimentalizada, ou seja, de forma relacional e dinâmica.

Portanto, a PCC – presente nos diferentes tempos e espaços curriculares – pode priorizar o desenvolvimento de projetos interdisciplinares e/ou ações didáticas que levem os discentes a identificar, analisar e buscar alternativas para situações-problema do meio real; problematizar situações e, a partir delas, estarem aptos a iniciar-se no desenvolvimento de pesquisas na área educacional e de pesquisas sobre a atividade docente e sobre sua própria prática no contexto dos ECS.

Experiências e vivências desenvolvidas para a PCC no Curso de Licenciatura do IFSP-Catanduva

As atividades do Curso de Licenciatura em Química do IFSP- Catanduva iniciaram-se no primeiro semestre de 2012. O curso, no período matutino, tem entrada anual de quarenta alunos e duração de quatro anos (oito semestres). Em 2014, passou pelo processo de reconhecimento do Ministério da Educação (MEC), no qual obteve Conceito 4.

Considerando a matriz curricular, o Curso de Licenciatura em Química tem uma carga horária de 3.070 horas distribuídas em 2.058 horas para os conteúdos curriculares de

natureza científico-cultural, 400 horas de ECS, 200 horas de AACC e 412 horas de PCC.

A partir do referencial teórico e da legislação apresentados na seção anterior, as horas de PCC foram distribuídas ao longo de todo o curso, em diversas disciplinas de formação específica e de formação pedagógica, de modo a potencializar a realização de projetos com caráter coletivo e interdisciplinar, conforme apresentado no Quadro 2. A ideia era consolidar atividades formativas que utilizassem o educar pela pesquisa

como tempo, modo e espaço de desenvolvimento da competência profissional docente (Galiazzi, 2003), promovendo uma vivência intensa da problematização fundamentada do espaço escolar, no geral, e da atividade de ensino, em específico, e que esse processo fosse significativo para a formação dos licenciandos. Assim, previa-

se que os resultados desses projetos interdisciplinares e/ou ações pedagógicas fossem divulgados em eventos científicos, em exposições na comunidade, em semanas pedagógicas ou tecnológicas, buscando o contato mais direto com o mundo da pesquisa acadêmica e a maior interação com a comunidade escolar, propiciando, ainda, que essa dimensão da PCC se articulasse fortemente com as AACC e os ECS.

A seguir, são detalhados dois momentos de desenvolvimento da PCC no curso de Licenciatura em Química do IFSP-Catanduva.

PCC nos anos de 2012 e 2013

Conforme apresentado no Quadro 2, as disciplinas contendo horas de PCC estavam previamente elencadas no PPP do curso e, em cada semestre, os licenciandos deveriam realizar trabalhos interdisciplinares, envolvendo os conteúdos desenvolvidos nessas disciplinas, com auxílio e orientação dos docentes responsáveis por elas. A fim de viabilizar e potencializar a integração das disciplinas, os docentes integrantes do Conselho de Curso, definiam coletivamente um tema gerador transversal, a partir do qual os licenciandos, em grupos de até cinco integrantes, deveriam realizar seus trabalhos.

No primeiro semestre de 2012, o tema gerador selecionado foi “grandes navegações e especiarias”, com a integração das disciplinas Química Geral I, Matemática I, Física I e História da Educação. No segundo semestre de 2012, “sonho, sono e drogas” foi o tema escolhido para integrar as disciplinas Química Geral II, Química Orgânica I, Matemática II, Física II e Psicologia da Educação. Em 2013, durante o primeiro semestre, o tema gerador selecionado foi “transformações na adolescência e impactos na educação escolar” e deveria integrar as disciplinas Química Orgânica II e Biologia. Porém, no segundo semestre de 2013, devido a problemas de operacionalização dos trabalhos e da repetição das temáticas abordadas pelos licenciandos, optou-se pela não definição de temas geradores e, com isso, a seleção dos

temas dos trabalhos passou a ficar sob a responsabilidade dos próprios licenciandos.

Independente da presença ou não de temas geradores, os discentes definiam qual temática trabalhariam ao longo do semestre e utilizavam os conhecimentos advindos das disciplinas contendo a PCC para desenvolver seus trabalhos com a orientação dos docentes envolvidos. Além da busca de relações e formas de integração entre os conteúdos disciplinares para uma determinada temática abordada, o

trabalho de pesquisa e seleção de informações relevantes, de identificação de fontes confiáveis de informação, de leitura crítica e de capacidade de síntese, de aperfeiçoamento no uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) foram algumas das competências exploradas durante o desenvolvimento dos trabalhos

realizados. Entre algumas temáticas escolhidas e investigadas pelos discentes durante os anos de 2012 e 2013, destacam-se: 1. Transformações na adolescência e seus impactos na Educação: Alimentação; 2. Dependência Química na adolescência e seus impactos na Educação; 3. Gravidez na adolescência e seus impactos na escola; 4. Sonhos e sono: Ecstasy; 5. Sedentarismo: um inimigo preguiçoso; 6. O incêndio na boate Kiss; 7. Imaginação; 8. Os sonhos comandam a vida ou a vida comanda os sonhos?; 9. Cigarro: A companhia de muitos adolescentes.

É interessante sublinhar que as temáticas elencadas evidenciam a perspectiva interdisciplinar para investigar e discorrer sobre situações-problema que contextualizam os conteúdos das diferentes disciplinas, tanto por relacionarem-se a fatos ocorridos durante a realização do trabalho quanto por serem de interesse sociocientífico, como o incêndio na boate Kiss ocorrido em 2013, na cidade de Santa Maria/RS, o uso de drogas lícitas e ilícitas, gravidez na adolescência e o sedentarismo, por exemplo. Notam-se, também, trabalhos que buscaram explorar o contexto educacional, como os impactos da gravidez na adolescência, a adolescência e o uso de drogas. As exigências decorrentes da abordagem de temáticas tão complexas e multifacetadas promovem justamente uma perspectiva de compreensão da realidade de modo mais integrado e menos compartimentalizado, bem como da aproximação e articulação entre as disciplinas de formação específica e as disciplinas pedagógicas.

Ao final do período letivo, os licenciandos apresentavam o trabalho desenvolvido a uma banca composta pelos professores que lecionavam as disciplinas que continham a PCC. Esse momento formal de apresentação dos resultados trazia à tona, mais uma vez, a importância de sintetizar toda a informação reunida ao longo do semestre, além de promover um momento para ampliação e aperfeiçoamento da capacidade comunicativa oral dos trabalhos, considerando a organização da informação de forma inteligível para a banca e para os demais colegas da turma.

A fim de viabilizar e potencializar a integração das disciplinas, os docentes integrantes do Conselho de Curso, definiam coletivamente um tema gerador transversal, a partir do qual os licenciandos, em grupos de até cinco integrantes, deveriam realizar seus trabalhos.

Quadro 2. Distribuição da carga horária da PCC na estrutura curricular do curso de Licenciatura em Química do IFSP-Catanduva.

IFSP – Campus Catanduva ESTRUTURA CURRICULAR Licenciatura em Química	Aulas/semana			Total de aulas	Total de horas
	Teórica	Experimental	PCC		
Primeiro semestre					
Química Geral I	2	2	1	95	79,2
Matemática I	4	0	1	95	79,2
Física I	2	0	1	57	47,5
Informática Aplicada à Formação do Prof. de Química	0	2	0	38	31,7
Filosofia da Educação	3	0	0	57	47,5
História da Educação	3	0	1	76	63,3
Total I:	14	4	4	418	348,3
Segundo semestre					
Química Geral II	2	2	1	95	79,2
Química Orgânica I	2	2	1	95	79,2
Matemática II	3	0	1	76	63,3
Física II	2	0	1	57	47,5
Psicologia da Educação	4	0	1	95	79,2
Total II:	13	4	5	418	348,3
Terceiro semestre					
Química Orgânica II	3	2	1	114	95,0
Física III	2	2	0	76	63,3
Biologia	3	0	1	76	63,3
Matemática III	3	0	0	57	47,5
História da Educação Brasileira	3	0	0	57	47,5
Orientações Curriculares Oficiais	3	0	0	57	47,5
Total III:	17	4	2	437	364,2
Quarto semestre					
Química Inorgânica I	1	2	1	76	63,3
Físico-Química I	3	2	1	114	95,0
Didática Geral	4	0	1	95	79,2
História da Ciência e da Tecnologia	3	0	0	57	47,5
Noções de Estatística	2	0	0	38	31,7
Leitura, Produção e Interpretação de Texto	2	0	0	38	31,7
Total IV:	15	4	3	418	348,3
Quinto semestre					
Química Inorgânica II	1	2	1	76	63,3
Físico-Química II	2	2	1	95	79,2
Noções de Libras	2	0	0	38	31,7
Didática para o Ensino de Química	3	0	2	95	79,2
Total V:	8	4	4	304	253,4
Sexto semestre					
Química Analítica Qualitativa	3	2	1	114	95,0
Bioquímica	2	2	1	95	79,2
Físico-Química III	4	0	0	76	63,3
Metodologia de Ensino de Ciências	3	0	1	76	63,3
Total VI:	12	4	3	361	300,8
Sétimo semestre					
Química Analítica Quantitativa	3	2	1	114	95,0
Mineralogia e Química do Solo	3	2	1	114	95,0
Metodologia do Trabalho Científico	3	0	1	76	63,3
Total VII:	9	4	3	304	253,3
Oitavo semestre					
Química Ambiental	4	0	1	95	79,2
Química e Desenvolvimento Sustentável	3	0	0	57	47,5
Química Analítica Instrumental	2	2	0	76	63,3
Instrumentação para o Ensino de Química	1	2	1	76	63,3
Total VIII:	10	4	2	304	253,3

Fonte: Elaborado pelos autores.

A partir de 2014, o regulamento da PCC do curso passou por uma revisão. Conservou-se a essência de trabalhar por meio do desenvolvimento de projetos interdisciplinares e foram mantidas as disciplinas que continham carga horária destinada à PCC; houve, no entanto, modificação na forma de apresentação dos trabalhos.

Atualmente, os licenciandos escolhem os temas, de acordo com as suas afinidades; há, porém, a necessidade de promover a interdisciplinaridade entre todas as disciplinas que contêm a PCC no respectivo semestre. Os alunos organizam-se em grupos de 3 ou 4 integrantes para realizar o trabalho, ficando a distribuição das atividades dentro do grupo a cargo dos discentes. Tal alteração buscou atender a algumas necessidades formativas para os futuros profissionais que, no contexto de desenvolvimento de seu trabalho, precisarão participar de reuniões pedagógicas, elaborar coletivamente projetos, participar de reunião de pais, entre outras atividades. As necessidades formativas estão ligadas ao trabalho em equipe e ao bom relacionamento interpessoal, tais como: aprender a trabalhar cooperativamente em grupo, dividir equanimemente as tarefas, gerenciar conflitos, organizar as atividades, analisar dados e discutir coletivamente as propostas.

Em todos os semestres, os licenciandos realizam pesquisas dentro de uma temática que relacione os conteúdos das disciplinas estudadas e, no âmbito dos ECS, as problemáticas observadas e vivenciadas na escola. Essas atividades contribuem fortemente para a formação do professor pesquisador por meio da elaboração de projetos de pesquisa interdisciplinares sobre situações-problema apresentadas nas escolas da Educação Básica, articuladas às pesquisas nas diferentes linhas de investigação da área de Ensino de Ciências/Química, além de propiciar uma boa compreensão da natureza, dos fundamentos e das diversas etapas que compõem uma investigação científica.

A partir de 2014, em todos os semestres, os licenciandos apresentam um texto escrito no formato de um artigo científico resultante, de trabalhos de pesquisa bibliográfica e/ou de pesquisas empíricas. No regulamento da PCC, constam modelos com as normas da ABNT para a elaboração dos respectivos artigos. A apresentação do trabalho semestral no formato escrito é importante para o aperfeiçoamento dos futuros professores, pois envolve a produção e utilização de um gênero de texto específico que é a escrita científica, indispensável tanto para o trabalho em sala de aula como para o registro e a comunicação de sua experiência docente.

No que tange à apresentação, os licenciandos expõem os trabalhos na forma de pôsteres nos semestres ímpares e, nos

semestres pares, realizam uma apresentação oral para uma banca de professores, de forma semelhante ao modelo que vigorou em 2012 e 2013.

No semestre ímpar, em que ocorre a apresentação dos trabalhos na forma de pôster, os licenciandos devem entregar, além do texto escrito (ainda no formato de um artigo científico), um resumo do trabalho em uma página. A apresentação dos pôsteres é realizada em uma semana definida pelos docentes, sendo que os discentes de todas as turmas apresentam os trabalhos simultaneamente. A opção de adicionar mais de um formato de apresentação justifica-se pela possibilidade de inserir os licenciandos em uma dinâmica diferente de comunicar os resultados de um trabalho de natureza científica. O ambiente mais descontraído de uma sessão de pôsteres possibilita uma troca de experiências e informações entre os docentes avaliadores, os demais docentes do IFSP-Catanduva, entre os licenciandos dos diferentes semestres do curso e a comunidade escolar.

A nota final da PCC corresponde a 20% da média final do discente em cada disciplina que contém a PCC, sendo dividida em 30% referente à avaliação contínua ao longo do semestre, 30% referente ao texto escrito e 40% referente à apresentação. A avaliação contínua é uma das etapas mais importantes, pois se refere à avaliação do processo e representa um momento fundamental para a discussão do andamento dos trabalhos entre o grupo e os docentes que ministram disciplinas com carga horária de PCC.

Esse momento de orientação e de *feedback* realizado pelos professores – que passou a ser denominado de “Semana da PCC” – é de suma importância para a construção dos trabalhos já que devem contar com a participação de todos os docentes envolvidos no processo e consistem na apresentação das possíveis dúvidas dos grupos sobre o tema, conceitos, sequência de apresentação, forma de escrita e apresentação das ideias no texto escrito e no trabalho que será apresentado.

A “Semana da PCC” representa o momento formal, ou seja, corresponde ao uso da carga horária destinada às PCCs em cada disciplina. Todos os docentes de disciplinas que apresentam carga horária de PCC utilizam esse tempo para o acompanhamento dos grupos. É frequente, durante a “Semana da PCC”, o uso das salas de informática e biblioteca do *campus* para a busca de referências e construção dos textos escritos. A elaboração dos trabalhos escritos é realizada de maneira colaborativa dentro dos grupos e, também, com o apoio de todos os professores que orientam a abordagem dos conteúdos específicos de suas respectivas disciplinas e também observam o trabalho como um todo, visando a uma síntese integradora de conceitos e ideias. Ao final de cada “Semana da PCC”, os grupos entregam parte do trabalho escrito para que os docentes possam, dentro da

A “Semana da PCC” representa o momento formal, ou seja, corresponde ao uso da carga horária destinada às PCCs em cada disciplina. Todos os docentes de disciplinas que apresentam carga horária de PCC utilizam esse tempo para o acompanhamento dos grupos. É frequente, durante a “Semana da PCC”, o uso das salas de informática e biblioteca do *campus* para a busca de referências e construção dos textos escritos.

perspectiva dos princípios da avaliação formativa (Ramos; Moraes, 2011), avaliar o andamento do processo, corrigir equívocos, orientar e direcionar a continuidade dos estudos.

Conforme fora vislumbrado no PPP do curso, o resultado dos trabalhos desenvolvidos pelos discentes têm extrapolado os limites das paredes das salas de aula do IFSP- Catanduva e vêm sendo apresentados em Congressos da área, tendo inclusive, para a surpresa e satisfação da comunidade escolar, recebido premiações de mérito acadêmico-científico. Entre alguns trabalhos apresentados, destacam-se: 1. EDTA: Um desconhecido no cotidiano: Relato de uma experiência envolvendo a Prática como Componente Curricular (Alves et al., 2014); 2. O Nitroprussiato de sódio no controle da hipertensão: relato de uma experiência envolvendo Prática como Componente Curricular (Soares et al., 2014); 3. Reuso da água da chuva como alternativa sustentável: Relato de uma experiência envolvendo a Prática como Componente Curricular (Panicheli et al., 2015); 4. Depressão e sua influência na aprendizagem: um relato de atividade envolvendo a Prática como Componente Curricular (Oliveira et al., 2015); 5. A Prática como Componente Curricular e a abordagem interdisciplinar do chumbo em tinturas capilares (Moraes et al., 2015).

Conclusões

A formação inicial de professores no âmbito do modelo da racionalidade prática deve possibilitar um saber-fazer prático-racional e fundamentado para agir em situações intrinsecamente complexas de ensino. Para tanto, essa formação deve primar pela constante dialética entre a experiência concreta nas salas de aula e a pesquisa e pela aproximação efetiva entre os conteúdos das disciplinas específicas e das disciplinas pedagógicas, tomando o educar pela pesquisa como tempo, modo e espaço de desenvolvimento da competência profissional docente e de formação do professor-pesquisador de sua própria prática.

Entre os diversos componentes curriculares que devem integrar a estrutura da matriz curricular de um curso de Licenciatura em Química, a PCC pode ocupar posição fulcral como elemento de inovação didático-pedagógica na concretização de tempos e espaços formativos que privilegiem a interdisciplinaridade, a articulação entre teoria e prática e o desenvolvimento de saberes profissionais.

A concepção da PCC como elemento transversal e a distribuição de sua carga horária em várias disciplinas, ao longo de todo o curso, permitiu o desenvolvimento

de projetos interdisciplinares, semestralmente, no IFSP-Catanduva. Conforme apresentamos, o planejamento, a produção, a apresentação e a avaliação desses trabalhos possibilita um processo contínuo e sistematizado de desenvolvimento de uma série de competências relacionadas à formação inicial do professor, apresentadas no Parecer CNE/CP 9/2001, como as

A formação inicial de professores no âmbito do modelo da racionalidade prática deve possibilitar um saber-fazer prático-racional e fundamentado para agir em situações intrinsecamente complexas de ensino. Para tanto, essa formação deve primar pela constante dialética entre a experiência concreta nas salas de aula e a pesquisa e pela aproximação efetiva entre os conteúdos das disciplinas específicas e das disciplinas pedagógicas, tomando o educar pela pesquisa como tempo, modo e espaço de desenvolvimento da competência profissional docente e de formação do professor-pesquisador de sua própria prática.

competências referentes ao domínio dos conteúdos disciplinares, de seus significados em diferentes contextos e de sua articulação interdisciplinar, referentes ao comprometimento com os valores inspiradores da sociedade democrática e ao gerenciamento do próprio desenvolvimento profissional (Brasil, 2001a). Tal dinâmica de trabalho também contribui para o desenvolvimento das competências presentes no Parecer CNE/CES 1.303/2001, que abrangem mais especificamente a formação do licenciado em Química, como as competências relacionadas à aplicação do conhecimento em Química, à busca de informação, comunicação e expressão, à compreensão da Química e com relação

à formação pessoal (Brasil, 2001c).

Além disso, o desenvolvimento dos projetos por meio da metodologia adotada no IFSP-Catanduva permite o aperfeiçoamento e a ampliação do uso da língua portuguesa e da capacidade comunicativa oral e escrita, inclusive com o uso de TIC. Permite, ainda, que o licenciando conheça os diferentes formatos de divulgação e de apresentação de trabalhos em Congressos. Assim, a materialização sistematizada das reflexões e investigações realizadas por meio da construção de um trabalho escrito que busca dialogar com a comunidade acadêmico-científica de Ensino de Ciências, constitui um momento fundamental para desenvolver uma perspectiva de pesquisa sobre o fazer docente, no sentido de promover a autonomia do professor como aquele profissional que produz conhecimentos e saberes profissionais.

Nota

¹Para uma ampla revisão ver: García (1999) e Montero (2005).

Amadeu Moura Bego (amadeu@iq.unesp.br) Licenciado em Química (2005) e mestre em Química Inorgânica (2007) pelo Instituto de Química da UNESP, Câmpus de Araraquara, SP; Doutor em Educação para a Ciência pela Faculdade de Ciências (2013) da UNESP, Câmpus de Bauru, SP. Atualmente é Professor Assistente Doutor junto ao Departamento de Química Geral e Inorgânica no Instituto de Química da UNESP, Câmpus Araraquara, SP. É Supervisor Pedagógico do projeto de extensão Curso Unificado do Câmpus de Araraquara (CUCA) e coordenador da área de Química do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (Pibid) da UNESP de Araraquara, Araraquara, SP – Brasil. **Ricardo Castro de Oliveira** (ricardocastroifsp@gmail.com) Licenciado em Química pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Mestre em Educação pela UFSCar

e Doutor em Ciências, área de concentração Química pela UFSCar. Atualmente, é docente e coordenador do curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), câmpus Catanduva. Catanduva, SP – BR. **Roberta Guimarães Corrêa** (robertacorrea@ufmg.br) Licenciada

em Química, Mestre em Química e Doutora em Ciências (2015) pela UFSCar, São Carlos, SP-Br. Atualmente é Professora Adjunta do Departamento de Química - ICEX - UFMG e trabalha como pesquisadora na formação de professores e em metodologias para o ensino e aprendizagem de Química, Belo Horizonte, MG-BR.

Referências

ALVES, A.P.; RIGATTO, H.C.; OLIVEIRA, R. C. EDTA: Um desconhecido no cotidiano: relato de uma experiência envolvendo a prática como componente curricular. In: V Jornada das Licenciaturas da USP/IX Semana da Licenciatura em Ciências, 2014, São Carlos. SP. *Livro de Resumos*, 2014.

BEGO, A. M.; SILVA, C. S.; DINIZ, R. E. S.; OLIVEIRA, L. A. A. Transitando da teoria para a prática: análise da experiência didática de licenciandos em química. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009, Florianópolis, SC. *Resumos do VII ENPEC*, 2009.

BEGO, A. M.; SILVA, C. S.; TERRAZZAN, E. A. O modelo de racionalidade implícito na reestruturação de um curso de licenciatura em química. In: XI Congresso Estadual Paulista sobre Formação de Educadores e I Congresso Nacional de Formação de Professores, 2011, Águas de Lindóia, SP. *Livro de Resumos*, 2011.

BORGES, C. M. P. *O professor de educação básica e seus saberes profissionais*. Araraquara, SP: Junqueira & Marin, 2008.

BRASIL. Ministério da Educação. *Parecer CNE/CES nº 1.303, de 06 de novembro de 2001*. Brasília, 2001c.

BRASIL. Ministério da Educação. *Parecer CNE/CES nº 15, de 02 de fevereiro de 2005*. Brasília, 2005.

BRASIL. Ministério da Educação. *Parecer CNE/CP nº 2, de 09 de junho de 2015*. Brasília, 2015b.

BRASIL. Ministério da Educação. *Parecer CNE/CP nº 28, de 02 de outubro de 2001*. Brasília, 2001b.

BRASIL. Ministério da Educação. *Parecer CNE/CP nº 9, de 08 de maio de 2001*. Brasília, 2001a.

BRASIL. Ministério da Educação. *Resolução CNE/CP nº 01, de 18 de fevereiro de 2002*. Brasília, 2002a.

BRASIL. Ministério da Educação. *Resolução CNE/CP nº 2, de 01 de julho de 2015*. Brasília, 2015a.

BRASIL. Ministério da Educação. *Resolução CNE/CP nº 2, de 19 de fevereiro de 2002*. Brasília, 2002b.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. *Formação de professores de ciências: tendências e inovações*. 10. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

FRANCISCO JR., W. E.; PETERNELE, W. S.; YAMASHITA; M. A formação de professores de química no Estado de Rondônia: necessidades e apontamentos. *Química Nova na Escola*, v.31, n.2, p.113-122, maio 2009.

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

GARCÍA, C. M. *Formação de professores: para uma mudança educativa*. Porto, PT: Porto Editora, 1999.

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, fev. 2008.

KASSEBOEHMER, A. C.; FERREIRA, L. H. O espaço da prática de ensino e do estágio curricular nos cursos de formação de professores de química das IES públicas paulistas. *Química Nova*, v.31, n.3, p.694-699, 2008.

LIBÂNEO, J. C.; PIMENTA, S. G. Formação de profissionais da educação: visão crítica e perspectiva de mudança. *Educação e Sociedade*, v.20, n.68, p. 239-277, 1999.

MALDANER, O. A. *A formação inicial e continuada de professores de química professor/pesquisador*. Ijuí, RS: Unijuí, 2003.

MESQUITA, N.; SOARES, M. H. F. Relações entre concepções epistemológicas e perfil profissional presentes em projetos pedagógicos de cursos de licenciatura em química no Estado de Goiás. *Química Nova na Escola*, v.31, n.2, p.123-131, maio 2009.

MONTERO, L. *A construção do conhecimento profissional docente*. Lisboa, PT: Instituto Piaget, 2005.

MORAES, I.S.; SOARES, J.D.; JULIO, R.C.; BENTO, T.C.; CORRÊA, R.G. A Prática como Componente Curricular e a abordagem interdisciplinar do chumbo em tinturas capilares. In: X Semana da Licenciatura em Ciências, 2015, São Carlos. *Livro de Resumos*, 2015.

NÓVOA, A. *Os professores e a sua formação*. 2. ed. Lisboa, PT: Publicações Dom Quixote, 1995.

OLIVEIRA, T.C.E.; COUTINHO, B.C.; RIGATTO, M.C.; OLIVEIRA, R.C.; MARCELO VELLOSO HEEREN, M.V.; Depressão e sua influência na aprendizagem: um relato de atividade envolvendo a Prática como Componente Curricular. In: X Semana da Licenciatura em Ciências, 2015, São Carlos. *Livro de Resumos*, 2015.

PANICHELI, B.C.; FILIPPINI, B.O.; MARTINS, D.C.; CALVO, R.; OLIVEIRA, R.C. *Reuso da água da chuva como alternativa sustentável: Relato de uma experiência envolvendo a Prática como Componente Curricular*. In: X Semana da Licenciatura em Ciências, 2015, São Carlos. *Livro de Resumos*, 2015.

PEREIRA, J. E. D. As licenciaturas e as novas políticas educacionais para a formação docente. *Educação e Sociedade* [online]. v.20, n.68, p.109-125, 1999.

PERRENOUD, P. *Dez novas competências para ensinar*. Porto Alegre, RS: Artmed Editora, 2000.

RAMOS, M. G.; MORAES, R. A avaliação em química: contribuição aos processos de mediação da aprendizagem e de melhoria do ensino. In: MALDANER, O. A.; SANTOS, W. L. P. *Ensino de química em foco*. 4ª ed. Ijuí, RS: UNIJUÍ, 2011. Cap. 12, p. 313-330.

REAL, G. C. M. A Prática como Componente Curricular: o que isso significa na prática? *Educação e Fronteiras On-Line*, v.2, n.5, p.48-62, maio/ago. 2012.

SCHÖN, D. A. Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem. Porto Alegre, RS: Artmed Editora, 2000.

SOARES, J. D.; BENTO, T. C.; JULIO, R. C.; OLIVEIRA, R. C. O nitroprussiato de sódio no controle da hipertensão: relato de uma experiência envolvendo a prática como componente curricular. In: V Jornada das Licenciaturas da USP/IX Semana da Licenciatura em Ciências, 2014, São Carlos. *Livro de Resumos*, 2014.

SOUZA NETO, S.; SILVA, V. P. *Prática como Componente Curricular: questões e reflexões*. Revista Diálogo Educacional, v. 14, n. 43, p. 889-909, set./dez. 2014.

TARDIF, M. *Saberes docentes e formação profissional*. 8.ed.

Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.

TERRAZZAN, E. A. Inovação escolar e a pesquisa sobre formação de professores. In: NARDI, R. (Org.). *A pesquisa em ensino de ciências no Brasil*: alguns recortes. São Paulo: Escrituras Editora, 2007, p.148-194.

TERRAZZAN, E. A.; DUTRA, E. F.; WINCH, P. G.; SILVA, A. A. Configurações curriculares em cursos de licenciatura e formação identitária de professores. *Diálogo Educacional*, Curitiba, PR, v.8, n.23, p. 71-90, jan/abr, 2008.

ZIBETTI, M. L. T.; SOUZA, M. P. R. Apropriação e mobilização de saberes na prática pedagógica: contribuição para a

formação de professores. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v.33, n.2, p. 247-262, maio/ago. 2007.

Para saber mais

PIMENTA, S. G. *O estágio na formação de professores: unidade teoria e prática?* 4. ed. São Paulo: Cortez, 2001.

SHULMAN, L. S. Those who understand: knowledge growth in teaching. *Education Researcher*, v.15, n.2, p. 4-14, 1986.

SHULMAN, L. S. Knowledge and teaching: foundations of the new reform. *Harvard Education Review*, v.57, n.1, p.1-22, 1987.

Abstract: *The role of Practice as a Curricular Component in Initial Training of Chemistry Teachers: possibilities of didactical and pedagogical innovation.* This article aims to discuss the importance and the foundations of Practice as a Curricular Component (PCC) and contribute to the restructuring of licentiates' courses due to the advent of the new National Curricular Guidelines to Teachers Training. It presents the conceptions and experiences developed for this discipline in the degree of Licentiate in Chemistry Federal Institute of São Paulo, Catanduva campus. The conception of PCC as a transversal element with its hours distributed in specific and pedagogical subjects throughout the course allowed the execution of interdisciplinary projects that propitiated the development of competences related to the training of Chemistry teachers, in particular, the improvement of Portuguese language usage, information and communication technology usage as well as oral and written communication skills.

Keywords: Practice as a Curricular Component; Initial Teachers Training; Didactical and Pedagogical Innovation.

Caminhos e descaminhos da formação docente: uma análise dos projetos pedagógicos de cursos de Licenciatura em Química no Rio de Janeiro

Stephany P. Heidelmann, Gabriela S. A. Pinho e Maria Celiana P. Lima

Este trabalho entende o projeto pedagógico dos cursos superiores como um documento construído pelas instituições de ensino visando descrever não só os objetivos e a organização pedagógica e estrutural do curso, como também o significado que atribuem à formação que se propõem fazer. A estrutura apresentada pelas diretrizes curriculares influencia o tipo de profissional formado e refletirá nas salas de aula de química do Ensino Básico, tornando necessário um estudo deste documento para entender as realidades formativas de futuros professores. Portanto, é realizada uma análise qualitativa comparativa do PPP de três instituições do Estado do Rio de Janeiro, uma particular e duas públicas. Verifica-se que os cursos carecem de um compromisso formativo em consonância com seus objetivos, pois ainda priorizam a pesquisa e a experimentação, práticas referenciadas geralmente aos bacharéis em química e suas atuações em laboratórios, marginalizando o que deveria ser o foco principal, a docência.

► projeto político pedagógico, licenciatura em química, formação de professores ◀

Recebido em 10/01/2016, aceito em 13/01/2017

261

A ciência é “uma linguagem construída pelos homens e pelas mulheres para explicar o nosso mundo natural” (Chassot, 2003, p.3), ou seja, é permeada por relações e interesses, que definem uma visão de mundo, sendo sua interpretação uma extensão da subjetividade do observador, com uma intenção associada ao fazer.

Portanto, na educação química deve-se romper com a perspectiva científica de trabalhar com os “dados” e “conceitos” como portadores de significados autônomos e distantes de qualquer relação mais ampla ao longo de sua construção (Lopes, 1998). Tal empirismo ingênuo é, por diversas vezes, marcante no ensino, devendo ser superado pela compreensão de que marginaliza o processo de obtenção do conhecimento, que é permeado por interpretações, manipulações e influências dos sujeitos que nele trabalham.

Com isso, uma das frentes de luta no que diz respeito ao ensino de ciências e sua relação com a construção dos projetos pedagógicos dos cursos de Licenciatura em Química é justamente a superação do dogmatismo (Chassot, 2003).

Concordamos com Freire (2011, p.95) que “(...) o espaço pedagógico é um texto para ser constantemente ‘lido’, ‘interpretado’, ‘escrito’ e ‘reescrito’(...)”. Levando em consideração que tanto a ciência quanto o saber, entendido como conhecimento, experiência e práticas construídas ao

longo da vida, exigem renovação e reelaboração sistemáticas, percebe-se o papel fundamental do professor na formação de pessoas que reflitam, critiquem, que sejam movidas pela dúvida e pelo desejo de ampliar e compartilhar seus conhecimentos (Ghelli, 2004).

Dessa forma, entendemos que o projeto pedagógico (PP) e, conseqüentemente, as aulas nos cursos de formação docente e as próprias aulas de química deveriam refletir a marca da incerteza, hoje tão mais presente na ciência, como já nos apontou Chassot (2003), respaldado por Berthelot, quando afirma: “a ciência não tem verdade, mas tem algumas verdades transitórias” (p. 98).

Portanto, questiona-se se a formação oferecida nos cursos de Licenciatura vem fornecendo a preparação necessária aos professores que serão em breve inseridos nas salas de aula da educação básica como agentes formadores, como analisam Tardif (2005), Nóvoa (1997) e Arroyo (1985).

O currículo educacional é socialmente construído, cabendo a ele as práticas e interpretações dos sujeitos que o utilizam, atendendo às finalidades da escolarização e da concepção do conhecimento defendida por cada grupo ao qual o currículo se destina. A esse respeito, destaca-se que muitos currículos da formação docente tendem a privilegiar uma perspectiva técnica, entendendo a atividade docente

ligada diretamente à resolução de problemas pela aplicação de teorias e técnicas, desconsiderando as circunstâncias reais, a relação que deveria existir entre teoria e prática e mantendo um caminho paralelo entre a formação pedagógica e a específica (Schnetzler, 2002).

Por diversas vezes, ao longo da formação inicial e continuada de professores, a escassez de discussões sobre a função social do ensino de química e o proposto nos documentos que direcionam o processo de ensino-aprendizagem, corrobora a reprodução de concepções ingênuas e neutras da construção do conhecimento e propagam a percepção de que o papel do profissional no magistério se resume ao conhecimento dos conteúdos específicos e ao domínio de algumas técnicas pedagógicas (Maldaner, 2006).

Reitera-se aqui, portanto, que para o entendimento dos mecanismos relacionados ao conhecimento escolar é necessário que os processos de legitimação e percepções, que envolvem as concepções, ações e documentos que as norteiam, sejam compreendidos (Lopes, 2005).

Portanto, ressalta-se que para o entendimento do perfil do profissional formado é necessário que haja um esforço para que o currículo utilizado seja estudado, considerando suas intenções no campo social, pedagógico e institucional, distanciando-o da concepção do currículo como sendo um documento indiscutível e inalterável, ou um texto prescritivo (Rosa; Carreri; Ramos, 2008).

Partindo dessa concepção, trazemos o foco para o projeto pedagógico dos cursos superiores. De acordo com a pesquisa desenvolvida por Gatti e Barreto (2009), o desafio da profissionalização docente, sobretudo da educação básica, é discutido desde 1945. No Brasil, vários foram os fatores que contribuíram para a complexidade da formação dos professores – culturais, políticos, econômicos, técnicos, científicos e mesmo subjetivos. Há de se considerar a expansão da oferta da educação básica e os esforços de inclusão social, com a cobertura de estratos sociais até recentemente pouco atendidos no segmento escolar, o que provocou a demanda por um maior contingente de professores em todos os níveis de escolarização.

Assim, o desafio deste trabalho é delinear o perfil do egresso que se pretende formar nos cursos de Licenciatura, pois se compreende que, ao construirmos os projetos dos cursos, “(...) planejamos o que temos intenção de fazer, de realizar. Lançamo-nos para diante, com base no que temos, buscando o possível. É antever um futuro diferente do presente” (Veiga, 1998).

O projeto pedagógico deve ser compreendido em sua dimensão política, já que deve partir de uma reflexão do cotidiano, um compromisso definido coletivamente com a formação cidadã. Nas palavras de Veiga (1998, p. 34), a construção do projeto político pedagógico requer continuidade das ações, descentralização, democratização do processo

de tomada de decisões e instalação de um processo coletivo de avaliação de cunho emancipatório. “Neste sentido é que se deve considerar o projeto político-pedagógico como um processo permanente de reflexão e discussão dos problemas da escola, na busca de alternativas viáveis à efetivação de sua intencionalidade” (p.12).

Segundo as Notas Estatísticas do Censo da Educação Superior, foi observado um aumento de 62,5% nas matrículas em cursos de Licenciatura do Brasil no período entre 2003 e 2014 (INEP, 2014). Ressalta-se então a necessidade de estudos “mais aprofundados sobre os processos formativos e os agentes desse processo”, uma vez que o cenário de formação de professores no país apresenta diversas modalidades e condições distintas (André *et al.*, 2010, p.124).

Considerando o cenário exposto, o presente artigo traz uma análise dos projetos pedagógicos de três cursos de Licenciatura em Química do Estado do Rio de Janeiro, visando à identificação de semelhanças entre as estruturas organizacionais propostas nos

documentos, bem como algumas de suas potencialidades e fragilidades no que concerne a formação do docente em química.

Definições e estratégias para estudo e análise

O presente trabalho foi realizado ao longo dos anos de 2014 e 2015. Inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico acerca das leis federais e diretrizes oficiais que orientam a construção dos cursos de Licenciatura em Química em âmbitos nacionais, como, por exemplo, as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica (Brasil, 2004).

Em seguida, optou-se por realizar uma análise comparativa dos projetos pedagógicos dos cursos de Licenciatura em Química de três instituições de ensino superior do Estado do Rio de Janeiro. Utilizou-se como critério de seleção a proximidade física das instituições aos pesquisadores e o caráter das instituições, sendo uma universidade particular (UP), uma universidade federal (UF) e um instituto federal (IF).

Para obtenção dos referidos documentos, as páginas *web* das três instituições de ensino escolhidas foram consultadas. Em uma delas o documento não se encontrava disponível, e o material foi obtido com o coordenador do respectivo curso.

Tomando como base as concepções de Chizzoti (2005) para abordagens qualitativas, realizou-se uma análise comparativa do conteúdo dos documentos, seguindo as concepções de Moraes (1999) e estabelecendo as seguintes etapas: 1-Leitura preliminar; 2- Identificação de elementos de análise; 3- Unitarização do conteúdo identificado; 4- Categorização nas seguintes unidades: 4.1- Perfis dos cursos; 4.2- Carga horária obrigatória e disciplinas curriculares;

O projeto pedagógico deve ser compreendido em sua dimensão política, já que deve partir de uma reflexão do cotidiano, um compromisso definido coletivamente com a formação cidadã.

4.3- Núcleo Docente Estruturante; 4.4- Estrutura geral dos documentos; 4.5- Objetivos dos cursos e perfis dos profissionais formados; 5- Descrição dos dados analisados no Projeto Pedagógico do Curso (PPC) de cada instituição individualmente e comparativamente; e 6- Interpretação dos resultados, relacionando-os com os autores que discutem os objetivos ideais e o contexto atual da formação em cursos de Licenciatura em Química em âmbitos gerais.

Uma visão através do estudo dos espaços distintos

• PERFIS DOS CURSOS

A trajetória de implantação dos cursos de Licenciatura em Química nas três instituições analisadas permitiu a observação de que estes foram criados a partir de contextos e demandas políticas diferentes, existindo convergências e incentivos na oferta dos cursos no que se refere à influência de políticas governamentais. Diferentemente da instituição particular, em ambas as instituições públicas a trajetória de implantação dos cursos aparece tanto como uma forma de adequar-se à necessidade de destinar determinado número de vagas da instituição para formação docente, quanto como uma possibilidade de contratação de novos professores, contemplada pela Lei nº 8.539 em dezembro de 1992 (Brasil, 1992).

Na universidade particular, a Licenciatura em Química surgiu a partir do desmembramento do curso que formava professores de Ciências com habilitações em Química, Física e Matemática.

Uma das instituições públicas relata em seu documento que, embora o curso tenha iniciado há muito tempo, somente em 1993, com a mudança para o turno da noite, houve um aumento no número de inscritos e formados no curso. Ressalta-se aqui o fato de que esta nova configuração pode ter permitido o maior ingresso no curso de alunos trabalhadores, que não eram contemplados anteriormente devido ao horário diurno.

Já no outro estabelecimento de ensino público, o Instituto Federal, é possível observar que a implantação da Licenciatura em Química numa instituição de caráter técnico se deu motivada pela necessidade de atender às demandas de profissionais para atuação na Educação Básica. Entretanto, destaca-se que a identidade do curso superior, segundo os dados obtidos nessa pesquisa, ainda se encontra muito atrelada ao ensino técnico.

No âmbito do perfil do curso, identificam-se nas três instituições diferenças na carga horária total e quantidade de matrículas por semestre (Tabela 1), sendo que o estabelecimento de ensino particular possui a menor quantidade de horas, e matricula, por semestre, o mesmo número de alunos que as duas instituições públicas somadas.

Tabela 1: Carga horária total do curso e matrículas por semestre

Caráter da instituição	Carga horária	Matrículas por semestre
Universidade Federal (UF)	3450 h	40
Instituto Federal (IF)	3254 h	40
Universidade Particular (UP)	2840 h	80

• CARGA HORÁRIA OBRIGATÓRIA E DISCIPLINAS CURRICULARES

De acordo com a legislação para a formação de professores de química, parecer CNE/FP 028/2001 (Brasil, 2001), é obrigatório que o planejamento pedagógico dos cursos compreenda um total mínimo de 2800 horas e que esta carga horária não seja realizada num tempo inferior a 3 anos de formação. O documento ainda estabelece as seguintes diretrizes:

- 1800 horas de atividades de ensino e aprendizagem;
- 200 horas para outras atividades acadêmico-científico-culturais;
- 400 horas de prática como componente curricular; e
- 400 horas de estágio supervisionado como componente curricular.

Ressalta-se que, como “prática”, compreendem-se atividades realizadas pelos alunos no âmbito de ensino e que devem ocorrer do início da formação docente até o final do processo. A prática deve contribuir para a formação da identidade do professor, estando articulada com o estágio supervisionado e as atividades de trabalho acadêmico (Brasil, 2001).

Foi observado, a partir do projeto pedagógico das três instituições, que todas se encaixam nos requisitos estabelecidos pelo

parecer acima descrito.

O Parecer CNE/CES 197/2004 de 07/07/2004, que esclarece o art. 11 da Resolução CNE/CP 1/2002 a respeito das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica em nível superior, estabelece que um quinto da carga horária total do curso de Licenciatura em Química, de graduação plena, deve ser destinado “à formação da competência pedagógica e seus fundamentos teóricos, excetuando-se a prática de ensino e estágio supervisionado” (Brasil, 2004, p.2).

Foi observada a presença de disciplinas pedagógicas na estrutura organizacional das três instituições, contemplando a carga horária estipulada pelo parecer CNE/CES 197/2004 (Brasil, 2004). Entretanto, ao realizar uma análise mais geral dos componentes curriculares de caráter pedagógico presentes nas ementas dos três cursos, notou-se que a maior parte da grade curricular da UP era composta por componentes

A trajetória de implantação dos cursos de Licenciatura em Química nas três instituições analisadas permitiu a observação de que estes foram criados a partir de contextos e demandas políticas diferentes, existindo convergências e incentivos na oferta dos cursos no que se refere à influência de políticas governamentais.

curriculares que envolvem prática de laboratório relacionada à atividade docente para o ensino médio. As ementas propostas para essas componentes curriculares eram similares à seguinte, referente à disciplina de Química Geral I:

“Prática docente, ministrada pelos alunos em sala de aula, sobre conceitos e experimentos de Química Geral do programa de ensino médio. Aferição de medidas de temperatura, volume, pressão e massa; utilização de vidrarias e equipamentos de uso geral em laboratório de química; desenvolvimento e execução de práticas gerais de química e método científico, com orientação especial voltada para ensino prático desta disciplina em laboratório”. (Projeto Político Pedagógico – UP, grifo nosso).

Dessa forma, considerando as limitações dos currículos salientadas por Schnetzler (2002), questiona-se aqui se tem sido possível promover nessas disciplinas o diálogo entre as unidades curriculares teóricas e práticas correspondentes, bem como desenvolver um ensino direcionado à construção do conhecimento e à participação ativa do aluno na elaboração de práticas a serem utilizadas em sala de aula. Destaca-se ainda, na perspectiva pedagógica, que a presença praticamente exclusiva de disciplinas que envolvem o desenvolvimento de estratégias pedagógicas vinculadas diretamente à experimentação pode marginalizar ou até mesmo excluir do processo outras possibilidades metodológicas que deveriam também ser trabalhadas, como, por exemplo, o uso de tecnologias de informação e comunicação e atividades lúdicas.

Nas duas instituições públicas há, no conteúdo programático da Licenciatura em Química, disciplinas que descrevem em seu ementário a articulação do conteúdo químico com a formação docente ao longo do curso, como mostram os seguintes excertos:

“(…) permitir aos licenciandos tomar contacto e conhecer os processos de mediação entre o conhecimento acadêmico e escolar em Química.” (Descrição na ementa de uma disciplina da UF).

“Analisar os principais aspectos da prática docente nas aulas de Ciências/Química, discutindo sobre os temas desenvolvidos nas aulas de Química no Ensino Médio e planejando atividades didáticas que possam ser aplicadas no Ensino de Química.” (Descrição dos objetivos na ementa de uma disciplina do IF).

Ao longo do desenvolvimento dessas unidades curriculares, pretende-se que ocorra a análise da prática docente,

discussão de temas e metodologias científicas, avaliação e planejamento de atividades voltadas para o Ensino de Química no Ensino Médio, dentro de uma perspectiva crítica de educação.

Analisando a carga horária dos cursos de Licenciatura em Química em cada uma das instituições, foi observado que o curso da UP foi o único a cumprir estritamente o estipulado por lei, o que pode justificar assim a pequena carga horária de disciplinas de cunho didático-pedagógico quando comparado ao proposto pelas duas outras instituições, que dedicam maior tempo a tais eixos formativos.

Ao longo do projeto das três instituições é mencionada a organização curricular, contendo tanto as justificativas para a adoção de suas estruturas como as unidades ofertadas pelo curso e suas respectivas descrições.

A UF afirma adotar uma matriz curricular que visa a integração de conteúdos, o trabalho cooperativo entre docentes, as abordagens multidisciplinares de situações de vivência na carreira profissional e a aplicação de metodologias diversificadas. Seu PP salienta que o currículo proposto reduz a quantidade de disciplinas isoladas e busca uma harmonia entre teoria, prática e a realidade da sociedade. Dessa forma, pretende contribuir para uma

ampliação da visão a respeito da importância e aplicabilidade do conteúdo químico por parte do licenciando.

A justificativa para implementação da estrutura curricular apresentada em tal documento é pautada pela existência de disciplinas pedagógicas ao lado das disciplinas de conteúdo específico desde o momento inicial do curso. Além disso, o PP afirma buscar o desenvolvimento de uma postura multidisciplinar pelo futuro professor, por meio da inserção de disciplinas obrigatórias de caráter inovador que, por exemplo, trabalham com a produção e avaliação de materiais didáticos, o desenvolvimento de atividades com recursos de informática e a experimentação a partir da observação cotidiana. Complementa ainda que, durante o curso, são dadas condições aos alunos para participarem de eventos na área de Química e Ensino de Química.

Já o IF traz em seu projeto a proposta de desenvolvimento da capacidade investigativa na área das ciências naturais, estabelecendo relações entre conteúdos e contextos, utilizando metodologias que promovam a relação entre vivência e prática profissional e promovendo a criação de práticas pedagógicas inovadoras que venham a refletir na aplicação de metodologias de ensino. Dessa forma, o curso se propõe a estabelecer uma matriz curricular na qual a prática profissional esteja presente desde as unidades iniciais.

Ao verificar as ementas e estruturas curriculares dos três cursos, observa-se que somente nas instituições públicas são oferecidas disciplinas optativas, o que representa uma

De forma geral, ao realizar a análise da carga horária dos cursos de Licenciatura em Química em cada uma das instituições, foi observado que o curso da UP foi o único a cumprir estritamente o estipulado por lei, o que pode justificar assim a pequena carga horária de disciplinas de cunho didático-pedagógico quando comparado ao proposto pelas duas outras instituições, que dedicam maior tempo a tais eixos formativos.

liberdade ao estudante para complementar sua formação de acordo com os assuntos que mais lhes atraem, tanto da área específica quanto pedagógica.

Nesse contexto de análise, questiona-se ainda a proposta da UP de promover tanto a integração de conteúdos, como uma formação completa do aluno, tendo em vista que até o quarto período não há inserção de disciplinas pedagógicas, além das descritas como prática de laboratório na matriz curricular do curso, e tendo todo o conteúdo teórico-pedagógico compreendido somente em duas disciplinas nos dois últimos períodos do curso. Discute-se então se realmente é possível realizar uma formação comprometida do futuro professor só havendo diálogo com teorias e fundamentos pedagógicos no final do curso desta instituição. Reitera-se, portanto, a necessidade destacada por Lopes (1998), de os cursos de formação docente distanciarem-se da supervalorização do conhecimento científico isolado, que marginaliza a compreensão da sua construção e relação social.

- **NÚCLEO DOCENTE ESTRUTURANTE**

De acordo com a portaria nº 147, de 2 de fevereiro de 2007, o termo Núcleo Docente Estruturante (NDE) foi criado pelo Ministério de Educação. Segundo o parecer nº4, emitido pela Comissão Nacional de Avaliação da Educação Superior (CONAES) em 17 de junho de 2010, o NDE deve ser composto por ao menos cinco docentes, que serão responsáveis pela formulação do Projeto Pedagógico do Curso, sua implementação, avaliação contínua, acompanhamento e desenvolvimento, com vista a sua consolidação (Brasil, 2010). O parecer ressalta ainda a necessidade de que o tempo mínimo de permanência no grupo seja de três anos, e que sejam feitas renovações parciais.

Ao analisar os PPs, foi observado que a UF não apresenta informações a este respeito, não deixando claro se este realmente existe e nem mesmo quem foi o responsável pela elaboração do documento. Pergunta-se então se a falta de um espaço no documento reservado à caracterização do NDE não compromete a percepção tanto do contexto no qual as diretrizes do curso foram pensadas, como a definição dos docentes que provavelmente foram responsáveis pela elaboração do Projeto Pedagógico do Curso (PPC) em questão.

Nas duas instituições que apresentaram o Projeto Pedagógico do Curso mais completo, foram observadas informações sobre o Núcleo Docente Estruturante, no âmbito de sua composição e responsabilidades. No IF, o grupo possui composição multidisciplinar e proporcional aos componentes curriculares do curso, com quatro docentes representantes da química, um da matemática, um de ciências ambientais/biologia e dois da área pedagógica.

Na UP, o grupo é presidido pelo coordenador do curso e, além disso, conta com seis docentes da química e um da física, com tempo médio de permanência de dez anos.

Nesse contexto, questiona-se o perfil do grupo responsável por elaborar o projeto do curso de formação de professores de química na instituição. Ainda que a portaria que instituiu o NDE não tenha estabelecido como obrigatória a presença de profissionais com formação pedagógica na composição do grupo, questiona-se se a formação específica de todos os profissionais participantes não limita a visão pedagógica necessária para o documento que estabelece as diretrizes para um curso de licenciatura.

Destaca-se então o problema de quando os currículos são pensados dentro do princípio técnico de que saber química é o mesmo que saber ensinar química (Maldaner, 2006). Concordando com Pimenta e Anastasiou (2012), ressalta-se que o ato de ensinar é um processo coletivo e, portanto, o fazer pedagógico deve estar em consonância com os objetivos do curso, sendo dialogado e pensado coletivamente, visando à superação da dicotomia curricular.

Além disso, reflete-se se o tempo médio de permanência dos docentes no NDE da instituição particular não seria muito longo, prejudicando a renovação de concepções e análises dos documentos que norteiam o curso.

- **ESTRUTURA GERAL DOS DOCUMENTOS**

Ao analisar de forma geral os três PPCs, notou-se que os documentos do IF e da UP demonstraram ser muito mais completos e detalhados, apresentando inclusive informações e competências a serem desenvolvidas pela coordenação do curso. Todos apresentavam os seguintes itens: trajetória e perfil do curso, objetivos, estrutura docente, competências e habilidades a serem desenvolvidas, estrutura e organização curricular.

Os dois documentos mais completos apresentam informações sobre os respectivos colegiados dos cursos, e mencionam a importância de suas reuniões para o acompanhamento dos indicadores acadêmicos e integração das atividades desenvolvidas, buscando atingir os objetivos propostos pelos cursos.

Um ponto que merece destaque na estrutura do curso da UP é a presença de um mesmo docente na coordenação por mais de quinze anos. Diante disso, questiona-se se tal fator pode vir a contribuir para cristalizações de concepções, falta de alternância de perspectivas e prejuízo nas avaliações sistemáticas, uma vez que o longo período pode gerar acomodações tanto por parte da coordenação, quanto por aqueles que compõem o curso.

- **OBJETIVOS DO CURSO E PERFIS DOS PROFISSIONAIS FORMADOS**

No âmbito dos objetivos estabelecidos para o curso de Licenciatura em Química foi observado que, nos três projetos pedagógicos, há o propósito da formação de um profissional ético e comprometido para atuação no ensino básico de Química, capaz de exercer plenamente sua

Ao analisar de forma geral os três PPCs, notou-se que os documentos do IF e da UP demonstraram ser muito mais completos e detalhados, apresentando inclusive informações e competências a serem desenvolvidas pela coordenação do curso.

cidadania, conforme as concepções de Ghelli (2004). Tanto a UF quanto o IF mencionam ainda suas preocupações em contribuir com um profissional competente para atuação junto à região em que os cursos estão inseridos, visando uma melhoria na educação.

A UF salienta sua função na formação de alunos que participem do processo de ensino-aprendizagem através da reconstrução e produção contínua de seu conhecimento. Além disso, diz se comprometer com a formação de profissionais capazes de compreender amplamente a ciência, de forma a promover o desenvolvimento social, cultural, econômico e ambiental, bem como modificar o espaço em que atuam.

Deixando claro seu papel na formação de um professor para atuar no Ensino Médio, os objetivos do curso no IF tratam da preparação do licenciando para a construção de sua metodologia referente ao processo de ensino-aprendizagem, propondo-se a formar um docente que possua um conhecimento sólido e amplo dos conteúdos e campos de atuação da Química. Além disso, espera-se que o formado tenha consciência de sua relevância no exercício da cidadania e que, por meio da compreensão da situação educacional atual, proponha alternativas para a modernização e melhoria do aprendizado.

Já a UF salienta que o aluno constrói sua práxis educativa a partir de metodologias capazes de relacionar a vivência com a prática profissional, ressaltando a responsabilidade de todos os docentes como mediadores nesse processo. Além disso, tendo como foco a formação do professor, o curso visa o desenvolvimento de sujeitos éticos, reflexivos, críticos e competentes, privilegiando a compreensão de teorias que ultrapassam os conhecimentos específicos da química, buscando diminuir a fragilidade e simplicidade de sua formação e proporcionando a disseminação da ciência.

A respeito dos textos destacados e em consonância com Veiga (1998) cabe ressaltar que para que a construção e a aplicação prática do projeto político-pedagógico seja possível é necessário propiciar aos docentes do curso situações que lhes permitam aprender a pensar e a realizar o fazer pedagógico de forma coerente. Mais ainda, fazê-los entender seu papel de professores que formam outros professores e a relação destes com o contexto social mais amplo.

Considerações finais

Neste artigo, buscou-se salientar as principais semelhanças e distinções de três cursos de Licenciatura em Química ofertados numa mesma região, o Estado do Rio de Janeiro. Diante dos dados aqui expostos, foi possível observar a necessidade de compreender os objetivos e diretrizes propostas nos documentos oficiais dos cursos, como uma forma de

melhor entender o papel que o Ensino Superior deve ter junto à sociedade, e o quanto os cursos oferecidos se aproximam ou distanciam do ideal, tendo em vista sua potencialidade como lócus de formação de novos profissionais para educação.

Ressalta-se que o cenário encontrado nos documentos analisados prioriza práticas que envolvem a experimentação e a formação química do docente, marginalizando o que deveria ser o foco principal, a docência. Ainda nesse contexto, é observado que não há um currículo nas instituições de ensino superior que direcione claramente para que o perfil e as competências a serem desenvolvidas pelo professor formador estejam de acordo com o sujeito que se propõem formar.

A partir do perfil de formação docente pretendido nos documentos, é possível identificar semelhanças entre os objetivos das instituições. Entretanto, ao analisar a estrutura organizacional de alguns dos cursos, observa-se a carência de um compromisso formativo maior em consonância com seus objetivos.

Reafirma-se então que o ensino superior deve perder seu caráter introspectivo, fundado e baseado em si mesmo, e considerar as questões sociais, a relação com a Educação Básica e o compromisso ético-político como ponto de partida, reflexão e chegada das práticas orientadas

pelos documentos oficiais dos cursos e vivências estabelecidas pelos profissionais que atuam e são formados dentro desse universo.

Ao longo da escolarização devem ser promovidas iniciativas que auxiliem os alunos na compreensão e busca de fontes externas ao ambiente pedagógico, que promovam a ampliação de seus conhecimentos, ou seja, que contribuam para seu ganho cognitivo. Quando dissociada de seu contexto, a instituição de ensino compromete a formação de profissionais que dialoguem seus conhecimentos químicos com os aspectos e anseios da sociedade.

Ressalta-se que o cenário encontrado nos documentos analisados prioriza práticas que envolvem a experimentação e a formação química do docente, marginalizando o que deveria ser o foco principal, a docência. Ainda nesse contexto, é observado que não há um currículo nas instituições de ensino superior que direcione claramente para que o perfil e as competências a serem desenvolvidas pelo professor formador estejam de acordo com o sujeito que se propõem formar.

Stephany Petronilha Heidelmann (stephanypheidelmann@gmail.com.br) é licenciada em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ) e mestre em Ensino de Química na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Rio de Janeiro, RJ - Brasil. **Gabriela Salomão Alves Pinho** (gabriela.pinho@ifrj.edu.br) é graduada em Psicologia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), mestre em Psicologia Social pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro e doutora em Psicologia Clínica pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUCRJ). Professora efetiva, pesquisadora e extensionista do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. Duque de Caxias, RJ - BR. **Maria Celiana Pinheiro Lima** (maria.pinheiro@ifrj.edu.br) é licenciada em Química pela Universidade Federal do Ceará (UFC), mestre em Química Inorgânica pela Universidade Federal do Ceará (UFC) e doutora em Ciência e Tecnologia de Polímeros pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Professora efetiva, pesquisadora e extensionista do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. Duque de Caxias, RJ - BR.

Referências

ANDRÉ, M. *et al.* O trabalho docente do professor formador no contexto atual das reformas e das mudanças no mundo contemporâneo. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, Brasília, v. 91, n. 227, p. 122-143, jan./abr. 2010.

ARROYO, M. Quem de-forma o profissional do ensino? *Revista AEC*, ano 14, n.º 58, out/dez. 1985.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Superior. Parecer CNE/CSE nº 028/2001 de 02 de Outubro de 2001. Dá nova redação ao Parecer CNE/CP 21/2001, que estabelece a duração e a carga horária dos cursos de Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/028.pdf>>. Acesso 02 set. 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Superior. Parecer CNE/CSE nº 197/2004 de 07 de Julho de 2004. Consulta, tendo em vista o art. 11 da Resolução CNE/CP 1/2002, referente às Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/pces197_04.pdf>. Acesso 02 set. 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. Comissão Nacional de Avaliação da Educação Superior - CONAES. Parecer CONAES nº 04 de 17 de junho de 2010. Núcleo Docente Estruturante. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 27 de julho de 2010. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=6884&Itemid=>>. Acesso: 02 set. 2014.

BRASIL. Lei nº 8.539, de 22 de dezembro de 1992. Autoriza o Poder Executivo a criar cursos noturnos em todas as instituições de ensino superior vinculadas à União. Disponível em: <<http://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/127727/lei-8539-92>>. Acesso: 02 set. 2014.

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

CHIZZOTTI, A. *Pesquisa em Ciências humanas e sociais*. São Paulo: Cortez, 5ª. ed. 2005.

FREIRE, P. *Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à*

prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2011.

GATTI, Bernardete A. (Coord.); BARRETTO, Elba Siqueira de Sá. *Professores do Brasil: impasses e desafios*. Brasília: Unesco, 2009.

GHELLI, G. M. A construção do saber no ensino superior. *Cadernos da FUCAMP*, v.3, n.3, 2004.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. Censo da Educação Superior 2014 – Notas Estatísticas. 2014. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_superior/censo_superior/documentos/2015/notas_sobre_o_censo_da_educacao_superior_2014.pdf>. Acesso: 19 jun. 2016.

LOPES, A. R. C. Ensino de química e conhecimento cotidiano. 1998. Disponível em: <<http://files.cca-usp.net.br/200000895-af41eb03dd/2015-MEQ1-AULA%2005%20-TEXTO01-ENSINO%20DE%20QUIMICA%20E%20CONHECIMENTO%20COTIDIANO.pdf>>. Acesso: 19 jun. 2016.

LOPES, A. C. Discursos curriculares na disciplina escolar química. *Ciência & Educação*, Bauru, v.11, n.2, p. 263-278, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v11n2/08.pdf>>. Acesso em: 18 jun. 2016.

MALDANER, O. A. *A formação inicial e continuada de professores de química: professores/pesquisadores*. 3.ed. Ijuí: Unijuí, 2006. 424 p.

MORAES, R. Análise de conteúdo. *Revista Educação*, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

NÓVOA, A. (Coord.) *Os professores e sua formação*. 3ª. Ed. Lisboa: Dom Quixote, 1997.

PIMENTA, S. G.; ANASTASIOU, L. das G. C. *Docência no Ensino Superior*. São Paulo: Cortez, 4ª ed., 2010.

ROSA, M. I. P.; CARRERI, A. V.; RAMOS, T. A. Formação de Professores de Química na Perspectiva da Cultura: reflexões sobre a noção de identidade profissional. In: ROSA, M. I. P.; ROSSI, A. V. *Educação química no Brasil: Memórias, políticas e tendências*. São Paulo: Átomo, 2008, cap. 7, p. 145-160.

SCHNETZLER, R. P. A Pesquisa em Ensino de Química no Brasil: Conquistas e Perspectivas. *Química Nova*, v. 25, supl. 1, p. 14-24, 2002.

TARDIF, M. *et al.* *O trabalho docente*. São Paulo: Vozes, 2005.

VEIGA, Ilma Passos da. Projeto político-pedagógico da escola: uma construção coletiva. In: VEIGA, Ilma Passos da (org.). *Projeto político-pedagógico da escola: uma construção possível*. Campinas: Papyrus, 1998, p. 11-35.

Abstract: *The ups and downs of teacher training: an analysis of educational projects of degree courses in chemistry in Rio de Janeiro.* This paper considers the pedagogical project in higher education as a document elaborated by educational institutions not only to describe the objectives and the pedagogical and structural organization of the course, but also as a carrier of the meaning attached to the training the institutions intend to offer. The structure proposed by the curricular guidelines influences on the type of education received by teachers and reflects on school chemistry classes. Further study on curricular guidelines is necessary for understanding the formative realities which permeate the process of construction of the future teachers' identities. This paper presents an analysis on the pedagogical projects of one private and two public institutions from the State of Rio de Janeiro. It was observed that a greater commitment with the courses objectives is needed, for they prioritize research and experimentation, which are practices associated with professional chemists and his performances in laboratories, marginalizing what should be the main focus of the training of teachers: the teaching.

Keywords: Pedagogical Political Project. Chemistry Degree. Teachers training.

Educação ambiental no Ensino de Química: Reciclagem de caixas Tetra Pak® na construção de uma tabela periódica interativa

Aline C. J. S. Wuilida, Camila A. Oliveira, Jéssica S. Vicente, Antonio C. O. Guerra e Joaquim F. M. Silva

O presente trabalho foi realizado por bolsistas do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) com alunos de Ensino Médio modalidade Normal (formação de professores), objetivando o desenvolvimento da temática ambiental durante o estudo da tabela periódica. A atividade consistiu na construção de uma tabela periódica interativa a partir da reciclagem de embalagens Tetra Pak®, de forma a promover a conscientização social para preservação do meio ambiente. O projeto permitiu abordar em sala de aula a problematização dos impactos ambientais e o incentivo a atitudes sustentáveis, auxiliando na formação da cidadania. Além disso, possibilitou a interação entre a química e o cotidiano dos alunos, facilitando o aprendizado da tabela periódica, bem como a organização dos elementos químicos e suas propriedades periódicas, já que os próprios alunos são os responsáveis pela sua confecção.

► educação ambiental, tabela periódica, reciclagem, cidadania ◀

Recebido em 22/10/2015, aceito em 23/09/2016

A questão ambiental é tema de grande preocupação de ambientalistas, sociedades e governos, devido aos sérios problemas ambientais associados às atividades industriais, agrícolas e urbanas, dentre os quais pode-se citar a poluição da água e da atmosfera, o desaparecimento de espécies da fauna e flora, a contaminação e desgaste do solo e as mudanças climáticas (Consumo Sustentável, 2005).

O desenvolvimento sustentável surge como solução para minimizar esses impactos, que são resultado de um processo histórico socialmente construído que vem levando à destruição crescente do meio ambiente. Nesse sentido, a sustentabilidade¹ remete a um processo de aprendizagem social que requer mudanças no comportamento e atitudes do ser humano diante das questões ambientais (Jacobi, 2003).

A Educação Ambiental (EA) mostra-se como uma alternativa para promover mudanças de atitudes na relação da sociedade com a natureza, possibilitando um processo educativo que esteja voltado para formação de sujeitos críticos que busquem a preservação da vida do planeta e melhores condições sociais para a existência humana.

O ambiente natural está sofrendo com a exploração excessiva dos recursos naturais, comprometendo sua disponibilidade para as futuras gerações. Com isso, fica evidente a necessidade de conscientização ambiental e social mediante as formas atuais de consumo e a adoção de atitudes que

minimizem os impactos ambientais. Para que isso ocorra, é de extrema importância uma educação que contribua para formação de uma sociedade crítica e consciente de seus deveres e responsabilidades com o meio ambiente (Canesin *et al.*, 2010).

A Educação Ambiental (EA) mostra-se como uma alternativa para promover mudanças de atitudes na relação da sociedade com a natureza, possibilitando um processo educativo que esteja voltado para formação de sujeitos críticos que busquem a preservação da vida do planeta e melhores condições sociais para a existência humana. Segundo Dias (2002), a EA estimula o exercício pleno da cidadania e resgata o surgimento de novos valores que tornem a sociedade mais justa e sustentável.

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

Educação Ambiental no Brasil

A educação voltada para as questões ambientais surge no Brasil como uma alternativa para a conscientização socioambiental, sendo institucionalizada pela lei nº 9.795 de 27 de abril de 1999 e regulamentada pelo Decreto nº 4.281, de 25 de junho de 2002. O Congresso Nacional aprovou a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), sendo a EA definida como:

[...] os processos por meio dos quais os indivíduos e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (Brasil, 1999).

Assim, a Educação Ambiental passou a ser um componente essencial e permanente da educação nacional, em todos os níveis e modalidades de educação e ensino (formal e não formal), objetivando a conscientização pública para a conservação do meio ambiente.

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental (PCNEF) a EA é abordada como tema transversal em todo o currículo desse nível de ensino, sendo considerada de extrema importância à inclusão da temática ambiental em torno das práticas educacionais devido à urgência que os problemas ambientais acarretam para a sociedade.

[...] a principal função do trabalho com o tema Meio Ambiente é contribuir para a formação de cidadãos conscientes, aptos para decidir e atuarem na realidade socioambiental de um modo comprometido com a vida, com o bem-estar de cada um e da sociedade, local e global (Brasil, 1997).

Somente em 2012, pela aprovação da resolução nº 02, de 15 de junho, pelo Conselho Nacional de Educação (CNE), foram estabelecidas as Diretrizes Curriculares Nacionais para a EA, mediante sua importância para formação de uma sociedade consciente em relação às questões ambientais:

O reconhecimento do papel transformador e emancipatório da Educação Ambiental torna-se cada vez mais visível diante do atual contexto nacional e mundial em que a preocupação com as mudanças climáticas, a degradação da natureza, a redução da biodiversidade, os riscos socioambientais locais e globais, as necessidades planetárias evidencia-se na prática social (Brasil, 2012).

Moraes e Mancuso (2004), Loureiro (2004) e Santos e Schnetzler (2003) destacam a abordagem da temática ambiental nas escolas como uma forma de contextualizar o ensino. Estes autores propõem a elaboração de currículos ambientalizados, planejados através da problemática ambiental em que determinado ambiente escolar está inserido, de modo a possibilitar aproximação com o cotidiano dos alunos e permitir o desenvolvimento de atitudes responsáveis relacionadas ao meio ambiente, tais como: economizar água e luz, reciclar e reutilizar materiais e embalagens, preservar a biodiversidade, utilizar transporte público ou bicicleta, comprar produtos cujas embalagens são reutilizáveis e/ou recicláveis, reutilizar água da chuva, dar preferência aos produtos que não danificam o meio ambiente em seu processo de elaboração, entre outras.

Alguns autores como Torres (2010), Lorenzetti (2008) e Carvalho (2004) relatam a importância da inserção da EA no ambiente escolar como uma prática que possibilita a formação de cidadãos críticos e transformadores de seu meio social em relação às questões ambientais. Nesse contexto, os autores afirmam a importância que a escola tem na construção de um pensamento que vise à conscientização ambiental.

Educação Ambiental no Ensino de Química

O desenvolvimento da Educação Ambiental nas escolas é de extrema importância para a transformação do quadro crescente de degradação ambiental e do uso excessivo dos recursos naturais. O Ensino de Química pode contribuir para essa abordagem crítica, sendo o conhecimento químico importante para a compreensão do meio ambiente e das suas transformações (Santos e Schnetzler, 2003).

Santa Maria *et al.* (2002, p. 19) descrevem a importância do Ensino de Química para formação de cidadãos que não apenas se limitem a conhecer os conceitos químicos, mas que também tenham a capacidade de entender a sociedade em que estão inseridos,

possibilitando um olhar crítico diante das situações do seu cotidiano e das questões ambientais:

A partir de um bom aprendizado de química, o aluno pode tornar-se um cidadão com melhores condições de analisar mais criticamente situações do cotidiano. Pode, por exemplo, colaborar em campanhas de preservação do meio ambiente, solicitar equipamentos de proteção em sua área de trabalho, evitar exposições a agentes tóxicos. Pode, portanto, ser um cidadão capaz de interagir de forma mais consciente com o mundo.

Nesse mesmo sentido, Santos e Schnetzler (2003)

destacam a relevância da contextualização do ensino que busca o preparo para o exercício consciente da cidadania, no qual o ensino não seja baseado apenas em conhecimentos químicos, sendo necessária a inclusão de temas sociais no currículo escolar. Já Santos e Mortimer (2001, p. 103) reforçam que a organização do currículo escolar para o ensino de ciências a partir de temas que apresentam relevância social e ambiental é essencial para o desenvolvimento de habilidades para a formação da cidadania, além de estimular o posicionamento crítico e a capacidade de tomada de decisões frente às questões socioambientais:

É a partir da discussão de temas reais e da tentativa de delinear soluções para os mesmos que os alunos se envolvem de forma significativa e assumem um compromisso social. Isso melhora a compreensão dos aspectos políticos, econômicos, sociais e éticos. Além disso, é dessa forma que os estudantes aprendem a usar conhecimentos científicos no mundo fora da escola.

Canesim *et al.* (2010, p. 51) mencionam que na abordagem de temas ambientais em sala de aula, o docente tem papel importante como mediador da construção de uma postura ética em relação à preservação do meio ambiente e no desenvolvimento da cidadania:

O profissional da Química é um dos principais atores que pode atuar como um mediador da compreensão do meio ambiente e as suas relações com a Química. Atualmente, alguns professores definem temas-chave para que em cima deles possam interagir diversas disciplinas criando uma maior integração entre disciplinas estabelecendo, junto de práticas docentes e do desenvolvimento do trabalho didático-pedagógico, subsídios para a transformação do indivíduo.

Buscando a conscientização ambiental nas salas de aula são encontrados na literatura trabalhos que descrevem metodologias que inserem as questões ambientais no Ensino de Química (Abreu *et al.*, 2008; Leal e Marques, 2008; Lima e Araújo, 2011; Silva e Machado, 2008; Silva, 2007; Canela *et al.*, 2003). Os autores trazem em seus textos propostas de projetos e ações que contribuam para a formação de atitudes sustentáveis, incentivando os alunos a entenderem e preservarem o meio ambiente, através do desenvolvimento de práticas fáceis de serem realizadas, que introduzam o conceito requerido, e utilizem materiais renováveis que não agriam o meio ambiente.

Metodologia

Tendo em vista a importância do desenvolvimento de metodologias que insiram a abordagem contextualizada de problemas ambientais no Ensino de Química, o grupo PIBID que atuou no Instituto de Educação Governador Roberto Silveira, situado no município de Duque de Caxias, focou na organização de uma atividade que pudesse contribuir para a formação de um aluno capaz de se posicionar, julgar e tomar decisões justas em relação a questões que envolvam a química, a sociedade e o meio ambiente, devido à importância do ambiente natural para sobrevivência humana.

Inicialmente nossa motivação para elaboração da atividade partiu de uma iniciativa da coordenação escolar e dos professores, que organizaram na escola a semana do meio ambiente. Essa necessidade de buscar nos alunos a conscientização quanto ao uso adequado dos recursos naturais e a preservação ambiental se originou da realidade

Inicialmente nossa motivação para elaboração da atividade partiu de uma iniciativa da coordenação escolar e dos professores, que organizaram na escola a semana do meio ambiente. Essa necessidade de buscar nos alunos a conscientização quanto ao uso adequado dos recursos naturais e a preservação ambiental se originou da realidade vivenciada no entorno da escola, onde é visível a grande quantidade de lixo descartado nas calçadas e ruas devido à coleta irregular, propiciando o entupimento dos bueiros e acarretando na formação de alagamentos, além da proliferação de diversos transmissores de doenças.

vivenciada no entorno da escola, onde é visível a grande quantidade de lixo descartado nas calçadas e ruas devido à coleta irregular, propiciando o entupimento dos bueiros e acarretando na formação de alagamentos, além da proliferação de diversos transmissores de doenças.

Sendo assim, nos preocupamos em abordar os conceitos químicos de forma contextualizada, contribuindo para um ensino de qualidade através da formação de indivíduos capazes de se posicionarem diante de questões socioambientais, colaborando, assim, para o pleno exercício da cidadania.

Partido dessa premissa, optamos por organizar uma prática baseada na reciclagem de embalagem Tetra Pak®, conhecida como embalagem “longa vida”, muito utilizada para armazenamento de produtos como leites, molhos, sucos e entre outros. Sua utilização permite que o alimento seja mantido nas prateleiras do comércio por longo tempo sem necessitar de refrigeração, sendo uma grande vantagem para o setor alimentício. Entretanto, sua composição apresenta diferentes camadas de materiais (papel, alumínio e plástico), que dificulta sua reciclagem (e-Tec Brasil, 2011).

Nosso grupo PIBID atuou com turmas do 2º ano do Ensino Médio modalidade normal, e para que o tema “reciclagem” pudesse ser abordado dentro do conteúdo de química daquele bimestre, elaboramos uma atividade que auxiliasse no estudo da tabela periódica. A prática desenvolvida teve como objetivo permitir aos alunos a construção de uma tabela periódica interativa a partir da reciclagem de embalagens Tetra Pak® que seriam comumente descartadas no lixo.

Materiais

- Caixas Tetra Pak®,
- Cola universal,
- Pistolas de cola quente e 20 tubos da cola,
- Tecido (TNT) marrom 7,00 m x 1,40 m,
- Folhas de papel *color plus* de várias cores,
- Moldura de madeira de 3,00 m x 1,30 m,
- Velcro branco de 1cm de largura,
- Folhas de papel reciclado de tamanho A4.

A partir das caixas Tetra Pak® foram confeccionadas 112 unidades no formato de quadrado (13 cm x 13 cm), cada unidade representa um elemento químico da tabela periódica. As caixas foram limpas, secas e cortadas, de modo que o fundo da caixa fizesse parte de um dos lados do quadrado, pois esta parte da caixa já possui a lateral unida, possibilitando a abertura das unidades.

As unidades possuem a parte da frente impressa em papel *color plus* (cada família da tabela periódica foi representada

por cores diferentes) e composta pelo símbolo do elemento, nome, número atômico e peso atômico. Já a parte de dentro foi impressa em papel reciclado de tamanho A4 e composta pelas características e aplicações do elemento (Figura 1).

O TNT utilizado como suporte para as unidades foi previamente dobrado ao meio e toda sua borda foi costurada para reforçar e dar firmeza no momento de abrir e fechar as unidades, com isso a comprimento passou para 3,50 m x 1,40 m.

O TNT foi pregado na moldura com auxílio de pregos e martelo, esticando ao máximo para não ficar enrugado. Para finalizar a confecção da tabela periódica, as unidades foram coladas com cola quente (Figura 2).

Resultados e Discussão

O projeto foi realizado com 67 alunos do 2º ano do curso normal, sendo dividido em seis encontros, com duração

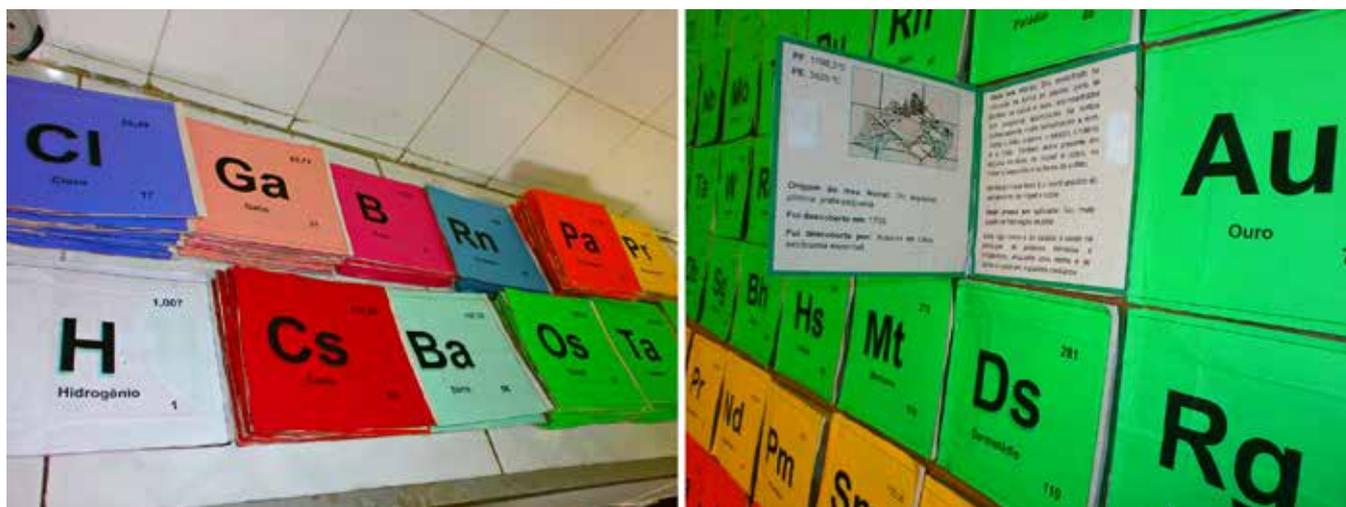


Figura 1: Unidades que representam os elementos químicos da tabela periódica.

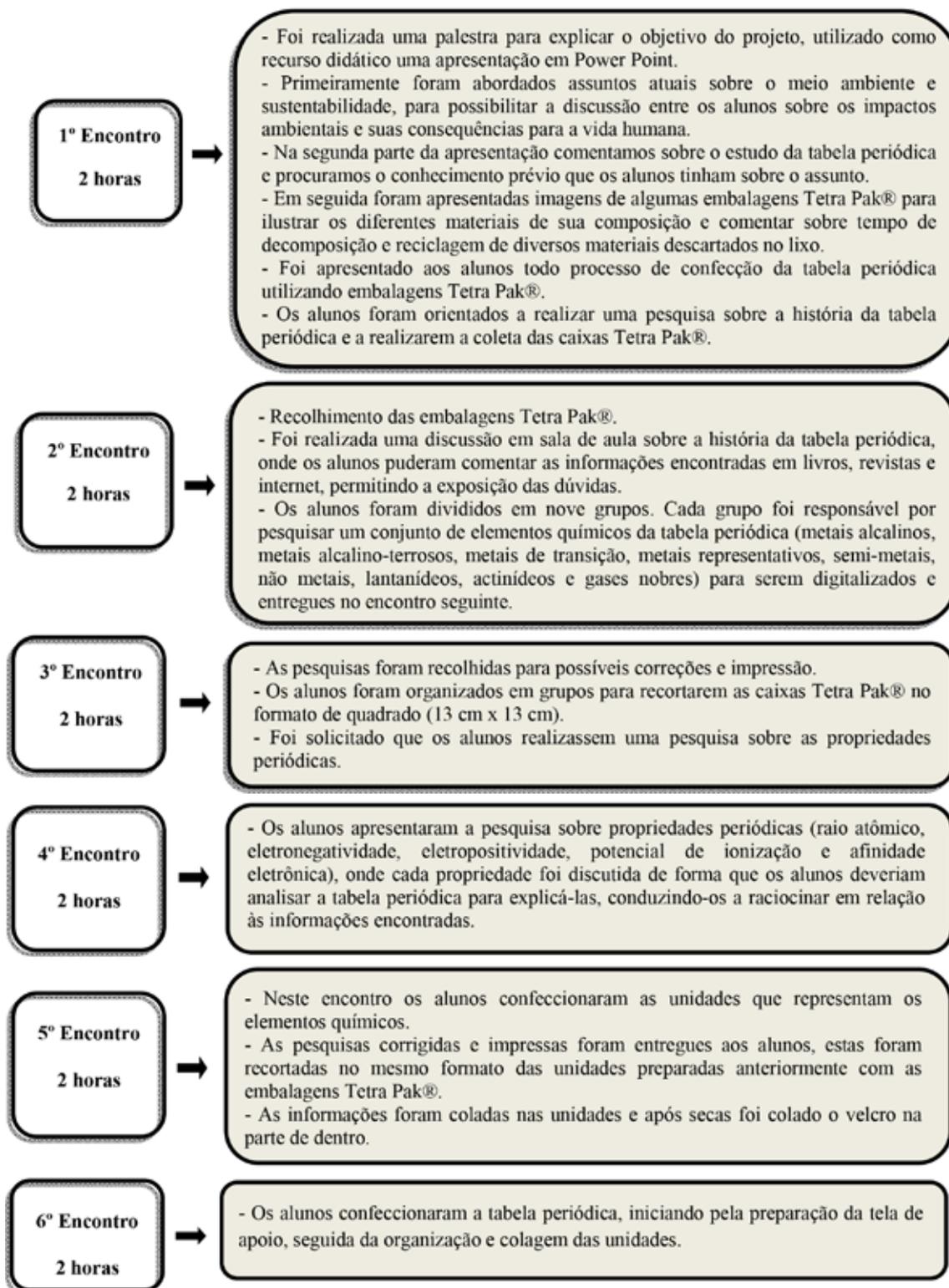


Figura 2: Tabela periódica interativa confeccionada pelos alunos.

total de 12 horas (Ver Esquema 1). No primeiro encontro houve a realização de uma palestra explicando o objetivo da realização do projeto, abordando a problematização de questões ambientais e sociais. Os alunos foram organizados em círculo, possibilitando a dinamização da discussão entre

eles, a socialização do conhecimento e facilitando a exposição de suas críticas, ideias e dúvidas com relação aos temas abordados. Os outros cinco encontros foram organizados para a construção e conhecimento da tabela periódica, coleta das caixas Tetra Pak® e pesquisas bibliográficas.

Atividades realizadas nos encontros



Esquema 1: Esquema das atividades desenvolvidas em cada encontro.

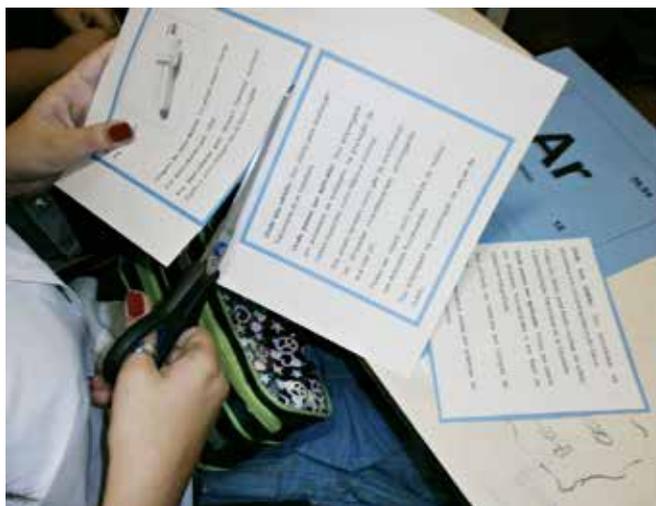


Figura 3: Alunos durante o processo de confecção das unidades.

A tabela periódica foi dividida em nove partes: metais alcalinos, metais alcalinos terrosos, metais de transição, metais representativos, semimetais, não metais, lantanídeos, actinídeos e gases nobres. As turmas foram divididas em grupos contendo cerca de 5 a 10 alunos e cada grupo ficou responsável pela pesquisa bibliográfica de uma das partes da tabela periódica.

A pesquisa deveria conter as seguintes informações: o nome do elemento, origem do nome, número atômico, massa atômica, ano de descoberta, nome do descobridor, ponto de fusão, ponto de ebulição, obtenção e aplicação, além de uma imagem que representasse o elemento químico. Os alunos utilizaram imagens dos elementos químicos em sua forma elementar, ou de materiais e produtos que ilustrassem suas aplicações no cotidiano. Para os elementos que não dispusessem de imagens, por exemplo, os elementos artificiais, foram utilizadas imagens de seus descobridores. Esses dados foram digitados em documento com formato previamente elaborado para que os alunos pudessem anexar todas as informações com a formatação desejada, e em seguida foram impressos e colados adequadamente nos quadrados (Figura 3).

Na última etapa, os alunos organizaram e colaram as unidades que representam os elementos químicos na tela construída com o tecido TNT e moldura de madeira (Figura 4). Na semana seguinte, após o término da construção da tabela periódica, os grupos formados realizaram uma apresentação em sala de aula, onde puderam expor o que aprenderam sobre a tabela periódica, quais elementos acharam mais interessantes, como eles estão presentes no nosso cotidiano, bem como sobre a importância da preservação ambiental para a sobrevivência do homem e de que forma podemos colaborar no dia a dia para ajudar a minimizar o consumo excessivo dos recursos naturais.

A possibilidade de construir uma tabela periódica em sala de aula contribuiu para o aprendizado, já que os alunos geralmente não conseguem entender a organização dos elementos químicos na tabela e as propriedades periódicas (César *et al.*, 2016; Godoi *et al.*, 2010; Trassi *et al.*, 2001; Eichler e



Figura 4: Organização das unidades que compõe a tabela periódica.

Pino, 2000). A construção da tabela periódica representa uma alternativa para facilitar seu aprendizado, já que os próprios alunos são os responsáveis pela sua organização.

Durante os encontros, os alunos foram induzidos a refletirem em como os elementos foram organizados e como poderiam usar a tabela periódica para entender as propriedades periódicas (raio atômico, eletronegatividade, eletropositividade, potencial de ionização e afinidade eletrônica). A atividade também permitiu aos alunos conhecer a história da organização da tabela periódica ao longo dos anos até sua forma atual e a origem dos elementos químicos, assim como sua aplicação e importância para nosso cotidiano.

Outro fato importante que auxiliou no processo de ensino e aprendizagem foi o tempo de realização da atividade, que permitiu desenvolver melhor o assunto, pois os alunos puderam realizar as pesquisas fora do horário de aula e discutir os assuntos durante os encontros. Isso facilitou o estudo da tabela periódica, já que os alunos do curso de formação normal apresentam a disciplina de química no currículo escolar em apenas 2 anos ou até mesmo em 1 ano, diferentemente do curso de formação geral, que está presente nos 3 anos. Com isso, muitos conceitos não são trabalhados com os

alunos, e como o tempo de aula é reduzido, os assuntos não são aprofundados.

A construção da tabela periódica associada ao contexto ambiental permitiu trazer para discussão em grupo, alguns conceitos das disciplinas de química, história, geografia e biologia, através de temas como capitalismo, crescimento urbano, revolução industrial, lixo urbano, coleta seletiva, reciclagem, doenças transmitidas pelo acúmulo de lixo, impactos ambientais, sustentabilidade e história da tabela periódica.

A abordagem ambiental possibilitou a globalização do conhecimento, a partir da criação de uma linha de raciocínio lógica nos alunos, na qual eles puderam analisar as influências das ações humanas desde a revolução industrial até alcançar os dias atuais, que possibilitaram o estado de degradação ambiental do mundo (Brasil, 1999; Brasil, 1997; Carvalho, 2004; Dias, 2002; Lorenzetti, 2008; Maria, *et al.* 2002; Torres, 2010).

Também foi de extrema importância abordar sobre coleta seletiva e tempo de decomposição dos principais materiais descartados no lixo, possibilitando a reflexão dos alunos sobre suas atitudes diárias com relação à geração de resíduos e suas principais consequências ambientais e sociais. Os alunos perceberam que eles podem promover atitudes sustentáveis através do consumo consciente dos produtos comercializados, optando pela escolha de produtos que invistam na minimização dos impactos ambientais, reutilizando e reciclando materiais que poderiam ser descartados no meio ambiente colaborando com processo de degradação e o uso adequado da água, evitando o desperdício.

Torna-se importante que o docente estimule os alunos a pensarem nas ações responsáveis pelas mudanças e transformações do nosso ambiente, permitindo, assim, a criação de caminhos que possibilitem repensarmos o modelo de sociedade atual que vem levando à destruição crescente do meio ambiente.

O projeto teve grande receptividade pelos alunos, pois eles participaram de todo processo de construção da tabela periódica, além de sentirem-se motivados em realizar a coleta das caixas, já que estas demoram mais de 100 anos para decompor no meio ambiente. Segundo os alunos, a possibilidade de realizar uma atividade diferente das normalmente vivenciadas em sala de aula ajudou-os a entender melhor os conceitos que envolvem o estudo da tabela periódica, pois eles próprios tiveram que buscar as informações necessárias para o desenvolvimento das atividades. Além disso, afirmaram que a atividade colaborou muito para sua formação como futuros docentes, já que puderam ver como metodologias diferentes podem ser aplicadas em sala de aula para auxiliar no ensino.

O processo de aprendizagem dos conceitos relacionados à tabela periódica, bem como das questões ambientais discutidas, foi avaliado durante toda a execução do projeto. Buscou-se observar a interação entre os alunos de cada grupo e se todos os integrantes estavam participando ativamente de todas as etapas das atividades. Preocupamo-nos em avaliar se, de fato, os alunos compreenderam a relevância do projeto no âmbito ambiental e de que forma estavam disseminando

informações e práticas educativas sobre o meio ambiente na escola e no meio familiar, mediante ao que aprenderam nas discussões coletivas realizadas durante as atividades.

A compreensão dos conceitos da tabela periódica por parte dos estudantes foi verificada ao longo das discussões realizadas durante sua confecção. Ao término das atividades os alunos realizaram apresentações em sala de aula, onde cada grupo evidenciou os principais pontos que aprenderam sobre a tabela periódica, sobre a importância da preservação ambiental e expuseram algumas mudanças de hábitos diários que podem ajudar na minimização de impactos ambientais. Além das discussões e apresentações em grupo, os alunos apresentaram a tabela periódica na feira de ciências, onde tiveram a oportunidade de mostrar o que aprenderam para os demais alunos da escola.

O mais interessante para os alunos foi a possibilidade de construir uma tabela periódica com um material que iria para o lixo, ajudando na preservação do meio ambiente e na elaboração de um material didático para compor o laboratório de ciências, que contribuirá para o enriquecimento de conhecimento de todos os alunos da escola (Figura 5).



Figura 5: Alunos durante a utilização da tabela periódica no laboratório de ciências.

Conclusão

O projeto de construção da tabela periódica interativa a partir da reciclagem de caixas Tetra Pak® permitiu abordar a problematização dos impactos ambientais, possibilitando aos alunos refletirem sobre atividades realizadas no dia a dia que levam ao desperdício dos nossos recursos naturais e suas consequências para a sobrevivência da vida humana, promovendo, assim, o incentivo a atitudes sustentáveis em sala de aula. O projeto mostrou-se uma ferramenta didática eficiente para auxiliar e estimular o estudo da tabela periódica, devido à sua confecção ter sido realizada pelos próprios

alunos e ser um material didático que poderá ser utilizado por todos os professores e alunos da escola.

Nota

1Sustentabilidade é a capacidade de um indivíduo, grupo de indivíduos, empresas ou aglomerados produtivos em geral, se inserirem em um determinado ambiente sem, contudo, impactá-lo violentamente. Assim, pode-se entendê-la como a capacidade de usar os recursos naturais e, de alguma forma, devolvê-los ao planeta através de práticas ou técnicas desenvolvidas para este fim (Consumo Sustentável, 2005).

Referências

ABREU, D.G.; CAMPOS, M.L.A.M.; AGUILAR, M.B.R. Educação ambiental nas escolas da região de ribeirão preto (sp): concepções orientadoras da prática e reflexões sobre a formação inicial de química. *Química Nova*, v. 31, n. 3, p. 688-693, 2008. – (Abreu *et al.*, 2008).

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais (1ª a 4ª séries): meio ambiente e saúde*. Brasília: MEC; SEMTEC, 1997. – (Brasil, 1997).

BRASIL. Presidência da República. *Lei Federal 9.795, de 27 de abril de 1999 - Dispõe sobre educação ambiental*. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9795.htm>. Acessado em: abr. 2015. – (Brasil, 1999).

BRASIL. Resolução nº 02, de 15 de junho de 2012. Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/educacaoambiental/destaques/34-diretrizes-curriculares-nacionais-para-a-educacao-ambiental.html>>. Acessado em: ago. 2016. – (Brasil, 2012).

CANELA, M.C.; RAPKIEWICZ, C.E.; SANTOS, A.F. A visão dos professores sobre a questão ambiental no ensino médio do Norte Fluminense. *Química Nova na Escola*, n. 18, p. 37-41, 2003. – (Canela *et al.*, 2003).

CANESIN, F.P.; SILVA, O.C.V.; LATINI, R.M. O olhar de um licenciando para o ensino de química e a educação ambiental. *Revista Eletrônica do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente*, v.3, n. 2, p.50-60, 2010. – (Canesin *et al.*, 2010).

CARVALHO, I.C.M. Educação ambiental crítica: nomes e endereçamentos da Educação. In: BRASIL. LAYRARGUES, P. P. (Coord.). *Identidades da educação ambiental brasileira*. Brasília: DEA/MMA, 2004. – (Carvalho, 2004).

CÉSAR, E.T.; REIS, R.C.; ALIANE, C.S.M. Tabela periódica interativa. *Química Nova na Escola*, v. 37, n 3, p. 180-186, 2015. – (César *et al.*, 2015).

CONSUMO SUSTENTÁVEL: Manual de educação. Brasília: Consumers International/ MMA/ MEC/IDEC, 2005. Disponível em: <portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicacao8.pdf>. Acessado em: mar. de 2017. – (Consumo Sustentável, 2005).

DIAS, G.F. *Antropoceno: iniciação a temática ambiental*. São Paulo: Gaia, 2002. – (Dias, 2002).

EICHLER, M.E. e DEL PINO, J.C. Computadores em educa-

Aline Camargo Jesus de Souza Wuilida (alinecamargo.ufrj@gmail.com) é formada em Licenciatura em Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Atualmente é aluna de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Química de Produtos Naturais da UFRJ. **Camila Almeida Oliveira** (camilaoliveira2602@gmail.com) é formada em Licenciatura em Química e mestre em Química de Produtos Naturais pela UFRJ. **Jéssica da Silva Vicente** (jessy_vicente@yahoo.com.br) é professora do Instituto de Educação Governador Roberto Silveira e Colégio Cruzeiro (Jacarepaguá) e mestre em Química Analítica pela UFRJ. **Antonio Carlos de Oliveira Guerra** (acog@iq.ufrj.br) é professor do Instituto de Química, coordenador do sub-projeto PIBID/Química - Rio de Janeiro da UFRJ e atua no curso de Especialização em Ensino de Química. **Joaquim Fernando Mendes da Silva** (joaquim@iq.ufrj.br) é professor do Instituto de Química, coordenador institucional do PIBID/UFRJ e do curso de Especialização em Ensino de Química do IQ/UFRJ.

ção química: estrutura atômica e tabela periódica. *Química Nova*, v. 6, n. 23, p. 835-840, 2000.

E-TEC BRASIL. Escola Técnica Aberta do Brasil. Embalagens, 2011. Disponível em: <<http://200.17.98.44/pronatec/wp-content/uploads/2013/06/Embalagem.pdf>>. Acessado em: mai. 2015. – (e-Tec Brasil, 2011).

GODOI, T.A.F.; OLIVEIRA, H.P.M.; CODOGNOTO, L. Tabela Periódica - Um Super Trunfo para alunos do ensino fundamental e médio. *Química Nova na Escola*, 32, 22-25, 2010.

JACOBI, P.; Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. *Cadernos de Pesquisa*, n. 118, p. 189-205, 2003. – (Jacobi, 2003).

LEAL, A.L.; MARQUES, C.A. O conhecimento químico e a questão ambiental na formação docente. *Química Nova na Escola*, n. 29, p. 30-33, 2008. – (Leal e Marques, 2008).

LIMA, M.C.; ARAÚJO, M.C. O ensino de química a partir da consciência do lixo na escola. Projeto: Cais consCiência –Aulas experimentais, Universidade Estadual de Santa Cruz, Bahia, 2011. Disponível em: <<http://ambiente.educacao.ba.gov.br/conteudos/download/2172.pdf>>. Acessado em: mai. 2015. – (Lima e Araújo, 2011).

LORENZETTI, L. *Estilos de pensamento em educação ambiental: uma análise a partir das dissertações e teses*. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008. – (Lorenzetti, 2008).

LOUREIRO, C.F.B. Educação ambiental transformadora. In: BRASIL. LAYRARGUES, P. P.(Coord.). *Identidades da educação ambiental brasileira*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Diretoria de Educação Ambiental, 2004. – (Loureiro, 2004).

MORAES, R. e MANCUSO, R. *Educação em ciências: produção de currículos e formação professores*. Ijuí-RS: Unijuí, 2004. – (Moraes e Mancuso, 2004).

SANTA MARIA, L.C.; AMORIM, M. C.V.; AGUIAR, M.R.M.P.; SANTOS, Z.A.M.; CASTRO, P.S.C. B.G.; BALTHAZAR, R.G. Petróleo: um tema para o ensino de química. *Química Nova na Escola*, n. 15, p. 19-23, 2002. – (Santa Maria *et al.*, 2002).

SANTOS, W.L.P e MORTIMER, E.F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. *Ciência & Educação*, v.7, p. 95-111, 2001. – (Santos e Mortimer, 2001).

SANTOS, W.L.P. e SCHNETZLER, R.P. *Educação em química: compromisso com a cidadania*. Ijuí-RS: Unijuí, 2003. – (Santos e Schnetzler, 2003).

SILVA, E. L. *Educação ambiental em aulas de química em uma*

escola pública: sugestão de atividades para o professor a partir da análise da experiência vivenciada durante um ano letivo. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências), Universidade de Brasília, Brasília, 2007. – (Silva, 2007).

SILVA, R.R.; MACHADO P.F.L. Experimentação no ensino médio de química: a necessária busca da consciência ético-ambiental no uso e descarte de produtos químicos - um estudo de casos. *Ciência & Educação*, v. 14, n. 2, p. 233-249, 2008. – (Silva e Machado, 2008).

TRASSI, R.C.M.; CASTELLANI, A.M.; GONÇALVES, J.E. e TOLEDO, E.A. Tabela periódica interativa: “um estímulo à compreensão”. *Acta Scientiarum*, v. 23, n. 6, p. 1335-1339, 2001.

TORRES, J.R. *Educação ambiental crítico-transformadora e a abordagem temática freireana*. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010. – (Torres, 2010).

Para saber mais

NASCIMENTO, R.M.M.; VIANA, M.M.M.; SILVA, G.G.; BRASILEIRO, L.B. Embalagem cartonada longa vida: lixo ou luxo?. *Química Nova na Escola*, n. 25, p. 3-7, 2007.

SANTOS, W.L.P.; SCHNETZLER, R.P. *Educação em química: compromisso com a cidadania*. Ijuí-RS: Unijuí, 2000.

Abstract: *Environmental Education in the Teaching of Chemistry: Recycling Tetra Pak® cartons in building an interactive periodic table.* In this paper we wish to report the results of a project conducted by two pre-service teachers in Chemistry while participating at the PIBID-UFRJ project. This project was performed in a Brazilian public school with high school students attending a course for their formation as children instructors. As the aim was to discuss environmental issues with these students, the authors organized the construction of an interactive periodic table from recycled Tetra Pak® boxes in order to promote social awareness for environmental preservation. The project allowed us to discuss about environmental impacts of human activities and to encourage sustainable attitudes, thus assisting in the formation of the students' citizenship. Furthermore, the project allowed the interaction between chemical concepts and the daily lives of students, improving the learning about the organization of the chemical elements in the periodic table and about their periodic properties.

Keywords: environmental education, periodic table, recycling, citizenship.

Chocoquímica: construindo conhecimentos acerca do chocolate por meio do método de aprendizagem cooperativa *Jigsaw*

Brenno Ralf Maciel Oliveira, Neide Maria Michellan Kiouranis, Marcelo Leandro Eichler e Salete Linhares Queiroz

O chocolate pode potencializar discussões relevantes no ensino de química. Com base nisso, uma atividade didática utilizando o método cooperativo *Jigsaw* foi elaborada e desenvolvida em uma universidade paranaense, com bolsistas do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência do Curso de Química, buscando-se analisar suas potencialidades no processo de ensino e de aprendizagem de conteúdos científicos, sociais e econômicos relacionados ao tema. Os dados foram coletados por meio de pré-teste, pós-teste e registros do pesquisador. Os resultados indicaram incidência importante de aspectos qualitativos e quantitativos da composição química do chocolate, no pré-teste, enquanto que no final, além desses aspectos, a história do chocolate, a produção e cultivo do cacau também foram contemplados nas respostas. A atividade proporcionou um ambiente de interação, reflexão e informação propício à construção de conhecimentos sobre o chocolate, ampliando assim a visão acerca do tema.

► ensino de química, trabalho cooperativo, PIBID ◀

Recebido em 16/05/2016, aceito em 20/10/2016

277

Atualmente, as discussões que envolvem o ensino e a aprendizagem em ciências apontam para a importância de abordar conteúdos científicos com base em temas cotidianos, de tal maneira que os conhecimentos sejam construídos do nível macroscópico para o nível microscópico. Segundo Zanon e Maldaner (2007), os conteúdos escolares podem ser abordados a partir dos temas que permitem contextualizar os conhecimentos, relacionando as transformações químicas com suas aplicações e implicações sociais. Nesse sentido, a função do ensino de química deve ser a de desenvolver a capacidade de tomada de decisão, e não somente a de apresentar conhecimentos específicos de conteúdo disciplinar; o que implica na necessidade de vinculação do conteúdo trabalhado com o contexto social em que o estudante está inserido (Santos e Schnetzler, 2003; Silva, 2007).

Consideramos que o consumo de chocolate seja um tema bastante envolvente a todas as faixas etárias, desde a educação básica ao ensino superior, e pode possibilitar discussões interessantes sobre diferentes aspectos do conhecimento, de natureza social, cultural, histórica e científica, além de potencializar o debate entre os pares e o trabalho cooperativo. Sobre esse assunto, surgem diversas opiniões e concepções, dentre elas alguns mitos construídos historicamente e conhecimentos de senso comum, por vezes distantes do conhecimento científico.

A utilização de temas geradores no ensino de química é bastante enfatizada nos Parâmetros Curriculares Nacionais (1999), como uma abordagem que potencializa a construção de conhecimentos. Para Freire (1974), na perspectiva da transformação da realidade, os temas são denominados geradores por apresentarem possibilidades de desdobramento em outros tantos temas que provocam novas tarefas a serem cumpridas. Essa perspectiva, preconizada por Freire (1974), tem sido sistematizada por alguns autores sob diferentes aspectos e

adaptada para situações de sala de aula.

Consideramos que o consumo de chocolate seja um tema bastante envolvente a todas as faixas etárias, desde a educação básica ao ensino superior, e pode possibilitar discussões interessantes sobre diferentes aspectos do conhecimento, de natureza social, cultural, histórica e científica,

além de potencializar o debate entre os pares e o trabalho cooperativo. Sobre esse assunto, surgem diversas opiniões e concepções, dentre elas alguns mitos construídos historicamente e conhecimentos de senso comum, por vezes distantes do conhecimento científico.

De maneira geral, as informações alimentares dos produtos comercializados são bastante controversas entre os consumidores: o consumo de chocolate provoca o aumento de espinhas na pele? Comer chocolate engorda? É benéfico para a saúde? Afinal, o que é realmente verdade e o que é mito a respeito do chocolate? Esses questionamentos nortearam a construção da atividade didática apresentada neste artigo, que foi estruturada conforme os princípios da aprendizagem cooperativa (Johnson et al., 1998), utilizando-se o método *Jigsaw*. A atividade foi desenvolvida com bolsistas do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) do curso de Licenciatura em Química de uma universidade pública estadual do Paraná e consiste em um recorte de uma pesquisa de mestrado que investigou as contribuições da aprendizagem cooperativa para a formação inicial dos bolsistas, considerando a construção de conhecimentos específicos e pedagógicos.

Aprendizagem cooperativa

A aprendizagem cooperativa é uma metodologia de ensino e de aprendizagem em que os estudantes são figuras centrais no processo educativo e trabalham em grupos para construir conhecimentos. Nesse contexto, espera-se que o individualismo e a competição sejam superados e o desenvolvimento da cidadania também esteja presente no trabalho entre os estudantes, por meio da cooperação nos grupos (Freitas e Freitas, 2003).

Alguns princípios podem ser apontados para que o trabalho em grupo seja produtivo (Johnson et al., 1998): a interdependência positiva, a responsabilidade individual, a interação face a face, as habilidades interpessoais e o processamento grupal. O Quadro 1 apresenta, em seus aspectos gerais, cada um dos cinco princípios da aprendizagem cooperativa.

Existem vários métodos de aprendizagem cooperativa que buscam estabelecer os referidos princípios em situações de aprendizagem, dentre eles, destaca-se o método *Jigsaw*,

proposto por Aronson e Patnoe (1997), cuja dinâmica encontra-se ilustrada na Figura 1. Nesse método, o conteúdo é dividido em pequenas partes e cada membro do grupo é designado a estudar apenas uma delas; estudam-na junto com alunos de outros grupos, responsáveis por discutir esse material comum; depois voltam ao seu grupo de base para ensinar e compartilhar o que foi estudado especificamente. A dinâmica adotada pelo método *Jigsaw* permite que os alunos exponham suas ideias e seus conhecimentos prévios, confrontando-os com as ideias dos colegas de grupo.

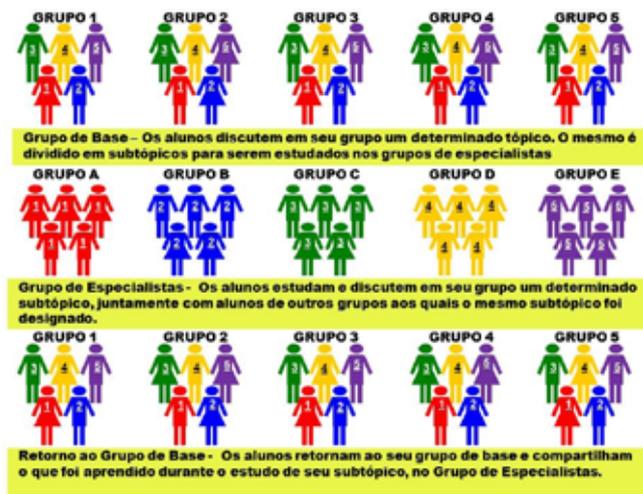


Figura 1: Funcionamento do método cooperativo *Jigsaw*.

Alguns pesquisadores têm investigado os resultados alcançados com a utilização da aprendizagem cooperativa nas aulas de química, apontando um caminho potencial quanto à construção de conhecimentos e ao desenvolvimento de habilidades e de competências dos estudantes. Porém, esse potencial parece ainda pouco explorado no Brasil, principalmente quanto às iniciativas de propostas de aula que exploram as possibilidades de aplicação da aprendizagem cooperativa.

Teodoro e Queiroz (2011) realizaram uma revisão da literatura sobre a aprendizagem cooperativa no ensino de ciências e encontraram poucos artigos, no âmbito internacional, que fazem referência à sua utilização em aulas vinculadas à disciplina química, sendo que a maioria dos

Quadro 1: Princípios da aprendizagem cooperativa.

Interdependência positiva	Sentimento de trabalhar com os colegas para atingir um objetivo comum, preocupando-se com a aprendizagem uns dos outros.
Responsabilidade individual	Responsabilidade por seu próprio aprendizado e também dos colegas, contribuindo ativamente neste processo.
Interação face a face	Interação frente a frente com os colegas, durante as explicações, discussões e relação entre os conteúdos.
Habilidades interpessoais	Algumas habilidades envolvidas no processo, tais como comunicação, confiança, resolução de conflito, entre outras.
Processamento grupal	Balances sistemáticos e regulares acerca do bom andamento do grupo e de sua progressão na aprendizagem.

Fonte: Adaptado de Fatareli et al., 2010.

trabalhos desenvolvidos nesse contexto refere-se ao ensino superior.

Em âmbito nacional, também não foram encontrados muitos trabalhos e, dentre aqueles na área do ensino de química, todas as experiências envolvem alunos da educação básica. Em contraponto, mais recentemente, foram publicados no Brasil artigos sobre o assunto também voltados ao ensino superior de química, como os de autoria de Teodoro et al. (2015) e Massi et al. (2013).

De maneira geral, as pesquisas em âmbito nacional e internacional apontam um acentuado uso da estratégia do tipo *Jigsaw* dentre os demais métodos de aprendizagem cooperativa (Cochito, 2004) e indicam a capacidade do trabalho cooperativo em proporcionar resultados acadêmicos satisfatórios aos alunos.

Nessa perspectiva, o objetivo do presente trabalho é o de discutir as contribuições da atividade proposta para a construção de conhecimentos específicos acerca do chocolate por parte dos bolsistas PIBID. Para tanto, utilizou-se como instrumento de coleta de dados um pré e um pós-teste, que foram respondidos por todos os bolsistas no início e no final da atividade, bem como os seus julgamentos para algumas proposições acerca do chocolate.

As respostas ao pré e pós-teste foram comparadas e agrupadas conforme os assuntos abordados nos grupos de especialistas: composição, história, implicações do consumo e aspectos da produção de chocolate. A seguir, apresentamos o contexto de aplicação da atividade didática e os resultados dela advindos.

Contexto de aplicação da proposta e percurso metodológico

A atividade “Chocoquímica: os encantos do chocolate” foi planejada conforme as três fases do método *Jigsaw* e

A atividade “Chocoquímica: os encantos do chocolate” foi planejada conforme as três fases do método *Jigsaw* e desenvolvida em três encontros, com duração de duas horas cada, juntamente com os vinte e oito bolsistas do PIBID/Química.

desenvolvida em três encontros, com duração de duas horas cada, juntamente com os vinte e oito bolsistas do PIBID/Química.

No **primeiro encontro**, os bolsistas discutiram sobre as propriedades organolépticas do chocolate, as sensações causadas pelo seu consumo e a importância da forma como ele é apresentado ao consumidor. Nesse sentido, foi realizada uma dinâmica em que quatro bolsistas participaram de uma degustação de diferentes tipos de chocolate, com os olhos vendados, e também foi realizada a leitura da crônica “Comer ou continuar a chorar” (Branco, 2007). Essas ações foram desencadeadas para potencializar a discussão sobre algumas das substâncias que causam as diversas sensações em quem consome chocolate, como no caso da personagem da crônica, que tem uma desilusão amorosa e busca conforto no chocolate.

Em seguida, os bolsistas julgaram como Verdade ou Mito algumas proposições sobre o chocolate (Quadro 2). Tal julgamento ocorreu em três momentos distintos.

No primeiro momento, o julgamento foi realizado individualmente, a fim de investigar as concepções prévias dos bolsistas sobre o assunto que seria estudado durante a atividade. Cada bolsista também respondeu por escrito ao questionamento inicial (pré-teste): o que você sabe a respeito do chocolate, em termos de sua composição, benefícios e malefícios relacionados ao seu consumo, aos mitos e às verdades que o envolvem?

Em seguida, foram formados quatro grupos de base com sete integrantes cada. Para o estabelecimento da interdependência de papéis na realização dos trabalhos desenvolvidos, designaram-se as seguintes funções aos bolsistas de cada grupo de base: um mediador, dois redatores, dois relatores, um porta-voz e dois organizadores. Um segundo momento de julgamento foi realizado dentro de cada grupo de base: os

Quadro 2: Proposições acerca do chocolate julgadas como verdade ou mito pelos bolsistas.

	PROPOSIÇÕES SOBRE O CHOCOLATE	VERDADE	MITO
1	O chocolate amargo possui mais cacau que os outros tipos de chocolate.	()	()
2	O chocolate intensifica o aparecimento de espinhas e acnes.	()	()
3	O cacau não interfere diretamente no sabor final do chocolate.	()	()
4	O chocolate tem vitaminas, potássio e magnésio em sua composição.	()	()
5	O consumo de chocolate pode diminuir a ansiedade e o nervosismo.	()	()
6	A quantidade de açúcar no chocolate <i>diet</i> excede a do chocolate ao leite.	()	()
7	O chocolate sempre teve o leite como um de seus principais componentes.	()	()
8	Como na maconha, o chocolate tem um componente que causa dependência.	()	()
9	O chocolate branco tem pouquíssimo cacau em sua composição.	()	()
10	No processamento do cacau pode ocorrer o crescimento de leveduras.	()	()
11	O chocolate <i>diet</i> tem menos gorduras que o chocolate ao leite.	()	()
12	O chocolate ao leite é mais calórico do que o chocolate branco.	()	()

bolsistas desempenharam suas funções e cada um expressou sua opinião acerca das proposições apresentadas no Quadro 2, defendendo perante os demais colegas seu ponto de vista, para que, posteriormente, se alcançasse um consenso entre os julgamentos dos integrantes do grupo.

O terceiro momento de julgamento foi realizado entre os quatro grupos de base. Para isso, as proposições foram impressas em cartazes que, conforme eram mostradas para a turma, foram julgadas, e, a partir do consenso estabelecido em cada grupo, foram afixadas no quadro, que estava dividido ao meio (verdades e mitos), conforme o julgamento da maioria. Em caso de empate, o cartaz foi colocado no centro (sem julgamento).

No **segundo encontro**, os bolsistas foram divididos em quatro grupos de especialistas (formados por dois bolsistas de cada grupo de base), conforme a segunda fase do método *Jigsaw*, e receberam orientações sobre os tópicos que seriam estudados em cada grupo: composição do chocolate (GRUPO A), história do chocolate (GRUPO B), o chocolate e suas implicações (GRUPO C), produção de cacau e chocolate (GRUPO D).

O GRUPO A analisou dois rótulos de diferentes tipos de chocolate (ao leite, *diet*, branco e amargo), elencando seus ingredientes e suas informações nutricionais em uma tabela. Responderam a algumas questões, buscando estabelecer componentes comuns entre os tipos de chocolate e, posteriormente, uma composição básica entre eles. O grupo também realizou a leitura de um texto, construído com base nos trabalhos de Richter e Lannes (2007) e de Lannes (1997), em que se apresentam alguns componentes do chocolate, suas propriedades físicas e químicas, bem como suas implicações no organismo. Em especial, o grupo estudou sobre a cafeína, o triptofano, a teobromina e a feniletilamina (Figura 2), discutindo suas implicações para a saúde humana. Por fim, simularam a representação molecular de algumas dessas substâncias, utilizando modelos de palitos de madeira e bolinhas coloridas de isopor.

O GRUPO B discutiu sobre a história do chocolate, a variação de sua composição química ao longo dos tempos, suas diversas utilizações e como ocorreu sua difusão pelo mundo. Para isso, realizaram a leitura de um texto, baseado nos trabalhos de Hurst et al. (2002) e Beckett (1994), que trazia várias informações acompanhadas de suas datas históricas e, em seguida, discutiram quais dessas datas tinham maior relevância para confeccionarem um cartaz em forma de linha do tempo, em que alguns dos principais acontecimentos da

história do chocolate deveriam ser contemplados. O grupo também realizou uma atividade experimental, analisando duas amostras de chocolate (ao leite e *diet*) e comparou a quantidade de gordura nelas presente, por meio da extração com acetona, discutindo as principais diferenças observadas entre as amostras e as limitações da técnica utilizada.

O GRUPO C estudou as implicações do chocolate em nosso organismo. Para isso, os bolsistas iniciaram o estudo a partir da leitura de um texto informativo de Lopes e Cuminale (2013), juntamente com um texto de apoio, que tratava, especificamente, de algumas substâncias, como a serotonina e seus efeitos no organismo. Responderam algumas questões sobre o assunto e, em seguida, assistiram a um vídeo do Jornal Nacional, que abordava o consumo de chocolate no mundo e os benefícios trazidos por seu consumo (<https://www.youtube.com/watch?v=PvfJXjTJV3M>). Os bolsistas analisaram criticamente o papel da mídia na divulgação de informações e discutiram a confiabilidade das mesmas. Além disso, debateram sobre os benefícios e malefícios atrelados ao consumo de chocolate, a partir da leitura de um texto, inspirado no estudo de Brenner et al. (2006), em que o processo de formação das acnes e das espinhas era explicado.

O GRUPO D discutiu sobre a produção de cacau e chocolate, por meio da leitura de um texto sobre a produção, o plantio, o cultivo, o processamento do cacau no Brasil e o processo de fabricação do chocolate. O texto foi estruturado conforme os trabalhos de Oetterer (1991) e Beckett (1994). Nessa leitura, o grupo discutiu também sobre o aroma do chocolate, o pH das amêndoas de cacau em algumas fases do processo e outras propriedades do cacau, assim como outros aspectos de seu processamento. Além disso, os bolsistas assistiram a alguns recortes da reportagem exibida pelo Jornal da Band, que elucidava melhor algumas das etapas de processamento estudadas no texto e, em seguida, responderam a algumas questões (https://www.youtube.com/watch?v=sbixl_lvmwA).

No **terceiro encontro**, os bolsistas retornaram para seus grupos de base e compartilharam as ideias e os aprendizados construídos durante o estudo de cada subtópico nos grupos de especialistas. Durante o compartilhamento dos aprendizados, os bolsistas (re)discutiram o julgamento das proposições sobre o chocolate, realizado no primeiro encontro, no início da atividade.

Após o compartilhamento, os relatores de cada grupo de base fizeram a exposição oral para toda a turma sobre o modo como se desenvolveram as discussões em seus grupos e

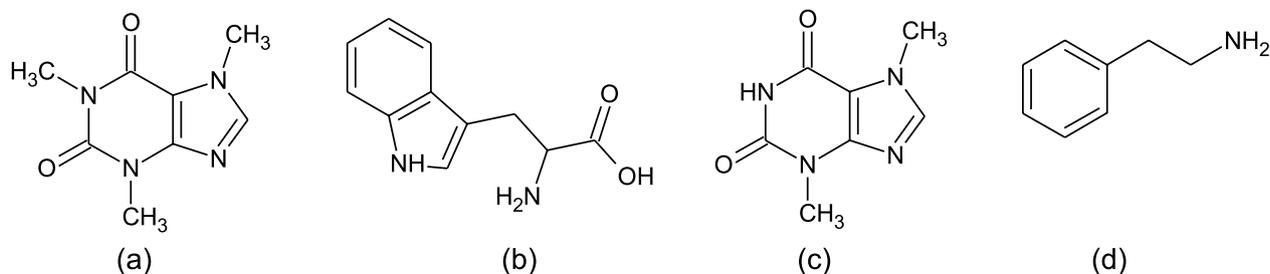


Figura 2: Estruturas moleculares: cafeína (a), triptofano (b), teobromina (c) e feniletilamina.

analisaram novamente as proposições no quadro, realizando um novo julgamento sobre as mesmas a partir do que havia sido discutido entre os colegas. Por fim, os bolsistas avaliaram suas ações, expondo oralmente aos colegas no grupo de base aquilo que poderia ser melhorado nas ações conjuntas e individuais. Além disso, escreveram individualmente uma nova resposta para o questionamento proposto no início da atividade (pós-teste): o que você sabe sobre o chocolate, em termos de sua composição, dos benefícios e dos malefícios relacionados a seu consumo, dos mitos e das verdades que o envolvem? Comente. No final do encontro os bolsistas responderam individualmente algumas questões objetivas e discursivas avaliando a atividade e depois discutiram coletivamente com o pesquisador suas impressões acerca da atividade vivenciada por eles. O Quadro 3 sintetiza o percurso realizado durante a atividade didática e apresenta a quantidade de bolsistas presentes nos diferentes momentos.

Discutindo a choçoquímica: os resultados alcançados com a atividade

De maneira descontraída, todos os bolsistas participaram efetivamente da discussão proposta no início da atividade, após a degustação do chocolate e a leitura da crônica. A discussão despertou o interesse dos participantes pela temática, motivando-os para os trabalhos subsequentes. Nesse momento, os bolsistas apontaram algumas das sensações atribuídas a seu consumo, como a de acalmar, de proporcionar bem-estar e saciedade, fornecer energia e ânimo, entre outras, relacionando-as a algumas substâncias como a serotonina e a presença de açúcares.

O primeiro julgamento das proposições, realizado individualmente nesse encontro, permitiu identificar um pouco dos conhecimentos prévios que os vinte e quatro bolsistas presentes apresentavam sobre o chocolate. A Figura 3 indica

De maneira descontraída, todos os bolsistas participaram efetivamente da discussão proposta no início da atividade, após a degustação do chocolate e a leitura da crônica. A discussão despertou o interesse dos participantes pela temática, motivando-os para os trabalhos subsequentes. Nesse momento, os bolsistas apontaram algumas das sensações atribuídas a seu consumo, como a de acalmar, de proporcionar bem-estar e saciedade, fornecer energia e ânimo, entre outras, relacionando-as a algumas substâncias como a serotonina e a presença de açúcares.

o julgamento dos bolsistas acerca das proposições apresentadas anteriormente no Quadro 2.

A Figura 3 ilustra as proposições mais controversas entre os bolsistas (Proposições 2, 7 e 8), as parcialmente controversas (Proposições 1, 10 e 11) e as que tiveram julgamento coincidente entre a maior parte deles (Proposições 3, 4, 5, 6, 9 e 12).

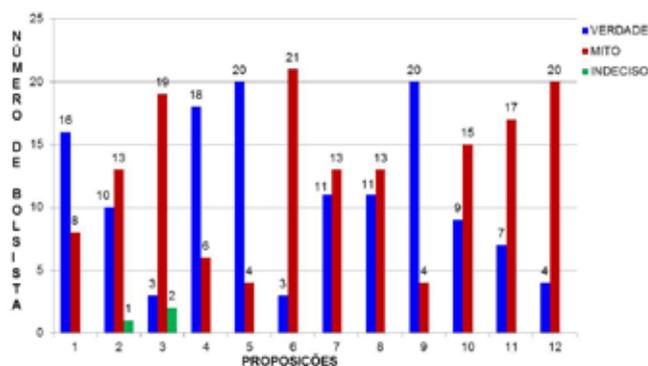


Figura 3: Verdades e mitos acerca do chocolate, de acordo com o julgamento individual dos bolsistas.

Quadro 3: Síntese do percurso realizado pelos bolsistas durante a atividade didática.

Primeiro encontro (24 bolsistas)
<p>Descrição: discussão inicial com degustação de chocolate e leitura da crônica 'Comer ou continuar a chorar'.</p> <p>Primeira fase do método <i>Jigsaw</i> – Julgamento de doze proposições acerca do chocolate como verdade ou mito, realizada individualmente, em grupo e entre os grupos.</p> <p>Investigação dos conhecimentos prévios (Questionamento inicial).</p> <p>Coleta de dados: resposta individual ao questionamento inicial, julgamento individual, em grupo e entre os grupos, acerca das proposições e gravação em áudio e vídeo das discussões da reunião coletiva.</p>
Segundo encontro (23 bolsistas)
<p>Descrição: segunda fase do método <i>Jigsaw</i> - Estudo nos grupos de especialistas sobre os assuntos composição do chocolate, história do chocolate, implicações do chocolate, e produção de cacau e chocolate.</p> <p>Coleta de dados: registros escritos das tarefas, gravação em áudio e vídeo.</p>
Terceiro encontro (25 bolsistas)
<p>Descrição: terceira fase do método <i>Jigsaw</i> – retorno aos grupos de base e compartilhamento dos aprendizados.</p> <p>Reavaliação das proposições sobre o chocolate e exposição dos relatores.</p> <p>Investigação dos conhecimentos (Questionamento final) e avaliação da atividade.</p> <p>Coleta de dados: resposta individual ao questionamento final e gravação em áudio e vídeo das discussões.</p>

Na discussão nos grupos de base, proposta pelo segundo julgamento das proposições, cada bolsista defendeu seu ponto de vista e ouviu a argumentação dos demais membros, fazendo com que um debate entre as opiniões se estabelecesse, exigindo que cada um deles se posicionasse perante o grupo. Nesse sentido, o consenso estabelecido nos quatro grupos de base, no segundo julgamento das proposições, está representado na Figura 4.

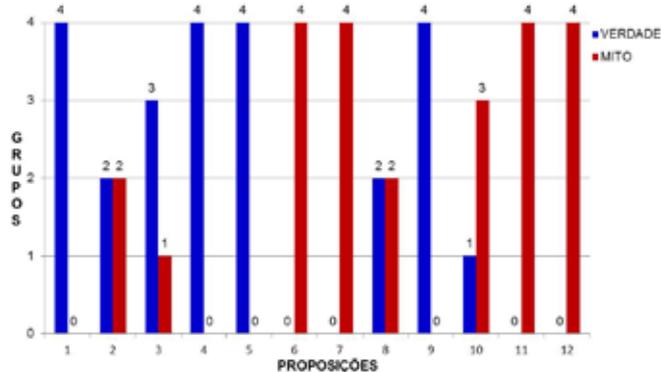


Figura 4: Verdades e mitos acerca do chocolate, de acordo com os grupos de base.

Conforme a Figura 4, as proposições 1, 4, 5, 6, 7, 9, 11 e 12 tiveram o julgamento unânime entre os grupos, enquanto que as proposições 3 e 10 apresentaram uma maioria de julgamentos coincidentes entre os grupos (três julgamentos). Além disso, as proposições 2 e 8 tiveram um empate entre os julgamentos dos grupos de base.

Comparando as Figuras 3 e 4, é possível observar que algumas proposições mantiveram os resultados do julgamento individual, mesmo quando foram julgadas no coletivo. Entretanto, alguns julgamentos tiveram mudanças significativas, como é o caso da proposição 7, considerada controversa entre os bolsistas nos julgamentos individuais, com treze julgamentos do tipo mito e onze do tipo verdade, tornando-se unânime no julgamento coletivo após a discussão entre os bolsistas como mito pelos quatro grupos.

Nesse sentido, verifica-se que a proposição 3 não era tão controversa no julgamento individual, considerada mito pela maioria dos julgamentos, e depois passou a ser julgada como verdade por três dos quatro grupos, denotando novamente uma mudança de posicionamento bastante significativa. Essas situações decorrem do debate realizado entre os membros do grupo de base e a argumentação utilizada por cada bolsista ao advogar seu posicionamento perante os demais. Durante este momento de externalização e de discussão dos diferentes pontos de vista, os bolsistas se basearam apenas em seus conhecimentos prévios e em suas próprias vivências. Por isso, os bolsistas que argumentaram seu posicionamento a partir de um conhecimento melhor estruturado, fizeram com que os colegas de grupo convergissem seus julgamentos nesta direção.

O terceiro julgamento das proposições manteve os resultados apresentados pela Figura 4, de modo que os cartazes foram afixados no quadro conforme este resultado (Verdade ou Mito).

A análise do julgamento das proposições permitiu identificar quantitativamente alguns aspectos daquilo que os bolsistas conheciam acerca do chocolate, bem como os assuntos sobre os quais eles apresentavam mais dúvidas. Além disso, as respostas individuais para o questionamento inicial (pré-teste) permitiram conhecer melhor as ideias prévias dos bolsistas acerca daquilo que seria estudado durante os encontros.

Nesse sentido, as respostas individuais dos bolsistas para o pré-teste foram agrupadas conforme os assuntos abordados, em especial, aqueles que seriam estudados no encontro seguinte pelos grupos de especialistas. Ou seja, as respostas foram classificadas, considerando-se os aspectos relacionados à composição química do chocolate, à história de seu surgimento, às implicações de seu consumo e aos aspectos relacionados à produção do chocolate/cultivo do cacau.

Assim, todos os participantes presentes no primeiro encontro (vinte e quatro bolsistas) apresentaram, em suas respostas, referências às implicações do consumo de chocolate, discutindo alguns aspectos benéficos (dezoito bolsistas) e/ou maléficos (doze bolsistas) para aqueles que o consomem. Vinte e um bolsistas apontaram aspectos referentes à composição do chocolate em termos qualitativos/quantitativos de seus ingredientes. Poucos bolsistas fizeram referência aos aspectos de produção e fabricação do chocolate (dois bolsistas), e apenas um relacionou sua resposta com fatos históricos da utilização do chocolate. A Figura 5 apresenta quantitativamente os assuntos presentes nas respostas dos bolsistas.

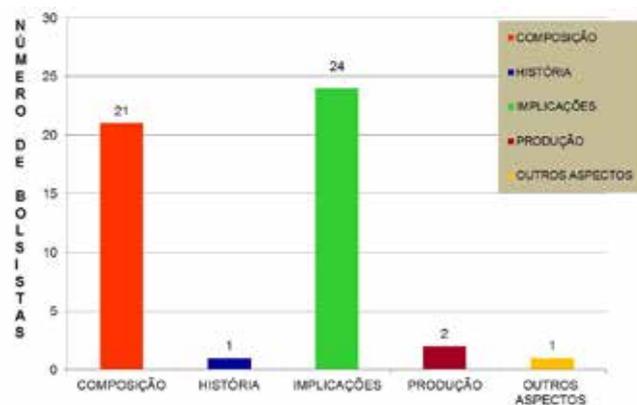


Figura 5: Frequência de assuntos abordados nas respostas dos bolsistas ao pré-teste.

O que se pode depreender dos conhecimentos prévios é que podem estar relacionados às informações divulgadas pelos meios de comunicação, como a TV e as revistas, dentre outros. Situação semelhante foi verificada por Cardoso e Colinvaux (2000) em que durante um estudo exploratório que buscou identificar os fatores que motivam os alunos para o estudo da química, notou-se o quanto os meios de comunicação influenciam na construção de concepções e de conhecimentos prévios dos alunos. Tal resultado deixa entrever que, na maioria das vezes, as informações sobre os benefícios e malefícios, bem como aquelas relacionadas à

composição do chocolate são mais evidentes, em detrimento de outros aspectos que poderiam ser notícia e, portanto, produtores de informações relacionadas ao cotidiano e também aos conhecimentos científicos necessários à formação cidadã.

As respostas do pós-teste foram agrupadas seguindo o mesmo critério das respostas do pré-teste: conforme o assunto que cada bolsista abordou. Assim, os aspectos relacionados à composição química do chocolate continuaram sendo evidenciados em dezessete respostas, enquanto que os aspectos da história do chocolate foram identificados em dez registros escritos. Sobre as implicações do consumo de chocolate, foram observadas dezoito respostas e, em relação aos aspectos de produção do chocolate, foram identificadas catorze respostas. A Figura 6 apresenta um resultado quantitativo dos assuntos abordados nas respostas dos bolsistas.

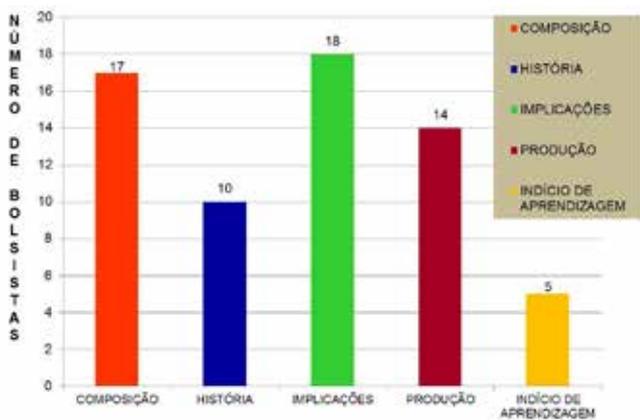


Figura 6: Frequência de assuntos abordados nas respostas dos bolsistas ao pós-teste.

No pós-teste, algumas respostas apenas citaram assuntos estudados nos grupos de especialistas sem, contudo, indicar diretamente quais conhecimentos foram construídos sobre determinado assunto. Por isso, essas respostas foram contabilizadas apenas como “índice de aprendizagem”.

Observa-se, a partir de uma comparação direta entre os dados da Figura 5 e da Figura 6, que, ao final de todo o trabalho cooperativo, a homogeneidade dos assuntos abordados nas respostas dos bolsistas é bastante considerável. Ou seja, aspectos que, inicialmente, não eram levados em consideração foram incorporados pelos bolsistas ao final da atividade e isso pode sugerir o aprendizado advindo das discussões e estudos de novas informações.

De maneira geral, todos os bolsistas se apropriaram dos benefícios do trabalho cooperativo durante as atividades desenvolvidas, de modo que suas ideias iniciais foram significativamente modificadas. Esse fato deve-se aos vários momentos de discussão nos grupos cooperativos,

De maneira geral, todos os bolsistas se apropriaram dos benefícios do trabalho cooperativo durante as atividades desenvolvidas, de modo que suas ideias iniciais foram significativamente modificadas. Esse fato deve-se aos vários momentos de discussão nos grupos cooperativos, em que as diferentes perspectivas e visões apresentadas pelos bolsistas são confrontadas e convertidas em uma rica discussão na busca por um consenso ou visão comum que contemple o posicionamento de todos.

em que as diferentes perspectivas e visões apresentadas pelos bolsistas são confrontadas e convertidas em uma rica discussão na busca por um consenso ou visão comum que contemple o posicionamento de todos. Silva (2007) reforça a importância dessas discussões para os alunos, pois elas permitem a reflexão sobre as diferenças, estimulando o trabalho por cooperação.

Fraile (1998) discute que, no trabalho cooperativo, o aluno aprende a argumentar melhor e a integrar, em seu discurso, novos conhecimentos advindos do trabalho em cooperação com os outros indivíduos de seu grupo. Segundo o autor, o pensamento torna-se mais estruturado e o aluno reconstrói suas ideias iniciais, elaborando e integrando para si novos conhecimentos.

Nesse sentido, Slavin (1995) ressalta que, especialmente no método *Jigsaw* de aprendizagem cooperativa, a partilha dos aprendizados entre os alunos é fundamental na construção dos novos conhecimentos, fato relacionado, essencialmente, à interdependência de conteúdos estabelecida na atividade. Dessa forma, cada um precisa do outro para compreender os conteúdos em sua totalidade e todos se tornam mais interdependentes durante o aprendizado.

Massi et al. (2013) também observaram que o compartilhamento de ideias permitiu que os alunos da disciplina de Química Medicinal, no ensino superior, ampliassem seu aprendizado sobre quatro artigos estudados separadamente por grupos de especialistas. Assim, os textos produzidos pelos grupos de base, após o compartilhamento, contemplaram vários aspectos discutidos pelos artigos, de modo que a maioria dos grupos conseguiu abordar os conteúdos de três dos quatro artigos, ressaltando a troca que efetivamente ocorreu entre os bolsistas dentro do grupo de base.

Ao final dos encontros, a avaliação da atividade foi positiva para vinte e quatro bolsistas, sendo que apenas um não respondeu. Para um deles a atividade “Foi construtiva, do ponto de vista de não apenas aprender conteúdos, mas de desenvolver outras habilidades, como a de fala, estabelecer conexões do conteúdo estudado com situações e escolhas do cotidiano, como também a criticidade para a construção do ser cidadão”.

Ao avaliarem especificamente o método *Jigsaw* de aprendizagem cooperativa, vinte e cinco bolsistas (todos) ressaltaram sua importância para estimular a aprendizagem a partir da interação e do diálogo. Neste sentido, vinte e dois bolsistas afirmaram que foi possível aprender com seus colegas de grupo de base a partir do compartilhamento proposto na terceira fase do método *Jigsaw*. Dentre os demais, dois bolsistas apontaram que as faltas dos colegas prejudicaram o aprendizado e outro bolsista afirmou

faltar tempo para um melhor aproveitamento da atividade.

Conforme a opinião unânime dos bolsistas, o trabalho em grupo facilitou o aprendizado, em especial devido ao esclarecimento de dúvidas, a divisão das funções nos grupos e a linguagem mais acessível entre os colegas. Apenas dois bolsistas afirmaram ter tido dificuldades de trabalhar em grupo.

As estratégias empregadas junto a este método se mostraram motivadoras para situações de ensino e de aprendizagem, no sentido de encorajar o envolvimento dos bolsistas em todas as atividades propostas. Nessa perspectiva, permitiram que os bolsistas combinassem seus conhecimentos prévios com novas informações, fizessem previsões, refletissem sobre seus conhecimentos numa aproximação significativa com os conhecimentos científicos.

Algumas considerações

A análise da atividade didática descrita no presente artigo sugere que a aprendizagem cooperativa contribuiu para a construção de conhecimentos sociais, históricos, culturais e científicos específicos sobre o chocolate. Em especial, a atividade desenvolvida permitiu que os bolsistas vivenciassem alguns dos aspectos teórico-metodológicos da aprendizagem cooperativa. Dessa forma, as situações propostas permitiram o desenvolvimento do protagonismo dos bolsistas na construção de seus conhecimentos, tornando-os mais ativos na realização das tarefas.

Além disso, os bolsistas tiveram a oportunidade de aprimorar algumas habilidades, tais como a fala, a organização de ideias, a resolução de conflitos de opinião, a autoconfiança e a escrita. Ademais, no contexto das habilidades,

A análise da atividade didática descrita no presente artigo sugere que a aprendizagem cooperativa contribuiu para a construção de conhecimentos sociais, históricos, culturais e científicos específicos sobre o chocolate. Em especial, a atividade desenvolvida permitiu que os bolsistas vivenciassem alguns dos aspectos teórico-metodológicos da aprendizagem cooperativa.

outro aspecto importante foi a interação frente a frente com as diferentes opiniões dos colegas e, conseqüentemente, o desenvolvimento da capacidade de trabalhar em grupo.

Os bolsistas apresentaram majoritariamente, em seus conhecimentos prévios, os aspectos relacionados à composição química do chocolate e às implicações de seu consumo. Em contrapartida, ao final, eles apresentaram respostas mais elaboradas, que contemplaram aspectos da história do chocolate, da sua produção e do cultivo do cacau, além daqueles relacionados à composição e às implicações de seu consumo. Assim, verificou-se que o ambiente proporcionado pela aprendizagem cooperativa contribuiu para que os bolsistas reelaborassem suas respostas ao final da atividade.

Portanto, os resultados aqui expostos revelam que a aprendizagem cooperativa é uma metodologia importante para o desenvolvimento do trabalho em grupo, capaz de promover o desenvolvimento de habilidades interpessoais, bem como a discussão e a construção de argumentos e contra-argumentos sobre questões relevantes, promotoras de aprendizagens, que devem contribuir para o desenvolvimento global do estudante.

Brenno Ralf Maciel Oliveira (brenno_ralf@hotmail.com) mestre em Educação para a Ciência e a Matemática, área de concentração Ensino de Química. Joinville, SC – BR. **Neide Maria Michellan Kiouranis** (nmmkiouranis@gmail.com) doutora em Educação para a Ciência, coordenadora do Grupo de Pesquisas em Ensino de Química do Departamento de Química da UEM. Maringá, PR – BR. **Marcelo Leandro Eichler** (exlerbr@gmail.com) licenciado em Química e Doutor em Psicologia do Desenvolvimento. Porto Alegre, RS – BR. **Salete Linhares Queiroz** (salete@iqsc.usp.br) doutora em Química, coordenadora do Grupo de Pesquisas em Ensino de Química do IQSC/USP. São Carlos, SP – BR.

Referências

- ARONSON, E.; PATNOE, S. The jigsaw classroom. 2ed. Nova Iorque: Longman, 1997.
- BECKETT, S.T. Fabricación y utilización industrial del chocolate. Zaragoza: Acribia, 1994.
- BRANCO, S. C. Comer ou continuar a chorar. Revista online Viva Saúde. 42 ed, mar, 2007. Disponível em: <http://revistaviva-saude.uol.com.br/Edicoes/42/artigo44627-1.asp/> Acesso em 03 de maio de 2016.
- BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnologia, Ministério da Educação. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. In: Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio. Brasília, 1999.
- BRENNER, F. M.; ROSAS, F. M. B.; GADENS, G. A.; SULZBACH, M. L.; CARVALHO, V. G.; TAMASHIRO, V. Acne: um tratamento para cada paciente. Revista de Ciências Médicas, v.15, n.3, p. 257-266, mai/jun., 2006.
- CARDOSO, S. P.; COLINVAUX, D. Explorando a motivação

para estudar química. Química Nova, v. 23, n. 2, p. 401-404, 2000.

COCHITO, M. I. S. Cooperação e aprendizagem: educação intercultural. Lisboa: ACIME, 2004.

FATARELI, E. F.; FERREIRA, L. N. A. F.; FERREIRA, J. Q.; QUEIROZ, S. L. Método cooperativo de aprendizagem cooperativa jigsaw no ensino de cinética química. Química Nova na Escola, v. 32, n.3, p.161-168, 2010.

FRAILE, L. C. El trabajo en grupo: aprendizaje cooperativo en secundaria. Bilbao: Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco, 1998.

FREIRE, P. Pedagogia do oprimido. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1974.

FREITAS, L. V.; FREITAS, C. V. Aprendizagem cooperativa. Porto: Asa, 2003.

HURST, W. J.; TARKA JR, S. M.; POWIS, T. G.; VALDEZ JR, F.; HESTER, T. R. Cacao sage by the earliest Maya civilization. Nature, v. 418, jul., p.289-290, 2002.

JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T.; SMITH, K. A. Cooperative learning returns to college: what evidence is there that it works? Change, v.30. jul/ago, p. 27-35, 1998.

LANNES, S. C. da S. Estudo das propriedades físico-químicas e de textura de chocolates. Tese (Doutorado em tecnologia bioquímico-farmacêutica), Universidade de São Paulo, 1997.

LOPES, A. D.; CUMINALE, N. Chocolate: dá pra comer sem culpa. Revista VEJA, p.84, ano 46, n. 41, out, 2013.

MASSI, L.; CERRUTTI, B. M.; QUEIROZ, S. L. Metodologia de ensino jigsaw em disciplina de química medicinal. Química Nova, v.36, n.6, p.897-904, 2013.

OETTERER, M. A obtenção do cacau comercial. Universitário de Agronomia, v.2, n.7, p.23- 25, 1991.

RICHTER, M.; LANNES, S. C. da S. Ingredientes usados na indústria de chocolates. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, v. 43, n.3, p.357-369, 2007.

SANTOS, W.; SCHNETZLER, R. P. Educação em Química: compromisso com a cidadania. 3ª ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2003.

SILVA, A. J. Aprendizagem cooperativa no ensino de química: uma proposta de abordagem em sala de aula. 264f. Dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências. Instituto de

Química, Universidade de Brasília, 2007.

SILVA, E. L. Contextualização no ensino de química: ideias e proposições de um grupo de professores. Dissertação de Mestrado. Instituto de Química. Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 2007.

SLAVIN, R. E. Cooperative learning: theory, research and practice. 2ed. Boston: Allyn and Bacon, 1995.

TEODORO, D. L.; CABRAL, P. F. de O.; QUEIROZ, S. L. Atividade cooperativa no formato jigsaw: um estudo no ensino superior de química. ALEXANDRIA - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.8, n.1, p.21-51, 2015.

TEODORO, D. L.; QUEIROZ, S. L. Panorama das pesquisas sobre aprendizagem cooperativa no ensino de ciências. VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, Campinas, 2011.

ZANON, L. B.; MALDANER, O. A. Fundamentos e propostas de ensino de química para a Educação Básica no Brasil. Ijuí: Unijuí, 2007.

Abstract: *Chocochemistry: constructing knowledge about chocolate by means of the jigsaw cooperative learning method.* Abstract: Chocolate can enhance discussions concerning chemistry teaching. On this basis, a didactic activity using the jigsaw cooperative learning method was prepared and developed at a university in the state of Paraná (Brazil), with scholarship students *Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID)* (Teacher Initiation Scholarship Program) from a chemistry course, and aimed to analyze their potential in the process of teaching and learning scientific, social and economic contents related to the theme. Data were collected by means of pre-test, post-test and records of the researcher. The results indicated an important incidence of qualitative and quantitative aspects of the chemical composition of the chocolate in the pre-test; whereas in the end, in addition to these aspects, the history of chocolate and the production and cultivation of cocoa were also contemplated in the responses. The activity brought about an environment of interaction, reflection and information favorable to the construction of knowledge about chocolate, thus expanding the view on the theme.

Keywords: chemistry teaching, cooperative work, PIBID.



O escorpião fluorescente: Uma proposta interdisciplinar para o Ensino Médio

Juliano A. Elias, Andréa C. e Carvalho e Gérson S. Mól

Escorpiões são animais que amedrontam e fascinam. São aracnídeos relativamente comuns e suas ferroadas causam lesões de gravidade variada, podendo mesmo levar à morte. É importante conhecer esses animais e prevenir acidentes, especialmente em regiões nas quais a presença humana se sobrepõe aos seus habitats. Uma característica pouco conhecida e que permite identificar escorpiões à noite é a fluorescência que seu corpo manifesta em presença de radiação ultravioleta, a popular luz negra. Este trabalho apresenta elementos para a elaboração de uma proposta interdisciplinar para o Ensino Médio, a partir da análise do fenômeno do ponto de vista da Química (substâncias orgânicas fluorescentes), da Biologia (possíveis vantagens evolutivas), e da Física (radiações eletromagnéticas envolvidas).

► Interdisciplinaridade, fluorescência, escorpião ◀

Recebido em 26/08/2016, aceito em 15/02/2017

286

O objetivo deste trabalho é a proposição de um experimento interdisciplinar para o Ensino Médio sobre a fluorescência do escorpião. Para que o trabalho tenha sucesso, é importante conhecermos o animal e o fenômeno investigado. O nome escorpião vem do grego *skorpíos*, do qual derivam o nome de uma constelação e o signo zodiacal. Em uma versão de lenda da mitologia grega, Órion, o caçador, tentou violentar a deusa Artemis, que então mandou um escorpião picá-lo mortalmente. Agradecida ao escorpião, Artemis o transformou em uma constelação. Fez o mesmo com Órion, e, como castigo, posicionou sua constelação em uma posição no céu em que foge eternamente da constelação de Escorpião (Kuri, 2008).

Marcussi *et al.* (2011) mencionam a existência de diversas simbologias envolvendo o escorpião: “traíçoeiro, sedutor, animal exótico, peçonhento, que representa um dos mais fortes signos do zodíaco.” (Marcussi *et al.*, 2011, p. 29). Esboçados os elementos culturais referentes ao escorpião, é importante conhecer um pouco de suas características biológicas.

O Escorpião: Características biológicas

Escorpiões são artrópodes da classe dos aracnídeos, que inclui também aranhas, ácaros e carrapatos. Pertencem à ordem *Scorpionidea*, e estão presentes em todos os continentes, exceto na Antártica, preferindo regiões de clima tropical ou subtropical (Kotpal, 2014). São os aracnídeos mais antigos, tendo variado muito pouco em 400 milhões de anos. A figura 1 apresenta a morfologia do escorpião.

Escorpiões são, em sua maioria, noturnos (Gaffin *et al.*, 2012). Fotofóbicos, buscam abrigo durante o dia sob rochas,

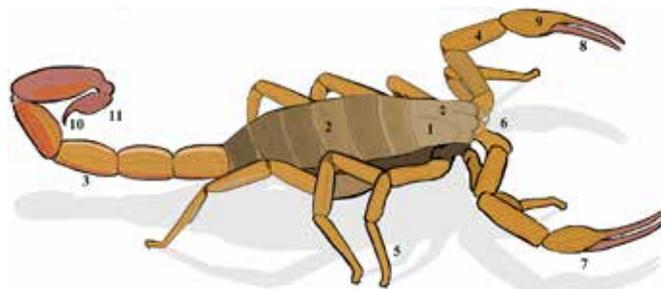


Figura 1: Morfologia do escorpião, usando como modelo a espécie brasileira *Tityus serrulatus*, destacando o cefalotórax (1), o abdômen (2), a cauda (3), os pedipalpos (4), as patas (5), a quelicera (6), as pinças (7), a garra móvel (8), a garra fixa (9), o ferrão ou acúleo (10), o télson (11). Fonte: Elaboração dos autores

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.

troncos, bueiros, etc. Alimentam-se de aranhas, insetos e outros pequenos animais noturnos (Kotpal, 2014), podendo permanecer em jejum por mais de seis meses. A necessidade de água é variável. Outros aracnídeos são ovíparos, mas os escorpiões são ovovíparos: os ovos eclodem dentro do corpo da mãe, que carrega os filhotes pelo menos até a primeira muda ou ecdise. Passam durante a vida por quatro a cinco ecdises, isto é, trocam a cutícula, parte fluorescente do exoesqueleto. O novo exoesqueleto não fluoresce até que endureça. Em cerca de um ano ficam adultos, reproduzindo-se sexuadamente ou por partenogênese (óvulos não fecundados originando embriões viáveis). No mundo são cerca de 2000 espécies identificadas, poucas dezenas perigosas para os humanos. No Brasil, há cerca de 90 espécies (Marcussi *et al.*, 2011). Uma das mais perigosas é o *Tityus serrulatus* (escorpião amarelo), abundante no meio urbano. Com base na gravidade das manifestações clínicas, especialmente em idosos e crianças, pode ser necessário uso de soro específico para a picada. Feitas as considerações sobre o animal, vamos entender o fenômeno da fluorescência.

Fluorescência versus fosforescência

A fluorescência e a fosforescência são fenômenos fotoluminescentes relacionados à excitação provocada por absorção de fótons, com emissão de luz, sempre em comprimento de onda (λ) maior do que o da radiação incidente. A fluorescência é a transição de um estado excitado singlete, de mesma multiplicidade de spin que o estado mais baixo, não havendo mudança de spin eletrônico, o que a torna uma transição rápida, em escalas de tempo que vão de picossegundos a microssegundos (Wardle, 2010). Neste trabalho será enfatizada a fluorescência, mas é importante mencionar para os estudantes a fosforescência e suas aplicações, tais como na confecção de interruptores e tomadas elétricas (Tolentino; Rocha-Filho, 1996). Na fosforescência, ocorre transição entre estados de diferente multiplicidade, usualmente de um estado triplete para um estado de mais baixa energia, envolvendo mudanças de spins eletrônicos “proibidas”, que deixam o processo de emissão mais lento que a fluorescência, abrangendo escalas de tempo que vão tipicamente de 10^{-3} a 10^2 segundos (Wardle, 2010). A diferença básica entre os dois tipos de luminescência está na multiplicidade dos estados eletrônicos excitados: singlete para a fluorescência, triplete para a fosforescência (Kagan, 1993), e na transição rápida na fluorescência e lenta na fosforescência.

O professor pode mencionar a presença de cadeias policíclicas dotadas de certa rigidez em muitos materiais fluorescentes, como no caso do quinino (figura 2), presente na água tônica (Nery; Fernandez, 2004). Essas cadeias policíclicas podem ser utilizadas como exemplos no estudo

A fluorescência e a fosforescência são fenômenos fotoluminescentes relacionados à excitação provocada por absorção de fótons, com emissão de luz, sempre em comprimento de onda (λ) maior do que o da radiação incidente.

do item curricular da Química “Classificação das Cadeias Carbônicas”.

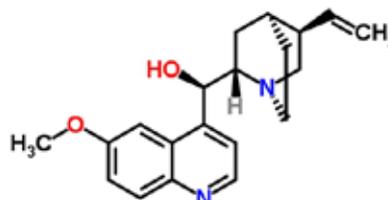


Figura 2: Fórmula estrutural do quinino. Fonte: chemspider.com. Uso autorizado mencionando a fonte.

Ainda não há consenso sobre o que causa a fluorescência do escorpião, embora pelo menos duas substâncias (figura 3) tenham sido sugeridas como responsáveis, a beta-carbolina (Stachel *et al.*, 1999) e a 7-hidroxi-4-metil-cumarina (Frost *et al.*, 2001), ambas solúveis em álcool (Schmitz, 2012). Essas substâncias já foram detectadas na cutícula do escorpião (Gaffin *et al.*, 2012). Dentro do espírito interdisciplinar da proposta, é importante abordar aspectos evolutivos da produção dessas substâncias pelo escorpião.

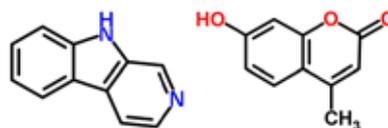


Figura 3: Fórmulas estruturais da beta-carbolina (esquerda) e da 7-hidroxi-4-metil-cumarina (direita). Fonte: chemspider.com. Uso autorizado mencionando a fonte.

Aspectos evolutivos da fluorescência do escorpião

Diversos trabalhos discutem se a fluorescência teria evoluído por ser vantajosa para o escorpião. Uma das hipóteses é de que, recebendo radiação UV e emitindo luz visível, de cor verde-ciano brilhante (Gaffin *et al.*, 2012), o animal observaria essa luz visível e utilizaria a informação para avaliar a conveniência de sair para se alimentar ou, ao

contrário, evitar o ambiente iluminado pela Lua (especialmente próxima à fase cheia e em seu zênite), situação em que ficaria vulnerável (Klock *et al.*, 2010). Essa hipótese contraria a opinião de pesquisadores como Fasel *et al.* (1997), que não veem utilidade do fenômeno para o escorpião,

argumentando que durante o dia a luz visível refletida difusamente pelo exoesqueleto é muito mais intensa que a fraca e praticamente indetectável luminescência provocada pela radiação UV natural, e que à noite a incidência de UV natural e a consequente luminescência do exoesqueleto são desprezíveis para efeitos práticos. Gaffin *et al.* (2012) argumentam que um papel funcional para a fluorescência do escorpião ainda não foi estabelecido, mencionando

inclusive que as substâncias fluorescentes podem ser apenas subprodutos metabólicos, sem vantagem para o animal. Deve-se salientar que uma característica fenotípica não precisa, necessariamente, apresentar utilidade ou vantagem evolutiva. Outras duas hipóteses discutidas por Gaffin *et al.* (2012) são de que a fluorescência serviria para atrair presas ou afugentar predadores. Os autores divergem da primeira hipótese, citando experimentos em que presas evitam escorpiões quando esses fluorescem, e consideram que a segunda hipótese merece estudos futuros, os quais investigariam se a fluorescência pode ser um sinal aposemático, sinal visual que anuncia a potenciais predadores

do escorpião que o animal é perigoso, para que evitem atacá-lo (Wilson, 2000, p. 579). Gaffin *et al.* (2012) ainda mencionam a possibilidade de que a fluorescência seja um sinal de reconhecimento dentro da espécie, especialmente para fins de acasalamento.

Não é necessário que os estudantes assumam uma posição ou outra como «verdade». Essa discordância é interessante porque, discutindo se a fluorescência é vantajosa, prejudicial ou indiferente para o escorpião, os estudantes assumem uma perspectiva não dogmática da pesquisa científica. Discutidos os aspectos mais relevantes do tema, é o momento de apresentar o experimento. Isso é feito na Tabela 1.

Tabela 1: Experimento investigativo interdisciplinar. Fonte: Elaboração dos autores.

Experimento: A fluorescência do escorpião. Tempo estimado: 1h30min (2 aulas)

1. Objetivos: Incentivar a autonomia dos estudantes, que realizarão o experimento propondo hipóteses e elaborando relatório. Discutir aspectos químicos e biológicos da fluorescência do escorpião, e a natureza da fluorescência à luz do Modelo de Bohr e da Física Quântica.

2. Instruções de segurança: Orientar os alunos a não manipular escorpiões vivos e a não olhar diretamente para a radiação UV, perigosa para olhos e pele. Lembrar que álcool é inflamável.

3. Pergunta inicial: O que ocorre se incidirmos radiação UV (luz negra) sobre um escorpião?

4. Materiais e métodos: Escorpião preservado em álcool. Lâmpada UV. Executar as ações:

a) Incidir a radiação UV sobre o escorpião, em ambiente pouco iluminado.

b) Observar a fluorescência provocada pela incidência de radiação UV (figuras 4 e 5).

c) Incidir a radiação UV sobre o álcool onde está sendo mantido o escorpião (figura 6).

d) Verificar se o álcool também fica fluorescente, se possível comparando com um “branco de amostra” (álcool que não esteve em contato com escorpião e normalmente não fluoresce).

e) Anotar o que foi observado e discutir novamente a pergunta inicial.

5. Resultados e respostas esperadas, que deverão constar em relatório individual ou em grupo:

Pergunta inicial (pergunta que antecede o experimento):

a) O que ocorre se incidirmos radiação UV (luz negra) sobre um escorpião?

Os estudantes deverão observar a emissão de luz visível pelo escorpião.

Perguntas complementares (perguntas feitas durante ou após o experimento):

b) Qual a natureza da radiação incidente sobre o escorpião?

Radiação ultravioleta (UV), faixa aproximada de 400 nm a 10 nm. Se disponíveis as especificações da fonte de UV utilizada, deve-se identificar o λ . Por exemplo, um fabricante identifica o pico de sua lâmpada em 253,7 nm. Uma busca em livros de Física ou na internet por “espectro eletromagnético” permite achar imagens com os λ dos diferentes tipos de radiação eletromagnética. O professor também pode imprimir e distribuir um espectro.

c) Qual a natureza da radiação eletromagnética emitida pelo escorpião? Luz visível.

d) Como a ciência denomina o fenômeno observado? Fluorescência.

e) Que tipo de substância costuma provocar o fenômeno? Cadeias policíclicas rígidas.

f) Esse fenômeno acontece com álcool que não esteve em contato com escorpião?

Álcool comercial não fluoresce, a não ser que contenha desnaturante fluorescente.

g) A fluorescência acontece com o álcool no qual foi conservado o escorpião?

Sim, álcool em que foi conservado um escorpião fluoresce.

h) A substância fluorescente no escorpião é solúvel no álcool (ou outro conservante usado para preservar o escorpião)? Sim. Por isso o álcool se torna fluorescente (figura 6).

i) Quais as possíveis vantagens evolutivas do fenômeno para o escorpião? Captando radiação UV e emitindo luz visível o escorpião perceberia sua vulnerabilidade e se esconderia.

j) A existência dessas vantagens é consenso entre os cientistas? Explique.

Não. Alguns cientistas não consideram que essas vantagens estejam bem demonstradas.

k) O que a eventual falta de consenso nos diz sobre a natureza da ciência?

Espera-se que, com a mediação do professor, os estudantes percebam que a ciência não é absoluta, dogmática, mas um processo dinâmico em que ideias são apresentadas e questionadas, e deseja-se que a resposta dos estudantes a este item contenha essa reflexão.

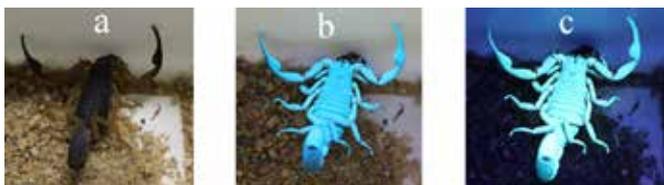


Figura 4: Escorpião do gênero *Rhopalurus*, iluminado a) apenas por luz ambiente visível; b) por luz ambiente visível e radiação UV; c) apenas por radiação UV. A presença de reflexão difusa do componente azul da luz ambiente ou da própria radiação da lâmpada UV pode fazer com que a emissão fluorescente tenda mais para o ciano do que para o verde, o que pode ser modificado incidindo a radiação UV em ambiente escuro ou usando filtro amarelo na câmera fotográfica. Fonte: Elaboração dos autores.

Considerações finais e perspectiva futura

Esperamos, com essa proposta de experimento interdisciplinar, contribuir para um ensino de ciências mais dinâmico e interessante para os alunos. Construindo o fluorímetro caseiro proposto por Sartori e Loureiro (2009), pode-se sofisticar o experimento da fluorescência do escorpião, aproximando-o de uma abordagem quantitativa através da análise da fluorescência de exoesqueletos de diferentes invertebrados, com destaque para o escorpião.

Juliano de Almeida Elias (elias.juliano@gmail.com), licenciado em Física e em Química, mestre em Ensino de Ciências pela UnB. Brasília, DF – Brasil. **Andréa Cruz e Carvalho** (andreabiologa@gmail.com), licenciada em Ciências Biológicas, mestre em Biologia Animal pela UnB, e doutora em Biologia Animal pela UnB. Atualmente é pesquisadora e pós-doutoranda na UnB. Brasília, DF – Brasil.

Referências

- FASEL, A., MULLER, P., SUPPAN, P., & VAUTHEY, E. Photoluminescence of the African scorpion “pandinus imperator”. In: *Journal of Photochemistry and Photobiology. B, Biology*, 39(1), 9698. 1997. Disponível em: <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:2960>. Acessado em 24 fev 2017.
- FROST, L. M., BUTLER, D. R., O’DELL, B. & Fet, V. A coumarin as a fluorescent compound in scorpion cuticle. In *Scorpions 2001*. In Memoriam Gary A. Polis (eds V. Fet & P. A. Selden), pp. 365–368. Burnham Beeches, UK: British Arachnological Society, 2001.
- Disponível em: http://www.science.marshall.edu/fet/euscorpium/fetpubl/Frost%20et%20al%202001_Coumarin.pdf. Acessado em 24 fev 2017.
- GAFFIN, Douglas D. BUMMB, Lloyd A. TAYLOR, Matthew S. POPOKINA, Nataliya V. MANNA, Shivani. Scorpion fluorescence and reaction to light. *Animal Behaviour* 83 (2012) 429 – 436. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anbehav.2011.11.014> Acessado em 24 fev 2017.
- KAGAN, Jacques. *Organic Photochemistry*. Londres: Academic Press, 1993. ISBN 9780123943200.
- KLOOCK, Carl T., KUBLI, Abraham, REYNOLDS, Ricco. Ultraviolet Light Detection: A Function of Scorpion Fluores-



Figura 5: Escorpião da espécie *Tityus serrulatus*, demonstrando fluorescência sob radiação UV. Fonte: Elaboração dos autores.



Figura 6: a) Álcool em que são armazenados escorpiões. b) Sob radiação ultravioleta, a solução alcoólica se torna fluorescente, demonstrando a solubilidade da substância fluorescente do escorpião em etanol. Fonte: Elaboração dos autores.

Gerson de Souza Mól (gml@unb.br), bacharel e licenciado em Química, doutor em Ensino de Química, com pós-doutorado em Ensino de Química. É professor da UnB. Orientador no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da UnB e no Doutorado da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática REAMEC. Brasília, DF – Brasil.

cence. *The Journal of Arachnology* 38, no. 3 (2010): 441-45. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/20798577>. Acessado em 24 fev 2017.

KOTPAL, R. L. *Modern Text Book of Zoology: Invertebrates*. New Delhi: Rastogi Publications, 2014. ISBN-10 9350780402 ISBN-13 978-9350780404

KURI, Mário da Gama. *Dicionário de mitologia grega e romana*. 8ª ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2008. ISBN 9788571101289

MARCUSSI, Silvana; ARANTES, Eliane C.; SOARES, Andreimar M.; GIGLIO, José Roberto; MAZZI, Maurício V. *Escorpiões: biologia, envenenamento e mecanismos de ação de suas toxinas*. Ribeirão Preto: FUNPEC Editora, 2011. ISBN 9788577470549

NERY, Ana Luiza Petillo, FERNANDEZ, Carmen. Fluorescência e Estrutura Atômica: Experimentos Simples para Abordar o Tema. *Química Nova na Escola*, n. 19, p. 41, mai. 2004. Disponível em: <http://qnesc.sbgq.org.br/online/qnesc19/19-a12.pdf>. Acessado em 24 fev 2017.

SARTORI, P. H. S., LORETO, E. L. S. Medidor de Fluorescência Caseiro. *Química Nova na Escola*, n. 2, p. 150, mai. 2009. Disponível em: http://qnesc.sbgq.org.br/online/qnesc31_2/13-EEQ-4508.pdf. Acessado em 24 fev 2017.

SCHMITZ, Finn. The order of the scorpions: Fluorescence and color sensitivity. In: *Panarthropoda.de* (website). Stuttgart,

Alemanha, 2012. Disponível em: <http://www.panarthropoda.de/sub/allgemeines/fluorskorpioneen.php> Acessado 24 fev 2017.

STACHEL, Shawn J, STOCKWELL, Scott A, Van Vranken, David L. The fluorescence of scorpions and cataractogenesis. *Chemistry & Biology* August 1999, 6:531-539. Elsevier Science Ltd ISSN 10745521. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10421760>. Acessado em 24 fev 2017.

TOLENTINO, M., ROCHA-FILHO, R.C. O Átomo e a Tecnologia. *Química Nova na Escola*, n. 3, p. 47, mai. 1996.

Disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc03/quimsoc.pdf>. Acessado em 24 fev 2017.

WARDLE, B. *Principles and applications of photochemistry*. Chichester, Reino Unido: Wiley Publication, 2010. ISBN 9780470014936

WILSON, Edward O. *Sociobiology, the new synthesis*. 25ª Edição. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 2000. I SBN 9780674002357

Abstract: *The fluorescent scorpion: An interdisciplinary approach to high school.* Scorpions are animals that frighten and fascinate. They are arachnids relatively common and their sting cause injuries varying in severity, or even death. It is important to know these animals and prevent accidents, especially in regions where humans invade their habitats. A poorly known property of scorpions allows their prompt detection at night: their body fluoresces when illuminated by ultraviolet light (popularly known as “black light”). This paper presents elements for the development of an interdisciplinary approach to high school, from the analysis of the phenomenon through the lens of chemistry (fluorescent organic compounds), biology (possible evolutionary advantages) and physics (electromagnetic radiation involved).

Keywords: Interdisciplinarity, fluorescence, scorpion.

A polissemia da palavra “Experimentação” e a Educação em Ciências

The polysemy of the word “experimentation” and the Science Education

Rafael Cava Mori e Antonio Aprigio da Silva Curvelo

Resumo: O artigo analisa a polissemia da palavra experimentação no contexto da Educação em Ciências, a partir da filosofia da linguagem expressa em obras do chamado “Círculo de Bakhtin”. Primeiramente, são discutidos os conceitos de tema e de significação, conforme definidos por Voloshinov. A seguir, faz-se o levantamento de um material empírico, consistindo no conjunto de significações correntes da palavra experimentação (e palavras derivadas), conforme registradas em dicionários. A partir desse material, sugere-se uma estrutura para o conceito de experimentação, consistindo na proposta de três domínios semânticos cujos conteúdos concorrem para a significação dessa palavra. Um breve estudo histórico mostra como esses domínios são preenchidos por diferentes conteúdos ao longo da trajetória do ensino das ciências. Finalmente, considerando a historicidade dessa estrutura do conceito em investigação, aventam-se possibilidades para estudos futuros, tomando-se em consideração as relações entre experimentação no ensino e tendências pedagógicas, sejam elas hegemônicas ou contra hegemônicas.

Palavras-chaves: experimentação no ensino. Filosofia da linguagem. Círculo de Bakhtin. Tema e significação. Epistemologia. Pedagogias críticas.

Abstract: This paper analyses the polysemy of the word experimentation, in the context of Science Education, according to the philosophy of language expressed in works of the Bakhtin’s Circle. After discussing the concepts of theme and meaning as defined by Voloshinov, a survey of empirical data is presented, consisting of meanings of the word experimentation, and of derived words, as recorded in dictionaries. It is suggested from the survey a structure for the concept of experimentation composed by three semantic areas whose contents contribute to the meaning of the word. A brief historical study shows how these semantic areas are filled by different contents along the trajectory of science teaching. Finally, given the historicity of this structure, which is proposed for the concept of experimentation, some possibilities for future studies are suggested, addressing the relations between experimentation and pedagogical trends (hegemonic or counter-hegemonic).

Keywords: experiments in Science teaching. Philosophy of language. Bakhtin Circle. Theme and meaning. Epistemology. Critical pedagogies.

Rafael Cava Mori (rafael.mori@ufabc.edu.br), bacharel e licenciado em Química pela Universidade de São Paulo, mestre e doutor em Físico-Química pela mesma instituição, é professor do Centro de Ciências Naturais e Humanas, da Universidade Federal do ABC. Santo André, SP - BR. **Antonio Aprigio da Silva Curvelo** (aprigio@iqsc.usp.br), bacharel em Química pela Universidade de São Paulo, doutor em Química Orgânica pela mesma instituição, é professor titular do Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos, SP - BR.
Recebido em 06/01/2017, aceito em 02/04/2017

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.

Entre os referenciais adotados na pesquisa educacional, os estudos associados ao nome do soviético Mikhail Mikhailovich Bakhtin (1895-1975) vêm se tornando cada vez mais frequentes. Freitas (1994), investigando o aporte de suas ideias – e também de Lev Semionovitch Vigotski (1896-1934) – no Brasil, afirma que isso aconteceu a partir dos anos 1970, graças a pesquisadores das áreas de Psicologia, Letras e Educação. Freitas lembra também que a difusão dos nomes desses intelectuais, em nosso território, esteve relacionada com a história política brasileira, em um momento de enfraquecimento do regime ditatorial civil-militar que esteve no poder entre 1964 e 1985. Esse período foi marcado pela valorização, no Brasil, de perspectivas críticas tanto ao escolanovismo, quanto aos autores franceses “reprodutivistas” (como Althusser e Bourdieu). Tais perspectivas, inspiradas em uma visão de mundo democrática e socialista, reconheciam a escola como arena de contradições, com a função de socializar o saber elaborado historicamente pela humanidade.

Em geral, os trabalhos que tomam as obras de Bakhtin como referencial, no campo da Educação em Ciências, se apoiam no conceito de enunciado, e em conceitos decorrentes ou associados a este (como gênero, acabamento, responsabilidade, dialogismo e polifonia), para discorrer sobre ou analisar a questão da linguagem em situações didáticas. Um exemplar desse tipo de estudo é o artigo já clássico de Mortimer e Scott (2002), em que tais conceitos servem à construção de uma ferramenta analítica de interações discursivas em sala de aula. Subjacente às considerações dos autores está a definição do enunciado como unidade mínima do discurso, caracterizado por um acabamento que permite/exige resposta do interlocutor. A linguagem é tratada, assim, como inerentemente dialógica, apesar de haver gêneros de discurso em que tal característica adquire maior importância. Finalmente, consideram os autores que o professor deve revezar adequadamente esses gêneros, lançando mão de discursos ora mais, ora menos dialógicos, para potencializar a formação de conceitos científicos por parte dos estudantes.

Neste trabalho, veremos como um referencial teórico que articule as obras do chamado “Círculo de Bakhtin” pode auxiliar a nós, educadores em ciências, a compreender os próprios conceitos que utilizamos em nosso campo do conhecimento.

O conceito escolhido para essa análise, a partir da filosofia da linguagem associada ao nome de Bakhtin, será a *experimentação no ensino*. Como veremos, a palavra experimentação aparece envolta em uma polissemia, implicando em diferentes modalidades de trabalho experimental para a educação científica. Realizaremos uma investigação da gênese dessa polissemia, marcada pelo surgimento, em diversas etapas históricas da experimentação, de vozes (por vezes, conflitantes) que ressoam no interior dessa palavra.

Primeiramente, discutiremos os principais conceitos “bakhtinianos” mobilizados em nossa análise, tema e significação. A seguir, apresentaremos o material empírico que

servirá à apreensão de uma possível estrutura para o conceito de experimentação. A historicidade dessa estrutura será estabelecida narrando-se a trajetória da atividade experimental. Isso possibilitará, em conclusão, aventarmos possibilidades tanto para a continuidade deste trabalho quanto para repercussões nas práticas pedagógicas.

Argumentaremos que, a partir desse estudo semântico-histórico, “escavando” as sucessivas camadas de significados depositadas na palavra, será possível caminhar em direção aos seguintes objetivos:

- a) esclarecer aspectos da própria conceituação da experimentação didática;
- b) a partir de tais esclarecimentos, orientar uma agenda de pesquisa que articule a experimentação com perspectivas pedagógicas contra-hegemônicas, ou que ainda não têm despertado suficiente atenção por parte dos educadores.

Tema e significação

Os conceitos tema e significação são detalhados na obra *Marxismo e filosofia da linguagem*, no Brasil, livro-chave e ponto de partida para a compreensão de todo o *corpus* “bakhtiniano” (Freitas, 1994). Antes de caracterizarmos tais conceitos, convêm alguns esclarecimentos concernentes à autoria e condições de produção desse livro.

Marksizm i filossófia iaziká foi publicado em 1929, sob o nome de Valentin Nikolaevich Voloshinov (1895-1936). A obra divide-se em três partes. A primeira e a segunda realizam uma espécie de estado da arte da filosofia da linguagem, constatando a existência de duas orientações de pensamento (o subjetivismo idealista e o objetivismo abstrato – cujo representante de maior prestígio, à época, seria Saussure). Já a terceira busca aplicar o “método sociológico” à análise do discurso literário, a partir de uma teoria de base marxista superadora das duas correntes em litígio.

Na elaboração desse enfoque para o estudo da linguagem – uma poética sociológica –, Voloshinov propõe alguns conceitos que mencionamos na seção anterior, sendo o mais importante, a nosso entender, o de enunciado. Para o autor, a filosofia da linguagem, até então, tratara de unidades de análise arbitrárias e abstratas, como a oração e a palavra, cindindo o estudo das línguas com a contraposição de sua dimensão formal a seu uso comunicativo. Com o conceito de enunciado, é possível estudar a linguagem de um ponto de vista histórico e dinâmico, ao contrário do idealismo e do formalismo, que a imobilizaram como uma espécie de língua morta. O enunciado permitiria apreender a linguagem viva, não apartando a análise científica de seu emprego nas trocas verbais.

Enquanto que, nos anos seguintes à edição da obra, a autoria de *Marxismo e filosofia da linguagem* não fora contestada, a partir dos anos 1970 Vyacheslav Vsevolodovich Ivanov (1929-) difundiu a informação de que o livro pertenceria a Bakhtin, e não a Voloshinov. Tal reviravolta causou rebulição

na comunidade acadêmica, ao ponto de edições mais recentes do livro serem creditadas apenas a Bakhtin ou a “Mikhail Bakhtin (Voloshinov)”, como no caso da edição brasileira. Não iremos adentrar na polêmica dos chamados “textos disputados” de Bakhtin. Entendemos que a obra *Bakhtin desmascarado* (Bronckart; Bota, 2012) reúne argumentos suficientes para reestabelecer a autoria de *Marxismo e filosofia da linguagem* a Voloshinov, e sugerimos que o leitor interessado leia integralmente esse verdadeiro dossiê a respeito das controvérsias que envolvem o nome de Bakhtin.

Objetos do capítulo 7 (“Tema e significação na língua”), da segunda parte de *Marxismo e filosofia e da linguagem*, os conceitos tema e significação são apresentados enquanto pares dialéticos fundamentais para a comunicação verbal.

O tema se refere ao que é individual, instável e não reiterável no processo comunicativo; a significação, ao contrário, é consensual, estável e reiterável. O tema está para o enunciado, unidade concreta da comunicação verbal, assim como a significação está para as palavras e orações, unidades abstratas e convencionais da língua. Nas palavras do autor,

O tema da enunciação é na essência irreduzível a análise. A significação da enunciação, ao contrário, pode ser analisada em um conjunto de significações ligadas aos elementos lingüísticos que a compõem [...]. O tema é um sistema de signos dinâmico e complexo, que procura adaptar-se adequadamente às condições de um dado momento da evolução [da língua]. O tema é uma reação da consciência em devir ao ser em devir. A significação é um aspecto técnico para a realização do tema (Bakhtin, 2004, p. 129).

Para Voloshinov, tema e significação são inseparáveis e não possuem fronteiras. Trata-se de dois aspectos do que o autor chama de “capacidade de significar”: o tema, seu estágio superior, real; a significação, o estágio inferior e apenas potencial. Consideramos que o tema possa ser aproximado do conceito de sentido, como exposto por outro estudioso soviético, Aleksei Nicolaevitch Leontiev (1903-1979), na obra *O desenvolvimento do psiquismo*. Para esse pensador, se o significado (ou a significação) se refere a algo fixado historicamente em determinado signo através de repetidos usos na comunicação social, o sentido, ao contrário, possui natureza pessoal. Além disso, acrescenta Leontiev, a dicotomia significado social/sentido pessoal é uma implicação das relações sociais de produção de nosso tempo histórico, quer dizer, emerge do processo de separação entre trabalhos manual e intelectual (Leontiev, 1978) – tese que, no entanto, não é explorada na obra de Voloshinov.

Podemos resumir as considerações acima dispondo os principais conceitos associados ao “Círculo de Bakhtin” enquanto pares dialéticos (Quadro 1). A significação se refere a uma propriedade historicamente atribuída aos signos lingüísticos,

sendo consensual e universalmente aceita; subordina-se às relações lógicas, formais, que arbitram a constituição da língua enquanto instrumento para a comunicação verbal. O tema, por outro lado, diz respeito às situações concretas de uso da língua, que são irrepitíveis, pois incorporam no sistema lingüístico elementos contextuais que ultrapassam a capacidade abstrata de significar. As palavras e orações que, enquanto unidades abstratas da língua, só podem ser analisadas conforme categorias lógicas (identidade, negação, terceiro excluído), são insuficientes para a apreensão da realidade dos fenômenos lingüísticos. Estes, organizados pelas trocas discursivas entre enunciados concretos, elos na cadeia da comunicação verbal inerentemente dialógica, exigiriam para seu estudo uma ciência igualmente concreta, para além da lingüística e suas categorias abstratas – uma *metalingüística*, como defende Bakhtin (1981).

Quadro 1: Conceitos associados ao Círculo de Bakhtin, em interação dialética.

significação/significado	tema/sentido
estável	instável
reiterável	não-reiterável
consensual	pessoal
universal	contextual
potencial	real
língua	fala
palavra/oração	enunciado
lógico	dialógico
lingüística	“metalingüística”
abstrato	concreto

Significados de experimentação

Quais as repercussões que esses conceitos podem trazer para a investigação científica? É o próprio Voloshinov quem responde:

A investigação da significação de um ou outro elemento lingüístico pode, segundo a definição que temos, orientar-se para duas direções: para o estágio superior, o tema; nesse caso, tratar-se-ia da investigação contextual de uma dada palavra nas condições da enunciação concreta. Ou então ela pode tender para o estágio inferior, o da significação; nesse caso, será a investigação da significação da palavra no sistema da língua, ou em outros termos a investigação da palavra dicionarizada (Bakhtin, 2004, p. 131, grifo nosso).

Em outro momento de *Marxismo e filosofia da linguagem*, Voloshinov já mencionara uma heurística da investigação sobre a palavra na concretude da vida, e sobre a contradição

fundamental que a atravessa, a saber, seu aspecto simultaneamente uno e múltiplo:

O sentido da palavra é totalmente determinado por seu contexto. De fato, há tantas significações possíveis quanto contextos possíveis. No entanto, nem por isso a palavra deixa de ser una. Ela não se desagra em tantas palavras quantos forem os contextos nos quais ela pode se inserir. Evidentemente, essa unicidade da palavra não somente é assegurada pela unicidade de sua composição fonética; há também uma unicidade inerente a todas as suas significações. Como conciliar a polissemia da palavra com sua unicidade? É assim que podemos formular, de modo grosseiro e elementar, o problema fundamental da dialética (Bakhtin, 2004, p. 106, grifos nossos).

Tais considerações vão ao encontro de inquietações nossas a respeito da polissemia que caracteriza o conceito de experimentação no ensino, um dos mais importantes e específicos da área de Educação em Ciências. De fato, há diferentes enfoques e finalidades para o que se chama de atividade experimental didática (Araújo; Abib, 2003), frequentemente conduzindo a equívocos e confusões entre o que seriam trabalhos práticos, experimentos no ensino de ciências e experimentos na ciência (Hodson, 1988).

Restringir nossos esforços à palavra experimentação enquanto categoria abstrata não seria um caminho para se esclarecer o problema de sua polissemia. Afinal, um dos projetos do “Círculo de Bakhtin” seria o de pensar o signo para além do domínio da língua, considerando-o no domínio do discurso (e, assim, da vida) e concebendo-se que a palavra é interindividual e ressoa as vozes de todos que a utilizam/utilizaram historicamente (Cereja, 2012).

Para se identificar essas vozes, no entanto, um ponto de partida precisa ser eleito. Tal ponto de partida não pode, por evidentes razões de ordem prática, ser o próprio emprego da palavra experimentação na vida, enquanto enunciado concreto dos falantes que a tomam. Sob a perspectiva dialética – segundo Voloshinov, o único caminho frutífero para tal empreitada investigativa –, partir do concreto é uma impossibilidade em termos metodológicos, o que já fora inclusive evidenciado por Marx na “Introdução” da *Contribuição à crítica da economia política* (Marx, 2013). Sobre essa questão, explica Saviani (2012b) que o movimento do conhecimento compreende dois momentos:

- i) partindo-se do empírico (forma sincrética, caótica, confusa como o objeto se apresenta à contemplação imediata), emprega-se a *análise* para a elaboração do abstrato (constituído por conceitos, relações e determinações mais simples); e
- ii) partindo-se do abstrato, emprega-se então a *síntese* para reconstituir o objeto concreto (agora, entendido como uma rica totalidade de determinações e de relações numerosas).

Caberia então identificar primeiramente um material empírico que pudesse nos guiar às categorias abstratas relacionadas à palavra experimentação. Considerando a passagem de Voloshinov que reproduzimos há pouco, consideramos que os dicionários podem oferecer esse material empírico, dado que seu objetivo é identificar e registrar os usos consagrados das palavras. Assim, podemos realizar uma análise da palavra experimentação a partir de seu registro dicionarizado, operando uma verdadeira dissecação de seu conteúdo semântico.¹

Para iniciar esse trabalho, então, pesquisamos os verbetes *experiência*, *experimentação*, *experimentar* e *experimento* em três dicionários de língua portuguesa, *Houaiss* (Koogan; Houaiss, 1997, p. 650-651), *Michaelis* (Michaelis, 1998, p. 923) e *Aurélio* (Ferreira, 1999, p. 862).

O verbete *experiência*, nos três dicionários, aparece com significados práticos: prática de vida, vivência, “É homem vivido, cheio de experiência” (*Aurélio*). Essa dimensão prática frequentemente é exposta por uma óptica mais epistemológica: “Conhecimento adquirido pela prática da observação ou exercício” (*Houaiss*), “Conhecimento adquirido graças aos dados fornecidos pela própria vida [...] Conhecimento das coisas pela prática ou observação” (*Michaelis*). A caracterização prática da experiência também está presente nas definições do verbete *experimentar*: pôr em prática, executar, conhecer por experiência.

O lado prático da experiência também possui uma dimensão técnica, com conotação mais mecanizada, quase involuntária: “Habilidade, perícia, prática, adquiridas com o exercício constante de uma profissão, duma arte ou ofício” (*Aurélio*), “Perícia, habilidade que se adquirem pela prática” (*Michaelis*). O mesmo pode ser dito quanto ao verbete *experimentar*: para o *Aurélio* e o *Michaelis*, pode ser o mesmo que adestrar (-se).

A dimensão filosófica da experiência aparece somente no *Aurélio*: “Conhecimento que nos é transmitido pelos sentidos”, “Conjunto de conhecimentos individuais ou específicos que constituem aquisições vantajosas acumuladas historicamente pela humanidade”. A primeira dessas definições apresenta a corrente de pensamento conhecida como empirismo, para a qual todo conhecimento parte das impressões sensoriais, inexistindo dados *a priori* na mente humana. Veremos adiante a importância do empirismo (e de sua superação) para a experimentação no ensino de ciências.

Finalmente, a experiência é caracterizada nos três dicionários como um objeto da cultura científica: “Ensaio, tentativas para verificar ou demonstrar qualquer coisa” (*Houaiss*), “Ensaio prático para descobrir ou determinar um fenômeno, um fato ou uma teoria; experimento, prova” (*Michaelis*). O *Aurélio* chega a exemplificar: experiência química.

Estas últimas definições darão o tom àquelas dos verbetes *experimentação* e *experimento*, postos como sinônimos entre si e sinônimos de *experiência* nos três dicionários.

Enquanto que nos outros dicionários a experimentação é apenas o ato ou efeito de experimentar, o *Aurélio* comporta um maior esclarecimento: “Método científico que consiste em

observar um fenômeno natural sob condições determinadas que permitem aumentar o conhecimento que se tenha das manifestações ou leis que regem esse fenômeno”.

Nos três dicionários define-se experimento semelhantemente: “Ensaio científico para a verificação de relações entre fatos bem definidos” (*Michaelis*), “Experiência (principalmente falando de ensaios e estudos científicos)” (*Houaiss*) e “Ensaio científico destinado à verificação de um fenômeno físico” (*Aurélio*).

Os dicionários reservam definições outras para os quatro verbetes pesquisados, por exemplo, experimentar como “sentir, sofrer, suportar” (*Michaelis*). No entanto, consideramos relevantes para este trabalho somente as pertencentes a um dos seguintes domínios:

- *Domínio prático*: experiência do senso comum, vivência, produto do contato intenso e frequente com aspectos da realidade, levando ao conhecimento, ao domínio, ao adestramento;
- *Domínio filosófico*: empirismo, como crença na aquisição do conhecimento através dos dados do real, mediado pelos sentidos;
- *Domínio da atividade científica*: experimentação, experiências ou experimentos como constituintes da atividade de investigação científica, destinados à observação/verificação de fenômenos/leis, sujeitos a determinadas regras (métodos científicos).

Assim, caracterizamos as palavras experiência, experimentar, experimentação e experimento como possuidoras de diversos conteúdos semânticos, e que podem ser enquadrados nos três domínios acima, constituindo como que sua estrutura.

Analisamos a palavra experimentação enquanto categoria abstrata, debruçando-nos sobre sua significação, de acordo com Voloshinov. Se desejarmos algum avanço no conhecimento, à análise deve seguir-se a síntese. Esta, abastecida com o estudo histórico a ser apresentado na próxima seção, permitirá uma aproximação dos possíveis temas da palavra experimentação, conforme utilizados durante a história do ensino de ciências.

Da experimentação na ciência à experimentação no ensino de ciências

Enquanto constituinte do ensino de ciências, a experimentação atravessou diversos momentos, assumindo diferentes características e finalidades, sendo possível explorá-las a partir dos domínios semânticos identificados acima. Veremos que a emergência de cada uma de suas modalidades, paradigmáticas em seus respectivos contextos históricos, foi acompanhada do preenchimento de diferentes conteúdos nesses domínios semânticos.

“Pré-história” da experimentação no ensino de ciências: experimentação na ciência

Logicamente, a atividade experimental só passa a ser considerada desejável e relevante para o ensino das ciências após a

própria ciência vir a utilizá-la. Nosso ponto de partida, portanto, é a gênese do que chamamos de domínio da atividade científica, na caracterização semântica de palavras como experiência e experimentação. Para Pinho Alves (2000), isso se deu a partir da necessidade de se transcender a *doxa* (opinião) em direção à *episteme* (conhecimento), quando o homem adota um proceder premeditado e circunstanciado diante dos fatos, transmutando sua natureza bruta. Estabelece-se, assim, o “diálogo experimental”, para que se apreenda o mundo conforme situações mais simples, generalizantes e universais.

Atribui-se a três nomes a fundação dessa ciência moderna: Francis Bacon (1561-1626), René Descartes (1596-1650) e Galileu Galilei (1564-1642).

O *Novum organum* de Bacon busca superar o antigo método indutivo-dedutivo de Aristóteles, declarando apenas a indução como via para o conhecimento da natureza. Tal posição pressupõe a possibilidade de generalização a partir de proposições de observação singulares (Chalmers, 1993), fortalecendo uma concepção de ciência como dominadora/reveladora da natureza e de suas leis (Hodson, 1988).

Descartes, iniciador do racionalismo moderno, também se opôs a Aristóteles, mas contrariamente a Bacon: pela subordinação dos dados dos sentidos à atividade puramente intelectual como caminho para a descoberta da verdade. Por que essa recusa inicial, por que desconfiar do que os olhos podem ver, do que as mãos podem tocar? Hirschberger (1957), falando sobre a filosofia de Platão, explica que a percepção sensível é incerta, dado que nossos sentidos frequentemente se enganam, experimentando as coisas diferentemente do que elas são; além disso, no mundo dos sentidos impera o devir, em que nada permanece, sendo que os conceitos de verdade e de ciência exigem o que é continuamente idêntico a si.

Decerto, o racionalismo de Descartes tem seu embrião no pensamento de Platão. Mesmo a ideia de um mundo matematicamente estruturado, em que são válidas as rigorosas regras do número e da qual Descartes é partidário, já está presente no discurso do filósofo ateniense. Mas, ao contrário deste, Descartes não despreza totalmente os dados da percepção: “a experiência fica subordinada à razão, na medida em que se reduz, praticamente, a uma função comprovatória. A experiência se faz presente, quando solicitada, caso contrário é dispensável” (Pinho Alves, 2000, p. 181). Como o exercício da função comprovatória da experiência só é possível caso se disponha, *a priori*, de uma proposição geral cuja validade para um caso particular se deseja verificar, diz-se que o método cartesiano é dedutivo.

Finalmente, encontramos a influência de Platão também em Galileu, que completa o ataque à filosofia aristotélica no século XVII, junto de Bacon e Descartes (Giordan, 1999). Koyré (1991), entretanto, caracteriza seu trabalho como tendo objetivos e alcances ainda mais audaciosos: para Galileu, era imperioso “destruir” um mundo antigo e substituí-lo por um novo, reformando-se a estrutura de nossa própria inteligência,

encarando o Ser de uma nova maneira e reelaborando os conceitos de conhecimento/ciência. Com isso, operar-se-ia a completa substituição do ponto de vista do senso comum, bastante natural, por outro que, absolutamente, não o é. Essa reestruturação do mundo teve de contemplar:

- A substituição do conceito de Cosmo, como todo finito e hierarquicamente organizado atendendo a princípios de ordem e virtude, pelo conceito de Universo, um sistema de causas e efeitos cuja estrutura é matemática;
- Como consequência, a matematização (geometrização) da natureza e, por conseguinte, da própria ciência;
- A fusão da física sideral com a terrestre, impossível para Aristóteles, para quem o mundo celeste era até mesmo composto de uma essência diversa;
- A equivalência entre o *status* ontológico do movimento e o do repouso, em que ambos passam a ser estados. Na física de Aristóteles, o movimento é tido como um processo, um devir, e o repouso é o fim do movimento;
- Finalmente, o tratamento do real pelo impossível (o ser real pelo matemático).

Parece suficiente nosso passeio pelas obras de filósofos e historiadores da ciência para determinar o momento em que palavras como experiência e experimento passaram a compor o vocabulário científico de um modo novo, provocando o surgimento do domínio semântico da atividade científica para essas palavras.

Antes do aparecimento de diversos personagens, que representamos por Bacon, Descartes e Galileu, a única experiência requisitada para o conhecimento científico é o senso comum. Com o advento da ciência moderna, essa experiência passa a ser encarada como insuficiente ou até indesejável. Já não basta o uso da experiência e dos experimentos quando considerado apenas o que chamamos de domínio prático, quanto à semântica dessas palavras.

O que chamamos de domínio filosófico passa a guiar a concepção de um método científico por Bacon. Descartes e Galileu, opositores deste empirismo-indutivismo, creditam a uma via oposta – matemático-dedutiva – a possibilidade da elaboração de uma *episteme*.

Vale dizer que, apesar da tendência à oposição do pensamento de Bacon ao de Descartes e Galileu, nenhuma das correntes pode tomar para si a responsabilidade por oferecer um verdadeiro método para o progresso do conhecimento. Sobre a relativização desse contraste, é preciso lembrar que a ciência do século XVII foi, simultaneamente, galileana/baconiana/cartesiana – suas categorias principais, como teoria/experimento, necessidade/contingência e simplicidade/universalidade estão contempladas em todas essas tradições, apesar de suas perspectivas metafísicas serem divergentes ou opostas (Rossi, 1992).

Momentos iniciais da experimentação no ensino de ciências

Pena (2000), Pinho Alves (2000) e Gonçalves (2005), buscando localizar o momento em que a experimentação

começa a ser requisitada nos cursos de ciências, informam que essa demanda já se faz presente a partir do século XVIII, na Europa – logo após a gênese da ciência moderna. Os autores mencionam ainda a importância das universidades para isso: o ensino superior, incluindo os experimentos científicos na formação acadêmica, cria o modelo de laboratório científico para as escolas secundárias.

Conforme a tipologia proposta por Pinho Alves (2000), os laboratórios didáticos mais característicos desse período são o de demonstrações e o tradicional. No primeiro, o executor das atividades experimentais é o próprio docente, cabendo aos alunos observar. Já no laboratório tradicional o professor supervisiona os alunos com a intenção de que desenvolvam uma investigação científica propriamente dita, ainda que, na realidade, a atividade não demande muito mais que seguir instruções de um roteiro.

Tais concepções de laboratório se conformam ao que Saviani (2012a) define como pedagogia tradicional, em que a escola se apresenta como agência centrada no mestre e transmissora da cultura aos alunos. Ainda, o autor explicita a filiação dessa pedagogia à filosofia empirista, dado que sua matriz teórica remonta aos cinco passos formais de Herbart: preparação, apresentação, comparação/assimilação, generalização e aplicação. Tais etapas emulam o método indutivo de Bacon, assentado em três momentos fundadores: observação, generalização e confirmação.²

Assim, experimento demonstrativo possui uma função ilustrativa, auxiliar, de realização facultativa (Pinho Alves, 2000). A demonstração do professor à classe se caracteriza, portanto, como um recurso retórico do mestre, diante da dificuldade em transmitir o fato científico – confirmando a vocação empirista desse tipo de experimento, como se os fatos falassem por si. Pinho Alves (2000) menciona também a função motivadora da demonstração experimental, que pode ocorrer no início da exposição visando despertar a atenção da classe para dado assunto. Também quanto a isso a demonstração se compatibiliza com o ensino tradicional, que se relaciona com o conceito de motivação extrínseca, fortemente dependente das características pessoais do professor (Mizukami, 1986).

Sobre o laboratório tradicional, nossas considerações são semelhantes, e a possibilidade de os alunos executarem os experimentos, desejando atingir um resultado pré-determinado como correto pelo professor conforme um roteiro, não muda sua orientação empirista. Tampouco influencia no caráter retórico do experimento tradicional, agora tratado como verificador de teorias: serve à validação do discurso proferido pelo mestre.

Voltemos então a pensar em termos dos domínios semânticos envolvidos nas palavras experimentação, experiência e experimento, nos contextos dos laboratórios de demonstrações e tradicional. Para ambas as situações, o domínio semântico filosófico – empirismo – é afirmado no significado dessas palavras, devido às próprias características do ensino tradicional. O domínio prático também comparece: no laboratório de demonstrações, como

experiência do senso comum, dado da realidade; no laboratório tradicional, mais como prática, vivência, habilidade em lidar com os instrumentos e procedimentos envolvidos na atividade experimental. Quanto ao domínio da atividade científica, podemos identificá-lo no experimento do laboratório tradicional, mas com ressalvas. Esse experimento não é mais que uma versão simplificada e distorcida do trabalho científico, levando ao que Arruda e Laburú (1998) chamam de imagem tradicional ou popular da ciência e teses indutivistas-verificacionistas, ou o que Chalmers (1993) denomina como indutivismo ingênuo.

Segundo Pena (2000), a abordagem tradicional da experimentação didática prepondera no Brasil e em outros países até meados do século XX. Isso não quer dizer que, da década de 1950 em diante, as demonstrações e o laboratório tradicional desapareceram das escolas, mas que, desde então, eles puderam conviver com novas propostas. A estas, dedicamos as subseções a seguir.

A era dos projetos curriculares

É praticamente lugar-comum, nos trabalhos da área de Educação em Ciências, tratar da chamada era dos projetos curriculares, reflexo de um momento de renovação no ensino de ciências liderado pelos Estados Unidos e pela Inglaterra a partir do final dos anos 1950. De fato, foi com esse movimento que tal área começou a se constituir.

Não recontaremos essa história em pormenores nem exploraremos exaustivamente seu pano de fundo e suas repercussões. Outros trabalhos já realizaram essa tarefa, entre eles muitos dos que nos auxiliarão nos próximos parágrafos. No entanto, não será possível prosseguir sem mais uma breve reconstituição desse marcante período.

O contexto dos anos seguintes à Segunda Guerra Mundial é o de um mundo dividido: de um lado, o capitalismo, tendo os Estados Unidos como expoente; de outro, o socialismo, representado pela União das Repúblicas Socialistas Soviéticas. Buscando reverter a supremacia científico-tecnológica demonstrada pelo bloco soviético (cujo epítome foi o lançamento do primeiro satélite artificial, o Sputnik I, em 1957), o governo estadunidense propõe medidas econômicas e educativas, repercutindo em um movimento de reforma que elabora os mencionados projetos curriculares (Pórlan Ariza, 1998; Fracalanza, 2006).

Tal reforma curricular legou-nos um ensino de ciências visto como necessidade para a formação do cidadão; o nascimento de áreas de investigação (sobre a estrutura do conteúdo das disciplinas científicas, sobre os objetivos do ensino de ciências, sobre a efetividade de novas abordagens instrucionais, sobre a aprendizagem dos alunos, entre outras); a constituição dos primeiros grupos de pesquisa sobre ensino de ciências, ainda que influenciados por visões positivistas; a difusão da ideia de um currículo em espiral; e uma concepção de ensino aliando teoria/prática e crítica à abordagem tradicional (Krasilchik, 1987; Schnetzler; Aragão; 1995).

Interessa-nos, sobre a filosofia que orientou a elaboração dos projetos, a noção de que era possível e necessário, mais do que ensinar conteúdos, ensinar *sobre* ciências. Entra em cena, então, o laboratório científico, dessa vez não como recurso acessório, complementar, retórico, mas como protagonista. Se é preciso ensinar sobre ciência, que se faça do aluno um “mini cientista”, trabalhando em um laboratório adequadamente equipado. Só assim ele poderá praticar o método científico para realizar descobertas, ou melhor, redescobertas.

Sobre essa que consideramos outra modalidade de atividades experimentais para o ensino de ciências, Amaral (2006) diz se tratar de um método indutivo que propunha um receituário de procedimentos – a encarnação de um “método científico” – de modo a que aluno redescobrisse, com segurança e precisão, os conhecimentos previstos nos currículos oficiais. Para Schnetzler e Aragão (1995, p. 29), os projetos curriculares acabaram mitificando esse “método todo poderoso que leva à descoberta das verdades científicas através de observações objetivas e neutras”. Ignorando outras possíveis formas de obtenção do conhecimento, o que se fez foi adaptar o método baconiano para a realidade escolar.

Muitas críticas já foram dirigidas ao método da redescoberta, tratando de sua ineficácia para a aprendizagem a sua coadunação com uma imagem popular de ciência (Pinho Alves, 2000). Importa-nos, sobretudo, ressaltar a característica mais paradoxal dessa proposta: visando superar o ensino tradicional e a passividade dos alunos mesmo quando executores de experimentos em um laboratório estruturado, os projetos curriculares aprofundaram a orientação empirista-ingênuo das demonstrações e do laboratório tradicional, consolidando-a com a noção de um método científico infalível. Mesmo (supostamente) empreendendo investigações e se portando como cientista, o aluno permanecia visto como “tábula rasa”.

Portanto, do ponto de vista dos domínios semânticos das palavras experimentação, experiência e experimento, as inovações pretendidas pelos projetos curriculares estadunidenses/ingleses buscavam minimizar, no domínio prático, o componente da experiência do senso comum. O “mini cientista”, futuro cientista ou engenheiro, precisa analisar criticamente as informações fornecidas pelos sentidos, sabendo extrair delas as leis ou princípios universais e necessários que governam a natureza. O domínio prático, como no caso do laboratório tradicional, também está relacionado ao treinamento, ao adiestramento das habilidades manuais, exigidas para uma postura adequada frente a um experimento didático; o aluno não é mais um receptor passivo de conteúdos, mas empenha-se em busca de uma redescoberta. Esta só será possível guiando-se pelo método científico, apresentado como uma transposição do método de Bacon para situações didáticas. Daí a forte presença do domínio filosófico na semântica da palavra experimentação nesse contexto. Finalmente, o domínio da atividade científica também aparece fortemente pronunciado e, como no caso do laboratório tradicional, sua visão de ciência é a mesma visão

ingênua veiculada pelos dicionários: a ciência observa/verifica fenômenos/leis, através de um método universalmente válido.

Antes de prosseguir, vamos nos deter rapidamente em um aspecto de algumas das propostas difundidas nos anos 1960 e 70, no seio dos projetos curriculares: a influência da psicologia comportamental.

O comportamentalismo (ou behaviorismo) se desenvolveu no início do século XX procurando entender os elos entre os estímulos fornecidos a um indivíduo e suas respostas diante deles. Seus estudos levaram ao reconhecimento do potencial das chamadas contingências de reforço (conforme Mizukami (1986), as relações entre a ocasião em que uma resposta ocorreu, a própria resposta e as consequências reforçadoras dessa resposta) para objetivos educacionais. A teoria comportamentalista educacional mais conhecida entre os professores é provavelmente a de Skinner, que iniciou um movimento de pesquisa e criação de tecnologias de ensino, culminando no princípio da instrução programada.

Pinho Alves (2000) exemplifica um projeto para o ensino de ciências característico dessa abordagem: o Projeto Piloto para o Ensino de Física, elaborado no Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC) entre 1963 e 1964. Para o autor, tal iniciativa foi inovadora e audaz: inovadora porque, até então, nenhuma proposta brasileira para o ensino de ciências havia adotado a instrução programada; audaz, por conta da limitação de conhecimento e experiência sobre esse novo método, que implicava a produção de um material autossuficiente.

O motivo desta digressão pela análise da influência comportamentalista nas propostas didáticas é seu caráter inovador, como o autor acima ressalta. Pela primeira vez, a pesquisa em Psicologia inspirava iniciativas concretas em prol do ensino, inclusive, constituindo uma disciplina própria, a Psicologia da Aprendizagem, que logo se tornaria um terreno de disputas e debates entre diferentes teorias. Como veremos, o que marcará grande parte das diferenças entre as modalidades de atividades experimentais para o ensino de ciências, daqui por diante, será a orientação psicológica adotada como referencial.

Não podemos deixar de mencionar que a abordagem comportamental se ajusta perfeitamente aos pressupostos epistemológicos da concepção dos projetos curriculares estadunidenses, dada sua ênfase empirista. Segundo Mizukami (1986), em tal perspectiva há o primado do objeto, o conhecimento é considerado como descoberta para o indivíduo e cópia de algo dado no mundo externo, sendo a ciência uma tentativa de se descobrir a ordem na natureza – todos pressupostos compartilhados pelo empirismo. Ainda, pode-se considerar essa concepção psicológica como o fundamento de um entendimento particular sobre o ensino, a chamada pedagogia tecnicista.

A virada cognitivista

Como visto, nos anos 1960, as propostas para a renovação do ensino de ciências se dão no embate científico-tecnológico entre superpotências, no âmbito internacional.

No Brasil, a necessidade de modernização da estrutura socioeconômica, levando à industrialização e à urbanização, dirige a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – Lei nº 4.024/61 (Krasilchik, 2000). A flexibilização dos currículos amplia a carga horária das disciplinas científicas, incentivando propostas de inovação (Krasilchik, 2000; Pena, 2000; Fracalanza, 2006).

Após o golpe de 1964, aprofunda-se o processo de internacionalização da economia brasileira e, dentro da política desenvolvimentista, os princípios da racionalidade técnica são incorporados à reforma da LDB, consubstanciada na Lei nº 5.692/71. Buscando atender à profissionalização do ensino médio, tornada obrigatória por essa lei, em 1972 o Programa de Expansão e Melhoria do Ensino, órgão do Ministério da Educação e Cultura para executar parte dos acordos MEC-USAID, criou o Projeto Nacional para a Melhoria do Ensino de Ciências, financiando 12 novos projetos curriculares até 1978 (Fracalanza, 2006).

Se no Brasil, durante os anos 1970, o paradigma tecnicista vive seu auge, no âmbito internacional observam-se sinais de esgotamento. A degradação ambiental, agravada pelo uso desenfreado dos recursos naturais com a industrialização e o consumismo, força à reflexão sobre a sustentabilidade, questionando a própria noção de progresso científico. Debate-se a natureza do empreendimento investigativo, a neutralidade da ciência e a necessidade de critérios de demarcação entre conhecimento científico e senso comum. A redescoberta de duas obras da década de 1930 (*A lógica da descoberta científica*, de Karl Popper, e *A formação do espírito científico*, de Gaston Bachelard), mais os livros cruciais de Thomas Kuhn (*A estrutura das revoluções científicas*), Imre Lakatos (*O falseamento e a metodologia dos programas de pesquisa científica*) e Paul Feyerabend (*Contra o método*), põem em xeque a concepção da ciência como superior a outros conhecimentos, por ser verdadeira e imutável, por operar sob a rigidez de um método e por não ser determinada por fatores históricos de ordem econômica, social, psicológica, ideológica.

Nas ciências humanas, incluindo o emergente campo da Educação em Ciências, o enfoque positivista começa a ser preterido em favor de perspectivas fenomenológicas e estruturalistas. As investigações passam a empregar metodologias qualitativas (em detrimento dos métodos estatístico-quantitativos), levando em conta também as contribuições da psicologia cognitivista (Schnetzler; Aragão, 1995), cujo processo de ascensão é atribuído por Krasilchik (1987) a dois eventos: o primeiro, a publicação da obra de Bruner, *O processo da educação*, a partir de uma conferência ocorrida em 1959; e o segundo, as conferências realizadas em 1964 nas Universidades de Cornell e Califórnia, denominadas *Piaget redescoberto*, abrangendo estudos cognitivos e desenvolvimento de currículos, sob a consultoria do próprio Jean Piaget. Ainda de acordo com Krasilchik, por algum tempo haveria a convivência entre as propostas didáticas advindas do comportamentalismo e a

chamada abordagem cognitivista do ensino, conforme nomeia Mizukami (1986).

Para esta última autora, o cognitivismo se refere à investigação de “processos centrais” do indivíduo, como organização do conhecimento, processamento de informações, tomada de decisões etc. – formas como as pessoas lidam com estímulos e dados, resolvem problemas, adquirem conceitos e empregam símbolos verbais. Para Mizukami, embora se notem preocupações com a socialização, a ênfase de tais estudos recai sobre as capacidades individuais dos alunos. Assim, ao contrário das abordagens tradicional e comportamentalista, a abordagem cognitivista não centra suas atenções no objeto, no exterior, mas na interação entre este e o sujeito cognoscente – daí a referência a tal abordagem como interacionista. O principal representante da psicologia cognitivista, num primeiro momento, é Jean Piaget.³

A teoria piagetiana considera o indivíduo como um sistema aberto, cujas reestruturações sucessivas o conduzirão a um estágio com grau máximo de operacionalidade (motora, verbal ou mental), possibilitado por um processo espontâneo, apesar de contínuo e laborioso. A aquisição de conhecimento resulta da ação do sujeito; o objetivo da educação “não consistirá na transmissão de verdades, informações, demonstrações, modelos etc., e sim em que o aluno aprenda [...] a conquistar essas verdades, mesmo que tenha de realizar todos os tateios pressupostos por qualquer atividade real” (Mizukami, 1986, p. 71).

Tal concepção traz profundos impactos para as atividades experimentais didáticas. Ao mesmo tempo em que perdem centralidade (já que qualquer tarefa que instigue, estimule e desafie o estudante passa a ser desejável), cedendo lugar a estratégias como jogos, projetos e discussões, as funções do laboratório didático são repensadas: passa-se a encarar o laboratório como ativador do progresso pelos períodos de desenvolvimento do aluno ou como espaço para aferição de seu atual período (Krasilchik, 2000). Nesse sentido, propõe-se que as experiências não sejam feitas diante dos estudantes, nem sejam elaboradas ou propostas por guias externos, mas pelos próprios escolares, já que a autonomia intelectual e a pesquisa seriam alavancas para a promoção de novas noções e operações mentais (Mizukami, 1986).

No início dos anos 1980 a influência cognitivista já está estabelecida no campo da Educação em Ciências. O construtivismo, termo que passou a ser associado aos diversos autores de linha mais cognitivista, incluindo Piaget, se transforma em um ideal para o ensino, permeando o discurso dos educadores com *slogans* aceitos mais ou menos criticamente.

Proliferam-se as pesquisas sobre os conhecimentos prévios dos estudantes, constituindo o movimento das concepções alternativas. A mobilização desses novos resultados visando uma melhor aprendizagem das ciências se consolida no modelo de mudança conceitual, em que são pensadas estratégias para que os alunos substituam tais conceitos prévios pelo conhecimento científico.

Quanto à importância da experimentação no ensino de ciências, a comunidade de especialistas se engaja em um movimento de avaliação e elaboração de novas propostas. Examinemo-las sob a óptica dos domínios semânticos das palavras experimentação, experiência e experimento. A virada cognitivista assinala a perda de ênfase no domínio prático, tanto sob o aspecto da experiência do senso comum (a ser superada pelo conhecimento científico), quanto do aspecto da manipulação, pois o treinamento das habilidades motoras é tomado como resultado secundário, se bem que não indesejável. O domínio filosófico, abrigando a componente empirista, também passa a ser visto como superável. A reorientação epistemológica das ciências considera que não é senão à luz de teorias que as observações permitem o conhecimento. Finalmente, sobre o domínio da atividade científica, observa-se pela primeira vez uma visão de ciência menos ingênua, dogmática, neutra e a-histórica; considera as discussões da nova filosofia da ciência e reconhece a diferença entre a ciência dos cientistas e a ciência a ser ensinada.

Implicações para a pesquisa e para as práticas pedagógicas

Ao longo da seção anterior, traçamos um histórico da experimentação como estratégia para o ensino dos conteúdos científicos. De uma aceitação acrítica do pressuposto de que “se a ciência é realizada nos laboratórios, a ciência deve ser ensinada através dos laboratórios”, passou-se a admitir que a atividade experimental não é a única estratégia para um ensino de ciências eficiente. As contribuições do cognitivismo no campo da Educação em Ciências levaram ao reconhecimento de que os alunos estruturam espontaneamente sua experiência cotidiana assimilando-a a seus esquemas conceituais. Resultam daí as concepções alternativas, que podem ser tanto facilitadoras quanto obstáculos para o alcance do conhecimento. Visando lidar com a complexidade do funcionamento da mente do aprendiz, foram elaboradas estratégias para orientá-lo a “pensar lógica e criticamente” – o que se tornou um ideal do ensino de ciências (Krasilchik, 1987). Muitas dessas estratégias significaram um abandono do laboratório didático, cuja serventia foi questionada por pesquisas que evidenciaram seus limites e seu potencial em veicular visões distorcidas (principalmente, indutivistas ingênuas) sobre o empreendimento científico. Por outro lado, pesquisadores e professores continuaram a perseguir o objetivo de tornar o laboratório um local de aprendizado e envolvimento com a ciência, fundamentando suas propostas nos resultados do já consolidado campo da Educação em Ciências e determinando o nascimento de novas modalidades para a experimentação, como os experimentos investigativos.

Sintetizando essas ideias, expomos no Quadro 2 como entendemos que se constituiu historicamente o conceito de experimentação no ensino de ciências, até a forma como os especialistas o compreendem atualmente.

Quadro 2: períodos e/ou modalidades da experimentação no ensino de ciências e conteúdos dos domínios semânticos das palavras experimentar, experimentação, experiência e experimento.

Período e/ou modalidade	Palavras experimentar, experimentação, experiência e experimento		
	Domínio prático	Domínio filosófico	Domínio da atividade científica
“Pré-história”	A experiência do senso comum é desvalorizada, tida como insuficiente ou indesejável para a construção de uma <i>episteme</i> .	Bacon defende um método empírico, baseado na indução; Descartes e Galileu, racionalistas, defendem uma via matemático-dedutiva.	Surge este domínio. Defende-se a importância de uma diferenciação entre a experiência do senso comum e a experiência científica, vista como diálogo matemático com os fenômenos (Galileu) ou como imposição à natureza (Bacon).
Momentos iniciais: demonstrações	Os fenômenos observáveis, ou seja, “experimentáveis” do ponto de vista do senso comum, são importantes para legitimar o conhecimento.	O conhecimento é adquirido através de uma transmissão, do mundo externo para o homem, em uma concepção sensual-empirista.	A ciência é um conjunto de conhecimentos sistemáticos, porque provados por testes empíricos. É sua tarefa acumular descrições e explicações, que devem ser submetidas ao teste experimental.
Momentos iniciais: verificações	Idem ao anterior, acrescido da importância da vivência das situações correntes no laboratório.		
Era dos projetos: redescobertas	A experiência do senso comum não é desejável para a formação do indivíduo. Nas propostas mais tecnicistas, busca-se uma vivência do conhecimento científico que leve ao treino, ao adestramento de habilidades.	Uma adaptação/simplificação do método científico de Bacon, que parte da observação dos fatos, se constitui em uma garantia para o avanço do conhecimento.	A ciência é rigorosa porque se realiza através de um método científico, rígido, linear, sequencial, do qual a etapa da experimentação é essencial, por ser capaz de provar o valor de verdade das teorias.
Virada cognitivista: modalidades iniciais	A experiência do senso comum deve ser superada para a construção do conhecimento. A vivência, a prática de habilidades e a busca pelo comportamento ideal numa situação de aprendizagem não são suas finalidades primordiais.	As visões empiristas devem ser superadas, pois toda observação e toda experiência só podem ser interpretadas à luz de formulações teóricas prévias.	Deve-se ter cautela quanto à associação imediata entre o empreendimento científico e a etapa da experimentação. Não existe um único método para as ciências.
Virada cognitivista: modalidades oriundas do modelo de mudança conceitual	Conhecimentos prévios, decorrentes da experiência do senso comum, podem se constituir em obstáculos para uma aproximação do conhecimento científico.		
Atualidade (pós-modernidade)	A construção do conhecimento é um processo espontâneo e contínuo; a mente é complexa, pois abriga redes de conceitos e esquemas que se inter-relacionam.	É possível abordar o problema do conhecimento por diversas vias. Em cada uma delas, a relação entre teoria e experiência pode assumir formas e papéis diversos.	A experimentação é apenas uma etapa importante para a evolução da ciência. Também é considerada importante para a aprendizagem das ciências, embora se reconheça que outras estratégias também possam servir a isso.

O quadro pode ser explicado resumidamente desta maneira: ao longo da história das ciências e de seu ensino, a palavra experimento (e suas derivações) expressou diferentes temas ou sentidos conforme a situação histórica em que fosse enunciada. Os dicionários são incapazes de registrar esses temas; no fogo cruzado da contradição entre o aspecto uno e múltiplo das palavras, eles apenas registram os caracteres mais fundamentais delas, para permitir que continuem sendo mobilizadas em novas trocas discursivas.

No entanto, tomando-se os verbetes dicionarizados como material empírico, é possível nos *aproximarmos* dos temas mais típicos ou característicos de dados momentos históricos – na tentativa de fazer, portanto, uma paleontologia das significações linguísticas, nos termos do próprio Voloshinov, para quem “a palavra [...] reflete sutilmente as mais imperceptíveis alterações da existência social” (Bakhtin, 2004, p. 46).⁴ Entendemos que, mais do que “refletir sutilmente”, estamos diante de palavras – experiência, experimento, experimentação, experimentar – em que esses temas se *crystalizaram*, possibilitando a emergência, nos tempos atuais, da polissemia a que nos referimos no título deste trabalho.

Assim, foi possível observar uma estrutura para as palavras que examinamos, constituída pelo que chamamos de domínios semânticos. A cada momento histórico do ensino de ciências, esses domínios – domínio prático, domínio filosófico e domínio da atividade científica –, preenchidos por diferentes conteúdos objetivos, perfizeram concepções igualmente diferentes acerca do papel da experimentação didática.

Note-se que, a despeito do uso do termo estrutura, nossa perspectiva não se filia a nenhum tipo de estruturalismo, até porque os domínios semânticos identificados não se apresentam como estruturas universais e necessárias dessas palavras, pelo contrário, são históricos. Ao mesmo tempo, a história do uso dessas palavras tem levado a diferentes valorações a respeito desses domínios – fosse pela reafirmação, pela negação ou pelo silenciamento, como expusemos ao longo do artigo.

Encerramos a confecção do quadro na linha referente ao período atual, que corresponderia à vigência do ideário pós-moderno no campo da educação. Os três domínios semânticos dessa última linha estão preenchidos por conteúdos que remetem ao relativismo e ao pluralismo metodológico no ensino e na natureza das ciências. Na verdade, eles apenas aprofundam os conteúdos das duas linhas imediatamente anteriores, que assinalam a “virada cognitivista” na educação científica, quando o construtivismo começa a se estabelecer enquanto seu principal referencial.

Para Duarte (2006), existe uma íntima relação entre o construtivismo e o ideário pós-moderno; este seria, em verdade, o fundamento das chamadas “pedagogias do aprender a aprender”, entre as quais podem ser incluídas as correntes construtivistas e também a pedagogia dos projetos, a pedagogia das competências, a pedagogia do professor reflexivo e a pedagogia multiculturalista. Saviani (2013), endossando as análises

de Duarte, referir-se-á a um conjunto de pedagogias neoprodutivistas, cujas bases didático-pedagógicas se orientam por esse aprender a aprender e que, no atual momento da história das ideias pedagógicas no Brasil, são as tendências hegemônicas.

Analisando a primeira coluna do Quadro 2, observa-se que, em todos os períodos mencionados, as pedagogias que sustentam as concepções sobre a experimentação (pedagogia tradicional, pedagogia tecnicista, construtivismo) se inserem junto à tradição hegemônica – no caso, de matiz liberal. Segundo Libâneo (1988), tal entendimento sobre educação inspira-se na doutrina do liberalismo econômico que, defendendo a predominância da liberdade e dos interesses individuais, busca justificar a organização social capitalista, fundada na propriedade privada dos meios de produção.

Contraditoriamente, é preciso reconhecer que, além de contribuir para a consolidação do campo da Educação em Ciências, dotando-o de cientificidade e de um programa de pesquisa claro, essa tradição liberal abrigou dezenas de pesquisadores cujos estudos e atividades profissionais viriam também a questionar a própria sociedade capitalista. Sob a influência desses estudiosos, novas produções viriam a fortalecer correntes pedagógicas com um discurso nitidamente de esquerda, contrapondo-se explicitamente aos fundamentos do atual modo de produção. Inclusive, viriam a se somar, na militância em prol dessas pedagogias, alguns dos antigos defensores da tradição liberal.

Ora, cabe então perguntar se há a possibilidade de concepções sobre a experimentação no ensino alinhadas a essas pedagogias, agrupadas sob diversas terminologias – progressistas (Libâneo, 1988), críticas (Saviani, 2012a) ou contra hegemônicas (Saviani, 2013). Nesse caso, no lugar de nomes como Herbart (pedagogia tradicional), Skinner (pedagogia tecnicista) ou Piaget (construtivismo), outras concepções sobre a experimentação poderiam recorrer a Paulo Freire (pedagogia libertadora), Célestin Freinet (pedagogia libertária), José Carlos Libâneo (pedagogia crítico-social dos conteúdos) ou Dermeval Saviani (pedagogia histórico-crítica).

Diante dessa situação, a questão que se impõe é: de que maneira os educadores poderiam reunir elementos teóricos para fundamentar as atividades experimentais didáticas conforme essas pedagogias contra hegemônicas?

Acreditamos que a resposta para tal questão repouse no estudo dos domínios semânticos que identificamos em nosso trabalho. Assim, o problema estaria posto nos seguintes termos:

- Como uma pedagogia contra hegemônica lida com as questões da prática do senso comum e do adestramento manual, relacionadas ao domínio prático?
- Como ela lida com a concepção do empirismo sensualista associada ao domínio filosófico?
- E qual sua concepção sobre a natureza da ciência, conteúdo do domínio da atividade científica?

Pensamos que, a partir de tais questões, possa se desdobrar uma *agenda de pesquisa*, preocupada com a elaboração do conceito de experimentação conforme outras tendências

pedagógicas ainda carentes de divulgação e aprofundamento, por parte de nós, educadores em ciências.

A bem da verdade, esse trabalho já foi iniciado e, a despeito de seu desenvolvimento ainda incipiente em nosso território, a literatura já registra contribuições promissoras. Por exemplo, o trabalho de Francisco Junior, Ferreira e Hartwig (2008) apresenta a proposta de uma experimentação problematizadora, que se erige a partir de elementos dos experimentos investigativos, mas procura superá-los com uma fundamentação teórica explicitamente freireana. Já em uma direção mais próxima à pedagogia histórico-crítica, o trabalho de Camillo (2011) procura na psicologia histórico-cultural – associada principalmente aos nomes de Vigotski e Leontiev – os fundamentos da experimentação enquanto uma atividade de ensino-aprendizagem mediada por instrumentos. Tal desenvolvimento dá continuidade, de certa forma, ao trabalho de Gaspar (2006), um dos pioneiros, no Brasil, ao pensar a experimentação didática a partir da teoria vigotskiana.

A legitimidade – e a necessidade – desse tipo de investigação é atestada, novamente, pelo próprio Voloshinov. Como dissemos, existem diferentes vozes que ressoam na palavra experimentação, contribuindo para seu caráter polissêmico. No entanto, apesar dos conflitos existentes entre essas vozes, que expusemos ao longo do artigo, todas aparecem alinhadas – como se cantassem a mesma canção, ainda que em contraponto. É possível, no entanto, acrescentar vozes dissonantes a essa sinfonia, afinal

A classe dominante tende a conferir ao signo ideológico um caráter intangível e acima das diferenças de classe, a fim de abafar ou de ocultar a luta dos índices sociais de valor que aí se trava, a fim de tornar o signo monovalente.

Na realidade, todo signo ideológico vivo tem, como Jano, duas faces. Toda crítica viva pode tornar-se elogio, toda verdade viva não pode deixar de parecer para alguns a maior das mentiras. Esta dialética interna do signo não se revela inteiramente a não ser nas épocas de crise social e de comoção revolucionária. Nas condições habituais da vida social, esta contradição oculta em todo signo ideológico não se mostra à descoberta porque, na ideologia dominante estabelecida, o signo é sempre um pouco reacionário e tenta, por assim dizer, estabilizar o estágio anterior da corrente dialética da evolução social e valorizar a verdade de ontem como sendo válida hoje em dia. Donde o caráter refratário e deformador do signo ideológico nos limites da ideologia dominante (Bakhtin, 2004, p. 47, grifo do autor).

Considerações finais

Apesar de ter sido proposta já há quase um século, na Rússia soviética, a filosofia da linguagem expressa na obra

de Voloshinov se trata de um referencial atual e profícuo não apenas para a pesquisa linguística e literária, mas também para o campo da Educação. Suas repercussões ainda estão por ser desenhadas, principalmente à luz dos esclarecimentos recentes a respeito dos textos atribuídos a Bakhtin nas últimas décadas, incluindo *Marxismo e filosofia da linguagem*, e da publicação, no Brasil, de novas traduções de obras do “Círculo de Bakhtin”, como *A construção da enunciação* (Volochinov, 2013) e *O método formal nos estudos literários* (Medvediev, 2012).

Neste artigo, procuramos mobilizar essa filosofia da linguagem para o entendimento de um conceito da área da Educação em Ciências, a experimentação didática. Como a obra de Voloshinov resgata a historicidade dos signos linguísticos, ressaltando a relação íntima entre tais signos e as práticas sociais em que se situam, conseguimos desvelar aspectos da constituição histórica da experimentação que vieram a se incorporar na significação dessa palavra, remetendo-nos, portanto, aos temas que ajudaram na construção de sua atual polissemia.

Essa polissemia é resultado do conjunto de vozes que, historicamente, passaram a atuar nos enunciados de que a experimentação participa. Buscamos, além de desvelar o caráter dessas vozes, lembrar que elas se filiam a um determinado entendimento sobre educação, a despeito de sua heterogeneidade – fazendo da experimentação uma palavra *monocálica*. Entendemos, também, que esse entendimento necessite ser confrontado por sua natureza liberal, na busca por uma educação crítica e transformadora de fato.

Convidamos os estudiosos a contribuírem para que a palavra experimentação, enquanto signo ideológico vivo, e que participa dos enunciados proferidos na área de Educação em Ciências, se torne mais *polifônica*.

Notas

1. É importante observar que tal escolha metodológica, partindo da exploração de verbetes em dicionários, mostrou-se suficiente para as análises aqui empregadas. No entanto, caso a pesquisa lidasse com outras palavras, cujo processo de dicionarização ainda não tenha sido capaz de aproximar as categorias significação e tema, teriam de ser eleitos outros caminhos metodológicos, alternativos ou complementares à consulta aos dicionários. Um desses caminhos poderia ser a tomada de depoimentos de sujeitos cujas atividades se relacionem com as palavras investigadas.

2. Consideramos importante ressaltar que a pedagogia tradicional se respalda *sim* em fundamentos teóricos. Entendemos haver uma espécie de “senso comum pedagógico”, fruto de uma insuficiente investigação histórica sobre o fenômeno da educação, que destituiu essa pedagogia de suas bases científicas, considerando-a como uma forma espontânea de entendimento sobre o ensino e aprendizagem. Veja-se, por exemplo, a obra

de Mizukami (1986). Saviani (2012a), por sua vez, ressalta o papel ideológico cumprido por essa compreensão equivocada e incompleta.

3. Outro senso comum pedagógico consiste em se atribuir a Vigotski, e não a Piaget, o título de “psicólogo (sócio) interacionista”. O equívoco dessa noção e, novamente, seu papel ideológico, é um dos objetos de investigação/denúncia na obra de Duarte (2006).

4. Talvez o termo “paleontologia” não seja o mais feliz para a caracterização desse processo em que sucessivas camadas de significado se adicionam a uma dada palavra. Afinal, não se trata do ocultamento de camadas mais antigas pela deposição de camadas novas, como no caso do processo de sedimentação. As camadas de significado, diferentemente das camadas sedimentares, ficam como que expostas, manifestas, disponíveis aos enunciadores.

Referências

- AMARAL, I.A. Os fundamentos do ensino de ciências e o livro didático. In: FRACALANZA, H.; MEGID NETO, J. (Org.). *O livro didático de ciências no Brasil*. Campinas: Komedi, 2006, p. 81-123.
- ARAÚJO, M.S.T.; ABIB, M.L.V.S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 25, n. 2, p. 176-194, 2003.
- ARRUDA, S.M.; LABURÚ, C.E. Considerações sobre a função do experimento no ensino de ciências. In: NARDI, R. (Org.). *Questões atuais no ensino de ciências*. São Paulo: Escrituras, 1998.
- BAKHTIN, M.M. *Problemas da poética de Dostoiévski*. Trad. Paulo Bezerra. Rio de Janeiro: Forense-Universitária, 1981.
- BAKHTIN, M.M. (VOLOCHINOV). *Marxismo e filosofia da linguagem: problemas fundamentais do método sociológico na ciência da linguagem*. 11ª ed. Trad. Michel Lahud e Yara F. Vieira. São Paulo: Hucitec, 2004.
- BRONCKART, J.P.; BOTA, C. *Bakhtin desmascarado: história de um mentiroso, de uma fraude, de um delírio coletivo*. Trad. Marcos Marcionilo. São Paulo: Parábola, 2012.
- CAMILLO, J. *Experiências em contexto: a experimentação numa perspectiva sócio-cultural-histórica*. 2011. 175 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- CEREJA, W. Significação e tema. In: BRAIT, B. (Org.). *Bakhtin: conceitos-chave*. 5ª ed. São Paulo: Contexto, 2012, p. 201-220.
- CHALMERS, A.F. *O que é ciência, afinal?* Trad. Raul Fiker. São Paulo: Brasiliense, 1993.
- DUARTE, N. *Vigotski e o “aprender a aprender”*: crítica às apropriações neoliberais e pós-modernas da teoria vigostkiana. 4ª ed. Campinas: Autores Associados, 2006.
- FERREIRA, A.B.H. *Novo Aurélio século XXI: o dicionário da língua portuguesa*. 3ª ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999.
- FRACALANZA, H. O ensino de ciências no Brasil. In: FRACALANZA, H.; MEGID NETO, J. (Org.). *O livro didático de ciências no Brasil*. Campinas: Komedi, 2006, p. 125-152.
- FRANCISCO JUNIOR, W.E.; FERREIRA, L.H; HARTWIG, D. Experimentação problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em salas de aula de ciências. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 30, p. 34-41, 2008.
- FREITAS, M.T.A. *O pensamento de Vygotsky e Bakhtin no Brasil*. Campinas: Papirus, 1994.
- GASPAR, A. *A teoria de Vigotski: um novo e fértil referencial para o ensino das ciências*. 2006. 192 f. Tese (Livre docência), Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Guaratinguetá, 2006.
- GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. *Química Nova na Escola*, n. 10, p. 43-49, 1999.
- GONÇALVES, F.P. *O texto de experimentação na educação em Química: discursos pedagógicos e epistemológicos*. 2005. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.
- HIRSCHBERGER, J. *História da filosofia na Antigüidade*. Trad. Alexandre Correia. 2ª ed. São Paulo: Herder, 1957.
- HODSON, D. Experiments in science and science teaching. *Educational Philosophy and Theory*, v. 20, n. 2, p. 53-66, 1988.
- KOOGAN, A.; HOUAISS, A. *Enciclopédia e dicionário*: Rio de Janeiro: Delta, 1999.
- KOYRÉ, A. *Estudos de história do pensamento científico*. Trad. Marcio Ramalho. 2ª ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1991.
- KRASILCHIK, M. *O professor e o currículo das ciências*. São Paulo: EPU, 1987.
- _____. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. *São Paulo em Perspectiva*, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.
- LEONTIEV, A.N. *O desenvolvimento do psiquismo*. Trad. Manuel D. Duarte. Lisboa: Horizonte, 1978.
- LIBÂNEO, J.C. *Democratização da escola pública: a pedagogia crítico-social dos conteúdos*. 6ª ed. São Paulo: Loyola, 1988.
- MARX, K. *Contribuição à crítica da economia política*. Trad. Florestan Fernandes. 3 reimpr. da 2. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2013.
- MEDVEDIÉV, P. N. *O método formal nos estudos literários: introdução crítica a uma poética sociológica*. Trad. Sheila Camargo Grillo e Ekaterina Vólkova Américo. São Paulo: Contexto, 2012.
- MICHAELIS: moderno dicionário da língua Portuguesa. São Paulo: Melhoramentos, 1998.
- MIZUKAMI, M.G.N. *Ensino: as abordagens do processo*. São Paulo: EPU, 1986.
- 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, 283-306, 2002.
- PENA, P. *A experimentação nos livros didáticos de ciências das séries iniciais do ensino fundamental*. 2000. Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2000.
- PINHO ALVES, J. *Atividades experimentais: do método à prática construtivista*. 2000. Tese (Doutorado em Educação), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.
- PORLÁN ARIZA, R. Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 16, n. 1, p. 175-185, 1998.

- ROSSI, P. *A ciência e a filosofia dos modernos: aspectos da revolução científica*. Trad. Álvaro Lorencini. São Paulo: Unesp, 1992.
- SAVIANI, D. *Escola e democracia*. 42ª ed. Campinas: Autores Associados, 2012a.
- _____. Marxismo, educação e pedagogia. In: SAVIANI, D.; DUARTE, N. (Org.). *Pedagogia histórico-crítica e luta de classes na educação escolar*. Campinas: Autores Associados, 2012b.
- _____. *História das ideias pedagógicas no Brasil*. 4ª ed. Campinas: Autores Associados, 2013.
- SCHNETZLER, R.P.; ARAGÃO, R.M.R. Importância, sentido e contribuições de pesquisas para o ensino de química. *Química Nova na Escola*, n. 1, p. 27-31, 1995.
- VOLOCHÍNOV, V.N. *A construção da enunciação e outros ensaios*. Organização, tradução e notas de João Wanderley Geraldi. São Carlos: Pedro & João, 2013.

Para saber mais

- BRANDIST, C. O dilema de Voloshinov: sobre as raízes da teoria dialógica do enunciado. In: _____. (Org.). *Repensando o Círculo de Bakhtin*. Trad. Helenice Gouvea e Rosemary H. Schettini. São Paulo: Contexto, 2012, p. 35-63.
- ZANDWAIS, A. Bakhtin/Voloshinov: condições de produção de Marxismo e filosofia da linguagem. In: BRAIT, B. (Org.). *Bakhtin e o Círculo*. São Paulo: Contexto, 2009, p. 97-116.

Preparação dos Manuscritos

Os trabalhos deverão ser digitados em página A4, espaço duplo, tipo Times Roman, margens 2,5, devendo ter no máximo o número de páginas especificado para a seção da revista à qual são submetidos. Na primeira página deverá conter o título do trabalho e um resumo do artigo com, no máximo, 1000 caracteres (espaços inclusos) e a indicação de três palavras-chave, seguidos de suas traduções para a linha inglesa, incluindo o título.

Não deve haver indicação dos autores no documento com o manuscrito e nenhum dado ou marcas em qualquer parte do texto que conduzam à sua identificação, durante a avaliação como, por exemplo: nome e filiação institucional; nomes de projetos e coordenadores de projetos (quando não são indispensáveis); referências e citações (utilizar "Autor1, ano", "Autor2, ano"... para manter o anonimato); local, título ou local de defesa de mestrado ou doutorado; agradecimentos etc. Os autores devem eliminar auto-referências. As informações dos autores devem estar descritas na carta de apresentação aos editores, e esta deverá conter o título do trabalho, o(s) nome(s) do(s) autor(es), sua(s) formação(ões) acadêmica(s), a instituição em que trabalha(m) e o endereço completo, incluindo o eletrônico. Verifique as propriedades do documento para retirar quaisquer informações. As referências citadas devem ser relacionadas ao final do texto, segundo exemplos abaixo:

- **Para livros** referência completa (citação no texto entre parênteses): AMBROGI, A.; LISBÔA, J.C. e VERSOLATO, E.F. *Unidades modulares de Química*. São Paulo: Gráfica Editora Hamburg, 1987. - (Ambrogi et al., 1987).

KOTZ, J.C. e TREICHEL Jr., P. *Química e reações químicas*. Trad. J.R.P. Bonapace. 4ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002. v. 1. - (Kotz e Treichel Jr., 2002).

- **Para periódicos** referência completa (citação no texto entre parênteses):

TOMA, H.E. A nanotecnologia das moléculas. *Química Nova na Escola*, n. 21, p. 3-9, 2005. - (Toma, 2005).

ROSINI, F.; NASCENTES, C.C. E NÓBREGA, J.A. Experimentos didáticos envolvendo radiação microondas. *Química Nova*, v. 26, p. 1012-1015, 2004. - (Rosini et al., 2004).

- **Para páginas internet** referência completa (citação no texto entre parênteses):

<http://qnesc.sbq.org.br>, acessada em Março 2008. - (Revista Química Nova na Escola, 2008).

Para outros exemplos, consulte-se número recente da revista.

Os autores devem, sempre que possível, sugerir outras leituras ou acessos a informações e reflexões a respeito dos temas abordados no texto, para serem incluídos em "Para Saber Mais".

As legendas das figuras devem ser colocadas em página à parte, ao final, separadas das figuras. A seguir devem ser colocadas as figuras, os gráficos, as tabelas e os quadros. No texto, apenas deve ser indicado o ponto de inserção de cada um(a).

Os autores devem procurar seguir, no possível, as normas recomendadas pela IUPAC, inclusive o Sistema Internacional de Unidades.

Condições para Submissão dos Artigos

- 1) Os manuscritos submetidos não devem estar sendo analisados por outros periódicos.
- 2) Os autores são responsáveis pela veracidade das informações prestadas e responsáveis sobre o conteúdo dos artigos.
- 3) Os autores devem seguir as recomendações das Normas de Ética e Más Condutas constantes na página da revista <http://qnesc.sbq.org.br/pagina.php?idPagina=17>.
- 4) Os autores declaram que no caso de resultados de pesquisas re-

lacionadas a seres humanos eles possuem parecer de aprovação de um Comitê de Ética em pesquisa.

- 5) No caso de envio de imagens, os autores devem enviar cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado pelo(s) sujeito(s) (ou seus responsáveis), autorizando o uso da imagem.
- 6) Os autores declaram a inexistência de conflito de interesses na submissão do manuscrito.
- 7) É responsabilidade dos autores garantirem que não haja elementos capazes de identificá-los em qualquer parte do texto.

Submissão dos Artigos

Química Nova na Escola oferece aos autores a submissão on line, que pode ser acessada por meio do registro de Login e Senha. É possível registrar-se em nossa página na internet (<http://qnesc.sbq.org.br>) usando a opção Novo Usuário. Usuários das plataformas do JBCE e QN já estão cadastrados na base, devendo utilizar o mesmo Login e Senha. Após estar cadastrado no sistema, o autor pode facilmente seguir as instruções fornecidas na tela. Será solicitada a submissão de um único arquivo do manuscrito completo, em formato PDF. Está disponível uma ferramenta para gerar o arquivo .pdf, a partir de arquivo .doc ou .rtf, com envio automático para o endereço eletrônico do autor. Tão logo seja completada a submissão, o sistema informará automaticamente, por correio eletrônico, o código temporário de referência do manuscrito, até que este seja verificado pela editoria. Então será enviada mensagem com o número de referência do trabalho.

Se a mensagem com código temporário de submissão não for recebida, por algum motivo, a submissão não foi completada e o autor terá prazo máximo de 5 (cinco) dias para completá-la. Depois desse prazo, o sistema não permite o envio, devendo ser feita nova submissão. O autor poderá acompanhar, diretamente pelo sistema, a situação de seu manuscrito.

Ao fazer a submissão, solicita-se uma carta de apresentação, indicando a seção na qual o artigo se enquadra, que deverá ser digitada no local indicado, sendo obrigatória a apresentação dos endereços eletrônicos de todos os autores.

Manuscritos revisados

Manuscritos enviados aos autores para revisão devem retornar à Editoria dentro do prazo de 30 dias ou serão considerados como retirados. A editoria de Química Nova na Escola reserva-se o direito de efetuar, quando necessário, pequenas alterações nos manuscritos aceitos, de modo a adequá-los às normas da revista e da IUPAC, bem como tornar o estilo mais claro - respeitando, naturalmente, o conteúdo do trabalho. Sempre que possível, provas são enviadas aos autores, antes da publicação final do artigo.

Todos os textos submetidos são avaliados no processo de duplo-cego por ao menos dois assessores. Os Editores se reservam o direito de julgar e decidir sobre argumentos divergentes durante o processo editorial.

Seções / Linha Editorial

Química Nova na Escola (Impresso)

Serão considerados, para publicação na revista Química Nova na Escola (impresso), artigos originais (em Português) que focalizem a área de ensino de Química nos níveis fundamental, médio ou superior, bem como artigos de História da Química, de pesquisa em ensino e de atualização científica que possam contribuir para o aprimoramento do trabalho docente e para o aprofundamento das discussões da área.

Química Nova na Escola (On-line)

Serão considerados, para publicação na revista Química Nova na Escola (on-line), além dos artigos com o perfil da revista impressa, artigos inéditos (empíricos, de revisão ou teóricos) em Português, Espanhol ou Inglês que apresentem profundidade teórico-metodológica, gerem conhecimentos novos para a área e contribuições para o avanço da pesquisa em Ensino de Química. Estes artigos deverão atender aos critérios da seção “Cadernos de Pesquisa”.

Os artigos são aceitos para publicação nas seguintes seções:

● QUÍMICA E SOCIEDADE

Responsável: Roberto Ribeiro da Silva (UnB)

Aspectos importantes da interface química/sociedade, procurando analisar as maneiras como o conhecimento químico pode ser usado - bem como as limitações de seu uso - na solução de problemas sociais, visando a uma educação para a cidadania. Deve-se abordar os principais aspectos químicos relacionados à temática e evidenciar as principais dificuldades e alternativas para o seu ensino.

Limite de páginas: 20

● EDUCAÇÃO EM QUÍMICA E MULTIMÍDIA

Responsável: Marcelo Giordan (USP)

Visa a aproximar o leitor das aplicações das tecnologias da informação e comunicação no contexto do ensino-aprendizado de Química, publicando resenhas de produtos e artigos/notas teóricos e técnicos. Deve-se explicitar contribuições para o processo de ensino-aprendizagem.

Limite de páginas: 15

● ESPAÇO ABERTO

Responsável: Otavio Aloísio Maldaner (Unijui)

Divulgação de temas que igualmente se situam dentro da área de interesse dos educadores em Química, de forma a incorporar a diversidade temática existente hoje na pesquisa e na prática pedagógica da área de ensino de Química, bem como desenvolver a interface com a pesquisa educacional mais geral. Deve-se explicitar contribuições para o processo de ensino-aprendizagem.

Limite de páginas: 20

● CONCEITOS CIENTÍFICOS EM DESTAQUE

Responsável: José Luís de Paula Barros Silva (UFBA)

Discussão de conceitos básicos da Química, procurando evidenciar sua relação com a estrutura conceitual da Ciência, seu desenvolvimento histórico e/ou as principais dificuldades e alternativas para o ensino.

Limite de páginas: 20

● HISTÓRIA DA QUÍMICA

Responsável: Paulo Porto

Esta seção contempla a História da Química como parte da História da Ciência, buscando ressaltar como o conhecimento científico é construído. Deve-se apresentar dados históricos, preferencialmente, de fontes primárias e explicitar o contexto sociocultural do processo de construção histórica.

Limite de páginas: 15

● ATUALIDADES EM QUÍMICA

Responsável: Edvaldo Sabadini (Unicamp)

Procura apresentar assuntos que mostrem como a Química é uma ciência viva, seja com relação a novas descobertas, seja no que diz respeito à sempre necessária redefinição de conceitos. Deve-se explicitar contribuições para o ensino da Química.

Limite de páginas: 15

● RELATOS DE SALA DE AULA

Responsável: Nyuara Araújo da Silva Mesquita (UFG)

Divulgação das experiências dos professores de Química, com o propósito de socializá-las junto à comunidade que faz educação por meio da Química, bem como refletir sobre elas. Deve-se explicitar contribuições da experiência vivenciada e indicadores dos resultados obtidos.

Limite de páginas: 20

● ENSINO DE QUÍMICA EM FOCO

Responsável: Ana Luiza de Quadros (UFMG)

Investigações sobre problemas no ensino da Química, explicitando os fundamentos teóricos, o problema, as questões ou hipóteses de investigação e procedimentos metodológicos adotados na pesquisa, bem como analisando criticamente seus resultados.

Limite de páginas: 25

● O ALUNO EM FOCO

Responsável: Edênia Maria Ribeiro do Amaral (UFRPE)

Divulgação dos resultados das pesquisas sobre concepções de alunos e alunas, sugerindo formas de lidar com elas no processo ensino-aprendizagem, explicitando os fundamentos teóricos, o problema, as questões ou hipóteses de investigação e procedimentos metodológicos adotados na pesquisa, bem como analisando criticamente seus resultados.

Limite de páginas: 25

● EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

Responsável: Moisés Alves de Oliveira (UEL)

Divulgação de experimentos que contribuam para o tratamento de conceitos químicos no Ensino Médio e Fundamental e que utilizem materiais de fácil aquisição, permitindo sua realização em qualquer das diversas condições das escolas brasileiras. Deve-se explicitar contribuições do experimento para a aprendizagem de conceitos químicos e apresentar recomendações de segurança e de redução na produção de resíduos, sempre que for recomendável.

Limite de páginas: 10

● CADERNOS DE PESQUISA

Responsável: Editoria

Esta seção é um espaço dedicado exclusivamente para artigos inéditos (empíricos, de revisão ou teóricos) que apresentem profundidade teórico-metodológica, gerem conhecimentos novos para a área e contribuições para o avanço da pesquisa em Ensino de Química. Os artigos empíricos deverão conter revisão consistente de literatura nacional e internacional, explicitação clara e contextualização das questões de pesquisa, detalhamento e discussão dos procedimentos metodológicos, apresentação de resultados e com conclusões que explicitem contribuições, implicações e limitações para área de pesquisa em Ensino de Química. Os artigos de revisão deverão introduzir novidades em um campo de conhecimento específico de pesquisa em Ensino de Química, em um período de tempo não inferior a dez anos, abrangendo os principais periódicos nacionais e internacionais e apresentando profundidade na análise crítica da literatura, bem como rigor acadêmico nas argumentações desenvolvidas. Os artigos teóricos deverão envolver referenciais ainda não amplamente difundidos na área e trazer conclusões e implicações para a pesquisa e a prática educativa no campo do Ensino de Química, apresentando profundidade teórica, bem como rigor acadêmico nas argumentações desenvolvidas. Para esta seção, o resumo do artigo deverá conter de 1000 a 2000 caracteres (espaços inclusos), explicitando com clareza o objetivo do trabalho e informações sobre os tópicos requeridos para o tipo de artigo. Poderão ser indicadas até seis palavras-chaves.

Limite de páginas: 30 a 40.

tabelas periódicas da SBQ

Todas as informações de que você precisa em uma única tabela

Formatos A4, para uso pessoal
(29,7 cm x 21,0 cm,
impressão no verso),
e de parede (65 cm x 96 cm).

Coloridas e laminadas!

Tamanho A4

Avulsa R\$ 2,50

Pacotes com 50 R\$ 110,00

Pacotes com 100 R\$ 190,00

Pacotes com 200 R\$ 340,00

Pacotes com 500 R\$ 720,00

Pacotes com 1000 R\$ 1.200,00

Tamanho de parede

Avulsa R\$ 15,00

De acordo com as últimas recomendações da IUPAC

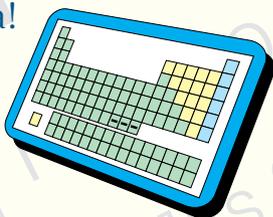
Classificação Periódica dos Elementos

Mouse pad com a tabela periódica!

Preço por unidade:

R\$ 5,00.

*grande quantidade, consulte preço



Edições especiais para colégios,
cursinhos, etc. Consulte-nos!

camisetas da SBQ

Vista a 'camisa' da química com as camisetas da SBQ. São sete modelos exclusivos!
Cores: branca (algodão), e cinza (algodão + sintético), em tamanhos P, M, G e GG.

Logomarca da SBQ



Logomarca grande, centralizada. Estampa em prata e azul sobre branco.



Logomarca pequena, à esquerda. Estampa em prata e azul sobre branco.



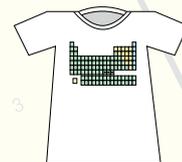
Logomarca grande, centralizada. Estampa em azul sobre cinza.



Logomarca pequena, à esquerda. Estampa em azul sobre cinza.



Estampa com os dizeres "Sou Pura Química" em vermelho sobre cinza.



Estampa colorida mostrando a tabela periódica - números atômicos e símbolos.

Preços por unidade*: na sede da SBQ R\$ 20,00.

*grandes quantidades, consulte preços

Adquira os produtos da SBQ

Na sede da SBQ: Av Prof. Lineu Prestes, 748, Instituto de Química da USP (bloco 3 - superior), Cidade Universitária - São Paulo (SP)

Pelo Correio*: Sociedade Brasileira de Química, C.P. 26037, 05599-970 São Paulo - SP

*Para saber o valor de envio pelo correio, por favor, consulte-nos.

Informações: Fone (11) 3032-2299, Fax: (11) 3814-3602, E-mail: sbqsp@iq.usp.br

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.sbq.org.br em Produtos da SBQ.

