química nova na escola

VOLUME 40

Nº 1, FEVEREIRO 2018

4 “Luzes” capilar: dos salões de beleza à educação química
M. M. C. Borges, K. B. Borges e P. C. Pinheiro

14 Discutindo o contexto das definições de ácido e base
C. R. Souza e F. C. Silva

19 Uma História do Antiatomismo: Possibilidades para o Ensino de Química
L. S. Pereira e J. L. P. B. Silva

25 Pistas Orgânicas: um jogo para o processo de ensino e aprendizagem da química
J. E. da Silva, C. N. da Silva Jr., O. A. de Oliveira e D. O. Cordeiro

33 O Ensino de Equilíbrio Químico a partir dos trabalhos do cientista alemão Fritz Haber na síntese da amônia e no programa de armas químicas durante a Primeira Guerra Mundial
A. N. Silva e E. M. Pataca

44 Práxis e Identidade Docente: Entrelaces no Contexto da Formação pela Pesquisa na Licenciatura em Química
K. C. M. O. Silva e N. A. S. Mesquita

53 Desenvolvimento e caracterização de filmes biodegradáveis obtidos a partir de amido de milho: uma proposta experimental de produção de biofilmes em sala de aula
I. Altmann, N. R. Atz e S. M. L. Rosa

59 O Glúten em Questão
M. B. da Cunha

química nova NA ESCOLA

ISSN 0104-8899
ISSN (on-line) 2175-2699
Fevereiro
2018
Vol. 40, Nº 1

Indexada no *Chemical Abstracts* e *EDUBASE*

EDITORES

Paulo Alves Porto (IQ-USP)
Salete Linhares Queiroz (IQSC-USP)

CONSELHO EDITORIAL

Alice Ribeiro Casimiro Lopes (FE-UERJ - Rio de Janeiro, RJ - Brasil)
António Francisco Carrelhas Cachapuz (UA - Aveiro, Portugal)
Attico Inacio Chassot (IPA - Porto Alegre, RS - Brasil)
Aureli Caamaño (UB - Barcelona, Espanha)
Edênia Maria Ribeiro do Amaral (UFRPE - Recife, PE - Brasil)
Eduardo Fleury Mortimer (UFMG - Belo Horizonte, MG - Brasil)
Eduardo Motta Alves Peixoto (IQ-USP - São Paulo, SP - Brasil)
Gisela Hernández (UNAM - Cidade do México, México)
Julio Cezar Foschini Lisbôa (GEPEQ-USP - São Paulo, SP - Brasil)
Lenir Basso Zanon (UNIJUÍ - Ijui, RS - Brasil)
Luiz Henrique Ferreira (UFSCar - São Carlos, SP - Brasil)
Marcelo Giordan (FE-USP - São Paulo, SP - Brasil)
Otávio Aloísio Maldaner (UNIJUÍ - Ijui, RS - Brasil)
Peter Fensham (QUT - Vitória, Austrália)
Roberto Ribeiro da Silva (UnB - Brasília, DF - Brasil)
Roseli Pacheco Schnetzler (UNIMEP - Piracicaba, SP - Brasil)

ASSISTENTES EDITORIAIS

Giseli de Oliveira Cardoso
Telma Rie Doi Ducati

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©2018 Sociedade Brasileira de Química

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

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

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

diagramação/capa
Hermano Serviços de Editoração

Sumário/Contents

Química e Sociedade / Chemistry and Society

4 "Luzes" capilar: dos salões de beleza à educação química
Hair "lights": from beauty salons to chemistry education
M. M. C. Borges, K. B. Borges e P. C. Pinheiro

Conceitos Científicos em Destaque / Scientific Concepts Highlighted

14 Discutindo o contexto das definições de ácido e base
The context of acid and base definitions: a discussion
C. R. Souza e F. C. Silva

História da Química / History of Chemistry

19 Uma História do Antiatomismo: Possibilidades para o Ensino de Química
A History of Antiatomism: possibilities for chemistry teaching
L. S. Pereira e J. L. P. B. Silva

Relatos de Sala de Aula / Chemistry in the Classroom

25 Pistas Orgânicas: um jogo para o processo de ensino e aprendizagem da química
Organic Tips: a game for process of teaching and learning of chemistry
J. E. da Silva, C. N. da Silva Jr., O. A. de Oliveira e D. O. Cordeiro

33 O Ensino de Equilíbrio Químico a partir dos trabalhos do cientista alemão Fritz Haber na síntese da amônia e no programa de armas químicas durante a Primeira Guerra Mundial
The Teaching of Chemical Equilibrium from the works of the German scientist Fritz Haber in the ammonia synthesis and the chemical weapons program during the First World War
A. N. Silva e E. M. Pataca

Ensino de Química em Foco / Chemical Education in focus

44 Práxis e Identidade Docente: Entrelaces no Contexto da Formação pela Pesquisa na Licenciatura em Química
Praxis and teaching identity: interconnectedness in the context of training by research in chemistry
K. C. M. O. Silva e N. A. S. Mesquita

Experimentação no Ensino de Química / Practical Chemistry Experiments

53 Desenvolvimento e caracterização de filmes biodegradáveis obtidos a partir de amido de milho: uma proposta experimental de produção de biofilmes em sala de aula
Development and characterization of biodegradable films obtained from corn starch: a proposal for the experimental production of biofilms in the classroom
I. Altmann, N. R. Atz e S. M. L. Rosa

59 O Glúten em Questão
The Gluten in Question
M. B. da Cunha

http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160097

Protestos e incertezas marcam o início de 2018 no Brasil

Para onde quer que se olhe, no início deste ano, quando o assunto é a gestão da coisa pública, esbarramos em protestos. Estes ganharam vulto e vieram embrulhados em cores e formas exuberantes no Sambódromo da Avenida Marquês de Sapucaí, na capital carioca. Durante o carnaval, o povo, por meio da música e da dança, extravasa sentimentos, e foram sentimentos de rancor, pesar e revolta que estiveram expressos em muitas alas. A violência do dia a dia no Rio de Janeiro, onde 44 crianças morreram vítimas de balas perdidas desde 2007, segundo a ONG Rio de Paz, foi encenada na passarela em diferentes nuances. Associada a ela estiveram a precariedade nas condições de trabalho e o trabalho escravo propriamente dito, que desafortunadamente ainda encontra espaço no nosso maltratado país. Retratar mazelas nacionais como a desigualdade social, a manipulação da opinião pública por interesses contrários aos da maioria, o sucateamento da saúde pública, o uso indevido de impostos e a ganância de agentes públicos foi tarefa assumida e levada a cabo com propriedade e brilhantismo por Escolas de Samba renomadas. No início do ano também se escancarou a desfaçatez de juízes que defenderam a atribuição do chamado "auxílio moradia" a si próprios, que lhes permite receber acima do teto constitucional. Que garantia podem ter os cidadãos de que os juízes tomam suas decisões com base nas leis, e não conforme seus interesses pessoais, se são capazes de arrogarem a si privilégios destinados a burlar normas constitucionais? Concluído o que para muitos se traduz no "maior espetáculo da terra", ecoa ainda mais fortemente a pergunta: como nos livrarmos de um Brasil mergulhado em profunda crise ética e moral, em um período no qual uma sucessão de escândalos conduz ao completo descrédito da classe dirigente?

Iniciamos 2018 não somente com protestos, mas também com muitas incertezas, dentre elas a de natureza eleitoral. A condenação em segunda instância do ex-presidente Luiz Inácio Lula da Silva dá margem a cenários de turbulência, com várias candidaturas nas eleições presidenciais e com votação pulverizada. Nesse contexto, até mesmo a presença no segundo turno de candidato que incita a prática do estupro não está descartada. São tempos de muitas dificuldades a enfrentar, quando, além da busca de avanços, é também crucial impedir retrocessos como os assistidos recentemente, com severos cortes de verbas promovidos pelo governo federal nas áreas de educação, saúde, segurança e ciência e tecnologia – em nome de pagar juros aos donos do capital financeiro.

Diante de tantas incógnitas, seguimos na nossa jornada de educadores. Os textos que compõem este número da QNEsc estão alinhados com tendências de transformação que permeiam a educação em ciências na atualidade, algumas delas dispostas em documentos curriculares oficiais. O destaque é para a inclusão da perspectiva histórica no ensino de química. Essa tendência, presente em três artigos, aponta para a necessidade de o ensino propiciar aos alunos o entendimento da ciência como uma construção social, suscetível a controvérsias e conflitos, comuns a qualquer atividade social. O primeiro deles (*Discutindo o contexto das definições de ácido e base*) aborda definições de ácido e base no contexto em que foram elaboradas por Arrhenius, Brønsted-Lowry e Lewis. O segundo (*Uma história do antiatomismo: possibilidades para o ensino de química*) chama a atenção para o papel das controvérsias científicas, a partir da apresentação de uma narrativa de cunho didático a respeito do antiatomismo. O terceiro (*O ensino de equilíbrio químico a partir dos trabalhos do cientista alemão Fritz Haber na síntese da amônia e no programa de armas químicas durante a Primeira Guerra Mundial*) relata a aplicação de uma sequência didática que visou à promoção de reflexões sobre aspectos sociais, políticos e econômicos da prática científica e foi pautada no uso de recursos variados como vídeos, listas de exercício e artigos publicados na QNEsc.

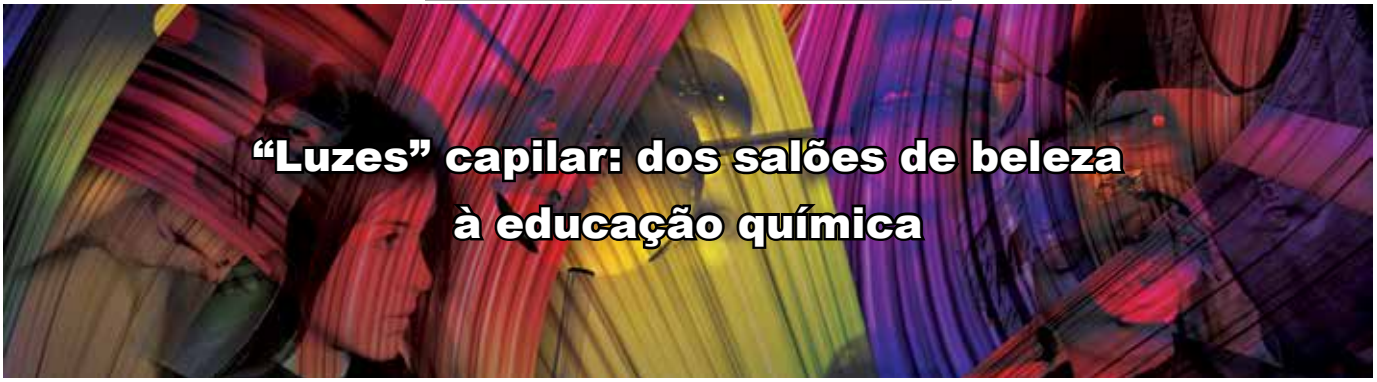
Aspectos atinentes às relações que se estabelecem entre identidade docente e o desenvolvimento do estágio nos cursos de licenciatura são investigadas no artigo *Práxis e identidade docente: entrelaces no contexto da formação pela pesquisa na licenciatura em química*. Para tanto, foram analisados 18 projetos pedagógicos de cursos de licenciatura em química, tendo como foco a construção da identidade docente na perspectiva da pesquisa. Os resultados indicaram que na maioria deles não se observa a pesquisa como eixo formativo.

Propostas de ensino que propiciam a abordagem de questões científicas e sociocientificas são encontradas nas seções "Relatos de Sala de Aula" e "Experimentação no Ensino de Química". Nessa perspectiva, para trabalhar o conteúdo de funções orgânicas é sugerida a realização de atividade lúdica que consiste na adaptação do Jogo Perfil®, no artigo *Pistas orgânicas: um jogo para o processo de ensino e aprendizagem da química*. Em diferentes perspectivas, experimentos que favorecem a abordagem do problema de descarte descontrolado de filmes plásticos de polímeros, oriundos de petróleo, assim como da recomendação de dietas com indicações para a retirada do glúten da alimentação humana são sugeridos nos artigos: *Desenvolvimento e caracterização de filmes biodegradáveis obtidos a partir de amido de milho: uma proposta experimental de produção de biofilmes em sala de aula* e *O glúten em questão*.

Ótima leitura a todos!

Paulo Alves Porto
Salete Linhares Queiroz
Editores de QNEsc

http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160098



"Luzes" capilar: dos salões de beleza à educação química

Marcella M. C. Borges, Keyller B. Borges e Paulo C. Pinheiro

O procedimento de fazer "luzes" nos cabelos foi observado como um tratamento frequente em salões de beleza, o qual envolve a oxidação química das melaninas e outras reações. Neste artigo o procedimento é narrado e hibridizado aos seus aspectos químicos após realizar observações, interações com três cabeleireiros e pesquisa bibliográfica. Destacamos características epistemológicas dos saberes e práticas, como esses profissionais vivenciam e utilizam a química em suas ações e para a realização de trabalhos em sala de aula, enfatizamos a relação indissociável entre conhecimento e contexto, bem como o desenvolvimento de atividades dialógicas envolvendo problematização, pesquisa e interações com a comunidade.

▶ "luzes" capilar, oxidação química, saberes de cabeleireiros, educação química ◀

Recebido em 20/12/2016, aceito em 26/03/2017

Nosso objetivo neste artigo é descrever o procedimento de "luzes" capilar, os aspectos químicos associados e as possibilidades de sua exploração em aulas de química da educação básica. Os resultados que apresentamos constituem parte de uma investigação realizada no âmbito da dissertação de mestrado da primeira autora (Borges, 2017), a qual teve início a partir de sua curiosidade em conhecer os tratamentos capilares realizados em salões de beleza e analisar suas relações com os currículos escolares de química. Dentre os diversos tratamentos que envolvem a química, escolhemos aprofundar o procedimento de "luzes" por ser um dos mais frequentes nos salões observados. Nós interagimos com dois cabeleireiros e uma cabeleireira em seus locais de trabalho, observamos quatro procedimentos de "luzes" e realizamos uma entrevista com o mais experiente. Essas interações foram precedidas de leituras e discussões prévias de referenciais teóricos diversificados (Adams, 2012; Bakhtin, 1981; Bhabha, 1994; Lund, 2006; Norris *et al.*, 2005; Young, 1995), de referenciais metodológicos envolvendo a observação participante em pesquisas etnográficas (Green; Dixon; Zaharlick, 2005; Ellen, 1984; LeCompte; Priessle, 1993; Patton, 1980; Spradley, 1980; Wilson, 1977) e também sobre a análise do discurso (Foucault, 1986). O quadro teórico proposto por Adams[1] (2012) nos sugeriu investigar como os cabeleireiros vivenciam e utilizam a química em suas atividades. Nesta direção, a mestranda realizou observações de procedimentos de "luzes" e submeteu seus cabelos ao tratamento. As interações com os cabeleireiros, suas freguesas e os procedimentos envolveram registro por escrito, áudio, fotografia e vídeo. Em seguida, cada procedimento observado foi narrado por meio de textos e fotografias conforme o encadeamento das ações, os materiais usados e as conversas estabelecidas. Após isso, os textos foram condensados em uma única narrativa, a qual foi enriquecida pela hibridização com os saberes científicos elucidados por pesquisa bibliográfica e mediante incorporação da "teia" ou "feixe de relações" (Foucault, 1986, p. 66, 67) presente no discurso dos cabeleireiros. Consideramos que essas relações permitiram obter uma visão menos fragmentada do procedimento de "luzes" e, por isso, mais coerente com a realidade observada.

Para a elaboração da narrativa, analisamos as características atribuídas a este estilo literário por Norris *et al.* (2005), onde destacamos: o público de destino ou principais leitores (professores em formação inicial e continuada), os eventos (etapas, procedimentos e materiais usados), o agenciamento

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.

(atores ou personagens envolvidos: os cabeleireiros e suas freguesas) e a proposta de comunicar os saberes dos cabeleireiros e da ciência simultaneamente. Esta última característica teve por fundamento a noção de hibridização como um "dispositivo estratégico" que visa criar uma imagem "indissoluvelmente entrelaçada" à inter-relação dialogizada entre linguagens:

> *O que é uma hibridização? É uma mistura de duas linguagens sociais dentro dos limites de um único enunciado, um encontro dentro da arena de um enunciado, entre duas consciências linguísticas diferentes separadas uma da outra por uma época, por diferenciação social ou por algum outro fator* (Bahktin, 1981, p. 358, tradução nossa).

Em estudos críticos literários e na teoria pós-colonial, o hibridismo (Bhabha, 1994; Lund, 2006; Young, 1995) aparece como um constructo para compreender os processos de mistura em interações culturais e é criticamente usado como "alavanca desconstrutiva" (Lund, 2006, p. xii) ou meio de reverter e deslocar discursos autoritários, entre outros enfoques. Sob essas perspectivas, uma característica importante do texto híbrido é que nele não há voz autoritária. Em experiências de pesquisa, o hibridismo também foi dado como sinônimo de "terceiro espaço" de fusão ou integração de saberes (Moje *et al.*, 2004, p. 41) e para nomear uma "atividade expandida" capaz de estabelecer "zonas ricas de colaboração e aprendizagem" ou "zonas de desenvolvimento proximal" com potencial transformativo (Gutierrés *et al.*, 1999, p. 286, 287). No "terceiro espaço", categorias aparentemente distintas, opostas ou descontínuas trabalham juntas para gerar novos conhecimentos, discursos, identidades e formas de letramento. Na educação em ciências, em particular, alguns estudos vêm utilizando o hibridismo como referência para investigar identidades de professores e alunos e como forma de promover interações curriculares com o conhecimento indígena (Mckinley; Gan, 2014).

A narrativa híbrida elaborada em nosso estudo recebeu o nome de "*Luzes" capilar: os saberes sobre a "iluminação" dos cabelos*. Seu conteúdo foi transferido posteriormente para a internet utilizando o Programa WordPress®, o qual pode ser acessado na página do sítio *Ciência na Comunidade* (www.ufsj.edu.br/cienciananacomunidade)[2], na aba "Narrativas Híbridas". Este sítio abriga esta e outras narrativas de saberes e práticas culturais locais. Apresentaremos a seguir uma versão resumida, iniciando pela composição e estrutura dos cabelos. Observamos que dois cabeleireiros deram permissão para divulgar seus nomes: o Welder e o Carlos Alberto, enquanto a cabeleireira recebeu o nome fictício de Joana.

A composição e estrutura dos cabelos

O cabelo humano é constituído por fios que crescem em cavidades chamadas folículos: são pequenas bolsas de células vivas localizadas abaixo da epiderme ou do couro cabeludo (Figura 1). O cabelo humano cresce aproximadamente 1,0 a 1,5 cm por mês e possui aproximadamente 100.000 folículos produtivos responsáveis por repor em média de 50 a 100 cabelos por dia (Chatt; Katz, 1988 citados em Pozebon; Dressler; Curtius, 1999). Os fios ou fibras capilares são constituídos basicamente por cerca de 65 a 95% de proteínas, sendo a queratina presente em maior quantidade. As proteínas são polímeros de condensação ou macromoléculas formadas por uma sequência de 15 a 20 tipos de aminoácidos. As moléculas mais simples desses compostos são formadas por um grupo carboxílico (COOH), um grupo amina (NH_2) e dois átomos de hidrogênio (H) ligados a um átomo de carbono (glicina). A esse mesmo carbono pode se ligar um radical (R) qualquer no lugar de um dos átomos de hidrogênio, o qual irá determinar outros tipos de aminoácidos. Ao sofrerem reações químicas, tais como branqueamentos químicos (oxidação), alisamentos alcalinos e exposição à luz solar, os aminoácidos são convertidos em outras substâncias ou derivados, como, por exemplo, a cistina formada por dimerização da cisteína em condições oxidantes. A Figura 2 apresenta as fórmulas estruturais dos principais aminoácidos presentes no cabelo humano.

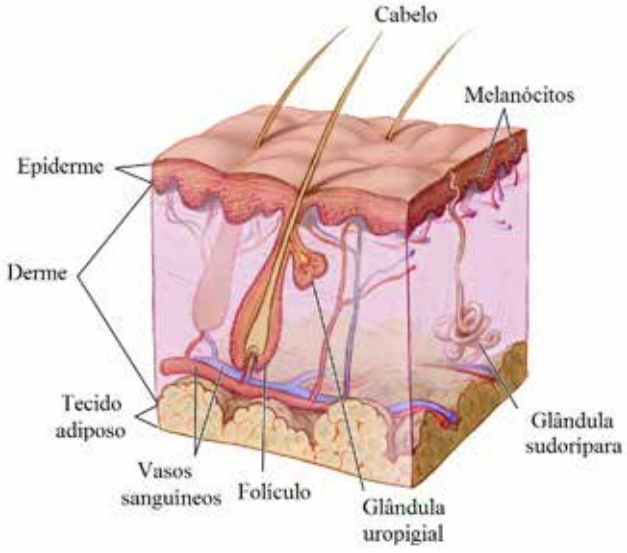


Figura 1: Partes do cabelo humano.

Outros componentes dos fios de cabelo são: água, lipídeos (estruturais e livres), pigmentos e elementos traços (geralmente não livres e combinados quimicamente com cadeias laterais de grupos proteicos ou de ácidos graxos) (Robbins, 2002, p. 63). Os principais elementos químicos presentes na fibra capilar são: carbono (44%), oxigênio (30%), nitrogênio (15%), hidrogênio (6%) e enxofre (5%). Além destes, elementos como ferro, zinco, iodo, cobre e alumínio também são constituintes do cabelo na forma de traços (Bayardo, 2005 citado em Kohler, 2011).

O fio capilar é formado principalmente por três regiões: cutícula, córtex e medula, cada qual tendo características próprias (Figura 3). A cutícula é a região em torno do córtex e é a mais resistente quimicamente. O córtex compreende a

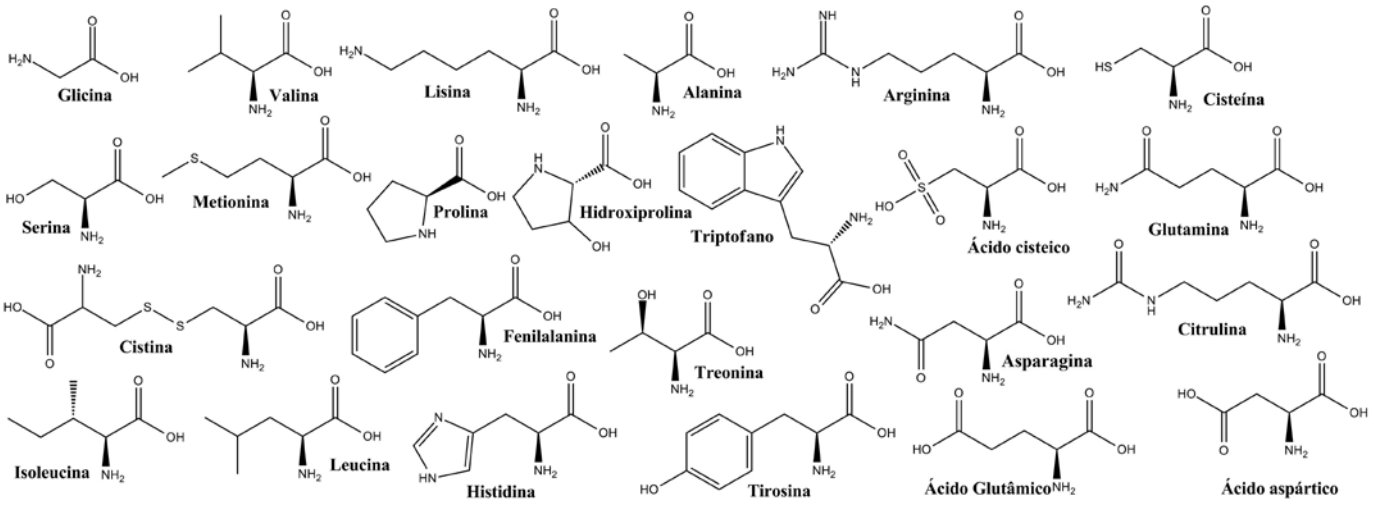


Figura 2: Fórmulas estruturais dos principais aminoácidos presentes no cabelo humano.

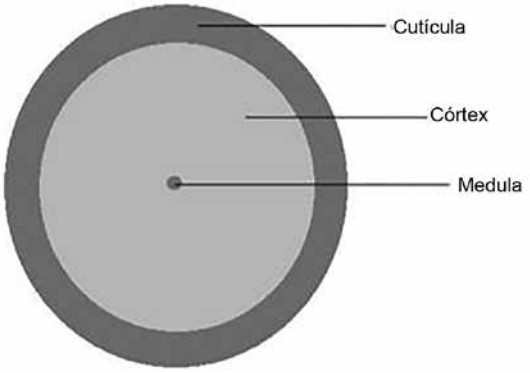


Figura 3: Corte transversal da fibra capilar humana.

maior parte da massa da fibra capilar, suas células contêm proteínas e as melaninas – os pigmentos responsáveis pela coloração dos fios. A região mais interna é a medula, um eixo oco no interior do cabelo formado por fibras de queratina em pequenas cavidades (Robbins, 2002, p. 25-50). As proteínas do cabelo unem-se umas às outras basicamente por três tipos de ligações químicas: as ligações de hidrogênio, dissulfeto (S–S) e iônicas (ver as Figuras 4, 5 e 6), as quais são responsáveis pela estabilidade estrutural, forma e resistência mecânica dos fios. Os diferentes tipos de cabelo são resultado de variadas conformações de aminoácidos, das cadeias proteicas e das ligações que estabelecem entre si.

As diferentes colorações do cabelo humano

Em relação à preferência feminina pelo procedimento de "luzes", o Carlos Alberto afirmou que "a mulherada clareia mais cabelo porque justamente a predominância da brasileira é cabelo moreno e o cabelo branco destaca mais no meio do cabelo escuro, então por isso que vai chegando numa certa idade, quando começa a aparecer o cabelo branco, elas começam a fazer as mechas, que aí o branco mistura com o cabelo descolorido e disfarça mais". Ele disse ainda que "o cabelo da brasileira tem um pigmento azulado muito grande". A cor do cabelo humano varia entre o negro, castanho, loiro, ruivo, grisalho e branco. As melaninas presentes no córtex dos fios são os pigmentos responsáveis por essas colorações. Há dois tipos principais: a eumelanina e a feomelanina, as quais produzem as cores do castanho ao preto e do marrom-avermelhado ao loiro, respectivamente. Esses pigmentos são encontrados principalmente no interior do córtex, mas também na medula em grânulos ovoides ou esféricos chamados melanócitos, os quais possuem tamanho de 0,2 a 0,8 μm

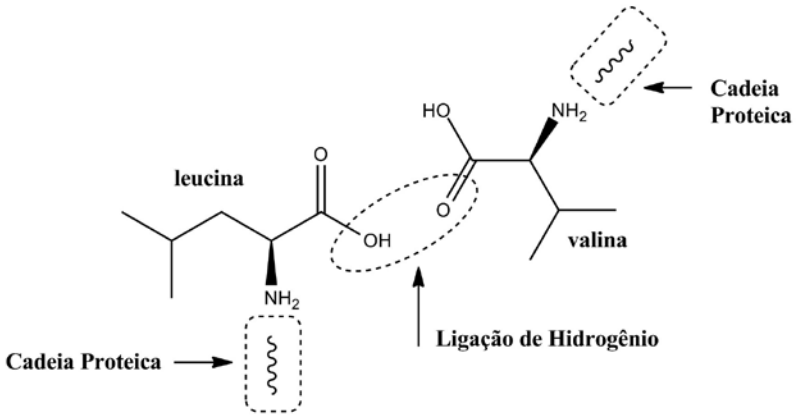


Figura 4: Ligação de hidrogênio entre aminoácidos dos cabelos.

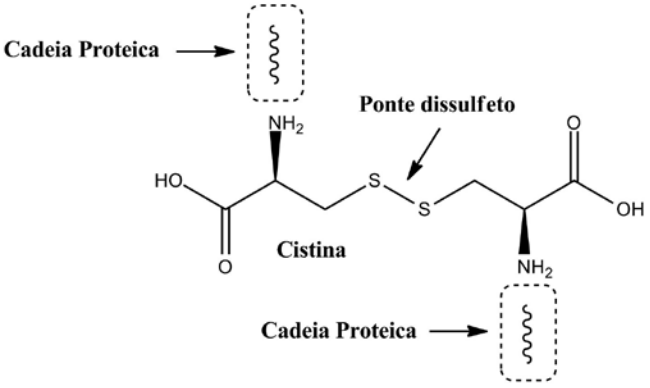


Figura 5: Pontes dissulfeto nos cabelos.

ao longo dos seus eixos principais (Gjesdal, 1959 citado em Robbins, 2002, p. 36). A eumelanina e a feomelanina são formadas a partir de reações químicas envolvendo espécies químicas intermediárias altamente reativas, seguindo as rotas mostradas resumidamente na Figura 7.

A baixa atividade dos melanócitos tem como resultado os cabelos grisalhos ou brancos, mas isto também pode estar relacionado ao tamanho e distribuição dos grânulos das melaninas e com os tipos de pigmentos presentes nos fios capilares (Robbins, 2002, p. 77-78). Uma pessoa pode apresentar os dois tipos de pigmentos, dependendo da quantidade de cisteína presente nos melanócitos. Os anéis aromáticos das duas estruturas melânicas possuem alta

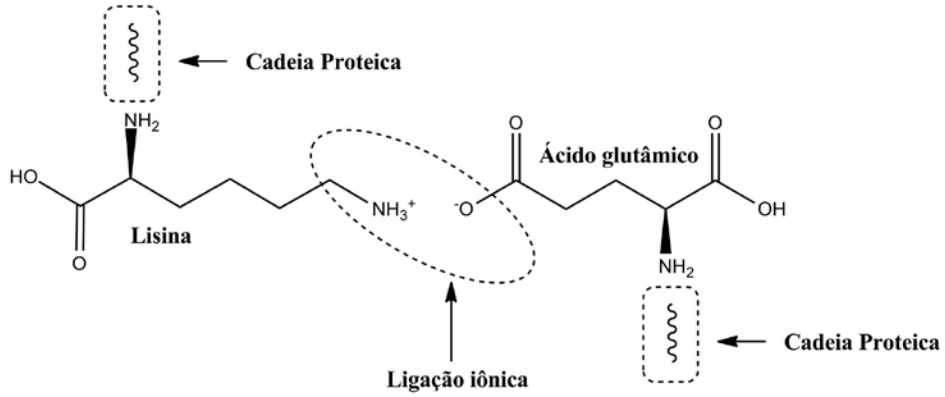


Figura 6: Ligação iônica nos cabelos.

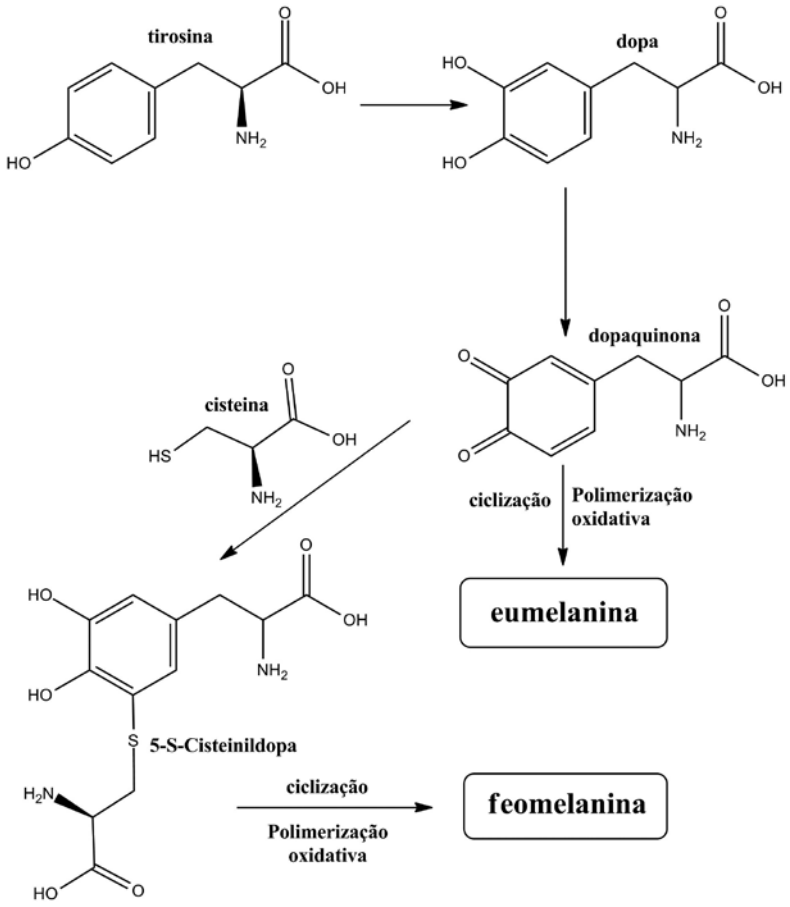


Figura 7: Mecanismos de formação das diferentes melaninas: eumelanina e feomelanina.

densidade de elétrons, tornando-as sensíveis ao ataque de agentes oxidantes usados no procedimento de "luzes" capilar (Robbins, 2002, p. 185-188).

O procedimento de "luzes"

Para produzir as "luzes", os cabeleireiros iniciam separando os cabelos em partes. Em um procedimento o Welder separou os cabelos em quatro partes, mas isso depende do volume e do tamanho do cabelo; em outro separou os cabelos em cinco partes e a Joana, no caso observado, separou o cabelo da cliente em três partes. Quanto aos tipos de "luzes", o Welder disse: "O que está mais usando são as luzes, que é mais sorteado os fios loiros e é no cabelo todo, né? Não só nas pontas. E existe o ombre hair no cabelo todo, que é da raiz às pontas mais claras e o da metade do cabelo para as pontas, deixando elas mais loiras". Para produzir as "luzes", eles utilizam uma mistura constituída por pó descolorante (contendo sais de persulfato) e creme oxidante ativador (contendo água oxigenada ou peróxido de hidrogênio). Segundo o Carlos Alberto, "se você quer fazer uma descoloração, você tem que usar um pó descolorante de ponta, dessas linhas mais famosas né, que investe mesmo em tecnologia". Além desses produtos, o Welder adiciona, a critério das clientes, um creme de proteção de descoloração. Segundo ele, "o protetor utilizado nas luzes tem a função de proteger da química. As luzes danificam muito o cabelo, ele evita ressecar e agredir o fio; é um produto opcional a ser utilizado no processo de luzes". Os dois (ou três) produtos são misturados em um recipiente plástico chamado "cumbuca de tintura" e a mistura final tem aparência pastosa de coloração lilás (ver Figura 8).

Figura 8: Materiais de trabalho do Welder. No canto superior à direita a "cumbuca de tintura" com a mistura preparada para fazer as "luzes".

A mistura feita pelo Welder foi preparada na seguinte proporção: "cinco de pó, 10 de oxidante e 10 de protetor". Já a mistura da Joana "tem uma medida certa" que ela não descreveu, "vai ficando automático", conforme disse. Segundo Robbins (2002, p. 154-155), a mistura a ser usada para descolorir os cabelos deve ser preparada minutos antes de sua utilização, sendo feita com cerca de 50 g de base clareadora, 100 g de loção reveladora e dois a três pacotes de pó descolorante (cerca de 10 a 12 g cada pacote, ou seja, aproximadamente 20 a 36 g). A composição desses materiais pode ser observada nas tabelas disponibilizadas na narrativa disponibilizada no sítio Ciência na Comunidade.

Para aplicar a mistura nos cabelos, os cabeleireiros isolam porções de fios em cada parte separada dos cabelos. Isso é feito desse modo porque se a mistura for aplicada em todos os fios não seria o procedimento de "luzes", mas a descoloração total dos cabelos, conforme observou uma cliente: "Agora eu entendi como ela faz as luzes, ela deixa um pouquinho sem fazer, tá vendo? Aqui ela fez, aqui ela deixou sem fazer, aí depois vem cá e faz de novo. Vai intercalando as mechas, uma com produto, outra sem". Para colocar os fios em contato com a mistura, o Welder colocou uma porção esticada sobre o lado fosco de um recorte de folha de papel alumínio, a qual foi apoiada em uma tábua de madeira retangular; depois, ele passou a mistura nos fios utilizando um pincel de tintura, de cima para baixo, de baixo para cima e em movimento circulatório nas pontas. Após isso, ele retirou a base de madeira e dobrou as extremidades do papel alumínio formando um "envelope", de modo a manter os cabelos em contato com a mistura em seu interior (Figura 9). Ao invés de usar o papel alumínio, a Joana utilizou um material impermeável conhecido como papel Isolmanta, o qual foi apoiado sobre uma prancha de plástico chamada "plaquete".

Figura 9: Cabelos com a mistura oxidante "envelopados" em papel alumínio.

Os cabeleireiros repetem este procedimento em várias porções de fios de cabelos, separando mechas e passando a mistura descolorante. Esta etapa dura de uma a três horas, dependendo do volume, comprimento, tipo e história de cada cabelo. Na primeira e na terceira observações, o Welder passou a mistura do meio do cabelo até as pontas, pois as clientes haviam pedido "luzes" no estilo "ombre hair". Todavia, antes

de terminar o processo eles observam os primeiros fios, retirando o "envelope" e passando uma toalha molhada nos mesmos para ver o resultado. O Welder disse que faz isso "para ver se não está muito loiro já, pois pode ficar branco"; "se deixar demais fica mais branco ao invés de dourado". Nesse caso, as melaninas são oxidadas completamente. O Carlos Alberto explicou que pode ocorrer outro fenômeno nessa condição: "É, deixa mais tempo, ele fica mais fraco. Quanto mais claro, mais frágil fica o cabelo, mais fino, mais fácil de quebrar", isso porque as proteínas dos cabelos começam a ser decompostas pela mistura descolorante.

Conforme vimos, a proporção utilizada na preparação da mistura é aproximadamente de 1:2, ou seja, uma parte de pó descolorante e duas partes de creme oxidante. Ao ser colocada em contato com os fios do cabelo, primeiramente ocorrem reações com as membranas celulares e aminoácidos presentes no córtex e na parte externa da cutícula, seguindo-se a dissolução e oxidação dos pigmentos de melanina e outras reações paralelas com as proteínas dos cabelos (Robbins, 2002, p. 179). Durante um dos procedimentos observados, o Welder disse: "Coloca a mão no papel alumínio para você ver como está quente. É reação química. Acontece, às vezes, de dar uma explosão de uma vez, esquenta tanto de uma vez e aí ele para". Este desprendimento de calor indica a ocorrência de reações exotérmicas que provavelmente estão relacionadas à oxidação química dos pigmentos, mas não podemos afirmar isto com certeza, pois não encontramos informações termodinâmicas sobre esta e as outras reações envolvidas. As informações revelam uma tendência de os estudos sobre a oxidação química dos cabelos se concentrarem na elucidação de aspectos cinéticos, mecanismos de reação e espécies intermediárias envolvidas (Robbins, 2002).

A velocidade de oxidação dos pigmentos cromóforos (partes da molécula de melanina responsáveis pela cor) é favorecida pela presença de agentes oxidantes fortes, como, por exemplo, permanganato > hipoclorito > peróxido, que é a ordem de descoloração da melanina quando se encontra solubilizada. O peróxido de hidrogênio é o agente oxidante mais fraco dessa série, porém é mais eficaz porque é capaz de dissolver as melaninas dos cabelos com mais facilidade e oxidá-las (Robbins, 2002, p. 184). Ao falar sobre o agente responsável pela descoloração dos cabelos, o Carlos Alberto disse que "um dos princípios ativos, são vários, mas o principal dele é o persulfato de potássio. Assim, é um blend de química né, mas o que faz mesmo descolorir é o persulfato de potássio aliado ao peróxido de hidrogênio". O peróxido de hidrogênio é o principal agente de oxidação utilizado em composições para a descoloração dos cabelos. Os sais de persulfato são frequentemente adicionados para acelerar o processo e também contribuem para diminuir a concentração de peróxido utilizada (Robbins, 2002, p. 153-154).

O persulfato provém de substâncias solúveis em água na forma de sais de sódio, potássio, amônio e bário. É um agente oxidante eficiente, porém não tão eficaz quanto o peróxido de hidrogênio. No entanto, as misturas de persulfato e peróxido proporcionam uma descoloração mais adequada do que o peróxido sozinho. Ambos são oxidantes seletivos que reagem com diferentes partes das macromoléculas de melanina. O persulfato atua principalmente em ácidos graxos e compostos fenólicos, mas os dois oxidantes se complementam em termos da capacidade de oxidar as melaninas (Robbins, 2002, p. 185). O pH ótimo para descoloração dos cabelos situa-se na faixa de 9 a 11 (máximo 11,7) (Robbins, 2002, p. 154), a qual é favorecida com a adição de hidróxido de magnésio ou de amônio aos produtos. As Figuras 10 e 11 mostram as fórmulas estruturais do peróxido de hidrogênio e do persulfato de amônio e as equações 1, 2 e 3 as suas semi-reações de redução em solução ácida e alcalina, mas nesse valor de pH a espécie reativa predominante do peróxido é o ânion HO_2^- (Wolfram *et al.*, 1970).

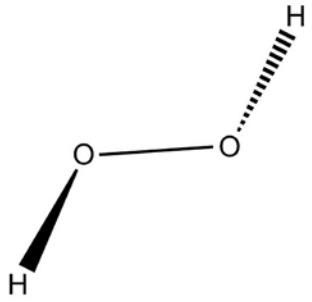


Figura 10: Fórmula estrutural do peróxido de hidrogênio.

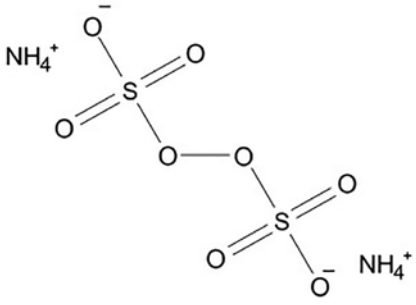


Figura 11: Fórmula estrutural do persulfato de amônio.

$$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow 2H_2O$$

Equação 1: Redução do peróxido de hidrogênio em meio ácido.

$$S_2O_8^{2-} + 2e^- \rightarrow 2SO_4^{2-}$$

Equação 2: Redução do ânion persulfato em meio ácido e alcalino.

$$H_2O_2 + 2e^- \rightarrow 2OH^-$$

Equação 3: Redução do peróxido de hidrogênio em meio alcalino.

Ao finalizarem o procedimento de colocar a mistura oxidante em contato com os cabelos, as clientes ficam esperando aproximadamente de 30 a 45 minutos. Após esse tempo os cabeleireiros lavam os fios de cabelo com água no lavatório, os quais ficam ressecados e difíceis de pentear: "você agora tem que hidratar, porque luzes danificam o cabelo", disse

o Welder. O fato é que os branqueamentos químicos com peróxidos enfraquecem o complexo da membrana celular, oxidam os resíduos de cistina da matriz do córtex e de outras regiões do cabelo (Robbins, 2002, p. 156). Os oxidantes reagem principalmente com a ponte dissulfeto da cistina, porém também ocorrem degradações em outros aminoácidos danificando a estrutura dos cabelos (Ibid., p. 161). Existem diversas concentrações de água oxigenada usadas na descoloração capilar: 10 volumes ou 3% (ideal para tonalização), 20 volumes ou 6% (poder de clareamento de um a dois tons de cor), 30 volumes ou 9% (poder de clareamento até três tons de cor, ideal para chegar ao tom castanho claro ou loiro médio) e 40 volumes ou 12% (poder de clareamento de três a quatro tons). É preciso ter cuidado quanto a escolha da concentração da água oxigenada, pois quanto maior mais rápida é a descoloração e a degradação das proteínas do cabelo (Galacho; Mendes, 2011).

A Figura 12 mostra o resultado final das "luzes" produzidas nos cabelos da pesquisadora. Nos salões que investigamos, o procedimento custa entre R$150,00 e R$180,00. Segundo o cabeleireiro Welder: "salão gera dinheiro e mesmo com a crise ninguém para de usar cosméticos, de ir aos salões". Nesses locais circulam, entram e saem várias pessoas, há sempre alguém querendo marcar horário, o telefone toca constantemente e os cabeleireiros se desdobram. São espaços voltados para a estética das pessoas, mas isso também envolve tensão, medo, desconforto e preocupação, pois há sempre uma expectativa sobre o resultado dos procedimentos: "Será que o meu cabelo já tendo outra tinta não irá manchar, ficar com uma cor esquisita não?", falou uma cliente. Os salões também são lugares de sensações prazerosas: "Adoro que mexem no meu cabelo, me dá um sono", e de conversar sobre assuntos variados: animais de estimação, viagens, férias, novelas, aplicativos de celular, livros, clima e outros.

Figura 12: Cabelos com "luzes".

O Welder relatou que fazer as "luzes" é mais problemático no caso de "jovens e meninas que menstruam pela primeira vez" e também em "quem tem aquecedor solar em casa". Este relato e suas possíveis explicações são descritos na narrativa disponibilizada na internet.

Os saberes e suas epistemologias

Os saberes dos cabeleireiros com os quais interagimos demonstraram algumas características que merecem ser destacadas. Uma delas diz respeito às fontes de seus ensinamentos: os cursos que fizeram e a experiência – "É, fiz vários cursos (...), fiz um para trabalhar só com a parte química: calorimetria, tintura, relaxamento, coloração, descoloração (...) e você vai acumulando conhecimento" (Carlos Alberto, atualmente com 31 anos de profissão); – "Eles dão curso pra gente de quatro, cinco módulos. É de tudo o curso, administração, química, tricologia, mecha, maquiagem, penteado" (Welder, com quatro anos de profissão). Outra característica associa-se ao modo como promovem, vivenciam e utilizam a química em suas profissões: de forma mais informada cientificamente (caso do cabeleireiro Carlos Alberto) e de maneira mais prática (caso dos outros dois cabeleireiros), embora conscientes de sua relevância: "Química não é fácil, né?! É cada coisa que acontece que a gente nem espera" (Welder); "E realmente salão tem muita química, né?" (Joana). O procedimento de "luzes" exige habilidades específicas e obedece uma sequência pré-definida de passos, esquemas ou *scripts*: separar os cabelos e selecionar os fios a serem descoloridos, preparar a mistura oxidante em proporções determinadas no momento de aplicação nos cabelos, "envelopar" os fios com a mistura, controlar os efeitos e o tempo de reação, remover a mistura dos fios por lavagem em água, aplicar hidratante e cuidar da estética final dos cabelos. Entretanto, as "luzes" só se viabilizam graças à tecnologia das formulações químicas, coerente com o que foi mencionado pelo Carlos Alberto: "Se você quer fazer uma descoloração, você tem que usar um pó descolorante de ponta, dessas linhas mais famosas (...) que investe mesmo em tecnologia".

As pessoas que fazem "luzes" nos cabelos fazem isto principalmente porque querem melhorar a aparência. Trata-se de uma necessidade humana vinculada à estética, a qual fomenta o trabalho dos cabeleireiros e a economia envolvida na produção e comercialização de produtos de beleza. Nesse mercado, enquanto os cabeleireiros cuidam da estética capilar e buscam inovações, os químicos investigam a cinética e as reações envolvidas no processo de descoloração capilar e procuram desenvolver e aprimorar formulações, embora ainda não tenham conseguido desenvolver uma que evite causar danos aos cabelos devido às reações com os aminoácidos. Químicos e cabeleireiros são profissionais distintos que utilizam ferramentas distintas com diferentes finalidades, embora suas ações, no caso de nosso enfoque, acabam convergindo para a estética capilar. Nesta aproximação, não podemos deixar de mencionar que os cabeleireiros também fazem misturas em proporções

definidas, controlam reações, diferenciam efeitos de diferentes concentrações e produtos nos cabelos e têm conhecimentos de química, mas um químico envolvido na elucidação de espécies intermediárias ou de mecanismos de reação certamente irá combinar conhecimento teórico com experimentos rigorosamente planejados para estabelecer interpretações que vão além das aparências que estão no cerne de atenção dos cabeleireiros.[3]

As "luzes" e o ensino de química

A partir da elucidação científica dos fenômenos envolvidos no processo de "luzes", identificamos alguns conteúdos que podem ser abordados em aulas de química de nível médio: oxirredução, agentes oxidantes, substâncias e funções orgânicas, composição e estrutura dos cabelos, reações exotérmicas, misturas, dissolução e unidades de concentração (proporções, percentagens e "volumes" da água oxigenada). Em nossos estudos, aprendemos com a teoria histórico-cultural que o conhecimento não é algo exclusivamente mental, mas vinculado a um sistema de relações onde as necessidades humanas são centrais e sempre dependentes de uma *praxis* ou atividade. Em outras palavras, o conhecimento é sempre *conhecimento em contexto*. Toda ação humana produz artefatos ou ferramentas (técnicas e psicológicas) que moldam as ações e o conhecimento deriva daí em um processo dialético com a cultura e o meio social e, por isso, é também mediado por regras, normas e convenções, pela divisão de trabalho e por relações com a comunidade (Van Eijck; Roth, 2007, p. 933, 934). Existe, assim, uma relação indissociável entre conhecimento e contexto, de modo que para que o conhecimento faça sentido, é preciso analisá-lo em relação à situação na qual se desenvolve. Wartha *et al.* (2013) realizaram uma análise das diferentes concepções que os professores têm sobre a contextualização no ensino de química, desde a simples exemplificação de situações do dia a dia até concepções mais críticas e problematizadoras da realidade. Neste trabalho, sugerimos que os professores e alunos dialoguem entre si e com a comunidade para estabelecer a compreensão do conhecimento químico no contexto do tratamento de "luzes", percebendo também as suas relações com outros contextos. As atividades sugeridas a seguir podem ser desenvolvidas em cursos de formação de cabeleireiros, no ensino médio regular e na Educação de Jovens e Adultos. Elas podem ser enriquecidas com a realização de trabalhos interdisciplinares envolvendo professores de outras disciplinas, como biologia e filosofia, por exemplo, e com os alunos organizados em grupos de trabalho. Inicialmente o professor pode começar perguntando aos estudantes o que são as "luzes" que as pessoas fazem nos cabelos, como são feitas e o que sabem a respeito. Após os alunos expressarem suas respostas e experiências, outras questões podem ser colocadas: *Por que os cabelos têm diferentes colorações? Por que as pessoas fazem "luzes" nos cabelos? Existe alguma relação com a química? Qual?* Para responder a essas e outras questões que os próprios alunos podem formular, o professor pode elaborar uma lista de perguntas para que a classe pesquise as respostas em fontes tais como este artigo, a narrativa disponibilizada na internet e em outras, incluindo conversas com cabeleireiros e pessoas da comunidade onde vivem. Em seguida, as respostas podem ser analisadas coletivamente, destacando suas semelhanças, diferenças, evidências e fontes de pesquisa utilizadas. Após isso, o professor pode chamar atenção para os conteúdos de química que julgar pertinentes, enfatizando um ou outro aspecto, e propor a realização de debates para analisar a natureza dos saberes de químicos e cabeleireiros e as relações associadas às "luzes". Os debates podem ser iniciados por questões ou afirmações onde os estudantes terão que se posicionar contrária ou favoravelmente e apresentarem justificativas. Alguns exemplos de afirmações que podem ser feitas são: *Há semelhanças entre as atividades de químicos e cabeleireiros*; *Os cabeleireiros* não *precisam compreender cientificamente os fenômenos envolvidos no procedimento de "luzes"; O padrão de beleza feminino ditado pela mídia* é a *mulher loira e isto atrai as mulheres para fazerem "luzes" nos cabelos; Este procedimento fomenta o trabalho dos cabeleireiros e a economia*; *Fazer "luzes" nos cabelos depende de haver desenvolvimento científico e tecnológico e ainda existem limitações nesse sentido.* Essas e outras afirmações ou questões levantadas também podem ser levadas para a comunidade e suas respostas incluídas nas discussões. Para os trabalhos em sala de aula, sugerimos que os alunos pensem, reflitam, dialoguem, se posicionem e desenvolvam compreensão científica, epistemológica e das relações entre química, tecnologia, estética e economia, para adquirirem uma visão ampla, informada e crítica sobre as "luzes" realizadas em salões de beleza.

Nesse artigo, ao considerarmos a indissociabilidade entre conhecimento e contexto, procuramos enfatizar a aplicação do conhecimento químico para compreensão dos fenômenos envolvidos no procedimento de "luzes" capilar. Um dos problemas do ensino de química é que o conhecimento é muitas vezes apresentado aos alunos de modo descontextualizado. Na realidade, essa é uma característica do conhecimento e da linguagem científica que também se materializa nas tarefas escolares, nas quais as palavras e outras unidades linguísticas se relacionam umas às outras independentemente de suas relações com a realidade, ao passo que na vida cotidiana elas têm uma relação mais direta com a experiência concreta.

Nesse artigo, ao considerarmos a indissociabilidade entre conhecimento e contexto, procuramos enfatizar a aplicação do conhecimento químico para compreensão dos fenômenos envolvidos no procedimento de "luzes" capilar. Um dos

problemas do ensino de química é que o conhecimento é muitas vezes apresentado aos alunos de modo descontextualizado. Na realidade, essa é uma característica do conhecimento e da linguagem científica que também se materializa nas tarefas escolares, nas quais as palavras e outras unidades linguísticas se relacionam umas às outras independentemente de suas relações com a realidade, ao passo que na vida cotidiana elas têm uma relação mais direta com a experiência concreta. De acordo com Giordan e Vechi (1996, citado em Lopes, 1999, p. 204), o conhecimento cotidiano configura "o quadro e os elementos de compreensão" que o aprendiz dispõe para compreender o conhecimento escolar, mas na escola esse conhecimento é reorganizado segundo um "outro modelo de pensamento". Todavia, quando a linguagem é abstraída de seus contextos e se torna objeto de reflexão, isso não significa que as ações que lhe deram origem sejam descontextualizadas, mas sim o tipo de discurso ou mediação usada para veicular o conhecimento (Wertsch, 1993). Outro aspecto é que ao passar por uma transposição didática – "o trabalho de transformação de um objeto de saber a ensinar em um objeto de ensino" (Lopes, 1999, p. 208), o conhecimento tende a sofrer modificações. Por isso, Lopes (1999, loc. cit.) preferiu denominar este processo de "mediação didática", argumentando que o termo "transposição" sugere a possibilidade de reproduzir ou transportar o conhecimento integralmente para a escola, enquanto que o que de fato ocorre é a sua (re)construção de acordo com os objetivos educacionais. Esse processo de transferência de saberes entre diferentes contextos foi mencionado por Silva (2003) como um dos grandes problemas educacionais a serem confrontados por pesquisadores e educadores. Assim, por envolver um novo tipo de contexto (a sala de aula), que se apresenta paralelo a outros (salões de beleza e investigações científicas e tecnológicas relacionadas, por exemplo), é pertinente dizer que o que ocorre é uma "recontextualização" (Wertsch, 1993, p. 39) dos conhecimentos. A narrativa híbrida sobre o procedimento de "luzes" exemplifica esta situação, uma vez que a interpretação do que foi narrado passou a depender mais da informação textual e imagética do que da realidade observada. Nesse caso, a conexão com os contextos relativos aos salões de beleza e à produção de conhecimento sobre as "luzes" passou a ser mediada por uma representação dos saberes, pela imagem criada ou forma como foram (re)apresentados na narrativa. Devido à necessidade de haver uma correspondência factual à realidade e isso exigir tempo e dedicação, George (1992) observou que os professores terão dificuldades em realizar tal tarefa e sugeriu que os pesquisadores da educação em ciências ajudem nesse processo. Em outro estudo, McKinley e Stewart (2012) observaram que os professores vêm abordando o conhecimento indígena nas escolas da Nova Zelândia de modo desconectado de seus contextos culturais, históricos e sociopolíticos, distorcendo-o e situando-o "fora de lugar" ao adquirir a forma de uma "caricatura". Em nosso trabalho, procuramos nos guiar por referenciais da pesquisa etnográfica, identificar os contextos associados às "luzes" e inseri-los junto das vozes dos cabeleireiros e de suas freguesas na narrativa, associar fotografias e um vídeo e hibridizar esse conjunto ao conhecimento químico explicativo para criar uma representação que, embora feita com rigor e responsabilidade, ainda é parcial, incompleta e pode ser enriquecida por novas experiências. Para aprofundar esse aspecto, sugerimos a leitura do texto *Os saberes e suas representações* na aba "Natureza dos Saberes" do sítio Ciência na Comunidade.

Agradecimentos

Agradecemos aos cabeleireiros envolvidos na pesquisa e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/CAPES pela bolsa de mestrado concedida à primeira autora e por seu apoio ao projeto de pós-doutorado do terceiro autor (Processo BEX Nº1992/14-7), ao qual se associou a atividade de construção do sítio Ciência na Comunidade com a elaboração de narrativas híbridas para a formação de professores de ciências. Também a Diogo Guimarães Ferreira, por nos fornecer referência bibliográfica conceituada sobre a química dos cabelos.

Notas

[1]Sugerimos o aprofundamento deste referencial teórico através de uma análise feita por um de nós na aba "Desconstrução da literatura" no sítio Ciência na Comunidade (www.ufsj.edu.br/cienciananacomunidade).

[2]Alguns navegadores vêm bloqueando o acesso direto ao sítio Ciência na Comunidade. Para carregar seu conteúdo, basta clicar sobre o escudo ou cadeado que aparecem normalmente do lado direito superior da tela para autorizar o acesso.

[3]Questões de ordem epistemológica associadas à inserção de temas do cotidiano no currículo escolar podem ser aprofundadas no livro *Conhecimento escolar: ciência e cotidiano* (Lopes, 1999). Os textos situados na aba "Natureza dos Saberes" do sítio Ciência na Comunidade (www.ufsj.edu.br/cienciananacomunidade) também oferecem contribuições baseadas na análise de outros saberes e práticas observados na comunidade.

Marcella Matos Cordeiro Borges (marcellamatosc@hotmail.com) possui graduação em Química, graus acadêmicos licenciatura e bacharelado pela UFSJ e é mestre em Educação pelo Programa de Pós Graduação Processos Socioeducativos e Práticas Escolares da Universidade Federal de São João Del Rei. São João Del Rei, MG – BR. **Keyller Bastos Borges** (keyller@ufsj.edu.br) possui graduação em Farmácia com habilitações em Análises Químicas e Toxicológicas e em Homeopatia pela UNIFAL, mestrado em Toxicologia e doutorado sanduíche em Ciências pela USP/Universidad de Cádiz. Atualmente é professor do Departamento de Ciências Naturais e orientador do Programa de Pós Graduação em Física e Química de Materiais da Universidade Federal de São João Del Rei e do Programa de Pós Graduação Multicêntrico em Química de Minas Gerais. São João Del Rei, MG – BR. **Paulo César Pinheiro** (pcpin@ufsj.edu.br) possui graduação em Química, graus acadêmicos licenciatura e bacharelado pela UFJF, mestrado em Química Analítica pelo IQUSP e doutorado em Educação pela FEUSP. Atualmente é professor do Departamento de Ciências Naturais e orientador do Programa de Pós Graduação em Processos Socioeducativos e Práticas Escolares da Universidade Federal de São João Del Rei. São João Del Rei, MG – BR.

Referências

ADAMS, J. D. Community Science: capitalizing on local ways of enacting science in science education. In: FRASER, B. J.; TOBIN, K. G.; MCROBBIE, C. J. (Eds.). *Second International Handbook of Science Education*. New York: Springer, 2012. p. 1163-1177.

BAKHTIN, M. M. *The dialogic imagination: four essays*. Austin: University of Texas Press, 1981.

BHABHA, H. *The Location of Culture*. New York: Routledge, 1994.

BORGES, M.M.C. *A construção da narrativa híbrida "luzes" capilar: os saberes sobre a "iluminação" dos cabelos e seus efeitos entre licenciandos de química associados à teoria da ação dialógica de Paulo Freire*. Dissertação (mestrado), Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de São João Del Rei, São João Del Rei, 2017. Disponível em <https://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/mestradoeducacao/DissertacaoMarcellaMatosCordeiroBorges.pdf>. Acesso em jan. 2018.

ELLEN, R. F. (Ed). *Ethnographic research: A guide to general conduct.* Orlando: Academic Press, 1984.

FOUCAULT, M. *A Arqueologia do Saber*, 2ª ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1986.

GEORGE, J. Science teachers as innovators using indigenous resources. *International Journal of Science Education*, v. 14, n. 1, p. 95-109, 1992.

GREEN, J. L.; DIXON, C. N.; ZAHARLICK. A. A etnografia como uma lógica de investigação. *Educação em Revista*, v. 42, p. 13-79, 2005.

GALACHO, C.; MENDES, P. Água oxigenada: mais um exemplo de uma solução química. Escola de Ciências e Tecnologia, Departamento de Química da Universidade de Évora, 2011. Disponível em <http://www.videos.uevora.pt/quimica_para_todos/qpt-agua%20oxigenada.pdf>. Acesso em jan. 2018.

GUTIERRÉS, K. D; BAQUEDANO-LÓPEZ, P.; TEJEDA, C. Rethinking diversity: hybridity and hybrid language practices in the third space. *Mind, Culture, and Activity*, v. 6, n. 4, p. 286-303, 1999.

KOHLER, R. C. O. *A química da estética capilar como temática no ensino de química e na capacitação dos profissionais da beleza*. Dissertação (mestrado), Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011. Disponível em <http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=3577>. Acesso em jan. 2018.

LECOMPTE, M. D.; PREISSLE, J. *Ethnographic and qualitative design in educational research*, 2nd ed. San Diego: Academic Press, 1993.

LOPES, A. R. C. *Conhecimento escolar: ciência e cotidiano*. Rio de Janeiro: Eduerj, 1999.

LUND, J. *The impure imagination: toward a critical hibridity on Latin America writing*. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2006.

MCKINLEY, E.; GAN, M. J. S. Culturally responsive science education for indigenous and ethnic minority students. In: LEDERMAN, N. G; ABELL, S. K. *Handbook of Research on Science Education*, Volume II. New York: Routledge, 2014. p. 284-300.

MCKINLEY, E.; STEWART, G. Out of place: indigenous knowledge in the science curriculum. In: FRASER, B. J.; TOBIN, K. G.; MCROBBIE, C. J. (Eds.) *Second International Handbook of Science Education*. New York: Springer, 2012. p. 541-554.

MOJE, E. B; CIECHANOWSKI, K. M; KRAMER, K.; ELLIS, L.; CARRILLO, R.; COLLAZZO, T. Working toward third space in content area literacy: an exam of everyday funds of knowledge and discourse. *Reading Research Quarterly*, v. 39, n. 1, p. 38-70, 2004.

PATTON, M. *Qualitative evaluation methods.* Beverly Hills: Sage Publications, 1986.

POZEBON, D.; DRESSLER, V. L.; CURTIUS, A. J. Análise de Cabelo: uma revisão dos procedimentos para a determinação de elementos traço e aplicações. *Química Nova*, v. 22, n. 6, p. 838-846, 1999.

NORRIS, S. P.; GUILBERT, S. M.; SMITH, M. L.; HAKIMELAHI, S.; PHILLIPS, L. M. A Theoretical framework for narrative explanation in science. *Science Education*, v. 89, n. 4, p. 535-563, 2005.

ROBBINS, C. R. *Chemical and physical behavior of human hair*, 4th ed. New York: Springer-Verlag, 2002. p. 483.

SILVA, J. R. S. O conceito de proporção no contexto da construção civil a partir da mistura argamassa do tipo: cimento x areia. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 3, n. 1, p. 58-69, 2003.

SPRADLEY, J. P. *Participant observation.* New York: Holt; Reinhart; Winston, 1980.

VAN EIJCK, M.; ROTH, W.-M. Keeping the local local: recalibrating the status of science and traditional ecological knowledge (TEK) in education. *Science Education*, v. 91, n. 6, p. 926-947, 2007.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L.; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e contextualização no ensino de Química. *Química Nova na Escola,* v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.

WERTSCH, J. V. *Voices of the Mind: a sociocultural approach to mediated action*, 4th ed. Cambridge: Harvard University Press, 1993.

WOLFRAM, L. J.; HALL. K.; HUI, I. The mechanism of hair bleaching. *Journal of the Society of Cosmetic Chemists,* v. 21, p. 875-900, 1970.

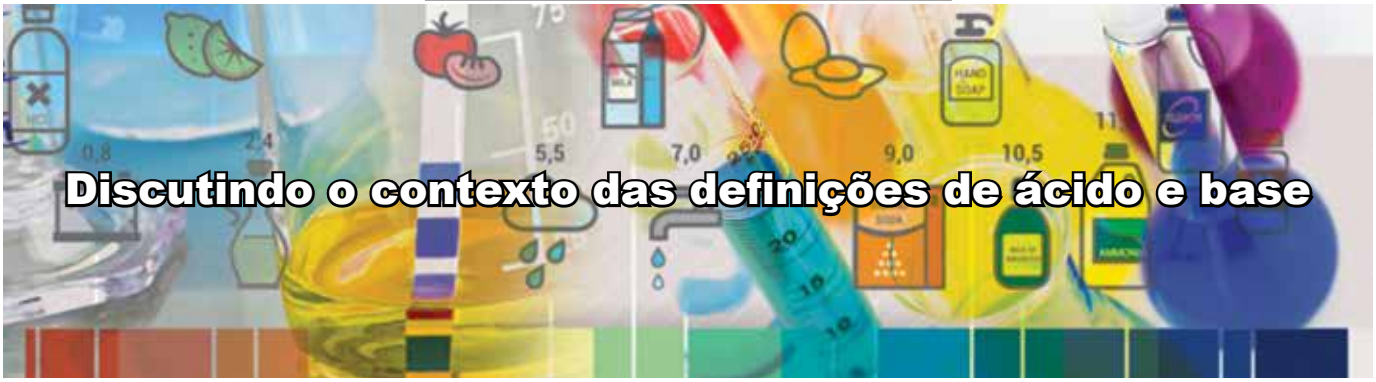
WILSON, S. The use of ethnographic techniques in educational research. *Review of Educational Research*, v. 47, p. 245-265, 1977.

YOUNG, R. J. C. *Colonial desire: hybridity in theory, culture and race*. London: Routledge, 1995.

Abstract: *Hair "lights": from beauty salons to chemistry education.* The procedure of making "lights" on hair was noticed as a usual treatment in beauty salons, which involves chemical oxidation of melanins and other reactions. In this article, the procedure is narrated and hybridized with its chemical content after doing observations, interactions with hairdressers and literature research. We highlight the epistemological features of the knowledges and practices, how these professionals experience and use chemistry on their actions, and for classroom work, we emphasize the indissociable relationship between knowledge and context, as well as the promotion of dialogical activities involving problematization, research and interactions with the community.

Keywords: hair "lights", chemistry oxidation, hairdressers' knowledge, chemistry education.

http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160099



Discutindo o contexto das definições de ácido e base

Cleuzane R. Souza e Fernando C. Silva

A abordagem das definições de ácido e base, tanto no Ensino Médio quanto no Ensino Superior, tem sido feita de forma progressiva e cumulativa. O contexto em que essas definições foram construídas não é considerado. Assim, nosso objetivo é discutir as definições de ácido e base, de acordo com o contexto original de Arrhenius, Brønsted-Lowry e Lewis. Foram utilizados textos históricos relacionados a esses contextos. Outros textos, envolvendo elementos sobre o processo ensino e aprendizagem dessas definições, também foram integrados. A partir das correlações estabelecidas entre os textos, surgiram duas considerações importantes para a sala de aula: i) as definições de ácido e base pertencem a categorias ontológicas diferentes, visto que a de Arrhenius está vinculada à matéria e a de Brønsted-Lowry e Lewis ao processo; ii) os professores podem ensinar a definição que seja mais adequada ao contexto do que se está discutindo em sala de aula. Por exemplo, não há a necessidade de se discutir todas as definições quando se vai abordar a teoria dos indicadores ácido e base, somente a de Brønsted-Lowry é suficiente.

▶ Educação em Química, Processo ensino e aprendizagem, Definições de ácido e base ◀

Recebido em 22/09/2017, aceito em 01/12/2017

Muitos estudantes possuem dificuldades na aprendizagem dos conceitos de ácido e base. Uma das causas dessas dificuldades pode estar relacionada com o tipo de abordagem empregado nos livros didáticos (Paik, 2015). Em geral, a abordagem das definições de ácido e base acontece de forma cumulativa e progressiva, desconsiderando o contexto em que elas foram originalmente desenvolvidas (Vos; Pilot, 2001; Paik, 2015). A discussão dessas definições, pautada por elementos da História da Ciência, pode ser interessante para minimizar as dificuldades enfrentadas pelos estudantes relacionadas a esse tema. Assim, nosso objetivo envolve a discussão das definições de ácido e base no contexto em que foram elaboradas por Arrhenius, Brønsted-Lowry e Lewis. Para tal, foram principalmente utilizados os estudos de Szabadváry (1964), Hawkes (1992), Vos e Pilot (2001), Kousathana, Demerouti e Tsaparlis (2005) e Paik (2015). A seleção destas referências foi baseada no fato de que alguns desses autores envolveram o contexto histórico dessas definições, e outros fizeram uma discussão relacionada ao processo ensino e aprendizagem dessas definições.

Em geral, a abordagem das definições de ácido e base acontece de forma cumulativa e progressiva, desconsiderando o contexto em que elas foram originalmente desenvolvidas (Vos; Pilot, 2001; Paik, 2015). A discussão dessas definições, pautada por elementos da História da Ciência, pode ser interessante para minimizar as dificuldades enfrentadas pelos estudantes relacionadas a esse tema.

Os ácidos sulfúrico, clorídrico e nítrico já eram conhecidos na Idade Média, embora não pelos nomes atuais (Vos; Pilot, 2001). Esses ácidos foram isolados pela primeira vez no início dos anos 1200 (Kousathana *et al.*, 2005). O nome ácido é derivado do latim *acer*, "agudo, azedo", e está relacionado ao gosto ácido de alguma substância. Já a base era, originalmente, uma parte que restava após o aquecimento ou queima de algum material. Os sais de potássio (carbonato de potássio) obtidos a partir de cinzas de plantas eram bases. A associação a um

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

resíduo deixou de ser feita quando o termo base foi redefinido como sendo qualquer substância que poderia neutralizar um ácido (Vos; Pilot, 2001).

Para Otto Tachenius (1644-1699), as propriedades e o comportamento das substâncias estavam ligados a sua acidez ou alcalinidade. O problema fundamental com a sugestão de Tachenius foi que não houve uma definição satisfatória de um ácido e de uma base, pois se restringia ao fato de o contato entre um ácido e uma substância alcalina (base) provocar efervescência (Kousathana *et al.*, 2005).

Robert Boyle (1627-1691) criticou a teoria de Tachenius em sua obra de 1675, "Reflexões sobre a hipótese de álcali e ácido". Ele se opôs à imprecisão dos termos "ácido" e "base", como eram comumente utilizados na teoria. Boyle também ressaltou que a efervescência não representava um bom teste de acidez, uma vez que também era um teste para a alcalinidade. Adicionalmente, ele também questionava se os metais eram ácidos ou bases. Boyle deu uma contribuição importante para a química de ácidos e bases com o desenvolvimento dos indicadores. Ele descobriu que o xarope de violetas ficava vermelho quando se adicionavam ácidos, e verde, com bases. Este fato associado a resultados experimentais possibilitou a proposição de uma classificação de soluções ácidas, básicas e neutras (Kousathana *et al.*, 2005). A propriedade de certos vegetais mudarem a cor dependendo do meio em que se encontram já era conhecida no século XVI, ou talvez antes. Tais vegetais foram empregados na França para o tingimento da seda. Provavelmente, foi observado que muitas soluções desses vegetais sofriam alteração de cor, sob a ação de determinadas substâncias. No entanto, o fato de que em meio ácido a cor era vermelha e em meio básico, verde ou azul, tinha pouco significado para a época. Conforme mencionado anteriormente, Boyle deu uma aplicação para esse fenômeno, descrevendo o uso de soluções de vegetais como indicadores de meio ácido ou básico, especialmente, em seu livro "Experiências sobre cores". Ele empregou soluções obtidas de violetas, de rosas, pau-brasil e outras espécies de vegetais (Szabadváry, 1964).

O conceito de ácidos fortes e fracos foi estabelecido no século XVII. Os termos forte e fraco foram atribuídos à propriedade de um ácido forte para deslocar um ácido mais fraco de seus sais. Ainda hoje, os termos forte e fraco são utilizados. No entanto, eles não se referem ao deslocamento de um ácido por outro (Vos; Pilot, 2001), mas sim, à extensão do processo de ionização (Tümay, 2016). Ambos os conceitos foram redefinidos, mas não renomeados, num contexto diferente (Vos; Pilot, 2001). A discussão sobre a força de um ácido não é o objetivo do presente trabalho. Entretanto, para um aprofundamento dessa discussão sugerimos os estudos de Vos e Pilot (2001) e de Tümay (2016).

O conceito de ácidos fortes e fracos foi estabelecido no século XVII. Os termos forte e fraco foram atribuídos à propriedade de um ácido forte para deslocar um ácido mais fraco de seus sais. Ainda hoje, os termos forte e fraco são utilizados. No entanto, eles não se referem ao deslocamento de um ácido por outro (Vos; Pilot, 2001), mas sim, à extensão do processo de ionização (Tümay, 2016).

Antoine Lavoisier (1743-1794) acreditava que a acidez era causada pela presença de oxigênio no composto. Esta ideia, mesmo que hoje considerada errada, historicamente é importante, pois representou a primeira tentativa sistemática para caracterizar ácidos e bases em termos de sua constituição química. Nessa época, acreditava-se que as propriedades de ácidos estariam relacionadas a um elemento (Kousathana *et al.*, 2005). De acordo com Lavoisier, a combustão de elementos não metálicos, tais como enxofre, fósforo ou carbono, produzia óxidos que formavam soluções ácidas em água. O nome oxigênio pode ser traduzido como "formador de ácido", indicando que este elemento era visto como essencial para todos os ácidos. Nesse contexto, o conceito de ácido tornou-se intimamente ligado ao processo de combustão de elementos não metálicos. Os óxidos correspondentes foram posteriormente chamados anidridos de ácido. Lavoisier não estava interessado somente na síntese de ácidos como tal, mas também na determinação da sua composição. Ele introduziu uma nomenclatura sistemática para ácidos inorgânicos, nomeando cada ácido de forma associada ao elemento do qual era derivado. Por exemplo, ácido fosfórico, ácido sulfúrico, ácido carbônico. Adicionalmente, ele inseriu o sufixo *oso* - ácido fosforoso, ácido sulfuroso - para indicar um menor teor de oxigênio no composto. Na visão de Lavoisier, as bases eram obtidas a partir dos elementos metálicos, no caso, de seus óxidos, e elas reagiam com ácidos e vice-versa para formar sal e água (Vos; Pilot, 2001).

Humphry Davy (1778-1829) e Pierre Louis Dulong (1785-1838) acreditavam que o hidrogênio, de alguma forma, era essencial para os ácidos, e não o oxigênio. Davy concluiu que o ácido clorídrico é um composto formado por cloro e hidrogênio. Justus von Liebig (1803-1873), utilizando as ideias de Davy sobre o papel do hidrogênio em ácidos, propôs que um ácido era uma substância contendo hidrogênio, na qual esse hidrogênio pode ser substituído por um metal. Durante mais de 50 anos, essa definição foi considerada suficiente, até o advento das ideias de Svante August Arrhenius (1859-1927). Liebig não tinha uma definição teórica correspondente para bases. Elas eram identificadas de forma empírica, como substâncias que neutralizam ácidos e possuíam cores diferentes dos ácidos em contato com indicadores. De fato, essa ideia ainda é compatível com as definições modernas. No entanto, Arrhenius ofereceu a primeira explicação moderna para o processo de neutralização entre ácidos e bases (Kousathana *et al.*, 2005).

Em 1887, Arrhenius sugeriu que um ácido, base ou sal, ao serem dissolvidos em água, dissociavam espontaneamente em íons positivos e negativos. Ele usou dados empíricos para explicar sua ideia da dissociação eletrolítica, como, por exemplo, o fato das soluções salinas conduzirem eletricidade,

o que era compatível com a existência de espécies carregadas (íons) em solução. Arrhenius propôs que um sal AB pode existir tanto como espécie não dissociada (AB) como sob a forma de íons A^+ e B^-, de modo que o equilíbrio ($AB \rightleftarrows A^+ + B^-$) existiria em qualquer solução de um sal em água (Kousathana *et al.*, 2005). Também afirmou que, em solução aquosa, os ácidos e bases são completamente dissociados quando são fortes, e parcialmente, quando são fracos (Vos; Pilot, 2001). Dessa forma, Arrhenius deu uma interpretação iônica à condutividade elétrica, utilizando a ideia de dissociação iônica para explicar os valores similares dos calores de neutralização que os ácidos clorídrico, bromídrico e nítrico geravam quando misturados com hidróxido de sódio. Ele propôs que cada reação entre ácido e base era equivalente à mesma reação iônica, $H^+ + HO^- \rightarrow H_2O$ (Kousathana *et al.*, 2005).

A teoria da dissociação eletrolítica de Arrhenius, com base nos íons hidrogênio e hidróxido, explicava alguns fenômenos ácidos e básicos em sistemas aquosos. Embora soluções não aquosas apresentassem comportamento semelhante, elas não podiam ser explicadas por meio da teoria de Arrhenius, visto que íons de hidrogênio não estavam presentes (Kousathana *et al.*, 2005).

As ideias propostas em 1923 por Johannes Nicolaus Brønsted (1879-1947) (na Dinamarca) e Thomas Martin Lowry (1874-1936) (na Inglaterra) possibilitaram outro ponto de vista sobre ácidos e bases. Esses pesquisadores propuseram uma definição baseada no papel dos íons hidrogênio em sistemas ácido e base. De acordo com Brønsted, o composto A é um ácido, se for parcial ou completamente separado em solução de acordo com o esquema (1):

$$A \rightleftarrows B^- + H^+ \qquad (1)$$

No esquema (1), os conceitos de um ácido (A) e de uma base (B) são estabelecidos. Dessa forma, ácidos e bases foram definidos por Brønsted, em termos da transferência de íons hidrogênio. O equilíbrio formulado no esquema (1), entre os íons hidrogênio, o ácido e a base, pode ser chamado de um equilíbrio ácido e base simples. Ao misturar dois sistemas simples, um sistema de ácido e um de base, a resultante é um equilíbrio ácido e base, que pode ser formulado da seguinte forma:

$$\text{Ácido}_X + \text{Base}_Y \rightleftarrows \text{Ácido}_Y + \text{Base}_X \qquad (2)$$

Assim, Brønsted introduziu a ideia de um par ácido-base conjugado (2), como uma ligação recíproca de propriedades ácidas e básicas. O equilíbrio (2) envolve uma série de reações importantes, tais como: neutralização, hidrólise, reações com indicadores e outras (Kousathana *et al.*, 2005).

Uma importante contribuição proveniente de Lowry tem a ver com o estado do íon hidrogênio em solução, para a qual Brønsted usava H^+ e Lowry empregava o íon hidrônio (H_3O^+). De acordo com Lowry, a acidez forte, aparentemente, acontecia somente em misturas e nunca em um composto isolado. Mesmo o cloreto de hidrogênio (HCl) só se torna um ácido quando misturado com água. Isto pode ser explicado pela dificuldade de um hidrogênio (H^+) existir isoladamente. O efeito da mistura de cloreto de hidrogênio com a água é, provavelmente, proporcionar um aceitador de íon hidrogênio (H^+), de modo que a ionização do ácido envolva apenas a transferência de um H^+ do cloreto de hidrogênio para a água (Kousathana *et al.*, 2005).

O conceito de ácidos e bases de Brønsted-Lowry independe do seu comportamento em água e da natureza do solvente. O conceito relaciona-se à extensão da transferência do íon hidrogênio (H^+) do ácido para a base. A definição de Brønsted-Lowry também forneceu uma explicação para a ação de um tampão e o efeito do íon comum, e explicou como uma espécie pode atuar como um ácido em um meio e como base em outro (Kousathana *et al.*, 2005).

Definimos ácidos de Brønsted-Lowry como doadores de prótons (H^+). Entretanto, esses são doados porque há uma base para recebê-los. Por exemplo, para o próton do ácido clorídrico ($HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$) ser removido é necessário um valor de energia da ordem de $1{,}4 \times 10^6$ J.mol^{-1}. Devido à necessidade de energia, não faz sentido dizer que o HCl "doa" o próton. O ácido não "doa" o próton por si só. O uso do verbo "doar" sugere um falso conceito da ação de um ácido como se, de alguma forma, o seu próton fosse expulso por meio de uma força interna. O que ocorre é a ação de uma base que possui a propriedade de quebrar a ligação que mantém o próton, formando o ácido. Dessa forma, é possível definir ácido como uma substância na qual o próton pode ser removido por uma base e a base como uma substância que pode remover o próton de um ácido (Hawkes, 1992).

Em 1923, Gilbert Newton Lewis (1875-1946) sugeriu um esquema de classificação de ácidos e bases dentro de um sistema mais amplo, e estabeleceu novos conceitos em 1938. Lewis definiu um ácido como sendo qualquer molécula ou íon com um agrupamento incompleto de elétrons em torno de um de seus átomos. Nessa condição, esse átomo adquire a propriedade de aceitar um par de elétrons de outro átomo, sendo o átomo doador um íon ou molécula denominada de base de Lewis. O conceito de ácidos como receptores de pares de elétrons incluiu moléculas ou íons que não continham o hidrogênio. Lewis estabeleceu a seguinte comparação: "[…] restringir o grupo de ácidos para as substâncias que contêm hidrogênio é como considerar os oxidantes como substâncias que contêm oxigênio" (Kousathana *et al.*, 2005; p. 181).

Lewis estava interessado em uma definição geral de um ácido e uma base que fosse uma definição universal, ou seja, aplicável às substâncias, independentemente do ambiente químico. Ele também voltou sua atenção para algo mais fundamental que o átomo para definir ácidos e bases: os elétrons. No simpósio de Cambridge, em 1923, Lewis afirmou que "[…] o elétron chegou e veio para ficar, e que os químicos ou físicos ou, mais provavelmente, uma equipe contendo representantes de ambos os grupos, deveriam investigar a estrutura eletrônica das moléculas" (Kousathana *et al.*, 2005; p. 181).

Nas últimas décadas, muitos professores adotam livros didáticos nos quais os conceitos de ácido e base são abordados na seguinte ordem: Arrhenius, Brønsted-Lowry e Lewis (Vos; Pilot, 2001; Kousathana *et al.*, 2005; Paik, 2015). Paik (2015) sugere uma nova relação para essas definições, baseada nas categorias ontológicas dos conceitos científicos, que envolvem matéria e processo, conforme indicado na Figura 1.

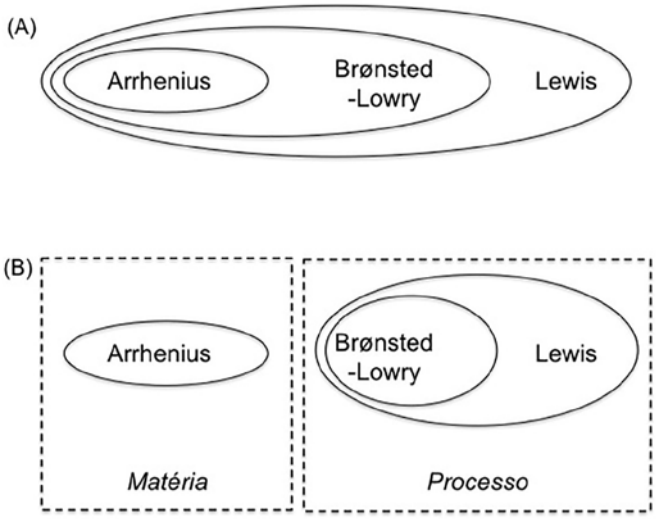


Figura 1: Correlação entre as definições de ácido e base, de acordo com o diagrama tradicional (A) comumente apresentado nos livros e o diagrama proposto por Paik (2015) (B). Fonte: Adaptada de Paik (2015); p. 1484.

Existem diferenças entre as categorias ontológicas dos conceitos científicos. Este fato, durante o processo de aprendizagem, dificulta para o estudante mudar o *status* ontológico do conceito anterior ao conceito proposto. A partir desse ponto de vista, pode-se dizer que a definição de Arrhenius propõe ácidos e bases como algo material e a definição de Brønsted-Lowry como um processo envolvendo a reação entre substâncias. Basicamente, a Química tem como objeto de estudo a matéria e a reação. Nesse contexto, é possível considerar que o foco da definição de Arrhenius é a matéria e a de Brønsted-Lowry relaciona-se com a reação. A definição de Lewis também está relacionada com reação química, no entanto, de forma mais abrangente, incluindo outras reações, além daquelas que envolvem prótons (H^+). Portanto, as definições de Arrhenius e Brønsted-Lowry/Lewis pertencem a diferentes categorias ontológicas dos conceitos científicos (Paik, 2015).

Hawkes (1992) sugere que a tradicional apresentação da definição ácido e base de Arrhenius antes da de Brønsted-Lowry confunde e engana os estudantes. Para ele, a definição de Brønsted-Lowry deve ser apresentada primeiro, pois é mais simples e envolve apenas a transferência de um próton (H^+). O autor defende que usar a definição de Arrhenius pode levar a equívocos e complicações, como, por exemplo: se toda reação ácido-base envolve uma transformação entre íons, $H^+ + HO^- \rightarrow H_2O$, como sugerido por Arrhenius, torna-se necessário um argumento mais elaborado para mostrar que NH_3 e HCl reagem por meio de uma reação ácido e base. Isso é feito considerando o fato de que NH_4Cl é produzido na ausência ou na presença de água e é o "sal" produzido a partir de NH_3 (aq) e HCl (aq), que estão envolvidos na reação. A ausência do ^-OH ainda permanece como um obstáculo para a compreensão do estudante. Ainda de acordo com Hawkes (1992), esse problema leva a outros equívocos, como, por exemplo: em vários livros didáticos está descrito que ácido acético e amônia reagem em solução aquosa, porque eles produzem H^+ e ^-OH que então reagem entre si, formando água. Dessa forma, o estudante é levado para longe da simples compreensão de que o ácido e a base reagem instantaneamente. Este autor finaliza sugerindo que a definição de Arrhenius deveria ser citada posteriormente como uma nota de rodapé histórica, mas não como um definição viável.

Ao contrário de Hawkes (1992), Paik (2015) defende que muitas reações químicas ocorrem em soluções aquosas, envolvendo diferentes compostos que possuem íons de hidrogênio (prótons) e hidróxido. Dessa forma, não seria prudente descartar uma teoria, que para ele é fácil de entender e é aplicável de forma adequada em muitos casos. Além disso, ensinar a definição de Arrhenius é importante para promover o reconhecimento do significado de conceito ou teoria na aprendizagem em Ciências. No entanto, esse autor ressalta que, na medida em que novos conceitos vão sendo apresentados, as limitações do conceito de Arrhenius devem ser discutidas.

Não pretendemos discutir a obrigatoriedade ou não do uso da teoria de Arrhenius, mas sim corroborar ou compartilhar as ideias de Paik (2015), baseado no fato de que o desenvolvimento progressivo e cumulativo das teorias ácido e base podem confundir os estudantes. Ainda recorrendo às ideias de Paik (2015), considerar o contexto em que os conceitos surgiram pode contribuir para superar dificuldades apresentadas pelos estudantes. Também existe um compartilhamento com as ideias de Vos e Pilot (2001), ao se considerar que os professores devem fornecer meios para que os estudantes selecionem uma teoria adequada para cada problema específico. Isso pode ser feito explicitando os diversos contextos e restringindo as definições para o contexto específico. Por exemplo, na medida em que se deseja que os estudantes entendam a teoria de indicadores para diferenciar as propriedades ácidas e básicas de materiais, a definição de Brønsted-Lowry é suficiente para discutir o conceito ácido e base. Isso se justifica, pois a definição de Brønsted-Lowry

fornece uma explicação plausível para a mudança de cor dos indicadores quando estão em diferentes meios, conforme descrito por Kousathana e colaboradores (2005). Em geral, os indicadores de ácido e base são ácidos e bases fracas e, dependendo do meio, a cor da forma ionizada é diferente da cor da forma não ionizada. As estruturas químicas desses indicadores são complexas, portanto, utilizaremos a notação HInd para um indicador ácido. A equação (3) representa a ionização de um indicador ácido em água:

$$\underset{\text{(Cor A)}}{\underset{\text{Ácido}}{HInd}} + H_2O \rightleftarrows \underset{\text{(Cor B)}}{\underset{\text{Base conjugada}}{H_3O^+ + Ind^-}} \quad (3)$$

No caso dos indicadores, a cor A é devida à forma não ionizada que, quando em solução aquosa, adquire a cor B, decorrente da forma ionizada. Se o indicador ácido (HInd) for adicionado a um meio ácido, predomina a espécie ácida (HInd) e, portanto, a cor A. Mas, se o indicador HInd for adicionado a um meio básico, predominará a base conjugada (Ind^-) gerando, portanto, a cor B.

Os professores, em vez de imporem aos estudantes as definições de ácido e base em uma ordem progressiva e cumulativa, podem utilizá-las na medida em que essas definições forem adequadas para o problema específico. Essa ideia representa uma característica geral da Ciência, isto é, que todas as definições e teorias estão sendo desenvolvidas dentro de um contexto que determina, em grande medida, a sua função e o seu significado. Dessa forma, facilita aos estudantes reconhecerem que o significado de um conceito, fundamentalmente, depende do contexto em que é utilizado (Vos; Pilot, 2001).

Tanto na literatura internacional quanto na literatura nacional são encontrados diversos trabalhos sobre ácidos e bases, o que demandaria um texto extenso para discorrer sobre todos. Dessa forma, optou-se por inserir aqui os mais recentes. Hoe e Ramanathan (2016) publicaram um estudo sobre a prevalência de concepções alternativas observada entre estudantes da Educação Básica de Cingapura em relação às propriedades de ácidos e bases, ácidos e bases fracas, pH, neutralização, indicadores e outros. Adicionalmente, esses autores fizeram uma compilação de dados, disponíveis na literatura, sobre as concepções alternativas de estudantes de diversos países. Os estudos sobre ácidos e bases não são restritos somente à Educação Básica, mas também avaliam os níveis de graduação e pós-graduação (Tümay *et al.*, 2016). Nesse trabalho, estudantes de pós-graduação da Turquia não conceitualizaram a força de ácidos e bases em termos de propriedades que emergem por meio de múltiplos fatores. Embora não se tenha discutido estudos desenvolvidos no Brasil, a realidade deste não é muito diferente das situações aqui abordadas.

A forma como a abordagem das definições de ácidos e bases tem sido realizada tem gerado dificuldades de compreensão, tanto em estudantes do Ensino Médio, quanto da graduação e pós-graduação. Dessa forma, a utilização de outras formas de abordagens é interessante, principalmente a que considera o contexto no qual essas definições foram elaboradas ou criadas, e que sejam discutidas no momento adequado.

Cleuzane Ramalho de Souza (cleuzaners24@gmail.com), graduada em Química – licenciatura pela Faculdade Cidade de João Pinheiro e especialista em Ensino de Ciências por Investigação pela Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), leciona na Escola Estadual Antônio Soares da Cruz. Guaraciama, MG – BR. **Fernando César Silva** (fcsquimico@yahoo.com.br), graduado em Química – licenciatura pela Universidade de Itaúna, doutor em Química pela UFMG, é professor da Faculdade de Educação da UFMG. Belo Horizonte, MG – BR.

Referências

HAWKES, S. J. Arrhenius Confuses Students. *Journal of Chemical Education*, v. 69, n. 7, p. 285-287, 1992.

HOE, K. Y.; RAMANATHAN, S. On the prevalence of alternative conceptions on acid-base chemistry among secondary students: Insights from cognitive and confidence measures. *Chemistry Education Research and Practice*, v. 17, p. 263-282, 2016.

KOUSATHANA, M.; DEMEROUTI, M.; TSAPARLIS, G. Instructional Misconceptions in Acid-Base Equilibria: An Analysis from a History and Philosophy of Science Perspective. *Science & Education*, v. 14, p. 173-193, 2005.

PAIK, S.-H. Understanding the Relationship Among Arrhenius, Brønsted-Lowry, and Lewis Theories. *Journal of Chemical Education*, v. 92, n. 9, p. 1484-1489, 2015.

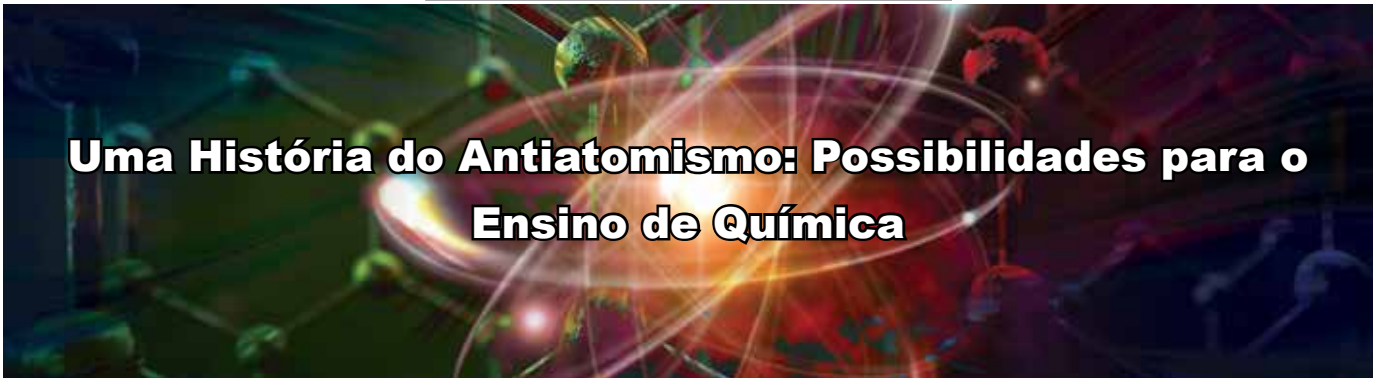
SZABADVÁRY, F. Indicators: a historical perspective. Trad. R. E. Oespar. *Journal of Chemical Education*, v. 41, n. 5, p. 285-287, 1964.

TÜMAY, H. Emergence, Learning Difficulties, and Misconceptions in Chemistry Undergraduate Students' Conceptualizations of Acid Strength. *Science & Education*, v. 25, p. 21-46, 2016.

VOS, W.; PILOT, A. Acids and Bases in Layers: the stratal structure of an ancient topic. *Journal of Chemical Education*, v. 78, n. 4, p. 494-499, 2001.

Abstract: *The context of acid and base definitions: a discussion*. The approach to acid and base definitions, both in High School and College Education, has been done progressively and cumulatively. In this case, the context in which these definitions were constructed is not considered. This paper aims to discuss Arrhenius', Brønsted-Lowry's and Lewis' definitions of acid and base in their original contexts. For this, we use historical texts that contemplate these contexts. In addition, we seek to integrate texts that bring elements about the teaching and learning process of these definitions. From the relations established between the texts we perceive two important considerations for the classroom: i) the acid and base definitions belong to different ontological categories, Arrhenius' is bound to the matter, and Brønsted-Lowry's and Lewis' to the process; ii) teachers should discuss the definition that best fits the context of what is being discussed in the classroom, for example, there is no need to discuss all definitions when discussing the theory of acid-base indicators, only Brønsted -Lowry is enough.
Keywords: Chemistry Education, Teaching and learning process, Acid and base definitions.

http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160100



Uma História do Antiatomismo: Possibilidades para o Ensino de Química

Letícia S. Pereira e José Luís P. B. Silva

O conceito de átomo é de grande relevância para a Química, podendo ser considerado um dos mais fundamentais desta ciência. Todavia, a teoria atômica foi duramente combatida ao longo da História, se estabelecendo como consenso científico apenas no início do século XX. Tal oposição não se reflete nos livros didáticos, nos quais o ensino dos modelos atômicos permanece omitindo esses conflitos. Este artigo discute aspectos pontuais da história do antiatomismo que consideramos importantes para o Ensino de Química, apresentando as posturas antiatomistas de cientistas e filósofos em alguns períodos históricos. Desse modo, pretendemos contribuir para um ensino dos modelos atômicos que leve em conta as controvérsias científicas.

▶ antiatomismo, controvérsia científica, ensino de química ◀

Recebido em 24/05/2017, aceito em 17/10/2017

A ideia de átomo é tão importante para a Química que é difícil não associá-la imediatamente a essa ciência. Seja nas pesquisas sobre síntese orgânica, nanomateriais ou química computacional; seja no arcabouço conceitual mais básico dessa ciência, como os conceitos de valência, estrutura molecular, ligação química, dentre outros; a Química moderna está ancorada na ideia de átomo e nos diferentes modelos construídos para essa entidade teórica.

No Ensino de Química, a temática dos Modelos Atômicos talvez seja aquela em que considerações histórico-filosóficas apareçam de maneira mais explícita, dada a necessidade de compreender o desenvolvimento das ideias atomistas sobre a constituição da matéria. Buscando atingir objetivos de aprendizagem, os professores geralmente recorrem aos livros didáticos, que acabam se tornando uma fonte histórica sobre este tema. Contudo, tais textos pouco abordam, senão ignoram, os debates ocorridos ao longo dos séculos sobre a realidade atômica e sua confiabilidade (Navarro *et al.*, 2015). Assim, a despeito de sua importância, a ideia de átomo geralmente é apresentada de maneira pouco crítica nas aulas de Química.

Até sua aceitação no início do século XX, a existência dos átomos e o valor da teoria atômica foram duramente questionados e muitas vezes rejeitados por diversos cientistas e filósofos. Tais críticas desempenharam um papel importante, pois possibilitaram o aperfeiçoamento dessa teoria. Ignorar tais críticas ao atomismo pode dificultar o processo de compreensão do valor e do alcance dessa teoria científica por parte dos estudantes.

Até sua aceitação no início do século XX, a existência dos átomos e o valor da teoria atômica foram duramente questionados e muitas vezes rejeitados por diversos cientistas e filósofos. Tais críticas desempenharam um papel importante, pois possibilitaram o aperfeiçoamento dessa teoria. Ignorar tais críticas ao atomismo pode dificultar o processo de compreensão do valor e do alcance dessa teoria científica por parte dos estudantes.

Consideramos que o Ensino de Química tem muito a perder ao negligenciar o papel das controvérsias científicas para a consolidação de conceitos e teorias (Chaves *et al.*, 2014). As controvérsias científicas no Ensino de Química possibilitam aos estudantes uma visão de ciência como um empreendimento dinâmico, social e produzido através

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

de intensos debates e dúvidas, enfim, como uma atividade humana (Praia *et al.*, 2007; Matthews, 1995).

Dada a importância das controvérsias para o Ensino de Química e a sua pouca presença nos livros didáticos, o objetivo deste trabalho é apresentar uma narrativa de cunho didático sobre o antiatomismo, que possibilite a professores e alunos conhecerem os opositores à teoria atômica e suas motivações. Para atingir esse objetivo, foram escolhidos diferentes momentos históricos, próximos àqueles apresentados pelos livros didáticos ao abordar o desenvolvimento dos modelos atômicos, com o objetivo de mostrar que a ideia de átomo nunca foi consenso.

Oposição ao Atomismo Filosófico

O atomismo filosófico é apresentado aos estudantes como solução para o problema de constituição da matéria. Contudo, os filósofos Leucipo e Demócrito (séc. V a.C.) estavam interessados em solucionar um problema filosófico maior: a busca de um princípio que explicasse a ordem, a origem e as transformações do mundo (Zaterka, 2006). Explicar a permanência em um mundo onde a mudança é recorrente, ou buscar alguma unidade entre fenômenos distintos, motivava os pensadores da Antiguidade, que cogitavam relações entre o macro e o micro, entre o uno e o diverso. Nesse contexto, esses pensadores formularam questões filosóficas que até hoje nos fazem pensar. Um exemplo é o paradoxo de Parmênides (séc. V a.C.), que resumiu seus questionamentos da seguinte forma: se o que é real é eterno, e acreditamos que o mundo físico é real, por que o mundo físico sofre mudanças?

As correntes filosóficas atomistas basearam-se na ideia de que o mundo físico seria constituído por minúsculas partículas de diferentes formas, tamanhos e arranjos chamadas átomos. Os atomistas defendiam que as mudanças no mundo eram apenas aparentes, pois os átomos, a real essência das coisas, permaneceriam imutáveis e não seriam destruídos ou criados.

Na tentativa de solucionar essas questões, filósofos propuseram diversas respostas – e o atomismo foi uma delas. As correntes filosóficas atomistas basearam-se na ideia de que o mundo físico seria constituído por minúsculas partículas de diferentes formas, tamanhos e arranjos chamadas átomos. Os atomistas defendiam que as mudanças no mundo eram apenas aparentes, pois os átomos, a real essência das coisas, permaneceriam imutáveis e não seriam destruídos ou criados.

Outra resposta para esse problema foi dada pela teoria dos quatro elementos, elaborada por Empédocles e posteriormente refinada por Aristóteles. A visão aristotélica propunha a existência de cinco elementos primordiais ordenados em dois diferentes planos, o mundo supralunar e o mundo sublunar. O mundo supralunar, perfeito e incorruptível, seria constituído de um elemento único, o éter; enquanto o mundo sublunar seria formado pelos quatro elementos fogo, ar, água e terra. Segundo este filósofo, os quatro elementos constituintes do mundo sensível seriam transmutáveis entre si, ou seja, corruptíveis. Todavia, os mesmos seriam formados por uma substância primordial, *hylé,* que, quando combinada com quatro qualidades fundamentais – quente, seco, úmido e frio – geraria os quatro elementos fundamentais (Alfonso-Goldfarb *et al.*, 2016).

Aristóteles criticou a interpretação dos filósofos atomistas ao paradoxo de Parmênides, argumentando que os seres vivos seriam demasiadamente complexos para serem entendidos através da união e separação de partículas (Rocha, 2006). Além disso, Aristóteles embasou suas críticas ao atomismo em experiências sensoriais simples, como o fenômeno da evaporação da água, interpretado por este filósofo como a lenta transformação do elemento água no elemento ar — uma interpretação plausível, a julgar pelo contexto da época.

Corpúsculos e Essências para a Compreensão da Natureza

Além de responsáveis pela manutenção e retorno das obras da filosofia clássica à Europa, os povos árabes desenvolveram um corpo de conhecimento totalmente original para compreender o mundo. Nesse aspecto, destaca-se a alquimia árabe, fruto de uma articulação entre filosofia, misticismo e saberes manipulativos que visavam o entendimento e o domínio dos fenômenos naturais, incluindo a transformação da matéria.

Jabir ibn Hayyan (séc. IX d.C.) é um importante nome da Alquimia árabe, sendo considerado o responsável pela teoria do "enxofre e mercúrio", uma ideia de origem possivelmente persa, segundo a qual todos os metais seriam constituídos pelos princípios enxofre (essência masculina, responsável pela "combustibilidade" da matéria) e mercúrio (essência feminina, responsável pela "metalicidade" da matéria) em diferentes proporções (Alfonso-Goldfarb *et al.*, 2016). De acordo com este alquimista, seria possível transformar um dado metal em outro mais nobre apenas alterando a proporção desses dois princípios através de diferentes técnicas de separação e purificação.

As relações comerciais com a Europa e as migrações dos povos árabes durante a Idade Média fizeram com que a intelectualidade medieval do Ocidente recuperasse o contato com a filosofia clássica e conhecesse a alquimia árabe. Nomes ligados ao clero, como Alberto Magno (1193-1280) e Roger Bacon (1214-1292), foram alguns dos responsáveis pela adaptação e ressignificação desses saberes aos dogmas cristãos (Alfonso-Goldfarb *et al.*, 2016). Nesse processo de adaptação, foi criada uma nova filosofia natural que englobava as técnicas de manipulação da matéria e os conhecimentos especulativos dos alquimistas árabes e de filósofos clássicos (especialmente Aristóteles) sob uma interpretação cristã.

O atomismo só retornaria ao primeiro plano do cenário intelectual da Europa posteriormente, no século XV, com a redescoberta das obras corpuscularistas da Antiguidade. No entanto, os filósofos naturais atomistas como Pierre Gassendi

(1592-1655) e Robert Boyle (1627-1691) criticaram severamente as obras dos atomistas clássicos. Eles consideravam que a ideia de átomos e vazio, por si só, não era o bastante para explicar as transformações do mundo, como consideravam os atomistas clássicos (Zaterka, 2006).

Baseados numa visão de mundo religiosa e mecanicista, Gassendi e Boyle acreditavam que o universo seria uma máquina criada por um intelecto superior. Essa máquina funcionaria perfeitamente graças aos átomos, aqui entendidos como pequenas engrenagens que, aglomeradas, seriam os constituintes de toda a realidade.

Apesar da aproximação do atomismo com ideias religiosas, os defensores da tradição aristotélica consideravam o atomismo demasiadamente materialista. Além disso, ideias aristotélicas como a interconversão dos quatro elementos explicavam a transubstanciação do corpo e sangue de Cristo e outros dogmas da ortodoxia cristã (Simões, 2015).

Instrumentalismo e Antiatomismo no século XIX

A hipótese atômica de John Dalton (1766-1844) ressignificou a ideia de átomo para os químicos do início do século XIX. Diferente do atomismo defendido por Boyle ou Gassendi, o atomismo daltoniano vai além da ideia de átomo como o constituinte da matéria e o ressignifica como a menor unidade participante das reações químicas, adotando a definição de Lavoisier para elemento químico e criando o conceito de *pesos atômicos* (Schütt, 2003).

Apesar da aproximação do atomismo com ideias religiosas, os defensores da tradição aristotélica consideravam o atomismo demasiadamente materialista. Além disso, ideias aristotélicas como a interconversão dos quatro elementos explicavam a transubstanciação do corpo e sangue de Cristo e outros dogmas da ortodoxia cristã (Simões, 2015).

Tal ideia foi recebida com entusiasmo por muitos, contudo, outros a receberam com receios e restrições devido às seguintes razões: primeiramente, devido ao seu estatuto epistemológico, ou seja, sobre a possível utilidade do atomismo na resolução de problemas científicos. Em segundo lugar, devido ao estatuto ontológico dos átomos, isto é, sobre a sua real existência.

Essas questões geraram um espectro de opiniões diverso. Em um extremo, estavam aqueles que acreditavam que os átomos correspondiam a uma realidade da natureza. Em total oposição aos atomistas, estavam os antiatomistas, ou seja, aqueles que rejeitavam a existência dos átomos e a utilidade da teoria atômica. Entre essas duas opiniões estavam os instrumentalistas, que negavam a existência dos átomos (ou preferiam não se posicionar sobre esse tema), mas que consideravam essa teoria cientificamente útil.

Esse contexto conflituoso possui raízes filosóficas, como o Indutivismo, Ceticismo e, posteriormente, o Positivismo. Essas filosofias compartilhavam a crença da superioridade do conhecimento oriundo da experimentação e a rejeição à metafísica, entendida aqui como conhecimento especulativo, sem fundamento empírico. Devido à impossibilidade dos átomos serem observados direta ou indiretamente, sua existência era considerada um problema metafísico (Bensaude-Vincent e Simon, 2008).

Mesmo enfrentando uma descrença inicial, a hipótese atômica encontrou apoio de químicos importantes, como o sueco J. J. Berzelius (1779-1848), que aprimorou as ideias daltonianas, e dos mecanicistas britânicos Bryan Higgins (1741-1818), Thomas Thomson (1773-1852) e William Henry (1774-1836):

> *Ele [Dalton] descreveu visões novas e engenhosas dos fenômenos observados; sobre essas visões ele fundou concepções distintas de uma lei geral da Natureza; e ele traçou a conformidade dessa lei com uma extensa classe de fatos, muitos dos quais ele mesmo primeiro revelou através de experimentos bem planejados* (Henry, 1854; *apud* Grossman, 2014; tradução nossa).

Outros químicos, como o britânico Humphry Davy (1778-1829) e o alemão Friedrich August Kekulé (1829-1896), adotaram uma postura instrumentalista, ao negar a existência física dos átomos, mas considerando-os entidades teóricas úteis para a Química. Tal fato os deixava ao lado dos atomistas na defesa da hipótese atômica. Davy acreditava que o atomismo consistia em uma ferramenta importante para entender o comportamento das substâncias químicas, mas considerava inadequado assumir uma postura realista frente a essas entidades devido a sua natureza especulativa (Purrington, 1997). Kekulé se opôs à ideia de uma realidade atômica, mas não negava a importância desse conceito para a Química:

> *A questão de saber se os átomos existem ou não tem pouca significância de um ponto de vista químico: é uma discussão muito própria da metafísica... Eu não hesito em dizer que, de um ponto de vista filosófico, eu não acredito na real existência de átomos, levando a palavra em seu significado literal de partículas indivisíveis... Como um químico, contudo, eu considero a hipótese de átomos, não apenas aconselhável, mas como totalmente necessária na química* (Kekulé, 1870; *apud* Bensaude-Vincent e Simon, 2003, p.190; tradução nossa).

A adoção dessa postura teve impacto especialmente no campo da Química Orgânica, pois influenciou o desenvolvimento das teorias estruturais e o surgimento do conceito de valência (Oki, 2009).

Mas enquanto alguns adotavam uma postura instrumentalista frente aos átomos, outros consideravam a hipótese atômica vazia e inútil. Este era o caso do químico francês Louis Gay-Lussac (1778-1850), responsável por formular a

lei de combinação volumétrica envolvendo reagentes gasosos. Gay-Lussac afirmava que a Química deveria investigar a matéria sensível, e não corpúsculos impossíveis de serem observados. Semelhante ceticismo era compartilhado por outros químicos, como Jean-Baptiste Dumas (1800-1884) e William Whewell (1794-1868). Dumas era defensor de uma abordagem empirista na Química, considerando as grandezas mensuráveis e os fenômenos observáveis como os aspectos mais importantes da Química, o que não era compatível com o atomismo:

> *Químicos antigos e modernos têm uma coisa em comum: seu método. O que é esse método, tão antigo como a própria ciência, e que a caracteriza desde seus primórdios? É a total crença no testemunho dos sentidos; é uma crença sem limites na experiência; é a submissão cega ao poder dos fatos. Antigos ou modernos, os químicos querem ver com os olhos dos seus corpos físicos antes de empregar os da mente: eles querem fazer teorias a partir dos fatos e não procurar fatos para qualquer teoria preconcebida* (Dumas, 1837 *apud* Bensaude-Vincent e Simon, 2008, p.176-177; tradução nossa).

Os céticos preferiam interpretar as leis de combinação química e os demais fenômenos químicos com base nos pesos equivalentes. Desenvolvida no século XVIII como consequência dos estudos estequiométricos, os pesos equivalentes correspondiam às massas relativas de combinação das substâncias nas reações químicas, o que permitia interpretar quantitativa e macroscopicamente as reações químicas através de relações de massa entre reagentes e produtos (Oki, 2009).

Contudo, equivalentes e átomos foram, por vezes, utilizados como sinônimos, de modo que alguns viam a substituição de um termo pelo outro como um jogo de linguagem. Deste modo, eram as diferenças filosóficas e conceituais o principal ponto de controvérsia: enquanto os atomistas não viam problema em interpretar as reações químicas com o conceito de átomo, os equivalentistas rejeitavam o uso de inobserváveis e adotavam os pesos equivalentes.

[...] equivalentes e átomos foram, por vezes, utilizados como sinônimos, de modo que alguns viam a substituição de um termo pelo outro como um jogo de linguagem. Deste modo, eram as diferenças filosóficas e conceituais o principal ponto de controvérsia: enquanto os atomistas não viam problema em interpretar as reações químicas com o conceito de átomo, os equivalentistas rejeitavam o uso de inobserváveis e adotavam os pesos equivalentes.

A Química sem átomos de Wilhelm Ostwald

As críticas e as dúvidas quanto à realidade e utilidade do atomismo motivaram a elaboração de teorias e hipóteses alternativas para explicar os fenômenos químicos. Dentre as tentativas de desenvolver uma ciência sem o uso do conceito de átomo, talvez a que tenha chegado mais próxima ao seu objetivo tenha sido o Energeticismo.

Os energeticistas almejavam uma ciência centrada em leis termodinâmicas de energia e livre de entidades inobserváveis e indetectáveis através da experimentação, tais como os átomos. Para eles, o conceito de energia e as leis que descrevem suas transformações seriam suficientes para abordar os fenômenos químicos e substituir a teoria atômica (Deltete, 2005).

O Energeticismo teve importantes adeptos, como os físicos Pierre Duhem (1861-1916) e Georg Helm (1851-1923). Contudo, o principal porta-voz do programa energeticista foi o químico alemão Wilhelm Ostwald (1853-1932). Ostwald foi um dos principais responsáveis pelo estabelecimento da Físico-Química, através de uma extensa propaganda das teorias de Svante Arrhenius e J. H. van't Hoff. O contato próximo com a Termoquímica levou Ostwald a tentar desenvolver uma nova Química, livre de átomos e outras entidades inobserváveis. Seguindo este objetivo, ele buscou reinterpretar conceitos científicos usando suas ideias energeticistas, por exemplo, o conceito de matéria:

> *O que nós chamamos de matéria é apenas um complexo de energias que encontramos juntas em um mesmo lugar. Nós estamos ainda perfeitamente livres, se nós quisermos, para supor que ou a energia preenche o espaço homogeneamente, ou de uma forma periódica ou granulada. A última hipótese pode ser um substituto à hipótese atômica. A decisão entre essas possibilidades é uma questão puramente experimental* (Ostwald, 1904, p. 520; tradução nossa).

O Energeticismo alcançou relativa popularidade no fim do século XIX, especialmente através das publicações de Ostwald em defesa desta teoria, mas foi perdendo o fôlego lentamente, à medida que o projeto de unificação da ciência não se concretizava e o seu arcabouço teórico era atacado por opositores, dentre os quais Max Planck (1858-1947), Albert Einstein (1879-1955) e Ludwig Boltzmann (1844-1906). Ostwald, reconhecidamente o maior defensor do Energeticismo, foi convencido quanto à utilidade da teoria atômica entre 1908 e 1909, justificando sua mudança devido às descobertas científicas no início do século XX que corroboravam a teoria atômica:

> *O isolamento e a contagem de íons gasosos que, por um lado, coroaram de êxito as longas e brilhantes pesquisas de J. J. Thomson, e, por outro, a concordância do movimento browniano com os requisitos da hipótese cinética, estabelecida por muitos investigadores e, de maneira mais conclusiva, por J. Perrin, justificaram que o mais cauteloso dos cientistas fale*

agora em comprovação experimental da natureza atômica da matéria (Ostwald, 1909 *apud* Hiebert, 2007; p.2084).

Contudo, a mudança de Ostwald acabou não afetando sua opinião em relação à importância da energia para a ciência, de modo que Ostwald se manteve adepto do Energeticismo até o fim de sua vida.

As Complexas Características do Atomismo Contemporâneo

No início do século XX surgiram novas e revolucionárias teorias na ciência, que mudaram totalmente a forma de compreendermos o mundo. Uma dessas teorias foi a Mecânica Quântica, que permitiu às ciências um novo olhar para o problema da realidade atômica.

O modelo atômico quântico é entendido como um sistema constituído de um núcleo positivo em torno do qual os elétrons se movimentam. Esse modelo traz implicações para a descrição dos elétrons, que podem ser compreendidos como ondas e partículas, em decorrência da interpretação de Louis de Broglie; e não podem ter suas trajetórias definidas, de acordo com o princípio da incerteza de Heisenberg (Silva; Cunha, 2014).

As complexas características do átomo quântico impedem o desenvolvimento de um modelo tão visual como os modelos atômicos anteriores. Contudo, essa dificuldade em "visualizar" o átomo quântico através de modelos pictóricos não prejudicou a assimilação do modelo atômico-quântico pela Química, que acaba se valendo de diferentes representações para diferentes fenômenos oriundos da mesma entidade, o átomo quântico.

No entanto, em um nível filosófico, a questão da realidade atômica não foi completamente solucionada, e acabou sendo incorporada às dúvidas acerca da natureza das entidades quânticas (ondas, partículas, ambas, ou outra coisa). Além disso, cientistas adeptos de escolas como a do físico Niels Bohr (1885-1962) e sua Interpretação de Copenhague preferem manter-se distantes de afirmações sobre a natureza das entidades quânticas (Pessoa Jr., 2006). Reflexo do pensamento instrumentalista, os adeptos da Interpretação de Copenhague defendem que os experimentos servem como mediadores entre o fenômeno quântico e o investigador, sendo a natureza das entidades quânticas dependente dos resultados experimentais obtidos:

> *A interação finita entre o objeto e os instrumentos de medida, condicionada pela própria existência do quantum de ação, acarreta* (…) *a necessidade de uma renúncia definitiva ao ideal clássico de causalidade e de uma revisão radical de nossa atitude perante o problema da realidade física* (Bohr, 1935, p. 696; tradução nossa).

[...] em um nível filosófico, a questão da realidade atômica não foi completamente solucionada, e acabou sendo incorporada às dúvidas acerca da natureza das entidades quânticas (ondas, partículas, ambas, ou outra coisa). Além disso, cientistas adeptos de escolas como a do físico Niels Bohr (1885-1962) e sua Interpretação de Copenhague preferem manter-se distantes de afirmações sobre a natureza das entidades quânticas (Pessoa Jr., 2006).

Considerações Finais

Apesar de a teoria atômica ser atualmente imprescindível para a ciência, a História da Química nos mostra que o atomismo nem sempre foi considerado uma ideia plausível, como indicam os diversos questionamentos sobre a sua existência e utilidade científica.

Acreditamos que a abordagem de controvérsias científicas como essa pode auxiliar na compreensão de como a ciência é, de fato, desenvolvida, e contribuir para a melhor compreensão dos conceitos envolvidos. É importante que os alunos saibam que é por meio de dúvidas e conflitos entre pontos de vista distintos que a ciência se desenvolve. Esses debates também mostram como os conceitos científicos são contra-intuitivos, indo além dos nossos sentidos, o que contribui para minimizar imagens realistas ingênuas a respeito das entidades químicas. Contudo, é importante ressaltar que, apesar da aceitação do atomismo como teoria válida na Química contemporânea, isso não resultou na superação das questões relativas à ontologia dos átomos, como nos mostra a abordagem da Escola de Copenhague.

Por outro lado, ressaltamos que esta é *uma história* do Antiatomismo, e como qualquer história, não é a única. Cada um dos episódios brevemente citados aqui compreendem, por si só, fascinantes histórias sobre a Química. Sabendo que muitos personagens e episódios importantes foram omitidos nesta curta história, convidamos os leitores a buscar referências específicas sobre cada um dos episódios citados para uma visão mais rica sobre o tema.

Por fim, consideramos que, mesmo sendo tão importante para a ciência atual, a ideia de átomo, sua natureza e características permanecem tão controversas, que é preciso apresentar aos estudantes as diferentes visões sobre essas entidades e desenvolver sua reflexão crítica sobre essa teoria – até porque uma das características mais importantes da ciência é a capacidade de duvidar.

Letícia dos Santos Pereira (leticiadsp@ufrb.edu.br), licenciada em Química pela Universidade Federal da Bahia, mestre e doutoranda em Ensino, Filosofia e História das Ciências pelas Universidade Federal da Bahia/Universidade Estadual de Feira de Santana, é Professora Assistente da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Amargosa, Bahia. Salvador, BA – BR. **José Luís de Paula Barros Silva** (joseluis@ufba.br), bacharel em Química pela Universidade Federal da Bahia, mestre em Física e doutor em Química pela mesma Universidade, é Professor Associado da Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia. Salvador, BA – BR.

Referências

ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; FERRAZ, M. H. M.; BELTRAN, M. H. R.; PORTO, P. A. *Percursos de História da Química*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

BENSAUDE-VINCENT, B.; SIMON, J. *Chemistry – the impure science*. London: Imperial College Press, 2008.

BOHR, N. Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality be Considered Complete? *Physics Review*, v. 48, p. 696-702, 1935.

CHAVES, L. M. M. P. *et al.* História da Ciência no Estudo de Modelos Atômicos. *Química Nova na Escola*, v. 36, n. 4, p. 269-279, 2014.

DELTETE, R. J. Energetics. In: HEILBRON, J. (ed.). *The Oxford Guide to the History of Physics and Astronomy*. New York: Oxford University Press, 2005. p. 104-105.

GROSSMAN M. I. John Dalton and the London atomists: William and Bryan Higgins, William Austin, and new Daltonian doubts about the origin of the atomic theory. *Notes and Records of the Royal Society of London*, v. 68, n. 4, p. 339-356, 2014.

HIEBERT, E. Ostwald, Wilhelm. In: BENJAMIN, C. (ed.) *Dicionário de Biografias Científicas*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2007.

MATTHEWS, M. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

NAVARRO, M. *et al.* A História da Química em livros didáticos do Ensino Médio. *Revista Ciência, Tecnologia e Ambiente*, v. 1, n. 1, p. 55-61. 2015.

OKI, M. C. M. Controvérsias sobre o atomismo no século XIX. *Química Nova*, v. 32, n. 4, p. 1072-1082, 2009.

OSTWALD, W. Elements and Compounds. *Journal of Chemical Society, Transactions*, v. 85, p. 506-522, 1904.

PESSOA Jr., O. Mapa das interpretações da Teoria Quântica. In: MARTINS, R.; BOIDO, G.; RODRÍGUEZ, V. (Org.). *Física: estudos históricos e filosóficos*. Campinas: AFIHC, 2006. p. 119-152.

PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D. e VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. *Ciência & Educação*, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.

PURRINGTON, R. D. *Physics in the Nineteenth Century*. New Brunswick: Rutgers University Press, 1997.

ROCHA, G. R. *História do Atomismo*: como chegamos a conceber o mundo como o conhecemos. Belo Horizonte: Fino Traço, 2007. Série: Stvdium 6.

SCHÜTT, H. Chemical Atomism and Physical Atomism. In: NYE, M. J. (Org.) *The Cambridge history of science*: the modern physical and mathematical sciences. Cambridge: Cambridge University Press, 2003. v. 5. p.237-254.

SIMÕES, E. O atomismo herético de Galileu Galilei. *Griot: Revista de Filosofia*, v. 11, n. 1, 2015. p. 22-35.

SILVA, J. L. P. B.; CUNHA, M. B. M. Para compreender o modelo atômico quântico. In: *Anais do XIV Encontro Nacional de Ensino de Química*, Curitiba, PR, 2008.

ZATERKA, L. Alguns aspectos da teoria da matéria: atomismo, corpuscularismo e filosofia mecânica. In: SILVA, C. C. (Org.). *Estudos de História e Filosofia das Ciências*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006. p. 329-352.

Para saber mais

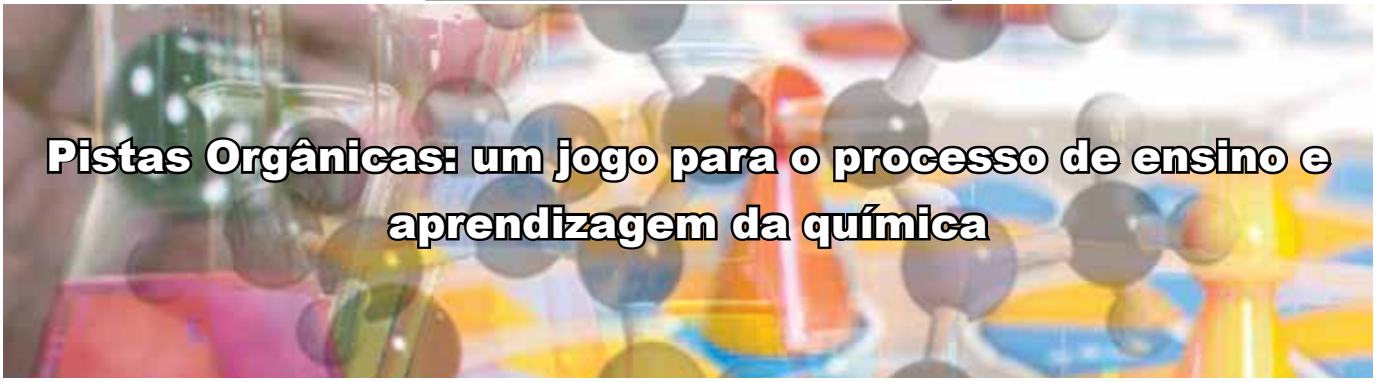
ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; FERRAZ, M. H. M.; BELTRAN, M. H. R.; PORTO, P. A. *Percursos de História da Química*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

NYE, M. J. (Org.) *The Cambridge history of science*: the modern physical and mathematical sciences. v. 5. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.

Abstract: *A History of Antiatomism: possibilities for chemistry teaching*. The concept of atom is of great relevance for Chemistry and can be considered fundamental to the science. However, atomic theory faced strong opposition through History and was established as a consensual idea only in the beginning of 20th century. Such opposition is not mentioned in high school textbooks, leading a Chemistry teaching which omits the conflict. This paper discusses some aspects on the history of antiatomism that we consider relevant to Chemistry teaching, introducing antiatomistic arguments from scientists and philosophers at selected historical moments. By doing so, we intend to contribute to introducing scientific controversies in the teaching of atomic models.

Keywords: antiatomism, scientific controversy, chemistry teaching.

http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160101



Pistas Orgânicas: um jogo para o processo de ensino e aprendizagem da química

Janduir E. da Silva, Carlos N. da Silva Jr., Ótom A. de Oliveira e Diego O. Cordeiro

Neste artigo é apresentada uma proposta de ensino para trabalhar o conteúdo de funções orgânicas em disciplinas de química do ensino médio e superior. A proposta se configura como uma atividade lúdica denominada de Pistas Orgânicas que consiste na adaptação do Jogo Perfil®. O jogo foi construído com material de baixo custo e pode ser utilizado em disciplinas com o conteúdo de química orgânica em turmas do ensino médio e superior, evitando a memorização estática da nomenclatura de estruturas químicas, sem contextualizá-la com aplicações que os compostos possam ter. Para validar a atividade, a proposta foi aplicada em turmas do ensino médio e do ensino superior, de Instituições Públicas localizadas na cidade de Natal, capital do Rio Grande do Norte, e avaliada como satisfatória quanto aos aspectos de comportamento, conteúdos abordados e aprendizagem.

▶ jogos didáticos, funções orgânicas, ensino de química ◀

Recebido em 10/01/2017, aceito em 13/05/2017

Os jogos didáticos são ferramentas auxiliares nos processos de ensino e de aprendizagem das diversas áreas do saber, introduzidos na educação escolar por volta do século XVI, com a criação da Companhia de Jesus, onde eram utilizados jogos de exercícios com caráter lúdico no auxílio ao ensino através de tábuas murais (primeiros quadros negros). Entretanto, sua valorização no espaço educativo ocorreu no século XIX (Blanco, 2007, p. 46).

Essas atividades são usadas no ensino de química há décadas, conforme nos revela o trabalho de Russel (1999), no qual a pesquisadora empreendeu uma extensa revisão bibliográfica e descreveu um total de 73 artigos que apresentam jogos para ensinar nomenclatura, fórmulas, equações químicas, conceitos gerais em química, química orgânica e instrumentação, sendo o jogo mais antigo que a autora descreve, datado do ano de 1935, denominado de Bingo Químico.

Atualmente, as atividades lúdicas vêm sendo propostas por autores como Santos *et al.* (2009), Soares, (2008), entre outros, e são sugeridas nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio (2006) como uma estratégia para abordagem de temas em Química.

Esse recurso educativo pode ser uma maneira de despertar o interesse e a motivação nos alunos para que busquem soluções e alternativas que resolvam e expliquem as atividades lúdicas propostas (Oliveira e Soares, 2005, p. 19). A motivação, gerada pelo desafio do jogo, promove o desenvolvimento de estratégias de resolução de problemas, a avaliação das decisões tomadas e a familiarização com termos e conceitos apresentados (Santos e Michel, 2005, p. 179).

Os jogos educativos devem proporcionar a função lúdica, ligada à diversão, ao prazer e ao desprazer, e a função educativa, cujo objetivo é a ampliação dos conhecimentos (Kishimoto, 1996 apud Cunha, 2012, p. 94). Neles, as regras contribuem para que haja um equilíbrio entre estas funções, desta forma, são fatores importantes para o sucesso na aplicação de um jogo educativo. Para Huizinga (2007, p. 24), as regras devem ser "livremente consentidas, mas, absolutamente obrigatórias".

O jogo proporciona a liberdade e, ocasionalmente, não deixa a sala de aula com uma atmosfera de medo. Com

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

o jogo, o erro pode ser trabalhado de forma lúdica, sem pressão para o aluno e sem opressão por parte de colegas e professor, isso possibilita ao aluno total liberdade para opinar, mostrando criatividade e maneiras de como interagir com os outros alunos e com o professor na construção de conceitos, tornando a aula mais dinâmica (Cavalcanti e Soares, 2009, p. 261).

O erro na aprendizagem escolar sempre foi considerado sinal de fracasso, aquele que o comete recebe um tratamento sentencioso e punitivo (Nuñez e Ramalho, 2012, p. 21). Essa afirmação é coerente com o modelo tradicional de ensino, que também é conhecido como ensino mecânico, voltado apenas para a reprodução de informações, sem valorizar os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Contudo, em outros modelos de ensino, o erro é considerado parte do processo de apropriação do conhecimento. Ainda de acordo com Núñez e Ramalho (2012, p. 22), os erros são partes do processo de apropriação do conteúdo escolar e uma expressão da relação entre aquilo que se sabe e aquilo que se procura saber.

Nesse sentido, observa-se que os jogos didáticos, dentre suas potencialidades, podem ser usados como instrumento de avaliação da aprendizagem, conforme proposta de Cavalcanti e Soares (2009), Ferreira e Nascimento (2013). Isso é possível também devido ao caráter construtivista presente nesses tipos de atividades, já que, com o jogo, valorizam-se as ações do sujeito que aprende, ou seja, o desenvolvimento das atividades é centrado no aprendiz, chegando a ser mais importante que o conhecimento a ser aprendido (Cunha, 2012, p. 96).

Portanto, este trabalho apresenta uma atividade lúdica para ser desenvolvida em aulas de química orgânica do ensino médio e do ensino superior, através da qual é feita uma abordagem conceitual das principais características e propriedades das funções orgânicas.

Descrição do jogo

Esta atividade é baseada no tradicional Jogo Perfil®, o qual é comumente comercializado nas versões 1, 2, 3, 4 e 5. Com base nele foi construído o Pistas Orgânicas que é constituído por 48 cartas, 4 peões e um tabuleiro. Em cada carta são descritas 10 características e/ou propriedades de uma determinada substância química, além da representação estrutural, todas visíveis apenas ao mediador do jogo. Primeiramente, é descrita a fórmula estrutural da substância, seguido da seguinte pergunta: Qual é a substância? Essas informações são divididas em três grupos: um tratando apenas da estrutura da substância; outro sobre características diversas, incluindo aplicações, métodos de obtenção e riscos que os compostos podem oferecer; e o terceiro grupo de informações, que se refere às propriedades físicas e químicas. Na Figura 1, uma carta do jogo é representada.

Para a seleção das informações citadas nas cartas, utilizaram-se diversas fontes, principalmente livros (nível superior) e artigos científicos.

Figura 1: Representação de uma carta do jogo Pistas Orgânicas.

A dinâmica do jogo consiste de momentos de perguntas e respostas com a turma dividida em grupos constituídos por, no máximo, quatro grupos de estudantes. Os grupos são representados por peões nas cores azul, amarelo, verde e vermelho, os quais se movimentam em um tabuleiro, construído com o Microsoft PowerPoint, constituído por 4 "pistas orgânicas". Cada pista é ocupada por apenas um peão, conforme representado na Figura 2.

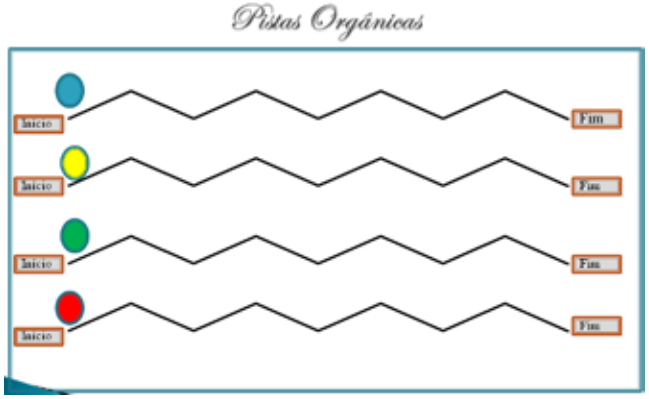


Figura 2: Ilustração do tabuleiro.

O deslocamento dos peões se dá na medida em que o grupo de jogadores, após receber as pistas contidas nas cartas identifica o composto, a cada acerto o peão se movimenta de um vértice para outro em sua respectiva "pista". Ganha o jogo o grupo de participantes que chegar primeiro ao final da pista.

O mediador do jogo

O mediador do jogo será o indivíduo que conduzirá todo o jogo e, para tanto, deverá possuir "espírito" de liderança para que a partida possa ocorrer de forma harmônica. Desta forma, a condução do jogo pode ser feita por qualquer aluno da turma que possua a referida característica, entretanto, no contexto da sala de aula, a pessoa mais indicada para tal é o professor, que além de ocupar naturalmente uma posição de

liderança junto à turma, ainda pode sanar eventuais dúvidas dos jogadores/estudantes.

Construção do jogo

O jogo foi confeccionado com material escolar que pode ser acessível aos professores que lecionam em diferentes tipos de escolas do ensino médio brasileiro. Assim, para a elaboração do material foi utilizado: 1) Quatro folhas de papel colorido nas cores: azul, amarelo, verde e vermelho; 2) Tesoura; 3) Seis folhas de papel peso 40; 4) Data show; 5) Um notebook; 6) Impressora; 7) Dois envelopes.

A construção do jogo foi realizada em quatros etapas. Primeiramente, foram confeccionadas as cartas, editadas no Microsoft Word, impressas em folha de papel peso 40, recortadas no tamanho desejado (10cm x 20cm) e guardadas em um envelope de papel do tipo madeira. A segunda etapa consistiu na construção do tabuleiro, obtido através do Microsoft PowerPoint. Na terceira etapa, quatro cartões pequenos coloridos, medindo 4cm x 6cm, foram recortados e guardados em outro envelope. Por fim, as regras foram impressas em folhas de papel A4.

O momento ideal para a aplicação do jogo depende da turma escolhida e do nível de ensino. Caso seja no ensino médio, acreditamos que o melhor momento seja após o professor da turma ter feito uma abordagem dos conteúdos conceituais referentes às funções orgânicas mencionadas nas cartas, visto que nesse momento a atividade poderia contribuir para a avaliação do nível de conhecimento dos alunos. No ensino superior, acreditamos que o momento ideal para a aplicação dessa atividade seria no início de um curso de química orgânica, momento oportuno para avaliar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema, estimular o interesse pela aprendizagem da química orgânica e a socialização da turma para formação de possíveis grupos de estudos na disciplina, já que no início dos semestres letivos é comum os alunos ainda não conseguirem interagir bem com seus colegas.

Regras

As regras foram definidas tomando como base o Jogo Perfil® e adaptadas ao contexto da sala de aula. Para isso, a formação das equipes e a realização do jogo deve ocorrer como descrito a seguir: 1) Formar no máximo quatro equipes contendo de um a dez participantes; 2) A cor de cada equipe pode ser definida aleatoriamente através da retirada dos cartões coloridos de um envelope; 4) A ordem dos grupos dá-se mediante sequência estabelecida pelas cores disponibilizadas no tabuleiro; 5) Cada equipe só poderá escolher três características por rodada, em uma única carta, sendo admissível pedir no máximo duas características estruturais; 6) Se o grupo de jogadores não acertar a resposta, a oportunidade de tentar deve ser cedida à próxima equipe; 7) Cada equipe terá um minuto a partir da leitura da terceira característica/propriedade para elaborar sua resposta; 8) Se nenhuma das equipes conseguir fazer a identificação da substância descrita em alguma carta, a resposta deverá ser fornecida pelo mediador a todos os participantes; 9) Antes de puxar uma nova carta para perguntar aos participantes, o mediador do jogo deverá embaralhar todas; 10) Em hipótese alguma, as cartas lidas podem retornar ao jogo; 11) A equipe vencedora será aquela cujo peão que a representa chegar ao local identificado como *fim* no tabuleiro.

Aspectos gerais do jogo

O tempo necessário para a aplicação do jogo "Pistas Orgânicas" é, no mínimo, uma hora e meia e, no máximo, duas horas, dependendo apenas das discussões e conhecimentos que surgirem durante a partida. O jogo pode ser coordenado pelo professor da turma que também pode ser designado como o mediador da partida.

A quantidade de jogadores por partidas pode ser variada, contudo, é preciso que se leve em consideração a quantidade de "pistas" existentes no tabuleiro. Dessa forma, o jogo pode ter no mínimo dois participantes e no máximo quarenta, visto que uma quantidade de jogadores superior a esta poderá interferir de forma negativa nas funções do jogo. Se forem até quatro jogadores, estes jogarão individualmente. Caso esse número de jogadores seja superior a quatro, o jogo será em equipes, porém, isso só será possível a partir de oito jogadores, pois formariam quatro equipes de dois participantes. Caso exista um número ímpar de jogadores para iniciar uma partida a ser disputada em equipes, o organizador da partida poderá adotar critérios para escolher qual das equipes ficará com um número distinto de jogadores, de modo a preservar o máximo equilíbrio possível entre os concorrentes.

O momento ideal para a aplicação do jogo depende da turma escolhida e do nível de ensino. Caso seja no ensino médio, acreditamos que o melhor momento seja após o professor da turma ter feito uma abordagem dos conteúdos conceituais referentes às funções orgânicas mencionadas nas cartas, visto que nesse momento a atividade poderia contribuir para a avaliação do nível de conhecimento dos alunos. No ensino superior, acreditamos que o momento ideal para a aplicação dessa atividade seria no início de um curso de química orgânica, momento oportuno para avaliar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema, estimular o interesse pela aprendizagem da química orgânica e a socialização da turma para formação de possíveis grupos de estudos na disciplina, já que no início dos semestres letivos é comum os alunos ainda não conseguirem interagir bem com seus colegas.

Vivenciando a aplicação do jogo Pistas Orgânicas

O jogo Pistas Orgânicas foi aplicado para cinquenta e quatro estudantes, sendo vinte e quatro inscritos em uma turma do ensino médio regular da Escola Estadual Professora Ana Júlia de Carvalho Mousinho, situada no município de Natal/RN, e os outros trinta do curso de licenciatura em química da Universidade Federal do Rio Grande do Norte/UFRN, na modalidade presencial, que estavam cursando a disciplina de química orgânica I.

Para coleta de dados referentes ao jogo foram utilizados instrumentos conforme as orientações teóricas de Soares (2008, p. 10). Assim, durante a partida foram aplicados questionários, feitas observações e anotações em diário de campo acerca do comportamento dos jogadores (discentes), no intuito de compreender o fenômeno relacionado ao desenvolvimento da função lúdica e educativa. A análise dessas observações ajudaram na produção de dados para justificar o uso e a aplicação do jogo no processo de ensino e aprendizagem da química na educação básica e no ensino superior.

Para Cunha (2012, p. 92), o interesse do estudante passa a ser um desafio à competência do docente, visto que "o interesse daquele que aprende passou a ser a força motora do processo de aprendizagem, e o professor, o gerador de situações estimuladoras para aprendizagem".

Relatando a experiência vivenciada em uma disciplina de química orgânica do nível superior

Primeiramente foram formadas quatro equipes, sendo duas formadas por sete participantes e duas por oito participantes, num total de 30 alunos. Em seguida, foram atribuídos os nomes das equipes e sorteada aquela que iria começar a responder as perguntas. O sorteio foi realizado mediante a inserção de quatro pedaços de papel em um envelope, sendo cada um de uma cor atribuída a cada equipe e, posteriormente, retirado, aleatoriamente, apenas um pedaço de papel indicando a equipe que iria começar o jogo.

O jogo foi iniciado embaralhando as cartas, em seguida foi feita a leitura das pistas contidas na primeira carta puxada. Ao iniciar a leitura, informamos à equipe sobre as três características/propriedades daquele composto, ao passo em que os alunos iam ouvindo atentamente e fazendo anotações. Em seguida, foi dado o tempo para a identificação e os alunos começaram a discutir com os colegas de seu grupo os possíveis compostos químicos correlatos às características fornecidas. Dando continuidade ao jogo foi possível observar alta integração entre os grupos para responder às perguntas de cada carta.

Dentre as peculiaridades da aplicação dessa atividade, foi possível evidenciar a função lúdica do jogo, visto que era perceptível a alegria das equipes quando acertavam as respostas e também quando seus adversários não obtinham o mesmo sucesso. Outra observação importante sobre o momento de aplicação é a importância de se utilizar a atividade lúdica com professores em formação inicial, uma vez que esse tipo de atividade rompe com a perspectiva do ensino tradicional, mostrando a utilização de novas estratégias de ensino na universidade, o que se configura como algo positivo na formação deles.

Com o jogo, aqueles estudantes que apresentam dificuldade de aprendizagem ou de relacionamento com colegas em sala de aula podem melhorar sensivelmente o seu rendimento e a afetividade (Cunha, 2012, p. 96). Ainda de acordo com Cunha (2012, p. 96), a utilização dessa atividade faz com que os alunos trabalhem e adquiram conhecimentos, ainda que não percebam imediatamente, pois a primeira sensação é a alegria pelo ato de jogar, ou seja, a diversão que o lúdico proporciona e leva ao aprender. Isso ficou claro em vários momentos da partida, pois à medida que eles formulavam individualmente uma possível resposta para a estrutura solicitada, eles também apresentavam uma negociação sobre a resposta final que divulgavam somente quando todos estavam de acordo. Com isso, ficaram evidenciadas as interações, como a troca constante de conhecimento entre todos os participantes de um determinado grupo. Para Cunha (2012, p. 92), o interesse do estudante passa a ser um desafio à competência do docente, visto que "o interesse daquele que aprende passou a ser a força motora do processo de aprendizagem, e o professor, o gerador de situações estimuladoras para aprendizagem".

Como as interações geravam discussões significativas nos grupos, a maioria das equipes só divulgava suas respostas quando o tempo já estava se esgotando, sendo necessária, portanto, uma contagem regressiva para evitar que estas perdessem a vez para outra equipe, o que era feito após a leitura da terceira característica do composto, esse tipo de comportamento dos alunos em uma partida de determinado jogo didático é normal, pois existe a possibilidade de surgirem diferentes dificuldades na aplicação dos mesmos. A atividade com jogos pode demonstrar as deficiências de aprendizagem de alguns estudantes, por isso é necessária a atenção do professor em gerar um clima estimulante para a continuidade e superação dos obstáculos encontrados (Cunha, 2012, p. 97). O jogo prosseguiu até que houvesse uma equipe vencedora nesta turma, no caso desta partida, a equipe azul, constituída de oito participantes, e transcorreu por um tempo de aproximadamente duas horas.

Relatando a experiência vivenciada em uma turma do terceiro ano do ensino médio

Com relação à aplicação do jogo no ensino médio, o procedimento foi basicamente igual ao descrito anteriormente para a turma de nível superior (licenciatura em química). Nesse caso, porém, contamos com um total de vinte e quatro participantes, que agrupamos em quatro equipes de

seis alunos. A atividade ocorreu após algumas aulas sobre o conteúdo de funções orgânicas, ministradas pela professora de química da turma, que também apoiou toda a aplicação dividindo as equipes e tirando eventuais dúvidas dos alunos. No relato da professora, ela afirmou que a atividade contribuiu de forma significativa para a aprendizagem dos alunos neste conteúdo, e que ao invés de utilizar as tradicionais listas de exercícios para fixação de conteúdos conceituais, ela passaria a utilizar o jogo, já que se apresenta como uma abordagem mais dinâmica em sala de aula.

A realização da atividade lúdica promoveu a integração entre os diversos alunos na sala de aula, possibilitando a ocorrência de muitas discussões entre os grupos participantes da atividade e entre o professor e/ou aplicador do jogo. Interação semelhante foi observada em outros tipos de atividades lúdicas, tais como as apresentadas por Benedetti Filho (2009, p. 91), Oliveira *et al.* (2015, p. 21), Silva (2013, p. 4), entre outros.

Essa interação durante a atividade se deu pelo despertar de um dos fundamentos essenciais de uma boa aula, a motivação (Selbach, 2010, p. 31). Estimular o aluno é fazê-lo tornar-se agente de seu processo de aprendizagem (Idem, p. 31), situação proporcionada pelas perguntas desafiadoras lançadas durante a partida, o que foi despertando a curiosidade dos estudantes sobre as propriedades e/ou características de cada estrutura solicitada nas cartas. Para Oliveira e Soares (2005, p. 18), trata-se de algo pessoal e imaterial, um mesmo assunto ou objeto gera diferentes interesses, indicando possibilidades práticas ilimitadas de motivação.

Outro aspecto analisado durante a aplicação do jogo na turma do ensino médio remete ao fato de que esses alunos não têm conhecimento sobre o grupo das funções orgânicas nitrogenadas. Isso foi observado logo após a leitura das características/propriedades de uma das cartas para esse tipo de função orgânica, pois, mesmo após a leitura de todas as características de duas substâncias, os alunos não conseguiam montar a estrutura da molécula solicitada. Ainda para essa turma, foram lidas seis cartas sobre as funções orgânicas nitrogenadas e os alunos acertaram apenas uma.

Um aspecto comum observado nas duas turmas em que foi vivenciada a aplicação do jogo foi a motivação dos alunos ao acertar as respostas, pois o intuito era vencer o jogo. Esse fator é muito positivo, pois consegue romper as barreiras apontadas por Mortimer, Mol e Duarte (1994, p. 243), ao afirmarem que "os estudantes têm pouca motivação para o estudo da química, uma vez que atribuem a essa disciplina um caráter memorístico, tratando-a como algo desestimulante e sem sentido". Para Cunha (2012, p. 95), a aprendizagem de conceitos a partir de jogos educativos, em geral, ocorre mais rapidamente devido à forte motivação que essa atividade proporciona, conforme observado nesse estudo.

Na perspectiva da psicologia da aprendizagem, o ato de aprender exige curiosidade, atenção, espírito investigador e ousadia para enfrentar o novo (Nunes e Silveira, 2011, p. 18), o que de certa forma detectamos na maior parte do tempo durante as partidas. Como forma de avaliar a proposta de ensino, foi entregue um questionário aos alunos, contendo perguntas sobre os aspectos gerais do jogo, e o resultado dessa avaliação é apresentado no tópico a seguir.

Avaliação da proposta didática pelos jogadores

No intuito de identificar as percepções dos jogadores durante a aplicação do jogo foi utilizado um questionário de natureza qualitativa, tendo em vista que essa abordagem é recomendada por Richardson *et al.* (1999, p. 83) para validar produtos educacionais. Assim, podemos avaliar os interesses e expectativas dos jogadores (discentes) quanto ao jogo Pistas Orgânicas.

Na primeira questão foi perguntado como eles classificariam o jogo na aprendizagem das características e propriedades das funções orgânicas. Nessa questão foi observado que 50% dos alunos graduandos e 48% dos alunos de nível médio acreditam que o jogo é excelente, 39% dos licenciandos e 43% dos de nível médio disseram que o jogo é bom, e apenas 11% dos graduandos e 9% dos alunos do ensino médio consideraram o jogo regular. Com esses resultados podemos concluir que o jogo Pistas Orgânicas foi bem aceito pelos alunos, tanto no nível médio como pelos professores em formação inicial. Conforme pode ser verificado (Figura 3).

Na segunda questão foi solicitado que opinassem sobre o papel do jogo Pistas Orgânicas no ensino de química, para isso eles podiam escolher as seguintes alternativas: **I)** O jogo pode ser uma alternativa diferenciada, aplicada pelo professor de química, para discutir conceitos da química orgânica; **II**) Ajuda a discutir aplicações práticas de diferentes compostos orgânicos; **III**) Desempenhar a motivação dos alunos pela busca do conhecimento de alguns conceitos químicos;

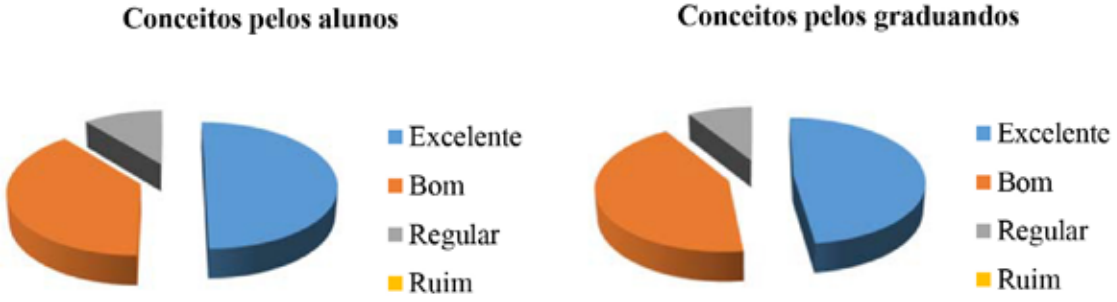


Figura 3: Avaliação dos alunos do nível médio e professores em formação inicial em relação à aprendizagem do conteúdo de funções orgânicas através da proposta didática.

IV) Não contribui com a aprendizagem dos conceitos da química orgânica.

Os resultados referentes a esta questão encontram-se descritos de forma unificada, ou seja, serão apresentadas as respostas dos alunos de ambas as turmas de forma conjunta, as quais estão representadas na Figura 4.

Analisando esta figura percebe-se que todos os participantes reconhecem o jogo como uma importante contribuição para a aprendizagem de conceitos de química orgânica, tendo em vista que a soma dos percentuais relacionados aos itens I, II e III é superior a oitenta por cento, sendo que mais da metade desse percentual (46,25%) foi de alunos que marcaram a terceira alternativa, ou seja, que disseram que o jogo proporciona motivação para aprendizagem de conteúdos da química orgânica. Esse resultado também é coerente com os trabalhos de Almeida (2010), que trabalha uma proposta didática para discutir segurança no laboratório com alunos da graduação em química, e o trabalho de Zanon, Guerreiro e Oliveira (2008), que discute uma proposta para o ensino de nomenclatura dos compostos orgânicos com alunos do ensino médio.

Na terceira questão, aberta, foi solicitado aos participantes do ensino médio que reportassem sobre os aspectos positivos e/ou negativos encontrados no jogo. As principais observações feitas pelos alunos são apresentados na Tabela 1.

Dentre os aspectos positivos citados, podemos destacar a socialização entre os participantes dos grupos, a promoção do conhecimento de propriedades e características de diferentes substâncias orgânicas, o estímulo gerado pela competição, o divertimento e o conhecimento da química orgânica no cotidiano. Todas essas respostas são condizentes com o trabalho de Cunha (2012), que apresenta as principais considerações teóricas sobre o uso de atividades lúdicas em sala de aula e também com outras pesquisas presentes na literatura sobre o uso desse recurso didático no ensino de química, tais como Godoi *et al.* (2009), Oliveira e Soares (2005), Russel (1999), Silva e Cordeiro (2015), entre outros.

Sobre os aspectos negativos ainda emergiram três respostas que mencionam o tempo de resposta insuficiente, porém acreditamos que o tempo fornecido é suficiente para levar os alunos a desenvolver linhas de pensamento que permitam chegar à resposta solicitada. Para finalizar a análise desta atividade lúdica os professores em formação inicial responderam se usariam este jogo em sua futura prática docente

As respostas a essa pergunta foram todas afirmativas, evidenciando não apenas a aprovação do jogo Pistas Orgânicas, mas também o fortalecimento da ideia de que atualmente há uma tendência em se buscar novas estratégias para o processo de ensino e aprendizagem da química. Nesse sentido, Fonseca (2001 apud Trindade 2012, p. 83) faz considerações sobre a importância da criação de recursos didáticos modernos, que estejam desvinculados dos métodos tradicionais de ensino, a fim de se promover um ensino mais eficiente.

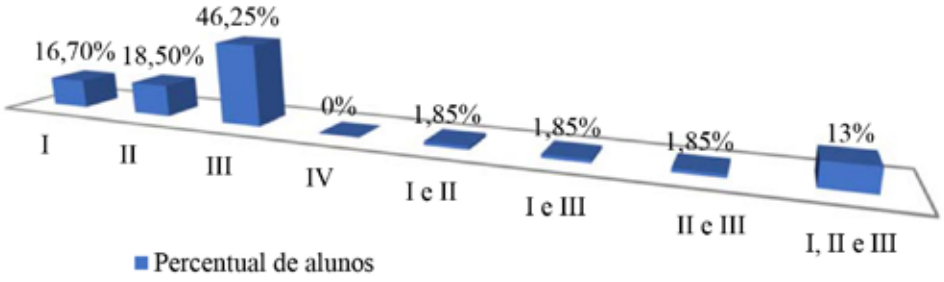


Figura 4: Opinião dos jogadores sobre o papel do jogo Pistas Orgânicas no ensino de química.

Tabela 1: Relação dos principais aspectos positivos e negativos apresentados pelos alunos

Aspectos positivos	**Quantidade de citações na análise do questionário dos 24 participantes do jogo**
Sobre a aplicação dos compostos orgânicos	Citado em seis questionários
Sobre a aprendizagem do conteúdo de Funções Orgânicas	Citado em onze questionários
Sobre a diversão proporcionada pelo jogo	Citado em quatro questionários
Sobre o processo de socialização proporcionado pelo jogo	Citado em quatro questionários
Sobre o estímulo ao aprendizado	Citado em três questionários
Aspectos negativos	**Quantidade de citações na análise do questionário dos 24 participantes do jogo**
Sobre o tempo de resposta	Citado em três questionários
Sobre a arbitragem	Citado em dois questionários
Afirmando que não houve aspecto negativo	Citado em dezessete questionários

Considerações finais

O jogo Pistas Orgânicas é um versátil instrumento facilitador do processo de ensino e aprendizagem da química. Trata-se de uma oportunidade para alunos do ensino médio e do ensino superior em química revisarem e/ou se exercitarem sobre as diferentes características, propriedades físicas e químicas de diferentes compostos orgânicos, especialmente, as funções orgânicas, no intuito de identificar qual a fórmula estrutural descrita após a leitura das pistas orgânicas. Além desses aspectos, o jogo também aborda questões relativas à produção, aplicações e alguns aspectos históricos, de maneira interessante e descontraída.

Em uma análise qualitativa, durante a aplicação, foi possível observar que tanto os alunos do ensino superior quanto os alunos do ensino médio apresentam dificuldades no reconhecimento da estrutura de compostos "mais complexos", geralmente quando a estrutura se referia a cadeias com mais de quatro átomos de carbono. A partir desse tipo de situação é possível hipotetizar que algumas tendências atuais de ensino, especialmente a contextualização, não vêm ocorrendo nas referidas turmas de estudo. Esse é um aspecto importante e que deve ser bem pensado pelos professores do ensino médio, tendo em vista que a contextualização dos conteúdos conceituais é sugerida nas Orientações Curriculares Nacionais (2002, p. 7), e por diversos pesquisadores, tais como Santos (1996, p. 30), Lima (2000, p. 26), Wartha (2005, p. 42), entre outros.

Assim, ficou evidente que, por mais que alguns alunos apresentem conhecimento sobre os aspectos conceituais da estrutura química de algumas funções orgânicas, em discussão, o conhecimento sobre as aplicações ainda é restrito. Já para a resposta sobre alguns compostos de uso mais geral, como por exemplo, o álcool etílico e ureia eram necessários apenas a leitura de uma das características referentes à aplicação desses compostos para que os alunos de um determinado grupo chegassem à resposta correta.

A partir das discussões entre os alunos de ambos os níveis, e destes com o proponente da atividade lúdica, foi possível concluir que as aulas foram suficientemente dinâmicas e que o jogo contribuiu de forma significativa para os processos de ensino e de aprendizagem das propriedades e características das principais funções orgânicas. Conclui-se também que essa atividade pode ser utilizada por professores de química orgânica nos cursos de nível superior e do ensino médio.

Janduir Egito da Silva (janduir.egito@gmail.com), IFAM – Instituto Federal do Amazonas, Campus Humaitá, BR 230, km 7, Zona Rural, Humaitá-AM, Brasil, CEP: 69800-000. Humaitá, AM – BR. **Carlos Neco da Silva Júnior** (necojunior@gmail.com), UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, campus Universitário Lagoa Nova, Instituto de Química, Natal-RN, Brasil, CEP 59078-970. Natal, RN – BR. **Ótom Anselmo de Oliveira** (otom@ufrnet.br), UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, campus Universitário Lagoa Nova, Instituto de Química, Natal, RN, Brasil, CEP 59078-970. Natal, RN – BR. **Diego Oliveira Cordeiro** (diegoocordeiro@gmail.com), UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, campus Universitário Lagoa Nova, Departamento de Engenharia Química, Natal/RN, Brasil, CEP 59078-970. Natal, RN – BR.

Referências

ALMEIDA, H. W. S. *Jogos no ensino de química: Análise de uma proposta de jogo para o ensino de segurança em laboratórios químicos*. Monografia (Graduação), Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

ALTUVE LUNA, Y. A.; Elaboración y Aplicación del formulón químico, juegos didácticos para la enseñanza de la química en las secciones A, B, C de 4TO año del liceo Bolivariano "Elias Araque Mûller". *Creando – Revista Científica Juvenil*, v. IX-X, p. 71, 2010-2011.

BENEDETTI FILHO, E.; FIORUCCI, A. R.; BENEDETTI, L. P. S. e CRAVEIRO, J. A. Palavras cruzadas como recurso didático no ensino da teoria atômica. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 2, p. 61-76, 2009.

BLANCO, M. R. *Jogos Cooperativos e Educação Infantil: limites e possibilidades*. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

BRASIL. *Orientações Curriculares Nacionais* (OCN). Brasília: MEC, 2006.

CAVALCANTI, E. L. D. e SOARES, M. H. F. B. O uso do jogo de roles (roleplaying game) como estratégia de discussão e avaliação do conhecimento químico. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 8, n. 1, p. 255-282, 2009.

CUNHA, M. B. Jogos no ensino de química: Considerações teóricas para sua utilização em sala de aula. *Química Nova na Escola*, v. 34, n. 2, p. 92-98, 2012.

FERREIRA, W. M. e NASCIMENTO, S. P. F. Utilização do jogo de tabuleiro – ludo – no processo de avaliação da aprendizagem de alunos surdos. *Química Nova na Escola*, v. 36, n. 1, p. 28-36, 2013.

GODOI, T. A. F.; OLIVEIRA, H. P. M. e CODOGNOTO, L. Tabela Periódica – Um super trunfo para alunos do ensino fundamental e médio. *Química Nova na Escola*, v. 32, n. 1, p. 22-25, 2009.

HUIZINGA, J. Homo ludens: o jogo como elemento da cultura, 5ª ed. São Paulo: Perspectiva, 2007. ISBN 85-2730-075-3.

LIMA, J. F.L. e PINA, M. S. L. A contextualização no ensino de cinética química. *Química Nova na Escola*, n. 11, p. 26-29, 2000.

MOREIRA, M. A. *Teorias de aprendizagens*, 2ª ed. São Paulo: EPU, 2011.

MORTIMER, E. F.; MOL, G. e DUARTE, L. P. Regra do octeto e teoria da ligação química no ensino médio: dogma ou ciência? *Química Nova*, v. 17, n. 2, p. 243-252, 1994.

NUNES, A. I. B. e SILVEIRA, R. N. *Psicologia da aprendizagem: processos, teorias e contextos*, 3ª ed. Brasília: Liber Livro, 2011.

NÚÑEZ, I. B. e RAMALHO, B. L. *Estudo de erros e dificuldades de aprendizagem: As provas de química e de biologia do vestibular da UFRN*, 1ª. ed. Natal: EDUFRN, 2012.

OLIVEIRA, A. S. e SOARES, M. H. F. B. Júri Químico: Uma atividade lúdica para discutir conceitos químicos. *Química Nova na Escola*, v. 21, p. 18-24, 2005.

OLIVEIRA, J. S.; SOARES, M. H. F. B. e VAZ, W. F. Banco Químico: um Jogo de Tabuleiro, Cartas, Dados, Compras e Vendas para o Ensino do Conceito de Soluções. *Química Nova na Escola*,

v. 37, n. 4, p. 285-293, 2015.

RASTEGARPOURA, H. e MARASHIB, P. The effect of card games and computer games on learning of chemistry concepts. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 31, p. 597-601, 2012.

RICHARRDSON, R. J.; PERES, J. A. S.; WANDERLEY, J. C. V.; CORREIA, L. M. e PERES, M. H. M. *Pesquisa Social: Métodos e Técnicas*, 3ª ed. São Paulo: ATLAS, 1999.

RUSSEL, J. V. Using games to teach chemistry. *Journal of Chemical Education*, v. 76, n. 4, p. 485, 1999.

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

SANTOS, A. P. B. e MICHEL, R. C. Vamos Jogar uma Sue-Química. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 3, p. 179-183, 2009.

SELBACH, S. (Sup.). *Ciências e didática: Coleção como bem ensinar*, 1ª ed. Petrópolis: Vozes, 2010. ISBN 978-85-326-4027-7.

SILVA, B.; CORDEIRO, M. R. e KIILL, K. B. Jogo Didático Investigativo: Uma Ferramenta para o Ensino de Química Inorgânica. *Química Nova na Escola*, v. 37, n. 1, p. 27-34, 2015.

SOARES, M. H. F. B. e CAVALHEIRO, E. T. G. O ludo como um jogo para discutir conceitos termoquímicos. *Química Nova na Escola*, n. 23, p. 27-31, 2006.

SOARES, M. H. F. B. Jogos e Atividades Lúdicas no Ensino de Química: Teoria, Métodos e Aplicações. In: *Anais do XIV Encontro Nacional De Ensino De Química*. Curitiba: Universidade Federal do Paraná. 2008, ISBN: 978-85-61745-01-1.

TRINDADE, J. O. e HARTWIG, D. R. O uso combinado de mapas conceituais e estratégias diversificadas no Ensino: Uma análise inicial das ligações químicas. *Química Nova na Escola*, v. 34, n. 2, p. 92-98, 2012.

VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente*, 4ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

WARTHA, E. J. e FALJONI-ALÁRIO, A. A contextualização no ensino de química através do livro didático. *Química Nova na Escola*, v. 22, p. 42-47, 2005.

ZANON, D. A. V.; GUERREIRO, M. A. S e OLIVEIRA, R. C. O jogo ludo Químico para o ensino da nomenclatura dos compostos orgânicos; projeto, produção, aplicação, avaliação. *Ciências & Cognição*, v. 13, p. 72-81, 2008.

Abstract: *Organic Tips: a game for process of teaching and learning of chemistry.* This work presents a proposal that analyzes the teaching of organic functions through educational games for high school students and chemistry undergraduates. The game is called 'Organic tips' (or *Pistas Orgânicas* in Brazilian Portuguese) and is basically an adaptation of an existing game called 'Jogo Perfil®'. The game was built with inexpensive material and can be used in organic chemistry subjects in high school and college classes, avoiding the static memorization of chemical structures without contextualizing with applications that the compounds may have. To validate the activity, the proposal was administered to groups of high school and undergraduate students from Public Institutions located in the city of Natal, Rio Grande do Norte (Brazil), and then evaluated as satisfactory regarding the aspects of behavior, content covered and learning process.
Keywords: educational games, organic functions, chemistry teaching.

II Congreso Internacional CTEM de la Comunitat Valenciana

Se celebrará en Elx (Comunidad Valenciana) los días 13, 14 y 15 de abril. El profesorado tiene la posibilidad de presentar comunicaciones relacionadas con la temática del congreso. Estas comunicaciones podrán presentarse sin coste alguno en varias modalidades: comunicación oral (15 minutos), póster en papel, póster virtual, expositor o comunicación virtual (presentación digital o vídeo). Las contribuciones del profesorado se deberán encuadrar (preferentemente) en una de las siguientes líneas:

1 - Nuevas metodologías y experiencias CTEM.

2 - Sostenibilidad y medio ambiente.

3 - Ciencia y sociedad.

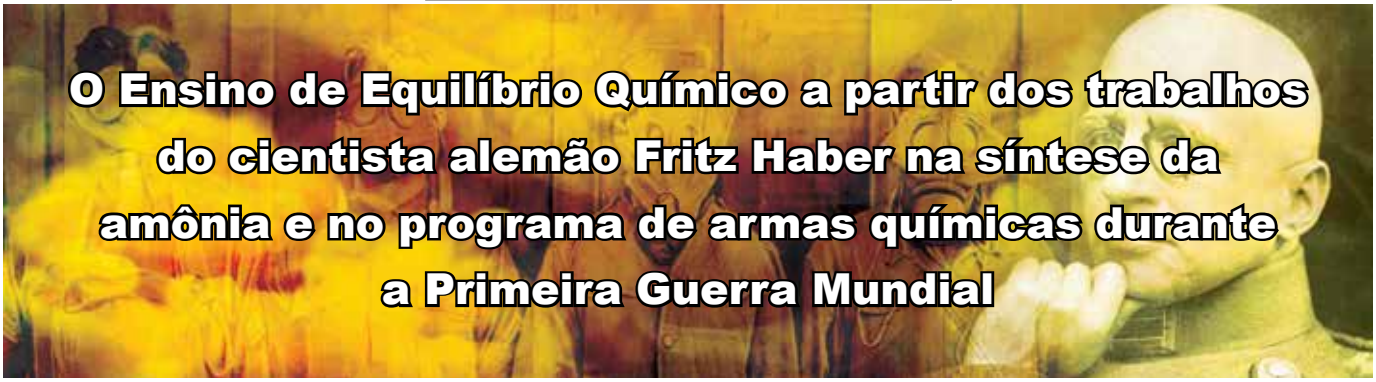
4 - Modelización, investigación guiada o aprendizaje basado en problemas.

5 - Pensamiento computacional.

Más información en: http://mestreacasa.gva.es/web/cefireambitctm/78

Fonte: Prof. Joan Josep Solaz-Portolés (Departament Didàctica de les Ciències Experimentals i Socials - Universitat de València - Espanha).

http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160102



O Ensino de Equilíbrio Químico a partir dos trabalhos do cientista alemão Fritz Haber na síntese da amônia e no programa de armas químicas durante a Primeira Guerra Mundial

Aroldo N. Silva e Ermelinda M. Pataca

Neste artigo relatamos uma experiência didática, realizada com estudantes da 3ª série do ensino médio de uma escola da cidade de São Paulo (SP), que apresenta uma perspectiva de inserção de aspectos da História das Ciências no ensino de Química, na intenção de promover reflexões acerca dos aspectos sociais, políticos e econômicos da prática científica. A abordagem histórica concentrou-se nos trabalhos realizados pelo químico alemão Fritz Haber, na busca por uma solução que aumentasse o rendimento da reação de síntese da amônia e de sua participação, no decorrer da 1ª Guerra Mundial, no desenvolvimento de armas químicas.

▶ história da química, ensino de química, Fritz Haber, equilíbrio químico ◀

Recebido em 07/03/2017, aceito em 19/06/2017

A inserção de aspectos da História e Filosofia da Ciência no Ensino tem sido objeto de análise de inúmeros pesquisadores, que desde meados da década de 1980 discutem reformas curriculares e formas de abordagem que promovam a construção do conhecimento científico em seu contexto cultural, de modo a reduzir a fragmentação com que geralmente é apresentado em sala de aula. Esta construção é tida por inúmeros pesquisadores da área de ensino de química como importante componente na formação tanto dos estudantes quanto dos professores (Schnetzler, 2002; Mortimer; Santos, 2008; Zanon; Maldaner, 2007).

A inserção de aspectos da História e Filosofia da Ciência no Ensino tem sido objeto de análise de inúmeros pesquisadores, que desde meados da década de 1980 discutem reformas curriculares e formas de abordagem que promovam a construção do conhecimento científico em seu contexto cultural, de modo a reduzir a fragmentação com que geralmente é apresentado em sala de aula.

Mathews (1995) destaca que o uso da História da Ciência (HC) humaniza as ciências, aproxima dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade e possibilita que a aula se torne mais dialogada e desafiadora, culminando num entendimento integral da matéria a ser ensinada.

Esta colocação vem ao encontro de inúmeros estudos que apresentam constatações e tendências em relação às práticas de ensino e às políticas públicas desenvolvidas na área de Educação (Campos; Cachapuz, 1997; Gooday; Lynch; Wilson; Barsky, 2008; Porto, 2010).

Assim, como alternativa para o Ensino de Ciências, a HC contribui para o desenvolvimento de habilidades de análise, interpretação e crítica. O professor cria condições para que os estudantes conheçam os contextos históricos e sociais em que determinados conhecimentos foram desenvolvidos (Chassot, 2000), o que rompe com uma visão dogmática da ciência.

Os próprios documentos oficiais brasileiros, como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e as Diretrizes Curriculares para os cursos de graduação, enfatizam a necessidade de uma formação mais humanística na área de ciências (Brasil, 2001, 2002). Pode-se observar, a seguir, especificamente no caso da Química, que nos PCN+

algumas competências e habilidades a serem desenvolvidas pelos estudantes do Ensino Médio envolvem a História da Ciência:

> *É fundamental que se mostre através da história, as transformações das ideias sobre a constituição da matéria, contextualizando-as. A simples cronologia sobre essas ideias, como é geralmente apresentada no ensino, é insuficiente, pois pode dar uma ideia equivocada da ciência e da atividade científica, segundo a qual a ciência se desenvolve de maneira neutra, objetiva e sem conflitos, graças a descobertas de cientistas, isoladas do contexto social, econômico ou político da época* (Brasil, 2002, p. 96).

A Base Nacional Comum Curricular – BNCC – (2016), que vem sendo discutida no Brasil com seus avanços e retrocessos, reafirma a necessidade de um ensino de química com uma perspectiva sócio histórica, para que o estudante compreenda o nascimento das teorias e suas controvérsias. Apesar dessa perspectiva, o documento enfatiza a seleção e o ensino de determinados conteúdos, sem refletir na forma como este conjunto de saberes se relaciona com os diferentes contextos regionais que encontramos em nosso país.

Ao considerar o ensino como um conjunto de saberes estanques e fechados a serem transmitidos, desconsidera-se a vivência do estudante, sua cultura e os saberes que carrega consigo e que são gerados por suas experiências. Isto torna o ensino pragmático, a serviço de um programa escolar questionável, que pode resultar na manutenção do *status quo*. A ideia de "humanização" da ciência e, consequentemente, da formação humanística do indivíduo, está fortemente atrelada à forma como o conhecimento é abordado em sala de aula.

A Base Nacional Comum Curricular – BNCC – (2016), que vem sendo discutida no Brasil com seus avanços e retrocessos, reafirma a necessidade de um ensino de química com uma perspectiva sócio histórica, para que o estudante compreenda o nascimento das teorias e suas controvérsias.

Este artigo refere-se a uma experiência didática, realizada com estudantes da 3ª série do ensino médio de uma escola da cidade de São Paulo (SP), entre os anos de 2014 e 2015, e tem a intenção de socializar um possível caminho metodológico para realização da abordagem histórica em sala de aula. O trabalho realizado envolveu a participação de três turmas da 3ª série, com uma média de 25 estudantes por sala. A construção de um percurso que contemple a interface entre HC e ensino não é algo simples, uma vez que a realidade escolar coloca o educador diante da necessidade de desenvolver um programa de ensino muitas vezes extenso, pré-determinado em função de exames externos e pautado na transferência de conteúdo.

A busca por um Ensino de Ciências que contemple esta perspectiva mais humanista, passa pelo rompimento com o modelo tradicional de ensino – assentado de modo geral na memorização, repetição e resolução padronizada de exercícios. Neste sentido, Derek Hodson (1985) afirma que um ensino tradicional pode resultar em ideias equivocadas sobre o desenvolvimento científico. Dentre essas visões equivocadas sobre ciências, o autor destaca aquela na qual o conhecimento científico é tido como o meio pelo qual se acessa a verdade a respeito do mundo natural; que o conhecimento científico resulta da observação direta de um fenômeno; que é uma atividade neutra, à margem de fatores sócio históricos e econômicos.

Utilizamos como mote as contribuições do químico alemão Fritz Haber (1868-1934) na síntese da amônia e sua participação no programa de armas químicas na Alemanha no decorrer da 1ª Guerra Mundial para abordarmos a temática do equilíbrio químico no ensino médio e abrirmos uma janela para discutir alguns aspectos da atividade científica, como as escolhas de natureza ética, cuja compreensão passa por um olhar que abarque o contexto histórico no qual o personagem que conduz esta narrativa se insere.

A escolha da reação química de síntese da amônia, a partir dos gases hidrogênio e nitrogênio, é interessante por ser uma reação que produz uma substância de relevante importância econômica e social, com aplicações na produção de fertilizantes, explosivos, plásticos e pigmentos. Além disto, foi protagonista no começo do século XX em virtude do crescimento populacional, que exigia uma maior produção de alimentos. Por se tratar de uma reação química reversível, cujo rendimento depende de fatores cinéticos e termodinâmicos, o seu uso na discussão da temática do equilíbrio químico se tornou intrínseco, inclusive pelo fato de Haber e seus colaboradores terem contribuído de forma decisiva na viabilização de sua síntese em larga escala.

O ensino do equilíbrio químico tem sido objeto de investigação por educadores da área, dado o caráter abstrato de seus conceitos como: sua natureza dinâmica, a caracterização do estado de equilíbrio, os limites de aplicação do Princípio de Le Chatelier, o significado da expressão matemática da constante de equilíbrio (K_C), dentre outros.

Optamos por abordar o equilíbrio químico a partir da termodinâmica, discutindo a ideia de que um sistema reacional caminha para a estabilidade, ou seja, para um patamar de menor energia potencial. Este caminho só foi possível pelo fato dos estudantes terem vivenciado, em temáticas anteriores, como Termoquímica, conceitos de espontaneidade, entropia e energia livre. Desta forma, a caracterização do estado de equilíbrio não foi realizada a partir da igualdade das velocidades das reações direta e inversa, artifício amplamente presente em livros didáticos e que tem sido objeto de questionamento e reflexão por pesquisadores da área de ensino (Machado; Aragão, 1996; Justi; Milagres, 2001; Sabadini; Bianchi, 2007).

Por se tratar de um conceito abstrato, estabelecemos uma analogia, no caso, um jogo didático,[1] no intuito de

facilitar o entendimento do conceito de equilíbrio químico. Apesar de algumas limitações e diferenças em relação ao sistema químico real, como o fato de apresentar uma visão compartimentada do sistema e de transmitir a ideia de que a reação química inversa ocorre a partir de um determinado instante e não desde o início do processo, o seu uso se mostrou pertinente para elaboração conceitual, ao discutir as limitações de um modelo explicativo e sobretudo para construção de tabelas e gráficos que contribuem na discussão do rendimento de uma reação química e no cálculo da razão entre as quantidades de produtos e reagentes, em analogia à constante de equilíbrio (Raviolo; Garritz, 2008; Soares; Okumura; Cavalheiro, 2003).

A ideia de abordar a HC vinculada ao ensino do Equilíbrio Químico surgiu a partir do trabalho de Aécio Pereira Chagas (2007), que discute o processo de síntese da amônia a partir dos gases hidrogênio e nitrogênio. Além de apresentar alguns aspectos químicos do gás nitrogênio, o autor discute o impacto que a síntese da amônia exerceu sobre a atividade industrial e sua aplicação na produção de fertilizantes em larga escala. Ao discorrer sobre Fritz Haber, Chagas destaca sua trajetória pessoal, acadêmica e sua participação durante a Primeira Guerra Mundial como assessor do exército alemão na chamada "guerra química", sendo um dos responsáveis pela utilização de gases irritantes ou venenosos como arma de guerra. *Seria ético um cientista utilizar o seu conhecimento no desenvolvimento de armas letais? O que se espera de um cientista em tempos de guerra?* São questionamentos de natureza ética que norteiam a sequência de ensino que será apresentada adiante.

Seria ético um cientista utilizar o seu conhecimento no desenvolvimento de armas letais? O que se espera de um cientista em tempos de guerra? São questionamentos de natureza ética que norteiam a sequência de ensino que será apresentada adiante.

A Sequência Didática (SD)

O processo de síntese da amônia desenvolvido por Fritz Haber possibilitou realizar a produção de fertilizantes em larga escala. O processo conhecido como Haber-Bosch foi fundamental para a Alemanha, que devido ao bloqueio marítimo britânico, viu a importação de salitre ser interrompida, o que comprometeu a produção agrícola e a fabricação de explosivos. Até a atualidade, o método Haber-Bosch é utilizado na síntese de fertilizantes e outros produtos derivados da amônia (Chagas, 2007).

O feito de Haber contrasta com a sua decisão de participar do programa de armas químicas na 1ª Guerra Mundial. *O que levou Haber a realizar uma atividade tão passível de questionamento? Quais argumentos e interesses políticos que sustentaram suas ações? Quais seriam os possíveis desdobramentos de suas ações?*

A escolha desse cientista e sua contribuição na síntese da amônia em larga escala, abre uma janela para discussão de inúmeros aspectos sobre a importância da atividade científica. No entanto, sua participação durante a 1ª Guerra Mundial, no desenvolvimento de armas químicas, traz à tona também, e de forma não menos importante para o debate, as questões éticas, políticas e econômicas que interferem na prática científica. A SD foi desenvolvida no decorrer de dez aulas, sendo que cada aula teve a duração de sessenta e cinco minutos. O quadro 1 contém informações sobre as atividades desenvolvidas na sequência de ensino.

Para iniciar a discussão sobre a reversibilidade das transformações químicas (Aula 1), optamos por uma sequência na qual ficasse claro aos estudantes a relação de um conhecimento produzido no interior do laboratório com todo o contexto vigente no momento de seu desenvolvimento. Como início de conversa houve uma sensibilização sobre o tema, a partir de um *teaser*, o qual apresentava de forma sucinta, o processo de Haber e seus colaboradores na produção de fertilizantes por meio da síntese da amônia. Esta sensibilização gerou uma discussão acerca dos fatores que interferem em uma reação química, além de mobilizar os conhecimentos dos estudantes a respeito dos aspectos físico-químicos que interferem no rendimento de uma reação que envolve gases (pressão, temperatura e concentração).

Neste instante, os estudantes começam a perceber que falaríamos sobre um cientista específico, sobre uma reação química que possibilita a produção de fertilizantes e sobre os fatores que interferem em seu rendimento. Este momento se mostrou oportuno para discutir os aspectos conceituais de uma reação em equilíbrio.

Partimos de um jogo didático (Aula 2) que tem como proposta discutir os aspectos conceituais de uma reação que atinge o estado de equilíbrio. Os resultados obtidos no jogo possibilitam discutir a questão da reversibilidade de uma reação química e realizar a construção de gráficos para reações genéricas que apresentam diferença de rendimento. Este é um momento interessante para retomar a síntese da amônia e as contribuições de Haber na tentativa de melhorar o rendimento de sua síntese (Soares; Okumura; Cavalheiro, 2002).

Na aula 3, no intuito de realizar um aprofundamento dessa discussão e também ampliar repertório para a construção do debate que marcará o fechamento deste trabalho, realizamos em sala de aula a leitura do texto, produzido pelo educador, *Fritz Haber, notável cientista e diretor de pesquisa, assessor do exército alemão durante a Primeira Guerra Mundial* (ANEXO I), que traz conceitos sobre a temática, a vida do cientista e assuntos referentes ao contexto histórico, como por exemplo, o bloqueio marítimo sofrido pela Alemanha, que obrigou o país a buscar uma solução para a produção dos fertilizantes dentro de seu próprio território. A partir dessa leitura, iniciou-se a discussão dos fatores que interferem na síntese da amônia e também o quanto o trabalho de um cientista está atrelado às necessidades de natureza social, política e econômica. A busca por soluções técnicas

Quadro 1: Sequência Didática com as três turmas da 3ª série do Ensino Médio

Aula	Objetivo de Aprendizagem	Atividade	Recurso utilizado
1	- Evidenciar que a busca por uma solução técnica para um determinado problema, em alguns casos, vincula-se a uma demanda social e econômica. - Reconhecer que, em certas transformações químicas, há coexistência de reagentes e produtos (estado de equilíbrio químico, extensão da transformação). - Levantar o conhecimento prévio dos estudantes acerca dos fatores que interferem em uma transformação química.	*Aula dialogada* I) Apresentar algumas invenções e descobertas realizadas pelo ser humano, como o carro, o computador, a eletricidade e o átomo. Questionar qual delas os estudantes consideram a mais importante. II) Colocar, como contraponto, a reação de síntese da amônia, a partir do *teaser* sobre o processo Haber-Bosch. III) Discussão sobre a extensão de uma reação química e sobre os fatores que interferem em uma transformação química.	Vídeo - *teaser* sobre o processo Haber-Bosch (https://www.youtube.com/watch?v=o1_D4FscMnU)
2	- Compreender o conceito de Equilíbrio Químico. - Elaborar a construção de tabelas e gráficos para caracterização do estado de equilíbrio. - Representar, por meio da constante de equilíbrio químico, a relação entre as concentrações de reagentes e produtos em uma transformação química.	*Estudantes organizados em grupos* I) Realização de um Jogo Didático para o ensino do estado de equilíbrio. O jogo consiste em dois sistemas (caixas) que trocam elementos entre si, em intervalos de tempo pré-determinados. A partir de determinado instante a troca é realizada ao mesmo tempo, o que configura o estado de equilíbrio. II) Construção de gráficos para reações genéricas reversíveis. *Aula dialogada* III) Discutir os aspectos conceituais que caracterizam o estado de equilíbrio.	Artigo – QNESC (http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc18/A03.PDF)
3	- Analisar como a pressão e a temperatura influenciam no rendimento de uma reação química em equilíbrio químico. - Conhecer os trabalhos realizados por Haber na síntese da amônia e no programa de guerra. - Perceber o processo histórico, político e social como determinantes nas escolhas de um cientista.	*Professor e estudantes realizam a leitura do texto* I) Leitura compartilhada de texto (15 minutos). Em seguida, os estudantes conduzem a discussão pontuando o entendimento e dúvidas sobre as ideias apresentadas pelo texto. Professor atua apenas como mediador da discussão. *Aula dialogada* II) Discussão conceitual sobre os fatores que interferem em uma reação em equilíbrio.	Texto produzido pelo educador: Fritz Haber, notável cientista e diretor de pesquisa, assessor do exército alemão durante a Primeira Guerra Mundial (ANEXO I)
4 e 5	- Elaborar modelo explicativo sobre os fatores que interferem no equilíbrio químico. - Refletir sobre as limitações do Princípio de Le Chatelier. - Identificar as variáveis que perturbam o estado de equilíbrio químico.	*Estudantes organizados em grupos* I) Realização de atividade experimental sobre deslocamento de equilíbrio, proposta por Ferreira; Hartwig; Rocha-Filho,1997). II) Socialização dos resultados obtidos e discussão dos conceitos envolvidos. *Aula dialogada* III) Elaboração conceitual sobre como a pressão, temperatura e concentração podem interferir em uma reação em equilíbrio. IV) Discutir as limitações do Princípio de Le Chatelier com base no trabalho de Canzian e Maximiano (2010).	Artigo - QNESC (http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc05/exper1.pdf)

Quadro 1: Sequência Didática com as três turmas da 3ª série do Ensino Médio (cont)

Aula	Objetivo de Aprendizagem	Atividade	Recurso utilizado
6	- Refletir acerca do papel desempenhado por Fritz Haber no desenvolvimento de armas químicas durante a 1ª Guerra Mundial.	*Estudantes assistem ao filme* I) Filme: Haber, o Pai da Guerra Química. *Pesquisa na biblioteca* II) Mobilizar os estudantes para realização de um debate que discuta o papel de Haber no desenvolvimento de armas químicas. III) Organização dos grupos favoráveis e contrários ao recebimento do prêmio Nobel a Fritz Haber por seus trabalhos na síntese da amônia. IV) Estudantes devem registrar os argumentos para realização do debate.	Filme (http://www.haberfilm.com/education.html)
7	- Mobilizar os aspectos conceituais do equilíbrio químico. - Possibilitar o uso da retórica entre os estudantes na defesa de um determinado ponto de vista.	*Estudantes realizam debate* I) Professor realiza uma síntese dos trabalhos de Haber e explica as regras do debate (tempo para questionamento, resposta e réplica). II) Sorteio para escolha do grupo que irá iniciar o debate.	Gravador e bloco de anotações para registrar as ideias/argumentos dos estudantes.
8 e 9		- Realizar fechamento da sequência didática a partir de uma aula dialogada, pautada na sistematização e exercício dos conceitos fundamentais do equilíbrio químico.	Lista de Exercícios
10	- Ler e interpretar informações e dados apresentados na forma de equações químicas, tabelas, gráficos e esquemas. - Reconhecer que, em certas transformações químicas, há coexistência de reagentes e produtos (estado de equilíbrio químico, extensão da transformação). - Identificar as variáveis que perturbam o estado de equilíbrio químico. - Representar, por meio da constante de equilíbrio químico, a relação entre as concentrações de reagentes e produtos em uma transformação química. - Utilizar modelos explicativos para compreender o equilíbrio químico.	Avaliação dissertativa de Química estruturada em quatro partes: a) questões objetivas (teste); b) produção textual; c) questões analíticas; d) análise de tabelas e gráficos.	Instrumento avaliativo por escrito

que permitissem um aumento da produtividade da amônia favoreceu as discussões dos conceitos, das ideias vigentes no período e dos conflitos éticos entre os personagens envolvidos. Tal abordagem se mostrou importante na construção de uma imagem de ciência menos simplista e mais condizente com a realidade.

Além do texto, sugerimos o trabalho de Araújo e Baldinato (2015), que apresenta a tradução para o português da palestra proferida por Haber ao receber o prêmio Nobel pela síntese da amônia, em 1920. É interessante discutir com os estudantes alguns aspectos da fala de Haber, como, por exemplo, o conhecimento que detinha de tentativas anteriores para produção de amônia, como a via que utilizava a destilação do carvão, a síntese por cianamida e a indução da reação entre nitrogênio e oxigênio por descargas elétricas para produzir nitrato. Os cientistas que trabalharam na busca por uma solução viável para o processo são destacados nominalmente no decorrer do discurso. Além de realizar um levantamento dos trabalhos realizados na síntese da amônia, o cientista alemão discute os problemas envolvidos na busca por um catalisador ideal para a reação, os fatores termodinâmicos que interferem no rendimento da reação e na

viabilidade econômica do processo. Este viés dialoga com os trabalhos de Gil Pérez e colaboradores (2001), ao evidenciar que os resultados obtidos por Haber derivam, em parte, do conhecimento já adquirido por outros cientistas, de que as tentativas, os erros e a busca por soluções são intrínsecas à atividade científica.

Na sequência, realizamos uma atividade experimental (Aula 4) relacionada ao Princípio de Le Chatelier, a partir de quatro experimentos que abarcam efeitos de variação da concentração e da temperatura sobre equilíbrios químicos específicos. Esta atividade, realizada em grupo pelos estudantes, foi pensada a partir do artigo publicado por Ferreira, Hartwig e Rocha-Filho (1997). Inicialmente os estudantes investigaram o *efeito do íon comum*, a partir do equilíbrio de ionização da amônia. Neste sistema, eles realizaram a adição de bicarbonato de amônio para analisar a variação de coloração do sistema, que depende da concentração do íon amônio. Em seguida, investigaram como o *efeito da concentração* interfere no equilíbrio de hidrólise do íon bicarbonato, por meio do borbulhamento de gás carbônico em uma solução de bicarbonato de amônio. Por fim, investigaram o efeito do íon comum a partir do equilíbrio de ionização do ácido acético. Uma adaptação realizada em relação à proposta original foi solicitar que os estudantes registrassem por escrito uma previsão do que eles imaginavam que poderia ocorrer em cada sistema antes de adicionar a substância sugerida.

Na aula seguinte (Aula 5), a atividade experimental foi retomada em sala de aula, no intuito de discutir os aspectos conceituais, responder aos questionamentos propostos e sistematizar as principais ideias que foram abordadas desde o início desta sequência didática.

Em seguida (Aula 6), já com algumas ideias e questões levantadas, assistimos ao filme *Haber, o pai da guerra química* (35 minutos). O filme traça o perfil de Haber, um judeu que se converteu ao cristianismo para continuar sua carreira na sociedade alemã. Traz como narrativa paralela ao enredo principal, a sua relação com a esposa Clara Immerwahr (1870-1915), doutora em química pela Universidade de Breslau. Ela coloca sua carreira de lado para se dedicar aos cuidados com o filho do casal e a carreira do marido. Trabalha com Haber sem crédito, traduzindo suas publicações para o inglês. Haber tenta levá-la a lecionar na universidade, porém não obteve sucesso nessa tentativa. Clara se opunha ao envolvimento de Haber nos projetos de armas químicas, e tenta convencê-lo a parar. Na ausência de Haber, Clara usa seu revólver de serviço e comete suicídio. O enredo principal aborda a participação de Haber no primeiro teste de gás cloro em grande escala na Primeira Guerra Mundial, em abril de 1915, na cidade de Ypres, na Bélgica. Posteriormente, um dos primeiros decretos de Hitler, após a tomada do poder pelos nazistas em 1933, foi excluir os "não-arianos" do serviço público, fato que atingiria Haber devido a sua origem judaica. No entanto, devido a sua participação no programa de guerra, Haber poderia continuar, porém sem os seus colaboradores. Haber não aceita esta condição, se demite e vai embora da Alemanha. Após uma breve passagem pela Inglaterra e pela Palestina, Haber morre na Suíça, em 1934.

Nessa etapa da sequência didática, os estudantes se organizaram para a realização de um debate. Este desempenha um papel fundamental, pois mobiliza a capacidade dos estudantes em defender oralmente um ponto de vista, uma escolha ou um procedimento de descoberta.

O debate (Aula 7) coloca em jogo capacidades fundamentais, tanto do ponto de vista linguístico (técnicas de retomada do discurso do outro, marcas de refutação, etc.), cognitivo (capacidade crítica) e social (escuta e respeito pelo outro), como do ponto de vista individual (capacidade de se situar, de tomar posição, construção de identidade). Além disso, trata-se de um gênero relativamente bem definido, do qual os estudantes apresentam certo conhecimento sobre o qual podem se apoiar. Dentre as diferentes modalidades de debates, optamos pela realização de um debate de opinião de fundo controverso, que diz respeito às crenças e opiniões, não visando a uma decisão, mas a uma colocação em comum das diversas posições, com a finalidade de influenciar a posição do outro, assim como de precisar ou mesmo modificar a sua própria (Dolz; Schneuwly; Pietro, 2004).

Nessa etapa da sequência didática, os estudantes se organizaram para a realização de um debate. Este desempenha um papel fundamental, pois mobiliza a capacidade dos estudantes em defender oralmente um ponto de vista, uma escolha ou um procedimento de descoberta.

Cada etapa desse processo cumpriu a essencial função de articular aqueles saberes individuais, próprios do indivíduo, com saberes sociais, oriundos do aprendizado coletivo, num contexto cultural próprio.

As aulas 8 e 9, realizadas de forma dialogada com os estudantes, tiveram a intenção de resgatar os conceitos elaborados, as principais ideias apresentadas pelos estudantes nos diferentes momentos da SD e na resolução de exercícios que envolveram cálculo da constante de equilíbrio (K_c), a interpretação de seu valor e sobre deslocamento de equilíbrios.

Ao final do processo (Aula 10), na avaliação de Química, os estudantes foram incentivados a mobilizar seus saberes próprios e articulá-los com os conhecimentos construídos no coletivo sobre esta temática, para a elaboração de uma produção textual, a qual apresentamos a seguir, juntamente com alguns aspectos levantados no debate.

O debate e a produção escrita na avaliação de química

Para a realização do debate, os estudantes foram divididos em dois grupos: dos favoráveis a que Haber recebesse o Prêmio Nobel, devido ao seu trabalho na síntese da amônia; e dos contrários à premiação, por julgarem que seu papel no desenvolvimento de armas químicas mostra um desprezo

Quadro 2: Principais argumentos utilizados pelos estudantes no debate.

Argumentos discutidos pelos estudantes favoráveis à premiação de Haber
Invenção de um método que revolucionou a produção de alimentos.
Por ter pensado em uma forma de aumentar o rendimento da produção de amônia.
Por ser o pai da maior descoberta da humanidade.
Pelo seu espírito nacionalista, usou sua descoberta e seu conhecimento para o seu país.
Pelo fato de encontrar um catalisador e as condições ideais de pressão e temperatura para produção de amônia.
Argumentos discutidos pelos estudantes contrários à premiação
A amônia é matéria-prima para a produção de explosivos.
Participação no programa de gases de guerra da Alemanha na Primeira Guerra Mundial.
Por ferir acordos internacionais de não uso de armas químicas em guerra.
Por ferir a ética não respeitando a vida humana.

pela vida, algo que não pode estar vinculado à atividade científica. O quadro 2 sistematiza os principais argumentos discutidos pelos estudantes de ambos os grupos.

É válido destacar a presença, no texto dos estudantes, de ideias discutidas no decorrer do debate, o que demonstra que as discussões realizadas no coletivo contribuíram para o processo de aprendizagem do indivíduo.

Na avaliação de Química, foi solicitado aos estudantes que elaborassem um texto que abordasse os seguintes aspectos:

I) *A importância da síntese da amônia no contexto mencionado, tendo em vista o seu uso como matéria-prima na produção de explosivos e fertilizantes;*

II) *O papel de Fritz Haber no desenvolvimento do processo para a síntese da amônia, otimizando a sua rentabilidade e velocidade a partir do estudo das variáveis que interferem no processo, como pressão, temperatura e catalisador;*

III) *A questão ética que envolveu Haber, ganhador do prêmio Nobel de 1918 pelo seu trabalho na síntese da amônia, relativa à sua participação no programa de guerra de gases da Alemanha na Primeira Guerra Mundial.*

Abaixo, apresentamos a produção de dois estudantes (Dora e Gabriel – nomes fictícios), com as correções linguísticas. Optamos por numerar os parágrafos para facilitar a posterior referência a recortes da fala dos estudantes.

Texto elaborado por Dora

1. A síntese da amônia, desenvolvida pelo cientista alemão Fritz Haber no século XX, teve um papel decisivo para a Europa, tanto na questão da demanda por alimentos e eficácia na produção agrícola da região, quanto militar, da demanda de armamento bélico pelos Estados Nacionais europeus por conta da Primeira Grande Guerra.

2. A amônia, no setor da agricultura, é um importante fertilizante, que permite uma produção mais eficaz das plantações, já que é uma substância facilmente assimilada pelas plantas.

3. Entretanto, antes das descobertas de Haber, sua síntese era muito lenta e as reações para sua obtenção eram ineficazes e de baixo rendimento. Haber revoluciona este setor da ciência, pois consegue desenvolver a reação da síntese da amônia, de maneira que esta seja eficaz e rentável, por meio do uso de altas temperaturas durante a reação, pressões altas e de um catalisador, diminuindo a energia necessária de ativação da reação e aumentando a velocidade de produção da amônia, que sem estes recursos e variáveis, se dava em um processo muito lento.

4. Fritz Haber acaba ganhando um prêmio Nobel em seu nome pela decoberta, mas é criticado pela comunidade científica, pois utilizou a reação descoberta de síntese da amônia para a produção de explosivos, utilizados pela Alemanha durante a guerra, além de ter usado a sua descoberta do gás cloro para a demanda militar de seu país na guerra, num programa de "guerra de gases". Por muitos cientistas, esse feito foi considerado antiético, já que Haber estaria usando seus conhecimentos para interesses militares de destruição e não de ajuda ao ser humano.

Texto elaborado por Gabriel

5. A Europa é um local no qual a área disponível para a agricultura é reduzida. Deste modo, eram enviados, do Chile, minérios para serem usados como fertilizantes para tornar o processo de produção de alimentos eficiente. No entanto, com o bloqueio naval britânico, estes minérios não eram mais levados à Europa, e foi Fritz Haber que resolveu o problema.

6. A síntese da amônia já era uma reação conhecida, mas era uma reação com baixo rendimento. Deste modo, Haber alterou alguns fatores na reação para que esta se tornasse mais eficiente. O químico percebeu que, por se tratar de uma reação exotérmica, a temperatura ideal seria uma nem tão alta, para não favorecer a produção de reagente, mas também não tão baixa, para não prejudicar a cinética das moléculas.

7. Além disso, percebeu que, se aumentasse a pressão, a produção da amônia também seria favorecida, pois existem mais mols de reagente do que de produto. E, por fim, Haber tirava a amônia pronta, para esta não se transformar em reagente e favorecer a produção da amônia. Por conta disso, Haber resolveu o problema da produção de alimentos e ganhou o prêmio Nobel, algo que foi bastante polêmico, pois a amônia também serve como explosivo, e o químico usou seu conhecimento para a produção de gases que foram usados na guerra e mataram milhares de pessoas, sendo uma das guerras com mais mortes na história.

A inserção da produção de texto na avaliação de química evidencia não apenas como o indivíduo articula seus saberes em determinada situação, mas contribui para o professor refletir sobre o processo de ensino-aprendizagem. A inserção de um tema amplamente discutido no decorrer de uma sequência didática proporciona realizar um balanço das aquisições dos conceitos por parte dos estudantes. Segundo Hadji (2001), isso traz para avaliação uma dimensão prognóstica, no sentido que conduz a um melhor ajuste do ensino e da aprendizagem.

No caso das produções apresentadas, é interessante observar como os estudantes realizaram a composição do texto, por meio de organizações, reorganizações e categorizações de ideias. Ambos os estudantes mostram uma preocupação em apresentar ao leitor o contexto histórico (*parágrafos 1 e 5*), o que ajuda a introduzir o assunto que será abordado. Em seguida apresentam as contribuições realizadas por Haber na síntese da amônia (*parágrafos 3, 6 e 7*) e, por fim, discutem a participação de Haber no programa de armas químicas durante a Primeira Guerra Mundial (*parágrafos 4 e 7*).

É fundamental problematizar as situações em que os estudantes são colocados a expressar suas ideias no papel, pois o processo de escrita não é a simples tradução de pensamentos em palavras, mas pressupõe modificações essenciais de estruturação, o que é considerado um dos principais desafios com que os estudantes se deparam ao realizar esse tipo de tarefa (Astolfi; Peterfalvi; Vérin, 1998).

Considerações Finais

A incorporação da perspectiva histórica no ensino, a partir dos feitos de Haber, trouxe a discussão de como os interesses pessoais, políticos, governamentais, humanitários, bélicos e científicos permeiam a prática científica. Trata-se de algo fundamental na formação dos estudantes, por refletir acerca da atividade científica, que poucas vezes é realizada na escola pelo fato de, em muitos momentos, pautarmos nossa prática no ensino de conceitos científicos.

Em relação ao processo de ensino e aprendizagem é interessante registrar que a construção de uma narrativa a partir dos feitos de Fritz Haber para o ensino do equilíbrio químico contribuiu para tornar a aula mais dialogada, com os estudantes assumindo um maior protagonismo, como no momento da leitura do texto e no debate.

A mobilização de diferentes estratégias (leitura, experimento, filme, debate e produção escrita) contribuiu para alcançar os objetivos de aprendizagem elencados, uma vez que o estudante mobiliza seu intelecto para situações diversas, como sua competência leitora, a oralidade e a escrita.

Procuramos neste trabalho sinalizar um caminho que possa ser utilizado em sala de aula. Porém, acreditamos que existem outras vias para percorrê-lo, como a realização de um trabalho interdisciplinar entre os professores de História e Português, que podem contribuir, respectivamente, na contextualização histórica do período, na organização do debate e na produção textual.

Agradecimento

Agradeço à Escola da Vila e ao coordenador da área de Ciências Naturais (Ensino Médio), Divino Marroquini, pela disponibilidade e apoio em todas as etapas da execução desta atividade de ensino.

Nota

[1]Disponível em: < http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc18/A03.PDF> acesso em 04 mar. 2017.

Aroldo Nascimento Silva (arosilva32@gmail.com), licenciado em Química pelo IQUSP, mestre em Ensino de Ciências pelo Programa Interunidades em Ensino de Ciências pela USP, doutorando pela FEUSP, é professor na rede particular de ensino de São Paulo. São Paulo, SP – BR. **Ermelinda Moutinho Pataca** (ermelinda.pataca@gmail.com), licenciada em Química pela Unicamp, mestra e doutora na área de Educação Aplicada às Geociências pela Unicamp, é professora da Faculdade de Educação da USP. São Paulo, SP – BR.

Referências

ARAÚJO, M. C.; BALDINATO, J. O. A síntese de amônia: uma proposta de estudo histórico para a formação de professores de química vinculada ao Prêmio Nobel de Fritz Haber. *História da Ciência e Ensino*: construindo interfaces, v. 11, p. 91-129, 2015.

ASTOLFI, J-P.; PETERFALVI, B.; VÉRIN, A. *Como as crianças aprendem as ciências*. Retz, 1998.

BELHOSTE, B. Das ciências instituídas às ciências ensinadas, ou como levar em conta a atividade didática na história das ciências. *Revista Brasileira de História da Educação*, v. 11, n. 3 (27), p. 47-61, set./dez. 2011.

BRASIL, Ministério da Educação (MEC). *Base Nacional Comum Curricular* (BNCC). 2015. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/documentos/BNCC-APRESENTACAO.pdf>. Acesso em jan. 2017.

BRASIL, Ministério da Educação (MEC). *Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Graduação em Química*. Parecer CNE/CES n. 1303/2001, 6 de novembro de 2001.

BRASIL, Ministério da Educação (MEC). *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Resolução CNE/CP1, 18 de fevereiro de 2002.

CAMPOS, C.; CACHAPUZ, A. Imagens de Ciência em Manuais de Química Portugueses. *Química Nova na Escola*, n. 6, p. 24-29, nov. 1997.

CANZIAN, R; MAXIMIANO, F. A. Princípio de Le Chatelier: O que tem sido apresentado em livros didáticos. *Química Nova na Escola*, Vol. 32, n. 2, 107-119, 2009.

CHAGAS, A. P. A Síntese da Amônia: Alguns Aspectos Históricos. *Química Nova*, Vol. 30, n. 1, 240-247, 2007.

CHASSOT, A. *Alfabetização científica*: questões e desafios para a educação. Ijuí: Unijuí, 2000.

PÉREZ, D G., *et al.* Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 2, 125-153, 2001.

DOLZ, J.; BERNARD, S.; PIETRO, J. F; "Relato da elaboração de uma sequência: o debate público." *Gêneros orais e escritos*

na escola. Tradução e organização: Roxane Rojo e Glais Sales Cordeiro. Campinas: Mercado de Letras, 2004, p. 247-278.

FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. H; ROCHA-FILHO, R.C. Algumas Experiências Simples envolvendo o Princípio de Le Chatelier. *Química Nova na Escola*, n. 5, 28-31, maio, 1997.

GOODAY, G.; LYNCH, J. M.; WILSON, K. G.; BARSKY, C. K. Does Science Education Need the History of Science? *Isis*. Chicago, v. 99, n. 2, p. 322-330, 2008.

HADJI, C.; Avaliação Desmistificada. Artmed, 2001.

HODSON, D. Philosophy of Science, Science and Science Education. *Studies in Science Education*. Leeds, v. 12, p. 25027, 1985, p. 27.

JUSTI, R. S.; MILAGRES, V. S. O. Modelos de Ensino de Equilíbrio Químico – algumas considerações sobre o que tem sido apresentado nos livros didáticos no ensino médio. *Química Nova na Escola*, n. 12, p. 41-46, 2001.

MACHADO, A. H.; ARAGÃO, R. M. R. Como os Estudantes Concebem o Estado de Equilíbrio Químico. *Química Nova na Escola*, n. 4, p. 18-20, 1996.

MATHEWS, M. R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MAIA, D. J; GAZOTTI, W. A; CANELA, M. C.; SIQUEIRA, A. E. Chuva Ácida: um experimento para introduzir conceitos de equilíbrio químico e acidez no ensino médio. *Química Nova na Escola*, n. 21, p. 44-46, 2005.

MORTIMER, E. F.; SANTOS, W. Políticas e práticas de livros didáticos de química: o processo de constituição da inovação x redundância nos livros didáticos de química de 1833 a 1987. In: ROSA, M. I. P.; ROSSI, A. V. (Ed.). *Educação Química no Brasil*: memórias, políticas e tendências. Campinas: Átomo, 2008. p. 85-103.

PORTO, P. A. História e Filosofia da Ciência no Ensino de Química: Em busca dos objetivos educacionais da atualidade. In: Maldaner, O. A.; SANTOS, W. L. P. (Org.). *Ensino de Química em Foco*. 4. ed. Ijuí: Unijuí, 2010. p. 159-180.

RAVIOLO, A; GARRITZ, A. Analogias no Ensino de Equilíbrio Químico. *Química Nova na Escola*, n. 27, p. 13-25, 2008.

SABADINI, E.; BIANCHI, J. C. A. Ensino do Conceito de Equilíbrio Químico: uma breve reflexão. *Química Nova na Escola*, n. 25, p. 10-13, 2007.

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

SOARES, M. H. F. B; OKUMURA, F; CAVALHEIRO, E. T. G. Proposta de um jogo didático para ensino do conceito de equilíbrio químico. *Química Nova na Escola*, n. 18, p. 13-17, 2002.

ZANON, L. B.; MALDANER, O. A. (Ed.). *Fundamentos e Propostas de Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil*. Ijuí: Unijuí, 2007.

Abstract: *The Teaching of Chemical Equilibrium from the works of the German scientist Fritz Haber in the ammonia synthesis and the chemical weapons program during the First World War.* In this paper we discuss a didactic experience, carried out with students of the final years of high school in a school in the city of São Paulo (SP), which presents a perspective on the integration of aspects of History of Science in the teaching of Chemistry, with the intention of promoting reflections on the social, political and economic aspects of scientific practice. The historic approach focused on the work of German chemist Fritz Haber in the search for a solution that would increase the yield of ammonia synthesis reaction and his participation in the development of chemical weapons during World War I.
Keywords: history of chemistry, chemistry teaching, Fritz Haber, chemical equilibrium

ANEXO I

Fritz Haber, notável cientista e diretor de pesquisa, assessor do exército alemão durante a Primeira Guerra Mundial

"O coração tem razões que a própria razão desconhece"

No início do século XX, a questão da produção de alimentos era muito importante para a Europa, onde a área disponível para a agricultura é muito reduzida. Era importante, naquela época, aumentar a eficiência na produção de alimentos com o uso de fertilizantes. O uso de nitratos (NO_3^-) para fertilizar os solos era uma prática comum no século XIX. Com a descoberta de que a amônia (NH_3) poderia ser utilizada como matéria-prima para a produção de fertilizantes nitrogenados, alguns cientistas começaram a estudar as possibilidades de transformar o gás nitrogênio (N_2) do ar em nitratos (NO_3^-) ou NH_3 assimiláveis pelas plantas.

Atualmente, a aplicação mais importante da amônia é na produção de fertilizantes (80%). Cerca de 10% da amônia produzida anualmente é utilizada na fabricação de plásticos e fibras sintéticas; 5% é utilizada na fabricação de explosivos, como a nitrocelulose, a nitroglicerina, nitrato de amônio e o trinitrotolueno (TNT). Usa-se ainda na produção de carbonato de sódio, como aditivo em perfumes e corantes. A Figura 1 mostra as diversas aplicações da amônia.

Além da questão que envolve a produção de alimentos, a molécula de amônia (NH_3) tornou-se decisiva na Primeira Guerra Mundial. Como pode ser observado na figura, a amônia é a matéria-prima para a fabricação do ácido nítrico, HNO_3, de que se precisa para fazer explosivos.

Não se encontram comumente nitratos na Natureza, porque eles são muito solúveis em água e tendem a se dispersar no ambiente, mas, nos desertos extremamente áridos do norte do Chile, enormes depósitos de nitrato de sódio (chamado salitre do Chile) foram minerados nos dois últimos séculos como fonte de nitrato para a preparação direta de ácido nítrico.

Durante a Primeira Guerra Mundial, um bloqueio naval britânico impediu o envio de salitre do Chile para a Alemanha. Sendo os nitratos substâncias químicas estratégicas, necessárias para a manufatura de explosivos, os alemães precisaram encontrar outra fonte.

Alguns processos foram desenvolvidos para produção de amônia, mas em todos eles o rendimento da produção era baixo e envolvia um grande esforço energético. Desde

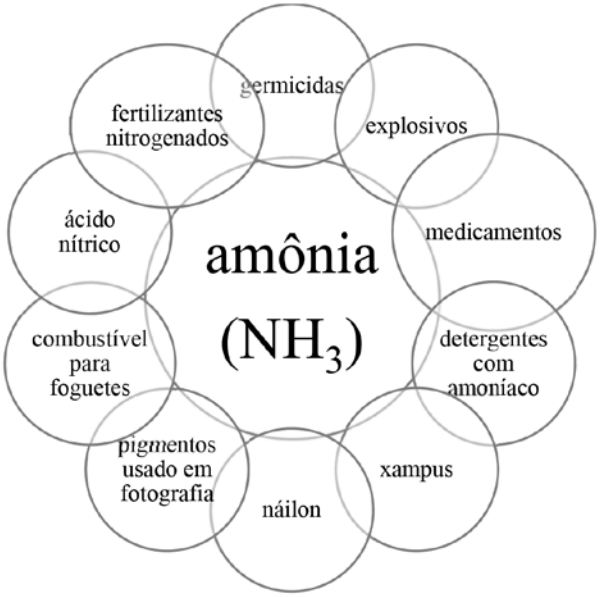


Figura 1. Alguns produtos obtidos a partir da amônia (Marcondes *et al.*, 2001)

1795, já se sintetizava NH_3 a partir dos gases hidrogênio (H_2) e nitrogênio (N_2). No entanto, à pressão e temperatura ambientes, a reação produzia uma quantidade muito pequena de NH_3, e a elevação da temperatura parecia não contribuir para aumentar significativamente sua produção.

Foi Fritz Haber (1868-1934), químico alemão, quem resolveu, do ponto de vista da Química, o problema de síntese de NH_3 a partir de nitrogênio e hidrogênio. Isso lhe valeu o prêmio Nobel de Química de 1918.

A equação da reação de produção de NH_3 a partir de nitrogênio e hidrogênio pode ser escrita da seguinte forma:

$$N_2\,(g) + 3\,H_2\,(g) \rightleftharpoons 2\,NH_3\,(g)$$

$$\Delta H = -45{,}9\ kJ.mol^{-1}\ \text{de amônia, a 298 K (25 °C)}$$

O exame da equação permite perceber que todas as espécies envolvidas são gasosas, que o número de moléculas gasosas é maior nos reagentes do que nos produtos, e que a reação é exotérmica, portanto libera energia sob a forma de calor para o ambiente.

Haber conseguiu resolver o problema de usar nitrogênio atmosférico (N_2) inerte trabalhando com condições de reação que produziam o máximo de amônia com o mínimo custo: pressão alta, temperatura de cerca de 400 a 500º e remoção da amônia assim que ela se formava.

Considere os dados da Tabela 1, que relaciona porcentagens de NH_3 formada a partir de uma mistura de H_2 e N_2 na proporção de 3:1 em diferentes temperaturas e pressões.

Grande parte do trabalho de Haber consistiu em encontrar um catalisador para aumentar a velocidade dessa reação particularmente lenta.

Seus experimentos tinham por objetivo produzir amônia para a indústria de fertilizantes. Na época, os depósitos de salitre do Chile forneciam a matéria-prima para a fabricação

Tabela 1: Porcentagens de amônia formada a partir de uma mistura de H_2(g) e N_2(g) na proporção de 3:1 (Marcondes *et al.*, 2001).

Temperatura (em °C)	Pressão (em atm)			
	200	300	400	500
400	38,7	47,8	58,9	60,6
450	27,4	35,9	42,9	48,8
500	18,9	26,0	32,2	37,8
550	12,8	18,4	23,5	28,3
600	8,80	13,0	17,0	20,8

de dois terços dos fertilizantes produzidos no mundo; como eles estavam se esgotando, tornara-se necessário encontrar uma rota sintética para a produção de amoníaco. Em 1913, a primeira fábrica de amoníaco sintético do mundo já havia sido implantada na Alemanha, e quando o bloqueio britânico cortou o fornecimento a partir do Chile, o processo de Haber, como até hoje é conhecido, foi rapidamente expandido para outras fábricas destinadas a fornecer amônia não só para fertilizantes como para munições e explosivos. Em reação com o oxigênio, a amônia produzida forma dióxido de nitrogênio (NO_2), o precursor do ácido nítrico (HNO_3). O bloqueio britânico foi, portanto, irrelevante para a Alemanha, que já era capaz de produzir amônia para fertilizantes e ácido nítrico para a fabricação de compostos nitrados explosivos. A fixação do nitrogênio havia se tornado um fator decisivo na guerra.

O Prêmio Nobel de Química de 1918 foi concedido a Fritz Haber por seu papel no desenvolvimento do processo para a síntese do amoníaco, que acabou conduzindo a uma maior produção de fertilizantes e, consequentemente, à maior capacidade da agricultura de produzir alimentos para a população mundial. A divulgação do prêmio, porém, suscitou uma tempestade de protestos, em razão do papel que Fritz Haber desempenhara no programa de gases de guerra da Alemanha, na Primeira Guerra Mundial. Em abril de 1915, cilindros de gás cloro haviam sido liberados numa linha de frente de quase cinco quilômetros perto de Ypres, na Bélgica. Cinco mil homens haviam morrido e outros dez mil sofreram efeitos devastadores no pulmão em consequência da exposição ao cloro. Sob a direção de Haber, o programa de gases de guerra testou e usou várias substâncias novas, entre as quais o gás mostarda e o fosgênio. Embora, em última análise, os gases de guerra não tivessem sido um fator decisivo no desfecho do conflito, aos olhos de muitos dos pares de Haber a grande inovação que ele desenvolvera anteriormente – tão decisiva para a agricultura mundial – não contrabalançava o resultado aterrador da exposição de milhares de pessoas a gases venenosos. Para muitos cientistas, conceder o Prêmio Nobel a Haber, nessas circunstâncias, foi uma ironia grotesca. Haber, que via pouca diferença entre a guerra convencional e a de gases, ficou extremamente perturbado com essa controvérsia.

Alguns dias após o ataque em Ypres, Haber estava em Berlim, e sua esposa Clara pediu-lhe que deixasse de trabalhar com gases venenosos. Certamente ele não lhe deu ouvidos, e na madrugada de 2 de maio ela se suicidou com a própria arma de Haber, então Capitão Honorário do Exército Alemão. Dias depois, ele embarcou novamente para a linha de frente (agora na frente leste) e de lá escreveu para um amigo: "Durante um mês, não pensava poder resistir a esse golpe, mas, na presença da guerra, acalmei-me, por força de ver as imagens sinistras e do dever de haurir os últimos recursos que existem em mim."

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

CHAGAS, A. P. A Síntese da Amônia: Alguns Aspectos Históricos. *Química Nova*, vol. 30, n. 1, p. 240-247, 2007.

LE COUTEUR, P.; JAY, B. *Os Botões de Napoleão*: 17 moléculas que mudaram a história. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed, 2006.

MARCONDES, M. E. R. *et al. Interações e Transformações II* - reelaborando conceitos sobre transformações químicas (cinética e equilíbrio), 3ª. ed., vol. 2. São Paulo: EDUSP, 2001, p. 15 e 26.

PEREIRA, E. D. B. *Passado, presente e futuro da produção industrial do amoníaco*: uma investigação documental. 2009. 292 f. Dissertação (Mestre em Química) - Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Portugal, 2009.

http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160103

Práxis e Identidade Docente: Entrelaces no Contexto da Formação pela Pesquisa na Licenciatura em Química

Kenia C. M. O. Silva e Nyuara A. S. Mesquita

A práxis como viés formativo constitui-se em perspectiva transformadora da realidade. Nesse viés, o estágio, espaço propício para a formação dos primeiros traços da identidade docente, torna-se fundamental para a superação da prática como imitação de modelos. A partir dessa concepção formativa, foram analisados os dezoito projetos pedagógicos dos cursos (PPC) de Licenciatura em Química de Goiás tendo como foco a construção da identidade docente na perspectiva da pesquisa. A partir da Análise Textual Discursiva evidenciou-se que a maioria dos PPC não propõe a pesquisa como eixo formativo e, apesar de algumas tentativas de aproximação da pesquisa com o estágio e de sua relevância para a formação da identidade profissional, em vários casos essa aproximação não se concretiza. Além disso, alguns documentos ainda se pautam por uma visão tecnicista do conhecimento, dialogando pouco com as diretrizes para a formação de professores, imprimindo uma visão bacharelesca para a formação docente.

▶ práxis, estágio, formação pela pesquisa ◀

Recebido em 09/12/2016, aceito em 19/05/2017

O termo "práxis" tem origem grega, significando "ação", "prática"; entretanto, a reformulação de seu significado tem raízes marxistas e foi amplamente discutido por Vázquez (2011). Para esse autor, a práxis não está reduzida à prática ou interligada entre teoria e prática: é atitude e postura humana capaz de transformar o mundo. Para Vázquez (2011), a práxis ocupa o lugar central da teoria marxista, que não se limita apenas a interpretar o mundo, mas se concebe como elemento principal na transformação deste.

A partir de tal perspectiva, a práxis se configura como uma forma de atividade específica. Destaca-se ainda que a atividade teórica não é por si só uma práxis, pois falta a esta o lado material e objetivo – a sua existência é apenas subjetiva. Nesse aspecto, o autor chama de práxis a atividade prática material, que transforma o mundo natural e humano, destacando a relevância da teoria frente à concretização da práxis.

Trazendo a concepção de práxis para o estágio nos cursos de licenciatura em química, argumenta-se que se o estágio é um *locus* para a construção do conhecimento, ele precisa ir muito além da aplicação da teoria ou da intersecção entre teoria e prática. O estágio pode ser propício para a preparação da práxis em que os futuros professores tenham formação e ação capazes de não apenas interpretar o meio social, mas de transformá-lo objetiva e subjetivamente, tendo ações intencionais, a partir de sua formação, sobre o seu futuro campo de trabalho e sobre a sociedade em geral.

Trazendo a concepção de práxis para o estágio nos cursos de licenciatura em química, argumenta-se que se o estágio é um *locus* para a construção do conhecimento, ele precisa ir muito além da aplicação da teoria ou da intersecção entre teoria e prática. O estágio pode ser propício para a preparação da práxis em que os futuros professores tenham formação e ação capazes de não apenas interpretar o meio social, mas de transformá-lo objetiva e subjetivamente, tendo ações intencionais, a partir de sua formação, sobre o seu futuro campo de trabalho e sobre a

A seção "Ensino de Química em Foco" inclui investigações sobre problemas no ensino de Química, com explicitação dos fundamentos teóricos, procedimentos metodológicos e discussão dos resultados.

sociedade em geral. Para Garcez *et al.* (2012), ao discutirem as possibilidades e responsabilidades vividas pelo estagiário em seu processo formativo:

> *É necessário que o estagiário se torne sujeito de sua ação, sendo esta ação mediada pelos demais sujeitos envolvidos no processo formativo. A ação docente calcada em tais preceitos precisa superar a visão reducionista da prática pedagógica vinculada apenas ao saber fazer restrito às ações do cotidiano escolar* (Garcez *et al*., 2012, p. 150).

Esse movimento pode se configurar superando ações lineares e pragmáticas de observação, regência coparticipativa e regência durante as 400 horas de estágio. Além disso, significa um momento de reflexão tanto da ação própria como da ação do outro, e implica em um posicionamento crítico, para que, posteriormente, associando a subjetividade e a "consciência crítica" com o conhecimento até então adquirido, o sujeito possa ter uma ação voltada ao social com o intuito de modificar e melhorar o seu campo de trabalho.

Destaca-se então, a atividade *ensinar* como prática social e de operação intencional, traduzindo-se em práxis. Ressalta-se que essa compreensão se dá atrelando e reconhecendo a necessidade da teoria na elaboração da prática social e material. Nesse sentido, Pimenta e Lima (2012) ponderam que o estágio é instrumento da práxis, pois é no contexto escolar que a práxis se dá e, dessa forma, consideramos que o estágio é uma atividade preparadora da práxis.

A práxis não deverá ter seu fim no estágio, mas emergir a partir daí sendo um dos objetivos do estágio *estudar* a realidade. Para tanto, o estágio necessita se transfigurar em um *locus* de conhecimento e não apenas de aplicação do conhecimento, e também em um *locus* de aprendizagem, em que o estagiário aprende a interpretar a prática dos sujeitos e sua própria prática. O estágio pode possibilitar ao futuro professor propor e aplicar mudanças no âmbito educacional e social, o que requer uma formação diferenciada. É importante ressaltar que a formação inicial dos professores e o estágio estão intimamente ligados à identidade docente que o aluno terá. Nesse aspecto, cabe uma melhor discussão sobre a relação entre identidade docente e estágio.

Relações Entre Identidade Docente e o Desenvolvimento Do Estágio

A priori, cabe destacar o que vem a ser identidade. A palavra identidade é compreendida por Dubar (2009) como aquilo que diferencia algo, ao mesmo tempo em que é compartilhado. Assim, pode-se elucidar o termo identidade como aquilo que não é propriamente essencial, porém aquilo que pode ser especificamente diferenciado. Para o autor, são traços e características que tornam possíveis distinguir sujeitos e grupos. Nesse sentido, é importante apresentar uma reflexão sobre a identidade docente, a qual possui traços que a diferem de outras profissões, tornando-a um grupo, porém um grupo heterogêneo. Esse grupo heterogêneo é composto por sujeitos que se distinguem entre si em vários aspectos, o que torna a identidade docente um campo de estudo abrangente.

Nesse contexto, vários traços constituintes da identidade docente emergem a partir de aprendizagens e construções. Pimenta e Lima (2012) reforçam que os alunos aprendem imitando e se referenciando em seus professores, analisando criticamente a prática de seus professores e também criando seus próprios modelos e métodos. A partir dessa perspectiva, pode-se dizer que a aprendizagem é subjetiva e social, o que faz com que a formação da identidade docente também se configure nesse viés. A formação da identidade docente é subjetiva, no sentido em que cada licenciando retém para si um aprendizado e um ideal, construindo interiormente seus modelos ou escolhendo qual modelo seguir. É social, pois essa construção reflete as intencionalidades de outros sujeitos na sua formação, tanto de professores como de colegas ou alunos.

A formação da identidade docente é subjetiva, no sentido em que cada licenciando retém para si um aprendizado e um ideal, construindo interiormente seus modelos ou escolhendo qual modelo seguir. É social, pois essa construção reflete as intencionalidades de outros sujeitos na sua formação, tanto de professores como de colegas ou alunos.

Entretanto, cabe ressaltar alguns modelos de formação da identidade docente, em conformidade com Diniz-Pereira (2014). O primeiro modelo a ser destacado é a racionalidade técnica, que tem características positivistas e geralmente está atrelada à prática como imitação de modelos, em que o aluno imita o professor, que é imitação de outro, e assim sucessivamente. Pimenta e Lima (2012) afirmam que esse processo se mostra insuficiente frente à proposta de formação crítica e apresenta alguns limites, pois, além de uma formação acrítica, o futuro professor pode adotar métodos inadequados para o que lhe é exigido.

Outro modelo de identidade docente é a racionalidade prática, em que a prática se torna o eixo central na construção do conhecimento. O ensino tende ao caráter prático respaldado na teoria, ocorrendo a tentativa de superação da dicotomia entre teoria e prática. Entretanto, o estágio, e a formação de professores em geral, não podem se limitar à intersecção entre teoria e prática dando enfoque maior ao contexto da prática, pois, segundo Magalhães (2010), a formação docente propende à mudança de epistemologia prática à práxis, contribuindo para um ensino reflexivo, que supere a racionalidade técnica e prática. Essa superação se configura no modelo da racionalidade crítica, em que o professor se constitui em um profissional crítico e autônomo, capaz de tomar decisões de forma intencional e consciente. Na perspectiva da racionalidade crítica, a prática tem caráter

social e é concebida como um processo dialético e recursivo, em que a teoria exerce um papel fundamental. Diniz-Pereira (2014) pondera que, nesse modelo,

> *A educação é historicamente localizada – ela acontece contra um pano de fundo sócio-histórico e projeta uma visão do tipo de futuro que nós esperamos construir –, uma atividade social – com consequências sociais, não apenas uma questão de desenvolvimento individual –, intrinsecamente política – afetando as escolhas de vida daqueles envolvidos no processo – e finalmente, problemática* (Diniz-Pereira, 2014, p. 39).

Nesse sentido, cabe ao professor não somente a ação de ministrar aulas de conteúdos específicos, pois sua atividade transcende essa exigência. Segundo Ventorim (2010), na ação docente devem estar englobadas as dimensões do saber, do saber fazer e do saber conviver. Pode-se afirmar, então, que a profissão do professor se configura como algo intencional, o que torna necessária uma ressignificação no que diz respeito à identidade docente do cenário atual.

Dessa forma, é considerável uma reflexão sobre a contribuição do estágio nessa formação, pois, como enfatizam Mesquita e Soares (2011), este se constitui como um importante espaço formativo em que o futuro professor relaciona o conhecimento acadêmico às suas futuras práticas. Assim, no momento do estágio, considerado o espaço propício para a formação dos primeiros traços da identidade docente, torna-se crucial a superação da prática como imitação de modelos e também da racionalidade prática, contemplando o modelo da racionalidade crítica.

Segundo Ventorim (2010), na ação docente devem estar englobadas as dimensões do saber, do saber fazer e do saber conviver. Pode-se afirmar, então, que a profissão do professor se configura como algo intencional, o que torna necessária uma ressignificação no que diz respeito à identidade docente do cenário atual.

Entretanto, cabe ao estágio, compreendido como o *locus* de aprendizagem e conhecimento, assegurar ao aluno uma vivência e um saber relacionado à cultura e à sociedade atual, preparando-o para se posicionar frente aos desafios e circunstâncias que o seu futuro campo de trabalho lhe impõe, gerando, a partir daí, os primeiros traços de sua identidade profissional, sendo que esta implica na ação do sujeito na sociedade. Isso pode se desenvolver a partir de uma vivência e de trocas entre universidade e escola, tornando-se possível ressignificar a identidade profissional docente, em que se identificam traços pragmáticos e distantes de uma práxis (Ventorim, 2010).

A Formação Pela Pesquisa: o Estágio Como Campo de Construção de Saberes

Um caminho possível para a ressignificação da identidade profissional docente é legitimar a pesquisa como um eixo formativo. Defende-se aqui uma formação pela pesquisa – o que não se pode confundir com a inserção de aspectos da pesquisa na formação, como elaboração de projetos – elegendo o estágio como "campo de conhecimento e espaço de formação cujo eixo é a pesquisa" (Pimenta; Lima, 2012, p. 24).

A formação pela pesquisa parte da educação como processo de formação da competência humana. Demo (2005) afirma que, para que haja tal formação, é necessária uma atitude cotidiana, isto é, um constante movimento a partir da pesquisa, tendo-a como atitude habitual e não como atitude circunstancial. Nesse processo, o aluno é considerado um sujeito participativo e parceiro de trabalho e não objeto de ensino. Essa proposta foge da aula copiada ou treinada, pois, para o autor, esse tipo de aula não educa mais que outras instâncias estabelecidas pelo senso comum.

Assim, professores e alunos exercem a condição de pesquisadores, se tornando não apenas profissionais da pesquisa, mas profissionais da educação pela pesquisa e questionadores de si e do meio, processo em que ocorre a passagem de objeto para sujeito a partir da educação (Demo, 2005). Entretanto, o autor afirma que educar não é apenas ensinar: trata-se, antes, de formar a criticidade, criatividade e autonomia do sujeito, fazendo com que este seja capaz de formulação pessoal. Nesse viés, a pesquisa tem como ponto de partida o contexto e o social.

Destarte, é inexequível a dicotomia entre teoria e prática e, na formação pela pesquisa, elas caminham juntas, transformando o mero aprender em aprender a aprender e concatenando educação à ação social, gerando assim uma práxis educativa.

Assim, de acordo com Galiazzi (2003), formar pela pesquisa faz com que o aluno seja capaz de questionar sobre si e sobre o meio, tendo atitudes críticas e autocríticas diante do que está imposto. Por conseguinte, o aluno, além de conhecer a realidade (teoria), tem criticidade diante dela e atitudes para transformá-la (atividade prática social), o que consequentemente, resulta em práxis. Assim, torna-se possível compreender que, a partir do momento em que se lança mão da formação pela pesquisa no estágio, o que contribui para a formação da identidade docente a partir da racionalidade crítica, pode-se contribuir também para formação da práxis, pois a educação pela pesquisa é considerada um movimento dialético e recursivo.

Nesse aspecto, argumenta-se que teoria e prática trabalhadas no estágio como campo de aprendizagem e conhecimento de forma dialética, a partir da formação pela pesquisa, levam à práxis educativa, que se torna capaz de superar o movimento linear e pragmático encontrado em estágios de cursos de formação de professores que compreende, na maioria das vezes, apenas as etapas de observação e regência nas salas de aula conforme sinalizam Barreiro e Gebran (2007).

De acordo com essa perspectiva, elaborou-se a Figura 1, para ilustrar melhor a ideia apresentada. A figura foi

Fonte: as autoras

Figura 1: Representação dialética do estágio como campo de aprendizagem e conhecimento.

desenvolvida considerando a educação pela pesquisa em um movimento recursivo e dialético como eixo central, capaz de gerar uma práxis no estágio, o qual terá como princípio a aprendizagem e o conhecimento. Nesse modelo, a teoria e a prática permeiam as três fases do estágio, que não será desenvolvido de forma linear, mas de forma dinâmica, em que nenhuma fase preceda à outra de forma sistemática. Isso significa que a observação, a regência coparticipativa e a regência podem e necessitam compor o estágio, mas não necessariamente ser desenvolvidas nessa sequência. Pois, considera-se em todas as fases a relação com a teoria e a prática de forma intencional, configurando, nesse sentido, o estágio como momento de aprendizagem e conhecimento. Entretanto, referente à ideia apresentada, o modelo que mais se aproxima é o da racionalidade crítica, e o que mais se distancia é o da racionalidade técnica.

Nesse sentido, destaca-se que a Resolução nº 2, de 1º de julho de 2015 – que define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada – enfatiza a pesquisa no contexto formativo. Dessa forma, nota-se, na atual resolução para a formação de professores, que a formação pela pesquisa vem ganhando espaço no contexto educacional e formativo quando se compara este documento com a resolução anterior, em que a pesquisa era citada de maneira mais superficial sem ser, necessariamente, considerada como um eixo formativo.

Importante salientar que a inserção da pesquisa na formação inicial pode contribuir no sentido de que seja superada a visão da racionalidade técnica que, desde a implantação das licenciaturas no Brasil na década de 1930, consolidou-se como modelo formativo tendo como perspectiva a separação entre as disciplinas de conteúdo específico, ministradas nos primeiros três anos do curso, e as de conteúdo pedagógico, ministradas apenas na etapa final da formação. Esse modelo resultava no "reducionismo da formação pedagógica à didática, na sua dimensão técnica e funcional; ou seja; reduzida a um conjunto de técnicas úteis para a transmissão do saber adquirido nos três anos iniciais" (Quadros, 2013, p. 4177). Dessa forma, reforça-se a ideia de que a pesquisa como elemento formativo insere, no contexto formativo, entrelaçamentos que podem promover um movimento dialético entre teoria e prática, tornando possível a emergência da práxis (Galiazzi, 2003).

A partir de tais aspectos, o presente trabalho, que representa um recorte de uma pesquisa de mestrado, buscou investigar, nos dezoito projetos pedagógicos de cursos (PPC) de licenciatura em química ofertados no estado de Goiás, as perspectivas apresentadas para o desenvolvimento do Estágio Supervisionado. O foco investigativo considerou um olhar mais atento para as relações estabelecidas entre a visão de estágio apresentada nos documentos e a construção da identidade docente na formação do licenciado.

Metodologia

O presente trabalho se caracteriza como uma pesquisa qualitativa. Para o seu desenvolvimento adotamos a Análise Textual Discursiva (ATD), proposta por Moraes e Galiazzi (2007). De acordo com os autores, a ATD tem como objetivo compreender através de hipóteses e auxiliar na reconstrução de conhecimentos, por meio dos documentos selecionados para a análise, que se constituem no *corpus*. A ATD se desenvolve em três etapas: 1) desmontagem dos textos, que consiste na desconstrução e na fragmentação do texto do *corpus* com o intuito de analisar o que é comum; 2) estabelecimento de relações, que constitui a categorização, tendo como objetivo proporcionar uma nova compreensão dos textos a partir da análise; e 3) captação do novo emergente,

em que o pesquisador inicia sua produção textual resultante das análises.

Sendo assim, para a presente pesquisa, como *corpus* temos os Projetos Pedagógicos de Curso (PPC) de todos os cursos de licenciatura em química presenciais do estado de Goiás. Ao todo são dezoito cursos entre os Institutos Federais, universidades federais, universidades estaduais e universidades privadas. Os PPC foram obtidos por meio de solicitações às coordenações das licenciaturas. Pelo fato destes serem documentos públicos, caso não estejam disponibilizados nos sítios das instituições, podem ser solicitados aos responsáveis pelos cursos. Para efeito de resultados, numeraram-se os PPC de 1 a 18.

No *corpus* desta pesquisa, o foco da análise foi todo o texto dos PPC que diz respeito ao Estágio Supervisionado. Nessa perspectiva, inicialmente, foi feita uma revisão bibliográfica sobre o tema e o aprofundamento das leituras dos referenciais adotados. Em seguida, conforme as etapas da ATD, iniciaram-se as leituras dos documentos selecionados e, no decorrer das leituras, os textos foram "desmontados" dando origem às unidades de análise.

A partir da elaboração das unidades de análise, foram estabelecidas relações entre elas, o que resultou na categorização, dando origem a três categorias finais: 1) Concepção de estágio nos PPC; 2) Teoria e Prática e 3) Identidade docente na perspectiva da pesquisa. Para o presente artigo, serão discutidos os aspectos relacionados à categoria Identidade docente na perspectiva da pesquisa.

Resultados e Discussões

Na análise dos projetos pedagógicos, foi possível verificar que todos eles estão de acordo com a resolução CNE/CP 2/2002, que estipula a carga horária mínima de 400 horas para a execução do estágio supervisionado. Os PPC 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 12, 14, 17 e 18 totalizam a carga horária exata de 400 horas; o PPC 10 contempla 405 horas de estágio; o PPC 11 e o PPC 13 perfazem 420 horas; o PPC 15, 416 horas e o PPC 16, 408 horas. Os dezoito PPC citam a resolução CNE/CP 2/2002 como justificativa da carga horária e do início do estágio a partir da segunda metade do curso.

É válido ressaltar que os PPC analisados, em geral, seguem um desenvolvimento tradicional de observação e regência. Entretanto, alguns implementam a pesquisa ou a tentativa de pesquisa e outros aspectos em seu desenvolvimento. Pode-se afirmar que todos os PPC propõem a execução do estágio a partir da observação e da regência. A crítica do presente trabalho não se dá a esse desenvolvimento em si, considerando-se que, segundo Barreiro e Gebran (2007), esses momentos são importantes e válidos no desenvolvimento do estágio. Porém, o que se torna um entrave ao aprendizado e à formação do futuro docente é o pragmatismo encontrado em alguns critérios de desenvolvimento desses momentos, pois, como sinalizam Barreiro e Gebran (2007), a observação por observação não legitima uma aprendizagem efetiva, e apenas pode alavancar a cópia de modelos de ensinos ultrapassados, o que pode resultar em uma formação deficiente de futuros profissionais.

Assim, é necessário que à observação e à regência estejam atrelados outros aspectos e critérios para a execução do estágio, como, por exemplo, a pesquisa, que está na redação da proposta de estágio de alguns PPC. Podem-se citar outros aspectos além da pesquisa, como execução de projetos, fornecimento de bolsas, entre outros. Nesse sentido, foi possível observar que alguns dos PPC, como os PPC 06, 14 e 17, propuseram alternativas que podem superar a linearidade presente no método tradicional de desenvolvimento do estágio. Em alguns PPC foi considerado o momento da construção do conhecimento do estágio junto à instituição formadora. Nesses PPC, foram propostas discussões mais amplas sobre o futuro campo de trabalho do estagiário e o incentivo ao desenvolvimento de projetos e pesquisas no decorrer do estágio, que podem auxiliar no desenvolvimento docente do educando. Essas alternativas estão sintetizadas no Quadro 1.

Entretanto, outros PPC, como o 02, o 04, o 05 e o 07, não superaram o pragmatismo imposto desde as primeiras práticas de ensino. Reconhecendo a importância do estágio

Quadro 1: Alternativas que podem superar o pragmatismo presente no método tradicional de desenvolvimento de estágio.

PPC	Propostas de desenvolvimento dos PPC
06	Proporcionar a interação sistemática com as escolas do sistema de educação básica, que permita ao aluno, o desenvolvimento de projetos de ensino e pesquisa em ensino; reconhecer que para alcançar a autonomia docente é importante saber como são produzidos os conhecimentos a serem ensinados, portanto, que tenham noções básicas dos contextos de aplicação dos métodos de investigação usados pelas diferentes ciências (p. 81).
14	Desenvolver atividades escolares relacionadas à organização administrativa, político pedagógica, bem como na regência supervisionada de classes de Química em escolas da comunidade. Elaboração e defesa do relatório final de pesquisa em Educação em Química e Ciências iniciado no Estágio de Licenciatura 1 e desenvolvido no Estágio de Licenciatura 2 (p. 32).
17	Contribuições didático-pedagógicas na formação de professores de Química. Interdisciplinaridade e Contextualização (uso de materiais paradidáticos). Contemplação reflexiva da prática de planejamento, seleção e produção de material didático. Provas de Vestibulares. Elaboração e execução de projetos de Ensino. Regência em sala de aula em Química e no Ensino Médio (p. 117).

Fonte: Quadro elaborado pelas autoras com transcrição literal dos PPC 06, 14 e 17

na formação dos primeiros traços da identidade docente, e o papel da pesquisa para que essa identidade possa ser formada, discutiremos então, como essas temáticas estão inseridas nos PPC em questão.

O processo de categorização emergiu da etapa de unitarização em que, nas leituras dos PPC, foram sendo destacados recortes dos textos que apresentavam semelhanças em termos de perspectivas formativas. Foram identificadas várias unidades, mas nem todas têm relação com a categoria discutida no presente artigo. As unidades a partir das quais foram sendo estabelecidas relações para a elaboração e discussão da categoria *Identidade docente na perspectiva da pesquisa*, são apresentadas no Quadro 02: conceituação de estágio como campo de aprendizagem e conhecimento; referência à pesquisa no estágio e preparação para a práxis com proposta de execução da pesquisa no estágio.

Com o estudo dos PPC, foi possível categorizá-los em três grupos: os bacharelescos, os mistos e os específicos para a docência. No primeiro grupo se enquadram aqueles que mais se aproximam dos cursos de bacharelado, isto é, os que dão relevância excessiva às práticas de laboratórios, a serviços prestados à indústrias e colocam a docência em um segundo plano, não fazendo desta a sua atividade principal. Apesar dos cursos dos PPC analisados terem disciplinas pedagógicas desde o início do curso, suas práticas ainda são reflexos das licenciaturas das décadas de 1930 e 1940, em que se iniciou o modelo "3+1" (Quadros, 2013). Enfim, são os cursos que não conseguiram romper totalmente com as práticas desse modelo e superar a racionalidade técnica, e que não consideram nenhum dos princípios a seguir: concepção de estágio como campo de aprendizagem e conhecimento, referência à pesquisa no decorrer do estágio e preparação para a práxis com execução de pesquisa no momento do estágio.

O segundo grupo refere-se àqueles PPC que dão o devido valor à docência, porém ainda têm cunho de bacharéis e não estabelecem relevância significativa à pesquisa docente para a formação da identidade profissional. Nesse grupo estão os PPC que consideram um ou dois dos princípios expostos. Já o terceiro grupo diz respeito àqueles que mais se aproximam da proposta pedagógica defendida, a saber, formação pela pesquisa como elemento formativo dos primeiros traços da identidade docente, pois, segundo Ghedin, Oliveira e Almeida (2015) "a formação para a docência não prescinde a formação para a pesquisa. Esta se coloca na condição daquela" (p. 52). Assim, nesse grupo estão os PPC que consideram os três princípios destacados anteriormente. É importante ressaltar que, para a investigação e organização dos princípios relacionados à identidade docente, não foram consideradas apenas a concepção ou as ementas, mas sim o que concerne ao estágio como um todo nos PPC. A seguir é apresentado o Quadro 2, em que se mostra a relação entre os PPC e os princípios citados.

O primeiro grupo a ser discutido é o bacharelesco, que é integrado pelo PPC 02, 04, 05 e 07 que, como é possível

Quadro 2: Relação entre os PPC e os princípios utilizados para a categorização da identidade docente

PPC	Conceituação de estágio como campo de aprendizagem e conhecimento	Referência à pesquisa no estágio	Preparação para a práxis com proposta de execução da pesquisa no estágio
01	Não	Sim	Não
02	Não	Não	Não
03	Não	Sim	Não
04	Não	Não	Não
05	Não	Não	Não
06	Sim	Sim	Sim
07	Não	Não	Não
08	Sim	Não	Não
09	Não	Sim	Não
10	Não	Sim	Não
11	Não	Sim	Não
12	Sim	Sim	Sim
13	Não	Sim	Não
14	Sim	Sim	Sim
15	Não	Sim	Não
16	Sim	Não	Não
17	Sim	Sim	Sim
18	Sim	Não	Não

Fonte: as autoras

observar no Quadro 2, não consideram o estágio como campo de aprendizagem e conhecimento, não buscam trabalhar a pesquisa no estágio e não preparam a práxis no decorrer do estágio. Nesses PPC não há a inserção da pesquisa na formação, ou o critério de formação pela pesquisa, nem apresentam o estágio como campo de aprendizagem e conhecimento. Em seu texto, o PPC 07 chama a atenção para o profissional que se deseja formar. O licenciando não é reconhecido como futuro professor, mas sim como futuro químico: suas atribuições estão destinadas mais a técnicas, laboratórios e indústrias do que à docência, tornando esta apenas uma opção para o futuro licenciado em química. Não foram encontradas referências relevantes ao estágio e sua relação com a formação da identidade docente, ou à importância da educação pela pesquisa nesse processo, similarmente aos outros PPC dessa categoria. Percebe-se, nesses quatro PPC, uma identidade técnica, em que o estágio segue isolado das demais disciplinas, inclusive das de conteúdo específico. Ao discutir as questões formativas em cursos de licenciatura em química, Mesquita e Soares (2009) sinalizam que:

> *Cabe salientar que a construção da identidade institucional está diretamente relacionada ao questionamento de qual o perfil de profissional se quer formar. Se este não for caracterizado de maneira clara, a identidade constituída se afasta da pretendida no sentido de comprometer a formação inicial do professor de química em termos de seus conhecimentos* (Mesquita; Soares, 2009, p. 129).

Assim, pode-se dizer que esse grupo caracteriza o perfil de professores pragmáticos, em que o conhecimento é fundamentado na técnica. Embora os PPC façam menção à formação crítica, essa formação não se relaciona de fato ao ambiente escolar nem ao estágio docente. Para Broietti e Barreto (2011), mesmo que a estruturação do estágio siga as etapas de observação e regência, essas etapas podem se configurar como espaços possibilitadores de uma formação mais crítica a partir de um olhar reflexivo sobre a prática vivenciada.

[...] se há a intenção de uma melhor formação docente, voltada à sociedade e capaz de suscitar uma ação geradora de uma práxis, faz-se necessário que a pesquisa esteja permeada em todo o curso, inclusive e especialmente no estágio, pois, "o educar pela pesquisa é possibilidade necessária para a melhoria na formação inicial de professores" (Galiazzi, 2003, p. 27).

No segundo grupo, de identidade mista, estão os PPC 01, 03, 08, 09, 10, 11, 13, 15, 16 e 18. Os PPC 01, 03, 09, 11 e 13 não apresentam a ideia de estágio como espaço de aprendizagem e conhecimento nem apresentam alternativas que preparem a práxis e a execução de pesquisa no estágio. Os PPC 08, 16 e 18 não inserem a pesquisa em nenhum momento do estágio, enquanto o PPC 10 sugere apenas sua introdução. O PPC 15 apresenta a concepção de estágio como campo de aprendizagem, mas não propõe caminhos metodológicos para a execução da pesquisa e preparação da práxis. Os PPC 01, 03, 09 e 11 trazem, em suas redações, o seguinte trecho, relatando a importância do estágio na construção da identidade profissional:

> *O Estágio Supervisionado é um importante espaço no qual a identidade profissional do professor constitui-se, conferindo-lhe a dimensão de sujeito, e por isso mesmo, autor de sua prática social, como produto de reflexão contextualizada na ação, sobre a ação e sobre o próprio conhecimento na ação, num processo de ressignificação constante.* (Nóvoa, 1995; Shön, 1995) (PPC 1, p. 18)

Pimenta e Lima (2012) e Ventorim (2010) também discutem esse importante papel que o estágio tem, fazendo referência à ressignificação da identidade profissional docente. Porém, apesar de abordarem esse pensamento, nesses PPC não foram encontradas propostas de estágio que elucidem de fato essa questão, especificamente a formação pela pesquisa, o que contraria a ideia apresentada por Veiga (2004), de que os PPC precisam ser inequívocos no sentido de expressão das ideias.

Nos PPC 03, 11 e 18 a pesquisa está destinada a outras instâncias, como os programas de iniciação científica e o TCC, quando muito, e são iniciadas apenas no final do estágio. Cabe ressaltar que, se há a intenção de uma melhor formação docente, voltada à sociedade e capaz de suscitar uma ação geradora de uma práxis, faz-se necessário que a pesquisa esteja permeada em todo o curso, inclusive e especialmente no estágio, pois, "o educar pela pesquisa é possibilidade necessária para a melhoria na formação inicial de professores" (Galiazzi, 2003, p. 27). Percebe-se que, apesar da denominação "misto", esse grupo tende mais à formação bacharelesca que à formação docente, embora apresente ainda alguns aspectos da valorização do contexto da licenciatura.

Por fim, o último grupo, específico para a docência, é composto pelos PPC 06, 12, 14 e 17. Nos quatro PPC foi discutida a importância da pesquisa na formação, o estágio é considerado como campo de aprendizagem e conhecimento, e são propostos caminhos metodológicos para a execução da pesquisa e a preparação da práxis no decorrer do estágio. Alguns destes até remetem a sua importância na formação da identidade docente. No PPC 12 vale ressaltar o trecho: "Encontra-se nas disciplinas de Estágio Supervisionado I, II, III e IV o espaço ideal para que a formação pela pesquisa aconteça" (p. 65).

Percebe-se que há o reconhecimento da relação entre pesquisa e estágio, porém não há propostas de pesquisa ou intervenção no decorrer do texto e na ementa de estágio. Dá-se a entender que cabe ao profissional responsável por essa disciplina criar tais possibilidades. O PPC 14 também

faz alusão à proposta da educação pela pesquisa, como se percebe no trecho:

> *O estágio como eixo formativo se relaciona à pesquisa para a formação de professores* [...]. *A ação docente deve superar a visão reducionista da prática pedagógica vinculada apenas ao saber fazer restrito às ações do cotidiano escolar. Para isso, as ações relacionadas ao desenvolvimento do estágio da licenciatura encontram-se ancoradas em uma visão dialética do processo educacional* (p. 06 do manual do estágio).

A ideia descrita nesse documento é que os alunos deverão desenvolver um projeto de pesquisa na área do ensino de química, no decorrer dos dois anos de estágio, e apresentá-lo como trabalho de conclusão de curso. O PPC 06 coloca a necessidade de:

> *Pensar a articulação interdisciplinar, multidisciplinar e transdisciplinar* [...], *aspectos de contextualização de temáticas e elaboração de práticas inovadoras, promotoras da cidadania e preservação ambiental, relacionando os aspectos epistemológicos do conhecimento químico* (PPC 06, p. 21).

Já o PPC 17 traz uma proposta diferente dos demais PPC, e pode-se afirmar que este é o que mais se aproxima da proposta da identidade docente formada a partir do estágio e da importância da educação pela pesquisa nessa formação. Percebe-se que o estágio é desenvolvido através de dois projetos próprios da instituição e já inseridos no PPC. Esse PPC propõe, ainda, a elaboração de um projeto de pesquisa: "Além do relatório monográfico tomado como atividade final de estágio, o aluno deverá elaborar um projeto de pesquisa, voltado para o eixo temático da pesquisa do curso de Química previsto no projeto" (PPC 17, p. 62). O PPC 17 possui eixos temáticos que deverão ser desenvolvidos e estudados ao longo do curso, e o estágio tem a responsabilidade de desenvolver dois eixos temáticos já preestabelecidos pelo projeto pedagógico. Por fim, cabe ressaltar Galiazzi (2003, p. 47) afirmando que "a pesquisa não é o único caminho para o desenvolvimento profissional, mas é essencial para a construção da competência em qualquer prática profissional".

A maior parte dos PPC não apresenta a identidade específica para a docência a partir do estágio conforme discutido neste artigo. Tal perspectiva é observada apenas em quatro dos dezoito PPC. A maioria dos projetos tem perfil de bacharelado e não lança mão da pesquisa como um importante eixo formativo. Esses PPC têm identidades mista ou bacharelesca, conforme a divisão explicitada anteriormente.

Considerações Finais

Ao analisar os projetos tendo como foco o estágio supervisionado, foram identificados e analisados aspectos que podem contribuir com discussões sobre o processo formativo de futuros professores de química, no sentido de reflexões sobre a organização do estágio nos PPC. Embora a análise de projetos pedagógicos tenha sua limitação, pois são documentos e não é possível, apenas por meio deles, compreender se a efetivação da proposta realmente acontece da forma como está descrita, estes se configuram como balizadores do projeto pedagógico. Além disso, traduzem as perspectivas educacionais, epistemológicas e políticas das pessoas que estruturam o curso, sinalizando, dessa forma, os caminhos de concretização para as ações pensadas e, sendo assim, constituem-se como importante recorte a ser investigado. Sobre a categoria "identidade docente na perspectiva da pesquisa", observou-se que a maioria dos PPC não propõe a pesquisa como eixo formativo e, apesar de algumas tentativas de aproximação da pesquisa com o estágio, e de sua relevância para a formação da identidade profissional, em vários casos essa aproximação não se concretiza, como se pôde observar nos PPC do grupo misto.

Importante destacar que a inserção da pesquisa como elemento formativo em um curso de licenciatura pressupõe a formação específica do corpo docente, ou de parte dele, no contexto da área de Educação em Química, pois a partir da visão destes formadores é que as propostas pedagógicas podem ir se estruturando no sentido de contemplar os aspectos necessários para que a pesquisa seja um eixo constitutivo do curso. Uma inferência que se pode fazer a partir da identificação de que, na maioria dos documentos analisados, não há tal enfoque, relaciona-se à carência de docentes com formação na área de Educação Química nos cursos em questão. Inferência esta que pode ser estendida ao contexto nacional.

A partir dessa linha de raciocínio, entende-se que alguns projetos de cursos de licenciatura em química no estado de Goiás ainda se pautam por uma visão tecnicista do conhecimento, dialogando pouco com as atuais diretrizes para a formação de professores, trazendo ainda a visão bacharelesca para a formação docente.

Entretanto, pode-se afirmar, também, que se iniciou no cenário da educação goiana, no caso específico dos cursos de formação de professores de química, a investida em novo contexto formativo a partir da inserção da pesquisa no âmbito da estruturação dos estágios em cursos de licenciatura em química. Nessa perspectiva, há a possibilidade da formação de professores que transcende o ensino pautado no conteudismo e que pode promover uma formação mais crítica e autônoma. A divisão do estágio, nas etapas de observação, regência coparticipativa e regência, foi comum aos cursos, porém são poucos os projetos que propõem alternativas para superar essa linearidade e ir além do tradicional, aliando a essas etapas propostas de pesquisas que possibilitariam ao estagiário desenvolver uma consciência crítica e ação social e características para imersão da práxis.

Dessa forma, torna-se necessário repensar os cursos de licenciatura nesse novo cenário da educação brasileira, em que surgem diferentes perspectivas para a educação básica,

considerando o estágio como importante *locus* formativo. O estágio possibilita muitos vieses no sentido de se transcender a dicotomia teoria e prática e de se inserir, nesse contexto, as discussões e relações entre os saberes e a profissionalização docente com vistas à transformação da realidade. As análises aqui apresentadas sinalizam as perspectivas documentais postas para os estágios de formação de professores no recorte pesquisado – licenciaturas em química do estado de Goiás – e se constituem como relevantes por evidenciarem os discursos documentados.

A partir das discussões estabelecidas, podem ser direcionados outros momentos investigativos referentes ao processo de concretização destes documentos, pois o movimento de construção da identidade do professor é permeado tanto pelas normativas quanto pelas interpretações destas que são traduzidas em ações que podem, ou não, considerar a práxis como atitude e postura capaz de transformar a sociedade.

Kenia Cristina Moura de Oliveira (kenia.quimica@hotmail.com) é licenciada e Química pelo instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás e mestre em Educação em Ciências e Matemática pela Universidade Federal de Goiás. Goiânia, GO – BR. **Nyuara Araújo da Silva Mesquita** (nyuara@ufg.br) bacharel, licenciada, mestre e doutora em Química pela Universidade Federal de Goiás, atuando como docente e pesquisadora desta instituição. Goiânia, GO – BR.

Referências

BARREIRO, I. M. F.; GEBRAN, R. A. *Prática de Ensino e Estágio Supervisionado na Formação de Professores.* São Paulo: Avercamp, 2006.

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

DEMO, P. *Educar Pela Pesquisa*. 7. ed. Campinas: Autores Associados, 2005.

DINIZ-PEREIRA, J. E. Da Racionalidade Técnica à Racionalidade Crítica: Formação Docente e Transformação Social. *Perspectivas em Diálogo* – Revista de Educação em Sociedade. v. 1. n. 1, p. 34-42, 2014.

DUBAR, C. A *Crise das Identidades: Interpretação de uma Mutação.* Tradução: BARROS, M. A. L. São Paulo: Edusp, 2009.

GALIAZZI, M. C. *Educar pela Pesquisa: Ambiente de Formação de Professores de Ciências.* Ijuí: Ed. Unijuí, 2003.

GARCEZ, E. S.; GONÇALVEZ, F. C.; ALVES, L. K. T.; ARAÚJO, P. H. A.; SOARES, M. H. F. B.; MESQUITA, N. A. S. O Estágio Supervisionado em Química: possibilidades de vivência e responsabilidade com o exercício da docência. *Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v.5, n.3, p.149-163, 2012.

GHEDIN, E.; OLIVEIRA, E. S.; ALMEIDA, W. A. *Estágio com Pesquisa.* São Paulo: Cortez, 2015.

MAGALHÃES, A. P. A. S. *O Estágio Supervisionado em curso de formação de professores de matemática da Universidade Estadual de Goiás: uma prática reflexiva?* Universidade Federal de Goiás, 2010 (dissertação de mestrado).

MESQUITA, N. A. S.; SOARES, M. H. F. B. Relações entre concepções epistemológicas e perfil profissional presentes em Projetos Pedagógicos de cursos de licenciatura em química do estado de Goiás. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 2, 123- 131, 2009.

_____. Aspectos históricos dos cursos de licenciatura em química no brasil nas décadas de 1930 a 1980. *Química Nova*, v. 34, n. 1, 165-174, 2011.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. *Análise Textual Discursiva*. Ijuí: Editora Unijuí, 2007.

PIMENTA, S. G. *O Estágio na Formação de Professores: Unidade Teoria e Prática?* São Paulo: Cortez, 2010.

PIMENTA, S. G.; LIMA, M. S. L. *Estágio e Docência.* São Paulo: Cortez, 2012.

QUADROS, V. C. de. A Formação Docente na perspectiva da construção da identidade profissional. In: *VII CIBEM, 2013. Actas del VII CIBEM*, Uruguai, 2013.

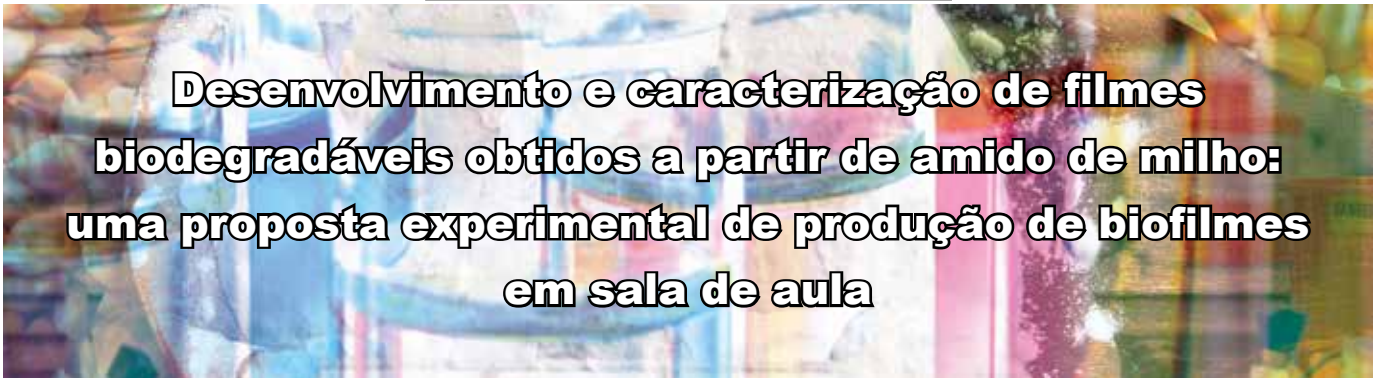
VÁZQUEZ, A. S. *Filosofia de la Praxis*. 2ª ed. Buenos Aires: Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales. São Paulo: Expressão Popular, 2011.

VEIGA, I, P. *Educação Básica e Educação Superior: Projeto Político-Pedagógico.* Campinas: Papirus, 2004.

VENTORIM, S. Estágio Docente. In: OLIVEIRA, D. A.; DUARTE, A. M. C.; VIEIRA, L.M. F. *Dicionário: trabalho, profissão e condição docente*. Belo Horizonte: UFMG/Faculdade de Educação, 2010.

Abstract: *Praxis and teaching identity: interconnectedness in the context of training by research in chemistry.* Praxis as a formative bias constitutes a reality transforming perspective. Internships become a space conducive to the formation of the first traits of teacher identity in this context. They take on fundamental importance in allowing practice to overcome the mere imitation of models. From this formative perspective, eighteen pedagogical projects from chemistry degree courses in Goias (PPC) were analyzed, focusing on the construction of the teaching identity through the perspective of research. From the Discursive Textual Analysis it was clear that the majority of the PPCs do not propose research as a formative axis and in spite of some attempts to approach research from the perspective of experience and of its relevance for the formation of professional identity, this approach was not successful in several cases. In addition, some of the literature on the issue is still based on an overly technical view of knowledge, and offers little guidance for guidelines on teacher training, resulting in a baccalaureate vision of teacher education.
Keywords: praxis, internships, formation for research.

 http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160104



Desenvolvimento e caracterização de filmes biodegradáveis obtidos a partir de amido de milho: uma proposta experimental de produção de biofilmes em sala de aula

Ingrid Altmann, Nara R. Atz e Simone M. L. Rosa

O objetivo deste artigo é propor uma atividade experimental de química para o ensino médio com abordagem ambiental. Esta tornou possível a preparação de filmes biodegradáveis de baixo custo, de fácil aquisição, de simples execução para trabalhar os conteúdos de química. Enfatizamos os conceitos fundamentais para a inserção da educação ambiental no cotidiano dos discentes. Os biofilmes foram produzidos de amido de milho, glicerol, sorbato de potássio e solvente (água) através da técnica *casting*. Após a evaporação do solvente da suspensão de amido de milho, os biofilmes foram caracterizados em relação à espessura, ao teor de umidade e a solubilidade. Essa atividade, além de levar a experimentação às salas de aula, visa estimular o interesse dos estudantes pela redução dos impactos ambientais provocados pelo uso de polímeros sintéticos derivados do petróleo.

▶ ensino de química, educação ambiental, filmes biodegradáveis ◀

Recebido em 26/10/2016, aceito em 19/06/2017

O descarte inadequado de resíduos de polímeros sintéticos tanto pela população como pelas indústrias vem acarretando um grande problema ambiental (Alves, 2009). As dificuldades de reciclagem da maioria das embalagens sintéticas disponíveis têm incentivado pesquisas nacionais e internacionais no sentido de incrementar e desenvolver materiais biodegradáveis com características que permitam a sua utilização em embalagens (Mali *et al.*, 2010). Sendo assim, as embalagens sintéticas visam substituir estes polímeros que são poluentes quando inadequadamente descartados.

Um dos principais desafios enfrentados pelo setor de comercialização de alimentos, além da necessidade de redução da utilização de embalagens sintéticas, é garantir a segurança microbiológica e a manutenção da qualidade nutricional dos produtos alimentícios processados. Estas questões têm levado nas últimas décadas ao desenvolvimento de embalagens filmes e coberturas elaboradas a partir de matérias-primas renováveis como os polissacarídeos, as proteínas e os lipídios. Modernamente se propõe que o agente antimicrobiano esteja no próprio invólucro e seja liberado ao longo do maior tempo possível, de maneira a preservar o produto, aumentando o que se denomina vida de prateleira. Diante dessa perspectiva, a tecnologia de biofilmes antimicrobianos vem despertando o interesse de pesquisadores que procuram compreender e controlar os mecanismos que determinam a transferência para a superfície do alimento de agentes ativos incorporados na matriz polimérica de que é constituído o filme. Diante da constatação de que na maioria dos alimentos sólidos e semissólidos o crescimento microbiano ocorre na superfície, surge a possibilidade de utilização de menores quantidades de conservantes químicos em relação ao que se utiliza quando adicionados diretamente no produto (Sousa, 2012).

O conceito de embalagem ativa está relacionado com a interação da embalagem e alimento, na qual a embalagem tem o intuito de acondicionar o alimento modificando alguma propriedade do mesmo com relação ao ambiente externo, porém sem grandes alterações nas características do produto (Moraes *et al.*, 2007; Farias *et al.*, 2012; Sousa, 2012). Para aumentar a vida útil de alimentos na prateleira, se faz necessário a incorporação de conservantes nos biofilmes como, por exemplo, os ácidos orgânicos, usados em

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.

embalagem para frutas e hortaliças minimamente processadas (Mali *et al.*, 2010). Os ácidos orgânicos e seus sais têm se mostrado os mais eficientes para essa finalidade, pois possuem maior solubilidade, baixa interferência no sabor e baixo nível de toxidade (Moraes *et al.*, 2007). O ácido sórbico é um ácido graxo insaturado de cadeia curta, em que o grupo carboxila é altamente reativo e pode formar vários sais e ésteres. As duplas ligações conjugadas do ácido sórbico também são reativas e podem influenciar na atividade antimicrobiana e na segurança e qualidade de produtos alimentícios (Sousa, 2012). O sorbato de potássio, amplamente utilizado no ramo alimentício como antimicrobiano, é produzido através da reação de hidróxido de potássio com ácido sórbico. O controle da biodegradabilidade do polímero formado pode ser conseguido calibrando a acidez/basicidade do meio por adição de uma base ou de um sal de caráter básico.

A produção de biofilmes de amido de milho é uma alternativa para minimizar o problema de descarte descontrolado de filmes plásticos de polímeros – oriundos de petróleo – e a qualidade dos alimentos com a produção de embalagens antimicrobianas. A compreensão dos fatores responsáveis pela destruição contínua do meio ambiente, através do descarte de resíduos sólidos não biodegradáveis, é de extrema importância à educação ambiental na escola, tanto no ensino fundamental quanto no ensino médio, de modo a promover uma conscientização ambiental nos discentes (Freitas, 2009).

A produção de biofilmes de amido de milho é uma alternativa para minimizar o problema de descarte descontrolado de filmes plásticos de polímeros – oriundos de petróleo – e a qualidade dos alimentos com a produção de embalagens antimicrobianas. A compreensão dos fatores responsáveis pela destruição contínua do meio ambiente, através do descarte de resíduos sólidos não biodegradáveis, é de extrema importância à educação ambiental na escola, tanto no ensino fundamental quanto no ensino médio, de modo a promover uma conscientização ambiental nos discentes (Freitas, 2009).

A utilização de atividades práticas em sala de aula como, por exemplo, a produção de um filme polimérico, a partir de amido de milho, proporciona uma metodologia dinâmica e inovadora para ensinar, de forma mais relevante, o estudo dos polímeros e os problemas relacionados ao meio ambiente. Durante a atividade prática desenvolvida serão apresentados os conceitos básicos como os vários tipos de polímeros utilizados como, por exemplo, aqueles que são menos poluentes. O tema também permite ao professor relacionar conceitos da química como o preparo de soluções e o conceito de ácidos e bases. A inserção de atividades práticas no ensino de química procura desmistificar e ampliar o contato do estudante com os fenômenos químicos permitindo a este a construção de seus conhecimentos por meio de suas próprias observações para que o aluno adquira competência de avaliar, julgar e adotar uma postura responsável (Sousa, 2016; Lima, 2013).

O presente trabalho desenvolveu uma metodologia alternativa e de baixo custo para produção de biofilmes de amido de milho visando inserir essa problemática no ensino em sala de aula. O desenvolvimento da educação ambiental, no contexto da escola, é uma das possibilidades de provocar mudanças consideradas tão necessárias no pensar e agir dos discentes com relação ao meio ambiente. A proposta dessa atividade prática é produzir e caracterizar biofilmes obtidos a partir de amido de milho com o acréscimo de glicerol e sorbato de potássio. O uso da técnica *casting* oportuniza avaliar possíveis aplicações como embalagens biodegradáveis.

A produção de biofilmes se baseia na formulação de uma solução na qual os materiais biodegradáveis são solubilizados em um solvente como água, etanol ou ácidos orgânicos; conjuntamente com um acréscimo de aditivos como plastificantes, assim se obtém uma solução homogênea que, ao passar por um processo de aquecimento, se torna uma solução filmogênica em forma de gel. Com essa solução preparada, os biofilmes passam por um processo de secagem de solvente chamada de técnica *casting* (Alves, 2009).

O amido presente na maioria dos vegetais da flora é o principal componente para produção dos biofilmes, sendo formado por dois tipos de polímeros de glicose: a amilose e a amilopectina. O percentual de amilose contida no amido de milho comum é de até 28%, além de aumentar a habilidade de formar um gel depois de o grânulo ter sido cozido, ou seja, gelatinizado, é fator importante para a escolha desse material na produção de biofilmes (Damodaran *et al.*, 2010; Moura, 2008). A aplicação do amido na produção de biofilmes se baseia nas propriedades químicas, físicas e funcionais da amilose para formar géis e na sua capacidade para formar biofilmes. A gelatinização do amido é a capacidade do mesmo de se transformar de grânulo em solução viscosa em forma de gel através de aquecimento, sendo representada pela Figura 1a. A retrogradação é o resfriamento da solução em forma de gel do amido, em que ocorre a cristalização das moléculas graças à tendência da formação de ligações de hidrogênio, conjuntamente com o rearranjo das moléculas de amilose (Mali *et al.*,, 2010; Alves, 2009).

Filmes finos feitos a partir de amido de milho possuem certa fragilidade devido à alta permeabilidade, no que diz respeito à umidade e à rápida degradação. Essa fragilidade pode ser amenizada pela adição de plastificantes, como o glicerol, que reduz as forças intermoleculares existentes e aumenta a mobilidade do polímero, o que acarreta uma melhora significativa na fragilidade e na flexibilidade dos mesmos (Alves, 2009).

A produção do biofilme depende da sua solubilidade

que varia de acordo com o tipo e a concentração do amido, os aditivos e o plastificante adicionado. A espessura dos filmes formados é um parâmetro que influencia suas propriedades (Cuq *et al.*, 1996). O controle da espessura dos filmes é importante para se avaliar a uniformidade desses materiais, a repetibilidade da medida de suas propriedades e a validade das comparações entre filmes. O controle da espessura dos filmes é difícil, sobretudo nos processos de produção do tipo *casting* (Sobral, 1999).

Dentre as possíveis aplicações dos filmes à base de amido em geral (biofilmes) pode-se ressaltar o seu emprego na confecção de itens descartáveis como sacos de lixo, vasos para plantas, cobertura temporária de frutas, indústria de cosméticos, papel e têxtil e em fármacos (Thiré *et al.*, 2004).

Metodologia

Materiais utilizados: Amido de milho, glicerol, sorbato de potássio, placas de Petri, provetas, pipetas graduadas, béquer, balança semianalítica, estufa, agitador magnético com aquecimento e termômetro. É possível substituir as vidrarias de laboratório por copos de vidro refratários, seringas descartáveis, pratos refratários de 10 cm de diâmetro e balança simples.

Montagem do experimento: Para realização dessa atividade fez-se necessário preparar as suspensões aquosas nas concentrações (4% e 5% m/v) definidas pelo professor. Essas concentrações podem ser diferentes para cada grupo de alunos formados.

1º momento da aula: o professor deve dividir a turma em grupos e preparar as suspensões de amido de milho (4% e 5% m/v), com glicerol (20% m/v) e sorbato de potássio (0,6% m/v). Pesar em cada béquer a quantidade de amido de milho para cada concentração e, posteriormente, diluir as amostras com a adição de 100 mL de água e incorporar 3 gotas de sorbato de potássio e glicerol. O béquer pode ser substituído por um copo refratário. O sorbato de potássio usado como antimicrobiano pode ser substituído por bicarbonato de sódio ($NaHCO_3$) 3% m/v. O caráter básico do $NaHCO_3$ pode impedir a propagação de microrganismos. Conceitos como basicidade utilizando sais com pouco impacto ao meio ambiente como $NaHCO_3$ podem ser trabalhados como alternativas de evitar a proliferação de microorganismos no material previamente sintetizado.

2º momento da aula: Colocar as suspensões de amido em um agitador magnético com aquecimento lento e misturar por 5 minutos em temperatura de até 70ºC ± 5°C e, posteriormente, 10 minutos sem agitação. O aquecimento pode ser feito em fogão a gás (fogo baixo) empregando um banho-maria com agitação manual, durante 5 minutos e, posteriormente, 10 minutos sem agitação. Essa etapa é empregada para obter a gelatinização do amido e a sua completa dissolução. A aparelhagem utilizada na produção descrita acima usada em laboratório está representada na Figura 1b.

3º momento da aula: Após o resfriamento, retirar alíquotas de 10 mL da suspensão de amido com o auxílio de uma proveta de 10 mL. Colocar em placas de Petri e, posteriormente, secar em estufa por 10 horas a 65°C ± 5°C ou em temperatura ambiente por 48h. É possível substituir a proveta de 10 mL por seringas descartáveis e as placas de Petri por pratos de cerâmica de 10 cm de diâmetro.

4º momento da aula: Após a secagem, retirar os biofilmes das placas de Petri (com auxílio de uma pinça), conforme a Figura 1c e armazenar em sacos de polietileno (adaptado da metodologia de Alves, 2009). Produzir os biofilmes em triplicata.

Caracterização dos biofilmes

5º momento da aula: Medir a espessura dos biofilmes produzidos com um micrômetro manual com sensibilidade de ± 0,001mm, em 5 pontos diferentes do biofilme, sendo um no centro e os outros no perímetro, conforme o esquema mostrado pela Figura 2a (metodologia adaptada de Bengtsson *et al.*, (2003), citado por Alves (2009)). Realizar todas as medidas em triplicata.

6º momento da aula: Determinar o teor de umidade dos biofilmes: pesar a massa inicial dos biofilmes sintetizados e levar à estufa (ou forno convencional) à 105°C por 1h. Após esse tempo, colocar os biofilmes em dessecador até temperatura ambiente. Posteriormente, pesar o filme e repetir o procedimento até peso constante (metodologia adaptada de Bengtsson *et al.* 2003, citado por Alves 2009). Expressar os resultados em % de umidade que é determinado pela equação abaixo:

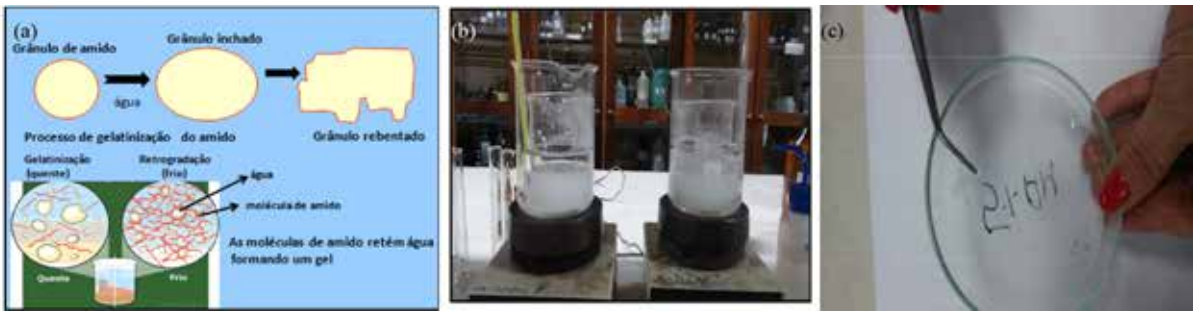


Figura 1: (a) Gelatinização do amido (Adaptado de Coelho; Oliveira, 2014); (b) aparelhagem para produção dos biofilme; (c) remoção do biofilme da placa de Petri.

$$\% \text{ Umidade do biofilme} = ((Mi-Mf) / Mi) \times 100 \quad (1)$$

onde *Mi* = massa inicial do biofilme; *Mf* = massa final do biofilme

7º momento da aula: Determinar a solubilidade imergindo 0,1 g do biofilme (oriundos do 6º momento da aula) em um béquer (ou copo refratário) contendo 50 mL de água sob aquecimento e agitação constante de 2 a 5h, conforme Figura 2b. Após essa etapa, filtrar a suspensão (Figura 2c) em papel filtro previamente pesado, e levar o material retido no papel filtro à estufa por 24 h, à temperatura de 105ºC. Esfriar o papel filtro em dessecador até a temperatura ambiente e determinar a quantidade de matéria seca não solubilizada através da equação 2:

$$\%MS = ((Pi-Pf) / Pi) \times 100 \quad (2)$$

onde *% MS* é a porcentagem de material solubilizado, *Pi* é o peso inicial do material seco e *Pf* é o peso final do material seco não solubilizado.

8º momento da aula: solicitar aos alunos que comparem entre os grupos os resultados obtidos na atividade experimental da produção dos biofilmes e discutam as informações que acharem mais pertinentes durante o experimento realizado. Essa discussão possibilita ao estudante conhecer e compreender a sintetização, caracterização e aplicabilidade dos biofilmes produzidos, assim como os cuidados necessários relativos a um procedimento experimental.

Características dos filmes formados

De modo geral, pelo aspecto e consistência, os biofilmes possuem certa semelhança com o polietileno, oriundo do petróleo. A similaridade de ambos pode ser evidenciada pelas Figuras 3a e 3b. Os biofilmes de amido de milho apresentaram-se homogêneos e pouco opacos. Houve pouca diferença visual entre os biofilmes de concentrações diferentes, no quesito opacidade, em que o biofilme 5% m/v (amido de milho) ficou levemente mais opaco que o biofilme 4% m/v (amido de milho). Graças a uma maior concentração de amido de milho, essa diferença, embora sutil, está demonstrada pelas Figuras 3c e 3d.

Os valores medidos para espessura média foram de 0,049 – 0,050 mm ± 0,002 mm para as amostras de 4 e 5% m/v, respectivamente. As amostras dos biofilmes apresentaram-se homogêneas, ou seja, apresentaram poucas alterações em sua superfície, mesmo utilizando-se o processo *casting* que, segundo Henrique e colaboradores (2008), é de difícil controle de espessura. Entretanto, neste trabalho, verificou-se que quando o volume da alíquota da suspensão dos biofilmes é controlado pelo uso de proveta (ou seringa descartável), as espessuras dos mesmos, mesmo em diferentes concentrações de amido de milho (4-5% m/v) mantiveram-se constante. Os valores de teor de umidade para os biofilmes de amido de milho com concentração 4% m/v e para os biofilmes com concentração 5% m/v foram de 22,59 ± 0,94 % m/m a 26,41 ± 2,7% m/m. Esses resultados foram maiores do que o

Figura 2: (a) Esquema para medida de espessura dos biofilmes; (b) aparelhagem para análise de solubilidade dos biofilmes de amido de milho; (c) filtração dos biofilmes já solubilizados (4-5% m/v amido de milho)

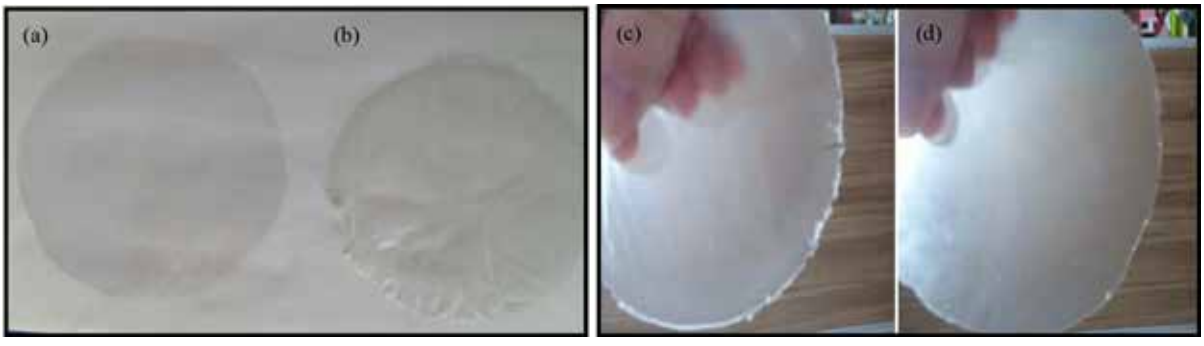


Figura 3: (a) Plástico produzido a partir do petróleo, polietileno, e (b) o biofilme de amido de milho 5% m/v; (c) diferença visual entre os biofilmes de amido de milho de concentração 4% m/v e (d) 5% m/v.

valor de 14% permitido pela legislação para amido de milho puro (CNNPA, 1978). A diferença do teor de umidade do amido de milho puro em relação ao teor de umidade dos biofilmes é justificada pelo uso do glicerol nos biofilmes, que é uma substância com alto caráter higroscópico, ou seja, que possui grande afinidade com água. Segundo Müller e colaboradores (2008), os biofilmes produzidos a partir de materiais higroscópicos sempre apresentarão altos valores de umidade. Os resultados de massa solubilizada encontrados para os biofilmes de amido de milho foram iguais a zero. Isso demonstra que praticamente todos os biofilmes são 100% solúveis em água.

Considerações finais

Com o presente trabalho foi possível introduzir uma prática de sala de aula como, por exemplo, a produção de um biofilme totalmente biodegradável utilizando-se como matéria-prima o amido de milho, abundante na natureza, que poderá ser utilizado como embalagem de produtos semiprontos e substituir embalagens provenientes de polímeros oriundos do petróleo. A utilização de filmes biodegradáveis com sorbato de potássio apresentou-se como uma alternativa que pode evitar a multiplicação microbiana. Os biofilmes produzidos pela técnica *casting* apresentaram-se homogêneos, com alta absorção de umidade devido ao uso do glicerol e são 100% solúveis em água. Essa técnica de produção de biofilmes é uma alternativa didática que utiliza materiais de baixo custo e fácil aquisição nas escolas. Possibilita que o professor aborde vários temas como: polímeros, conceito de ácidos e bases, estudo de concentração das soluções, além da abordagem ambiental. Incorporando-se os conceitos de química a situações do cotidiano é possível elaborar experimentos didáticos relevantes e interdisciplinares, sem a necessidade de laboratórios e vidrarias sofisticadas, apenas utilizando-se materiais encontrados na residência do professor e do discente. A partir da metodologia desenvolvida foi possível produzir um roteiro para uma aula prática que poderá ser utilizada desde o ensino fundamental até o ensino médio, dependendo do conteúdo abordado pelo professor. Essa aula prática contribui para os conhecimentos teóricos e práticos do discente sobre o impacto da poluição ao meio ambiente com a construção de uma consciência para a educação ambiental e, também, correlaciona conceitos relevantes das disciplinas de química e de biologia.

Ingrid Altmann (ingrid_altmann@hotmail.com), estudante do curso técnico em Química pelo IFRS, campus Porto Alegre. Porto Alegre, RS – BR. **Nara Regina Atz** (nara.atz@poa.ifrs.edu.br), bacharel e licenciada em Química pela PUCRS, mestre e doutora em Ciências dos Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), é professora de Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), campus Porto Alegre. Porto Alegre, RS – BR. **Simone Maria Leal Rosa** (simonelealrosa@hotmail.com), licenciada em Química pela PUCRS, mestre em Engenharia dos Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e doutora em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Porto Alegre, RS – BR.

Referências

ALVES, J. S. *Elaboração e caracterização de filmes finos de amido de milho e parafina*. Dissertação (Mestrado), Departamento de Ciências dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, 2009.

CNNPA. Resolução nº 12, de 1978. Disponível em <http://www.anvisa.gov.br/anvisalegis/resol/12_78.pdf>, acessado em jan. 2018.

COELHO, M.; OLIVEIRA, T. *Amido*, 2014. Disponível em: <http://nutriagindo.blogspot.com.br/2014/11/amido.html>. Acessado em jan. 2018.

CUQ, B.; GONTARD, N.; CUQ, J. L.; GUILBERT, S. Functional properties of myofibrillar protein-based biopackaging as affected by film thickness. *Journal of Food Science*, v. 61, n. 3, p. 580-584, 1996.

DAMODARAN, S.; PARKIN, L. K.; FENNEMA, R. O. *Química de Alimentos de Fennema*. 4ª ed. São Paulo: Artmed editora, 2010. 875 p.

FARIAS, M. G.; FAKHOURI, F. M.; CARVALHO, C. W. P.; ASCHERI, J. L. R. Caracterização físico-química de filmes comestíveis de amido adicionado de acerola. *Química Nova,* v. 35, n. 3, p.546-552, 2012.

FREITAS, G. P. *Poluição dos solos na educação ambiental como tema transversal no ensino de química.* Monografia (Graduação), Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2009.

HENRIQUE, C. M.; CEREDA, M. P.; SARMENTO, S. B. S. Características físicas de filmes biodegradáveis produzidos a partir de amidos modificados de mandioca**.** *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 28, n. 1, p. 231-240, 2008.

LIMA, J. O. G. Do período colonial aos nossos dias: uma breve história do ensino de química no brasil. *Revista Espaço Acadêmico*, v. 12, p. 71-79, 2013.

MALI. S.; GROSSMAN, M. V. E.; YAMASHITA, F. Filmes de amido: produção, propriedades e potencial de utilização. *Ciências Agrárias*, v. 31, n. 1, p. 137-156, 2010.

MORAES, A. R. F.; GOUVEIA, L. E. R.; SOARES, N. F. F.; SANTOS, M. M. S.; GONÇALVES, M. P. J. C. Desenvolvimento e avaliação de filme ativo antimicrobiano na conservação de manteiga. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 27 (supl.), p. 33-36, 2007.

MOURA W. S. *Extração e caracterização do amido do Hedychium coronarium e elaboração de filmes biodegradáveis.* Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual de Goiás, 2008.

MÜLLER, C. M. O.; YAMASHITA, F.; LAURINDO, J. B. Evaluation of the effects of glycerol and sorbitol concentration and water activity on the water barrier properties of cassava starch films through a solubility approach. *Carbohydrate Polymers*, v. 72, n. 01, p. 82-87, 2008. Disponível em: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144861707003736. Acessado em jan. 2018.

SOBRAL, P. J. A. Propriedades funcionais de biofilmes de gelatina em função da espessura. *Ciência & Engenharia,* Uberlândia, v. 8, n. 1, p. 60-67, 1999.

SOUSA, G. M. *Desenvolvimento de filmes biodegradáveis ativos e aplicação na conservação de massa alimentícia fresca.*

Dissertação (Mestrado), Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, 2012.

SOUSA, G. L; SIMÕES, A. S. M. Uma Proposta de Aula Experimental de Química para o Ensino Básico Utilizando Bioensaios com Grãos de Feijão (*Phaseolos vulgaris*). *Química Nova na Escola*, v. 38, n. 1, p. 79-83, 2016.

THIRÉ, R. M.; SIMÃO, R. A.; ARAUJO, P. J. G.; ACHETE, C. A. ANDRADE, C. T. Redução da hidrofilicidade de filmes biodegradáveis á base de amido por meio de polimerização por plasma. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, São Carlos, v. 14, n. 1, p. 57-62, 2004.

Abstract: *Development and characterization of biodegradable films obtained from corn starch: a proposal for the experimental production of biofilms in the classroom.* The aim of this paper is to propose an experimental chemical activity at a high school level, using an environmental approach. It is possible to prepare low cost biodegradable films, with an usual chemical content acquisition, and a process that is simple to perform, emphasizing the fundamental concepts for the insertion of environmental education within the daily routine of students. Biofilms were produced from corn starch with glycerol and potassium sorbate through the casting technique. After drying the solvent of the corn starch slurry the biofilms were characterized with regard to thickness, moisture content and solubility. These activities, besides having the effect of bringing experimentation in the classroom, stimulate the interest of the students by reducing the environmental impact caused by the use of synthetic polymers and derivates of the petroleum.
Keywords: Chemistry teaching; Environmental Education; biodegradable films.

 http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160105

O Glúten em Questão

Marcia Borin da Cunha

O glúten é uma mistura de proteínas que estão presentes em alguns cerais, sendo responsável pela elasticidade de massas alimentícias como o pão. A capacidade de absorção de água e sua viscosidade faz do glúten um importante componente para a panificação, deixando massas mais macias e visualmente atrativas. O processo de sovar uma massa de pão faz com que se criem redes de glúten e essas estruturas são capazes de aprisionar o gás carbônico, que é produzido por meio de fermento. Atualmente tem sido frequente a recomendação de dietas com indicações para a retirada do glúten da alimentação humana. Diante dessas restrições da nutrologia, cabe questionar: Mas o que é glúten? Como podemos determinar a quantidade de glúten em alimentos? Trata-se de questões importantes e que podem ser discutidas didaticamente nas aulas de Química. Assim, neste artigo, é apresentado um experimento simples para a determinação do glúten em farinhas de trigo.

▶ determinação do glúten, alimentos, consumidor ◀

Recebido em 10/03/2017, aceito em 16/09/2017

O glúten é hoje considerado um grande "vilão" da alimentação saudável. Revistas dedicam espaços para abordar o tema e a polêmica sobre o assunto está lançada. Até mesmo especialistas em nutrição têm condenado o consumo de glúten. Assim, uma vez posta essa polêmica, cabe questionar: – Mas o que é o glúten?

Inicialmente, glúten não é uma invenção da indústria alimentícia, como é caso da gordura trans-, dos aromatizantes e dos estabilizantes, que são produzidos para modificar os alimentos. É uma proteína natural composta pela mistura de duas outras proteínas, a gliadina e a glutenina e está presente em cereais como trigo, centeio, aveia e cevada. No caso do trigo, o teor proteico do grão é de, aproximadamente, 12%, fator que é influenciado pela variedade do trigo e também por fatores edafotoclimáticos (relação planta-solo-clima para plantio).

No universo da educação formal, alguns autores, como Castro e Jimenez-Aleixandre (2000), Pérez e Carvalho (2012) e Puig, Torija e Jimenez-Aleixandre (2012) defendem o emprego de problemas e/ou de questões sociocientíficas para as aulas de Ciências, pois esse tipo de proposta possibilita o envolvimento dos estudantes e promove a cultura científica. Além disso, alegam esses autores, que esse tipo de aula desenvolve nos alunos a argumentação e a resolução de problemas. É nesse sentido que sugerimos a discussão do tema "glúten", discussão que propomos por meio da realização de um experimento.

No trigo podemos encontrar outras proteínas – como globulinas, albuminas –, entretanto, o glúten em uma farinha de trigo perfaz 80% das proteínas presentes (Wenzel, 2010). Diante dessa constatação, logo se põe a pergunta: – Devemos retirar da nossa dieta alimentos que contêm glúten na sua composição? Para Willian Davis: Sim! Davis é autor do livro "Barriga de Trigo", lançado em primeira edição em 2011 e que já vendeu mais de 1,8 milhão de exemplares no mundo inteiro. A versão sobre o trigo e glúten apresentada por ele fundamenta-se no fato de que alterações realizadas por meio de cruzamentos de espécies diferentes de trigo podem ter provocado mudanças drásticas na estrutura do glúten, mudanças essas que agora estariam associadas ao aumento dos casos de diabete, de hipertensão e de obesidade (Davis, 2013). Entretanto, as evidências científicas

sobre esse fato se referem a casos particulares e pertencem a contextos específicos de pesquisa, demandando um estudo mais aprofundado.

Assim, estamos certamente diante de uma questão polêmica, que pode ser tema de discussão nas aulas de Química na escola. No universo da educação formal, alguns autores, como Castro e Jimenez-Aleixandre (2000), Pérez e Carvalho (2012) e Puig, Torija e Jimenez-Aleixandre (2012) defendem o emprego de problemas e/ou de questões sociocientíficas para as aulas de Ciências, pois esse tipo de proposta possibilita o envolvimento dos estudantes e promove a cultura científica. Além disso, alegam esses autores, que esse tipo de aula desenvolve nos alunos a argumentação e a resolução de problemas. É nesse sentido que sugerimos a discussão do tema "glúten", discussão que propomos por meio da realização de um experimento. O objetivo aqui é apresentar um experimento que pode ser facilmente realizado em laboratórios de ciências escolares.

Assim, iniciamos a proposta com a seguinte questão: Qual é a quantidade de glúten que consumimos em uma pizza média? Uma pizza média contém os seguintes ingredientes: 3 xícaras de farinha de trigo; 1 ovo; ½ xícara de chá de leite; 1 pitada de açúcar; ½ colher de café de sal; 1 colher de sobremesa de fermento em pó; 2 colheres de sopa de margarina. Com base nessa receita, vamos determinar a quantidade de glúten presente em uma fatia de pizza, considerando que a pizza pode ser feita com farinhas de trigo de diferentes tipos e marcas e, portanto, com quantidades também diferentes de glúten.

O Experimento

O material do experimento: Farinha de trigo de marcas diferentes (2 ou 3 marcas), solução de NaCl 2%, recipiente de vidro (preferencialmente) para preparo da massa; 4 béqueres de 1000 mL, pano de *nylon* do tamanho da boca do béquer de 1000 mL ou um coador com malha fina, elástico para firmar o pano no béquer, vidro relógio, balança.

Procedimentos Experimentais

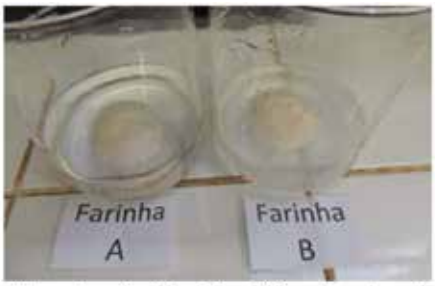
Pesagem das amostras: Em uma receita de pizza média são utilizadas 3 xícaras de farinha de trigo, entretanto, essa quantidade é grande para o manuseio no laboratório. Por isso, vamos trabalhar com uma amostra de ½ xícara de farinha, o que corresponde à sexta parte de nossa receita inicial. Essa amostra pode ser considerada uma fatia de pizza. Tendo como referência a ½ xícara de farinha de trigo, pesamos a primeira amostra de farinha, que denominamos de Farinha A, cuja pesagem registrou 38 gramas. Para uma segunda amostra utilizamos a mesma quantidade (38 gramas) da Farinha B. Esse valor inicial deve ser anotado para os cálculos futuros.

O procedimento: Coloque as amostras das farinhas A e B em um recipiente de vidro e, a cada uma, adicione de 25 mL a 27 mL de solução de NaCl a 2%, misturando bem, de modo a formar uma massa. A mistura deve ser realizada com as mãos para sovar e obter uma massa uniforme. A quantidade de solução de NaCl pode variar de acordo com a farinha, ao que sugerimos que a solução seja adicionada aos poucos. Ao separar a massa, tome o cuidado para não deixar resíduos de farinha no recipiente ou nas mãos. Depois se deixam as "massas" em repouso por 15 minutos (Figura 1).

Massas da farinha A e farinha B em repouso

Figura 1: As massas das farinhas.

Lavagem das amostras e coagem: Colocar em 2 béqueres de 1000 mL cerca de 200 mL de água (pode ser água de abastecimento público), mergulhando em cada um deles as massas que estavam em repouso. Novamente, com as mãos, lava-se cada uma das amostras até que a água (da lavagem) se torne leitosa. Na Figura 2 constam as amostras no início do processo de lavagem.



Massas farinha A e farinha B: início da primeira lavagem

Figura 2: O processo de lavagem das amostras.

Em outros 2 béqueres (um para cada amostra) de 1000 mL fixa-se um pano de *nylon* na boca, de modo a obter um sistema para coar a água de lavagem. Verte-se a água leitosa nesse béquer para reter as partículas de glúten que constituem a parte mais espessa da solução. Repete-se esse procedimento até que a água de lavagem se torne limpa, ou seja, a cor branca despareça. Lembre-se de a cada operação recolher do pano de *nylon* o glúten e agregá-lo ao conjunto inicial. No nosso experimento foram necessárias, para Farinha A, cinco lavagens, enquanto que, para Farinha B, foram apenas três. Esse resultado da coagem está associado à quantidade de amido presente nas farinhas. Nas Figuras 3 e 4 é possível visualizar a quantidade e o aspecto do glúten obtido após cada etapa da lavagem.

O glúten: Ao final da série de lavagens (quantas forem necessárias), espreme-se entre as mãos o glúten, para que seja retirado o máximo de água possível e realiza-se uma primeira pesagem.

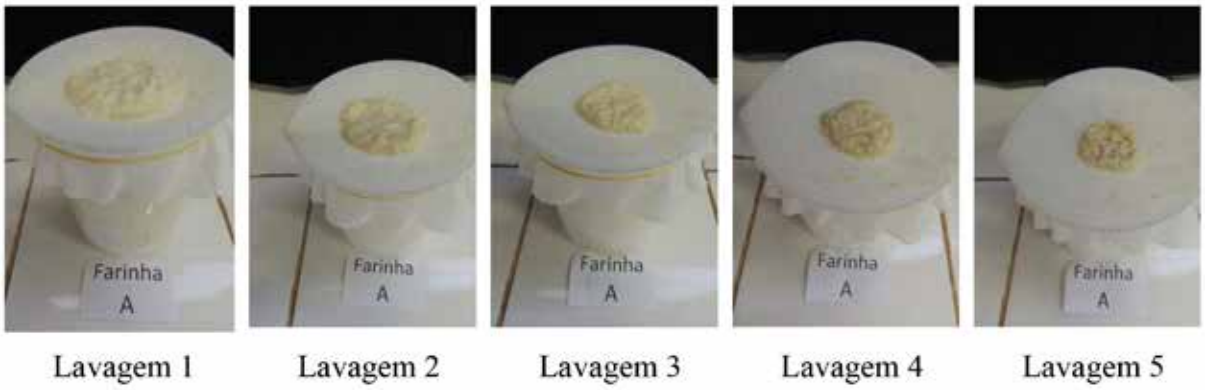


Figura 3: Processo de coagem farinha A.

Figura 4: Processo de coagem farinha B.

Figura 5: O glúten obtido.

Obviamente, a primeira pesagem é referente a glúten + água. Assim, para uma análise melhor, é necessário proceder à secagem do glúten, que pode ser realizada em estufa a 105ºC (caso a escola disponha de estufa) ou deixá-lo em evaporação natural. A evaporação natural, em dias quentes e secos, leva em torno de 48 horas. Em qualquer uma das formas de secagem será necessária uma nova pesagem, considerando a porção de glúten seca.

Observação: O líquido obtido na lavagem do glúten é o amido presente na farinha, que pode ser separado da água por meio de um processo de decantação, deixando-o secar em cima de um pano ou bandeja. Esse amido pode ser utilizado para outras atividades experimentais, como teor de lipídios, hidrólise do amido etc. Para testar a presença de amido na solução, pode-se realizar o teste rápido utilizando-se solução de iodo. Em artigo de Francisco Júnior (2008, p. 12) pode-se encontrar o teste de iodo.

Resultados do Experimento e Discussão

Nesse experimento obtivemos 10 gramas de glúten na Farinha A e 12 gramas de glúten na Farinha B (glúten úmido). O glúten recém-formado tem coloração parda e elasticidade. Para testar essa elasticidade, faça o teste com o glúten formado esticando-o com as mãos, conforme a Figura 6.

Observe que o glúten A possui uma elasticidade bem menor que o glúten B. A propriedade viscoelástica[1] do glúten hidratado é devida à atuação plastificante da gliadina, que possibilita a viscosidade, e da glutenina, que propicia resistência à ruptura da massa. Quanto melhor a viscoelasticidade do glúten mais fácil será a farinha "aprisionar" o gás carbônico formado pela adição de fermento e, em razão disso, mais "crescida" ficará a massa. A Figura 7 apresenta uma macrofotografia realizada com celular e lente de aumento retirada de apontador laser. A macrofotografia possibilita a observação mais detalhada da constituição das duas amostras de glúten. Na imagem do glúten B é possível observar fibras contínuas e uniformes (maior viscoelasticidade), o que não acontece no glúten A.

O glúten seco é córneo[2] e de cor amarelo-parda. Cada farinha contém uma quantidade de glúten e, portanto, quando comemos uma pizza, podemos ingerir mais ou menos glúten. Em geral, as variações são pequenas, mas devem ser consideradas quando o objetivo é comparar farinhas.

Figura 6: Teste de elasticidade do glúten A e glúten B.

Figura 7: Macrofotografia do glúten A e glúten B.

Cálculo do Percentual de Glúten nas Amostras de Farinhas

Para calcular o percentual de glúten nas farinhas foi utilizada a fórmula: Glúten % = 100 x peso glúten (úmido ou seco)/peso inicial da amostra.

No Quadro 1 são apresentados os cálculos realizados para as amostra de farinha A e farinha B, em duas situações: glúten úmido e glúten seco.

Quadro 1: Cálculo do glúten nas amostras.

Glúten úmido	
Amostra farinha A: 38 g	Amostra farinha B: 38 g
Glúten úmido A: 10 g	Glúten úmido B: 12 g
Cálculo glúten úmido A = 100 x 10/38	Glúten úmido B = 100 x 12/38
Glúten úmido A = 26,30 %	Glúten úmido B = 31,58%
Glúten seco	
Amostra farinha A: 38 g	Amostra farinha B: 38 g
Glúten seco A: 4 g	Glúten seco B: 5,4 g
Glúten seco % A = 100 x 4/38	Glúten seco % B = 100 x 5,4/38
Glúten seco A = 10,53%	Glúten seco B = 14,21%

De modo geral, pode-se afirmar que, em uma fatia de pizza, está-se consumindo de 4 a 5,4 g de glúten. Quanto a isso, cabe questionar: – Mas o que consta no rótulo das farinhas? Seja no rótulo da farinha A, seja no da farinha B, ali consta a indicação 7% de proteínas presentes (Figura 8). Não há, nos rótulos, a indicação da quantidade de glúten, mas é possível considerar que 80% da proteína indicada no rótulo se refere ao glúten.

Assim, destes 7% de proteínas teríamos 5,6% de glúten (80% da proteína total). Diante disso é possível afirmar que as análises realizadas nesse experimento ultrapassam a informação contida no rótulo (10,53% e 14,21%). Entretanto, há que se considerar que a análise aqui realizada é proposta para o contexto didático e, portanto, pode-se ter incorrido em erros de medida e processo, o que não invalida a sugestão de uma comparação e análise didática da questão.

Para fomentar a discussão com os estudantes, é importante refletir também sobre qual deveria ser quantidade de glúten ideal ou permitida pela legislação do nosso país. Entretanto, no Brasil, ao contrário da Europa, ainda não existe uma lei que determine a quantidade de glúten nos alimentos, pois apenas são seguidas recomendações internacionais do CODEX Alimentarius. Esse Codex é uma elaboração técnica conjunta da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) e da Organização Mundial da Saúde (OMS), cujo objetivo é estabelecer normas internacionais na área de alimentos, o que inclui diretrizes e guias sobre boas práticas de avaliação e eficácia (ANVISA, 2016).

Para o CODEX Alimentarius, a quantidade de glúten para celíacos e alimentos considerados Gluten-Free (sem glúten) não deve ultrapassar a 20 mg/kg. Isso equivale a 0,02 g/kg. (CODEX Alimentarius, 2007, p. 11). No Brasil há apenas leis federais que mencionam o assunto (Lei Federal nº 8543/1992 e Lei Federal nº 10.674/2003), as quais obrigam fabricantes de produtos alimentícios a declararem nos rótulos se o alimento CONTÉM ou NÃO CONTÉM GLÚTEN, mas sem estabelecer o limite.

Segundo a Conselho Nacional de Saúde, a doença celíaca afeta em torno de 2 milhões de brasileiros, sendo que a maioria delas se encontra sem diagnóstico. Essa doença é caracterizada pela intolerância permanente ao glúten e,

Rótulo Farinha A Rótulo Farinha B

Figura 8: Rótulos farinha A e da farinha B.

segundo o Ministério da Saúde, "[...] no Brasil ainda há poucos diagnósticos, pela falta de divulgação no campo da saúde, que gera desconhecimento dos sintomas clínicos" (Brasil, 2013, s/p). Assim, discussões sobre a ingestão ou não de glúten e maior conhecimento sobre o que é o glúten e como ele se encontra presente em nossa alimentação devem fazer parte de atividades em sala de aula. Sugere-se que o professor discuta com seus alunos o que é glúten, onde é encontrado e por que os rótulos de alimentos devem informar sua presença ou não. O professor poderá solicitar aos estudantes rótulos com a informação "CONTÉM GLÚTEN" e "NÃO CONTÉM GLÚTEN", dialogando sobre essa informação, bem como a indicação de que, mesmo alimentos que contêm essa informação, podem apresentar pequenas quantidades de glúten (20 mg/kg), como indicado na orientação do CODEX acima mencionada.

Outro ponto que pode ser destacado na discussão em sala é a adição de glúten à farinha nas panificadoras. O glúten forma o suporte estrutural de uma massa, pois permite que os gases produzidos pelo fermento possam ficar retidos, melhorando as massas visualmente. Os produtos que contêm maior quantidade de glúten têm maior volume, melhor textura, são mais uniformes e se conservam melhor. Além disso, a presença do glúten aumenta o rendimento dos pães em função da absorção de água na massa. A panificação pode adicionar mais glúten à farinha, aumentado o que é tido como "a força do glúten". Essa adição varia de 1% a 3% em massas de pizzas, enquanto de pães de hambúrguer até 12% em caso de pães com alto teor de fibras e redução de calorias (Fajardo, s/a). O glúten também é utilizado na produção de alimentos para animais ou *petfoods*. Nesse caso, o glúten é adicionado como fonte de proteína, melhorando a qualidade nutricional do produto. Devido à propriedade de absorver água, é importante na constituição de rações úmidas enlatadas para cães e gatos. Na aquicultura, o glúten também tem função, pois, em virtude das propriedades adesivas, é utilizado em rações com formato granulado, além de reduzir, devido à sua insolubilidade, a quebra desse alimento quando em contato com a água. Em produtos cárneos embutidos, o glúten é bastante utilizado por sua capacidade de ligação com a água e a gordura, melhorando o corte e diminuindo perdas durante o cozimento. Pessoas vegetarianas utilizam o glúten desidratado, temperado e cozido para possibilitar o consumo de proteínas. Diante de todo esse quadro é possível perceber que o glúten está presente em nosso dia a dia de diferentes formas e com variadas possibilidades de utilização, tanto na alimentação humana, quanto na alimentação animal.

Conclusão

A discussão sobre glúten e a sua extração em farinhas de trigo pode ser um bom recurso didático para as aulas de Química, pois possibilita que os estudantes observem a sua constituição, apresentando-lhes um componente da alimentação que tem sido amplamente debatido na mídia e, que, em alguns casos, têm ocasionado impressões pejorativas do tipo: "contém química". Esta, como bem sabemos, é uma expressão corriqueira e que não representa o contexto da Química como ciência e tampouco pode ser considerada como "verdadeira". Nesse sentido, conhecer o glúten e discutir o assunto em sala de aula contribui para a formação de um consumidor consciente.

Notas

[1]Propriedade viscoelástica: capacidade de um material em resistir ao movimento, mas que, ao deformar-se, retorna à sua forma original, quando cessa a força que a deformou.

[2]Córneo: resistente, duro, rígido.

Marcia Borin da Cunha (borin.unioeste@gmail.com) é graduada em Química Licenciatura com mestrado, doutorado e pós doutorado em educação. Professora da Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Toledo, PR – BR.

Referências

BRASIL. Câmara dos Deputados. Centro de Documentação e Informação. Lei 8543/1992. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1992/lei-8543-23-dezembro-1992-372664-normaatualizada-pl.html>. Acesso em jan. 2018.

_____ Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei 10.674. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/l10.674.htm>. Acesso em jan. 2018.

_____ Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Disponível em: <http://conselho.saude.gov.br/ultimas_noticias/2013/05_maio_14_fenacelbra.html>. Acesso em jan. 2018.

_____ Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 354, de 18 de julho de 1996. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/anvisalegis/portarias/354_96.htm>. Acesso em jan. 2018.

_____ Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Codex Alimentarius. Portal da ANVISA. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/388701/Codex+Alimentarius/10d276cf-99d0-47c1-80a5-14de564aa6d3>. Acesso em jan. 2018.

CASTRO, C. E. R.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. La cultura científica en la resolución de problemas en el laboratorio. *Revista Enseñanza de las Ciências*, v. 18, n. 2, p. 275-284, 2000.

DAVIS, W. *Barriga de trigo*, 1. ed. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2013.

FAJARDO, M. *Glúten – aditivo na panificação.* Disponível em: <http://www.marildafajardo.com.br/2014/06/glten-aditivo-na-panificao/>. Acesso em jan. 2018.

FAO. Food and Agriculture Organization. CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, Thirtieth Session Rome, Italy, July 2007. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/010/a1350e/a1350e00.htm>. Acesso em jan. 2018.

FRANCISCO JUNIOR, W. E. Carboidratos: estrutura, propriedades e funções. *Química Nova na Escola*, n. 29, p. 8-13, 2008. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc29/03-CCD-2907.pdf>. Acesso em: jan. 2018.

PÉREZ, Leonardo F. M.; CARVALHO, Washington L. P. Contribuições e dificuldades da abordagem de questões sociocientíficas na prática de professores de Ciências. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 38, n. 3, p. 727-741, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ep/v38n3/aop450.pdf>. Acesso em jan. 2018.

PUIG, B.; TORIJA, B. B.; JIMENEZ-ALEIXANDRE, M. P. *Dos unidades de argumentación sobre cuestiones sócio-científicas:* el determinismo biológico y la gestión de recursos. VII Seminário Ibérico e III Seminário Ibero-Americano CTS no Ensino das Ciências, Madrid, Espanha, 2012.

WENZEL, E, G. *Bioquímica experimental dos alimentos*, 2. ed. São Leopoldo: Editora Unisinos, 2010.

Para saber mais

A BATALHA do glúten. *Revista ISTOÉ*. Editora Três. Disponível em: <https://istoe.com.br/370163_A+BATALHA+DO+GLUTEN/>. Acesso em jan. 2018.

A POLÊMICA do glúten. *Revista Superinteressante*. Editora Abril. Disponível em: <https://super.abril.com.br/saude/a-polemica-do-gluten/>. Acesso em jan. 2018.

Abstract: *The Gluten in Question.* Gluten is a mixture of protein present in some cereals and is responsible for the elasticity of pasta such as bread. Through gluten it is possible to obtain a looser and softer loaf of bread. Gluten nets are able to trap carbonic gas, which is produced by means of yeast. Currently, it has been frequent to recommend diets with indications for gluten withdrawal from human food. But what is gluten? How can we determine the amount of gluten in food? In this paper we present an experiment to determine gluten in wheat flours.

Keywords: gluten determination, food, consumer.

Lista de Assessores 2017

Gostaríamos de agradecer os assessores que colaboraram, ao longo de 2017, emitindo pareceres sobre os artigos submetidos para publicação em Química Nova na Escola:

Adalgisa Rodrigues de Andrade
Adriana Lopes Leal
Adriana Vitorino Rossi
Aguinaldo Robinson de Souza
Alice Ribeiro Casimiro Lopes
Aline Grunewald Nichele
Ana Cláudia Kasseboehmer
Ana Luiza Quadros
Analice Almeida Lima
André Amaral Gonçalves Bianco
Andréa Horta Machado
Anelise Maria Regiani
Angela F. Campos
Anielli Fabiula Lemes
Anna Maria Canavarro Benite
Antonio Aprigio da Silva Curvelo
Antônio Carlos Bender Burtoloso
Antônio Francisco Carrelhas Cachapuz
Antônio Rogério Fiorucci
Ariane Baffa Lourenço
Bayardo B. Torres
Carlos Alberto Lombardi Filgueiras
Carlos Roberto de Menezes Peixoto
Carmem Lúcia Costa Amaral
Cassius V. Stevani
Cristhiane Carneiro Cunha Flôr
Daniela Gonçalves de Abreu
Deividi Marcio Marques
Edemar Benedetti Filho
Eder Pires de Camargo
Edilson Moradillo
Edson José Wartha
Edson Luiz Lindner
Eduardo Bessa Azevedo
Eduardo Galembeck
Elaine Pavini Cintra
Elisa Aguayo da Rosa
Elisa Prestes Massena
Emília C. de O. Lima
Eva T. Boff
Evangelina Maria Brito de Faria
Fabiana Roberta Gonçalves e Silva
Fabiele Cristiane Dias Broietti
Fábio Peres Gonçalves
Fernanda Franzolin
Fernando César Silva
Flávia C. G. C. Vasconcelos
Flaviano Oliveira Silvério
Flávio Antonio Maximiano
Francis Musa Boakari
Gilson de Freitas Silva
Guilherme Andrade Marson
Guimes Rodrigues Filho
Hélio Elael Bonini Viana
Hueder Paulo Moisés de Oliveira
Ivã Gurgel
Ivoni Freitas-Reis
Jackson Gois da Silva
Jane Raquel Silva de Oliveira
Joana de J. de Andrade
João Rufino Freitas Filho
Joaquim F. M. da Silva
José Cláudio Del Pino
José Guilherme da Silva Lopes
José Moysés Alves
José Nunes Júnior
José Otavio Baldinato
Julio Carlos Afonso
Karen Cacilda Weber
Kátia Aparecida da Silva Aquino
Káthia Maria Honório
Laís dos Santos Pinto
Lea da Silva Veras
Lilian Borges Brasileiro
Lucia Codognoto
Luciana Massi
Luciana Passos Sá
Luciana Zaterka
Luciano Almeida Pereira
Luiz H. Ferreira
Mara Elisa Fortes Braibante
Marcelo Giordan
Marcelo Lambach
Marcia Borin da Cunha
Marco Antonio Bueno Filho
Maria Arminda Pedrosa
Maria Gardennia Fonseca
Maria Olimpia Rezende
Marlon Soares
Mauro Bertotti
Melquesedeque da Silva Freire
Moisés Alves Oliveira
Nadja P. dos Santos
Nyuara A. S. Mesquita
Orlando Fatibello-Filho
Orliney Maciel Guimarães
Otávio Aloisio Maldaner
Patrícia F. L. Machado
Paula Macedo Lessa dos Santos
Paulo A. Porto
Paulo Pinheiro
Paulo Rogerio Miranda Correia
Per Christian Braathen
Rafael Cava Mori
Raquel Pupo Nogueira
Reginaldo Alberto Meloni
Ricardo Gauche
Roberto Ribeiro da Silva
Rochele de Quadros Loguercio
Rodrigo Rocha Cuzinatto
Romeu C. Rocha-Filho
Rosana Giacomini
Rosária Justi
Rose Mary Latini
Rosiléia Oliveira Almeida
Salete Linhares Queiroz
Selma Elaine Mazzetto
Sérgio Paulo Campana Filho
Sidnei Percia da Penha
Waldmir Nascimento de Araujo Neto
Wilmo Ernesto Francisco Junior

Normas para Publicação

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(ções) 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 relacionadas 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 JBCS 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 (Unijuí)
Divulgação de temas que igualmente se situam dentro da área de interesse dos educadores em Química, de forma a incorporar a diversidade temática existente hoje na pesquisa e na prática pedagógica da área de ensino de Química, bem como desenvolver a interface com a pesquisa educacional mais geral. Deve-se explicitar contribuições para o processo de ensino-aprendizagem.
Limite de páginas: 20

CONCEITOS CIENTÍFICOS EM DESTAQUE
Responsável: José Luís de Paula Barros Silva (UFBA)
Discussão de conceitos básicos da Química, procurando evidenciar sua relação com a estrutura conceitual da Ciência, seu desenvolvimento histórico e/ou as principais dificuldades e alternativas para o ensino.
Limite de páginas: 20

HISTÓRIA DA QUÍMICA
Responsável: Paulo Porto
Esta seção contempla a História da Química como parte da História da Ciência, buscando ressaltar como o conhecimento científico é construído. Deve-se apresentar dados históricos, preferencialmente, de fontes primárias e explicitar o contexto sociocultural do processo de construção histórica.
Limite de páginas: 15

ATUALIDADES EM QUÍMICA
Responsável: Edvaldo Sabadini (Unicamp)
Procura apresentar assuntos que mostrem como a Química é uma ciência viva, seja com relação a novas descobertas, seja no que diz respeito à sempre necessária redefinição de conceitos. Deve-se explicitar contribuições para o ensino da Química.
Limite de páginas: 15

RELATOS DE SALA DE AULA
Responsável: Nyuara Araújo da Silva Mesquita (UFG)
Divulgação das experiências dos professores de Química, com o propósito de socializá-las junto à comunidade que faz educação por meio da Química, bem como refletir sobre elas. Deve-se explicitar contribuições da experiência vivenciada e indicadores dos resultados obtidos.
Limite de páginas: 20

ENSINO DE QUÍMICA EM FOCO
Responsável: Ana Luiza de Quadros (UFMG)
Investigações sobre problemas no ensino da Química, explicitando os fundamentos teóricos, o problema, as questões ou hipóteses de investigação e procedimentos metodológicos adotados na pesquisa, bem como analisando criticamente seus resultados.
Limite de páginas: 25

O ALUNO EM FOCO
Responsável: Edênia Maria Ribeiro do Amaral (UFRPE)
Divulgação dos resultados das pesquisas sobre concepções de alunos e alunas, sugerindo formas de lidar com elas no processo ensino-aprendizagem, explicitando os fundamentos teóricos, o problema, as questões ou hipóteses de investigação e procedimentos metodológicos adotados na pesquisa, bem como analisando criticamente seus resultados.
Limite de páginas: 25

EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA
Responsável: Moisés Alves de Oliveira (UEL)
Divulgação de experimentos que contribuam para o tratamento de conceitos químicos no Ensino Médio e Fundamental e que utilizem materiais de fácil aquisição, permitindo sua realização em qualquer das diversas condições das escolas brasileiras. Deve-se explicitar contribuições do experimento para a aprendizagem de conceitos químicos e apresentar recomendações de segurança e de redução na produção de resíduos, sempre que for recomendável.
Limite de páginas: 10

CADERNOS DE PESQUISA
Responsável: Editoria
Esta seção é um espaço dedicado exclusivamente para artigos inéditos (empíricos, de revisão ou teóricos) que apresentem profundidade teórico-metodológica, gerem conhecimentos novos para a área e contribuições para o avanço da pesquisa em Ensino de Química. Os artigos empíricos deverão conter revisão consistente de literatura nacional e internacional, explicitação clara e contextualização das questões de pesquisa, detalhamento e discussão dos procedimentos metodológicos, apresentação de resultados e com conclusões que explicitem contribuições, implicações e limitações para área de pesquisa em Ensino de Química. Os artigos de revisão deverão introduzir novidades em um campo de conhecimento específico de pesquisa em Ensino de Química, em um período de tempo não inferior a dez anos, abrangendo os principais periódicos nacionais e internacionais e apresentando profundidade na análise crítica da literatura, bem como rigor acadêmico nas argumentações desenvolvidas. Os artigos teóricos deverão envolver referenciais ainda não amplamente difundidos na área e trazer conclusões e implicações para a pesquisa e a prática educativa no campo do Ensino de Química, apresentando profundidade teórica, bem como rigor acadêmico nas argumentações desenvolvidas. Para esta seção, o resumo do artigo deverá conter de 1000 a 2000 caracteres (espaços inclusos), explicitando com clareza o objetivo do trabalho e informações sobre os tópicos requeridos para o tipo de artigo. Poderão ser indicadas até seis palavras-chaves.
Limite de páginas: 30 a 40.

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.