

química nova

NA ESCOLA



VOLUME 39 Nº 2, MAIO 2017

- 112 O Rio e a Escola: uma experiência de extensão universitária e de educação ambiental
M. E. A. Carvalho, M. R. Franco, S. Zanatta, R. A. Oliveira e M. A. P. Pipitone
- 120 Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais
L. O. Felipe e J. L. Bicas
- 131 Ensino de Química e a Ciência de Matriz Africana: Uma Discussão Sobre as Propriedades Metálicas
A. M. C. Benite, M. A. Bastos, M. J. R. Camargo, R. N. Vargas, G. L. M. Lima e C. R.M. Benite
- 142 Criação do Jogo “Um Passeio na Indústria de Laticínios” visando promover a Educação Ambiental no Curso Técnico de Alimentos
J. J. S. de Oliveira, R. O. de Moraes, U. K. L. de Medeiros e M. E. N. P. Ribeiro
- 153 O Tema “Vidro Plano (*Tecnologia Float*)” para a Educação Científica e Tecnológica
A. R. Toquetto
- 162 Cromatografia em papel: reflexão sobre uma atividade experimental para discussão do conceito de polaridade
G. A. de Oliveira e F. C. Silva
- 170 A constituição do professor/pesquisador no componente curricular de Monografia por meio da escrita em diários de pesquisa
V. S. Calixto e M. C. Galiazzi
- 179 O milho das comidas típicas juninas: uma sequência didática para a contextualização sociocultural no ensino de Química
J. B. S. Rodrigues, P. M. M. Santos, R. S. Lima, T. C. B. Saldanha e K. C. Weber
- 186 Estratégia Didática Inclusiva a Alunos Surdos para o Ensino dos Conceitos de Balanceamento de Equações Químicas e de Estequiometria para o Ensino Médio
J. M. Fernandes e I. Freitas-Reis
- 195 Ensino de química para deficientes visuais: a importância da experimentação num enfoque multissensorial
T. C. Fernandes, F. R. G. S. Hussein e R. C. P. R. Domingues
- 204 A Educação Química em discurso: uma análise a partir da revista Química Nova na Escola (1995-2014)
B. S. Pastoriza e J. C. Del Pino

EDITORES

Paulo Alves Porto (IQ-USP)

Salette Linhares Queiroz (IQSC-USP)

CONSELHO EDITORIAL

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

Antônio Francisco Carrelhas Cachapuz (UA - Aveiro, Portugal)

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

Aureli Caamaño (UB - Barcelona, Espanha)

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

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

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

Gisela Hernández (UNAM - Cidade do México, México)

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

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

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

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

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

Peter Fensham (QUT - Vitória, Austrália)

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

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

ASSISTENTE EDITORIAL

Giseli de Oliveira Cardoso

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

Instituto de Química da USP -

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

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

Correspondência deve ser enviada para:

Química Nova na Escola

Caixa Postal 26037

05513-970 São Paulo - SP

Fax (11) 3814-3602

Endereço-e: qnesc@sbq.org.br

Endereço: Av. Prof. Lineu Prestes, 748

05508-900, São Paulo - SP, Brasil

Fone: (11) 3032-2299

Química Nova na Escola na internet:<http://qnesc.sbq.org.br>**Copyright © 2017 Sociedade Brasileira de Química**

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

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

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

diagramação/capa

Hermano Serviços de Editoração

Sumário/Contents

Química e Sociedade / Chemistry and Society

- 112 O Rio e a Escola: uma experiência de extensão universitária e de educação ambiental

The River and the School: a university extension and environmental education experience

M. E. A. Carvalho, M. R. Franco, S. Zanatta, R. A. Oliveira e M. A. P. Pipitone

- 120 Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais

Terpenes, aromas and the chemistry of natural compounds

L. O. Felipe e J. L. Bicas

- 131 Ensino de Química e a Ciência de Matriz Africana: Uma Discussão Sobre as Propriedades Metálicas

Chemistry Teaching and the Science of African Origin: A Discussion about Metallic Properties

A. M. C. Benite, M. A. Bastos, M. J. R. Camargo, R. N. Vargas, G. L. M. Lima e C. R.M. Benite

Espaço Aberto / Issues/Trends

- 142 Criação do Jogo "Um Passeio na Indústria de Laticínios" visando promover a Educação Ambiental no Curso Técnico de Alimentos
"A Walk in the Dairy Industry" Game for Environmental Education in the Food Technology Course

J. J. S. de Oliveira, R. O. de Moraes, U. K. L. de Medeiros e M. E. N. P. Ribeiro

- 153 O Tema "Vidro Plano (*Tecnologia Float*)" para a Educação Científica e Tecnológica

The theme "Flat Glass (Float Technology)" for scientific and technological education

A. R. Toquetto

Relatos de Sala de Aula / Chemistry in the Classroom

- 162 Cromatografia em papel: reflexão sobre uma atividade experimental para discussão do conceito de polaridade
Paper chromatography: reflection about an experimental activity for the discussion of the polarity concept

G. A. de Oliveira e F. C. Silva

- 170 A constituição do professor/pesquisador no componente curricular de Monografia por meio da escrita em diários de pesquisa*

The constitution of the teacher-researcher in the Monograph curricular component by writing research journals

V. S. Calixto e M. C. Galiuzzi

- 179 O milho das comidas típicas juninas: uma sequência didática para a contextualização sociocultural no ensino de Química

Corn in 'June Festival' typical dishes: a didactic sequence for sociocultural contextualization in chemistry teaching

J. B. S. Rodrigues, P. M. M. Santos, R. S. Lima, T. C. B. Saldanha e K. C. Weber

Ensino de Química em Foco / Chemical Education in focus

- 186 Estratégia Didática Inclusiva a Alunos Surdos para o Ensino dos Conceitos de Balanceamento de Equações Químicas e de Estequiometria para o Ensino Médio
Inclusive Teaching Strategy to Deaf Students for Teaching the Concepts of Balancing Chemical Equations and Stoichiometry in High School

J. M. Fernandes e I. Freitas-Reis

- 195 Ensino de química para deficientes visuais: a importância da experimentação num enfoque multissensorial
Teaching chemistry for visually impaired students: the importance of experiments focusing on a multisensory approach

T. C. Fernandes, F. R. G. S. Hussein e R. C. P. R. Domingues

Cadernos de Pesquisa/Research Letters

- 204 A Educação Química em discurso: uma análise a partir da revista *Química Nova na Escola* (1995-2014)
Chemical Education in discourse: an analysis from Química Nova na Escola (1995-2014)

B. S. Pastoriza e J. C. Del Pino

SBQ faz 40 anos e sedia congresso da IUPAC

Este ano, a SBQ faz 40 anos e comemora em grande estilo: sediando o 46º. Congresso Internacional de Química promovido pela *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC), que ocorrerá em conjunto com a 40ª. Reunião Anual da SBQ, de 9 a 14 de julho, em São Paulo, SP. Para destacar a importância desse acontecimento, basta lembrar que é a primeira vez que a IUPAC promove seu principal congresso na América do Sul. O evento contará com a participação de grandes nomes da ciência química de todo o mundo, em uma extensa programação (que pode ser consultada em www.iupac2017.org), sob o tema geral *Sustainability & Diversity through Chemistry*. Entre as diversas conferências e trabalhos a serem apresentados, nas diferentes áreas e especialidades da química, está incluída também uma programação dedicada à área de Ensino de Química. Serão 14 conferências apresentadas por convidados de diferentes países, incluindo Alemanha, Austrália, Colômbia, Costa Rica, EUA, Holanda, Israel, Japão, Malásia, Reino Unido e Turquia - além de nosso colega Eduardo F. Mortimer (UFMG), ex-editor da QNEsc e participante ativo da Divisão de Ensino de Química da SBQ, que falará sobre o tema “Pedagogic link-making in higher education science classrooms: does the content matter?” Além das conferências, foram aceitos mais de uma centena de trabalhos na área de Ensino de Química, estando previstas 22 apresentações orais e 89 na forma de pôsteres. Será, sem dúvida, uma grande oportunidade para que a comunidade de educadores em química do Brasil e do mundo troquem experiências e divulguem o conhecimento que vem sendo produzido na área.

Enquanto aguardamos esse grandioso congresso, apresentamos mais um número de *Química Nova na Escola*. Nesses tempos em que ódio e intolerância se espalham em tantas instâncias no Brasil e no mundo, é alentador perceber que também se organiza, de muitas formas, a resistência a esse movimento. Tanto melhor se a própria sala de aula de química puder se constituir em espaço para a inclusão e o respeito à diversidade humana. Três artigos nesta edição trazem exemplos nesse sentido. Dois deles tratam da inclusão de pessoas portadoras de necessidades especiais: um deles aborda sequências didáticas para o ensino de conceitos de estequiometria a alunos com deficiência auditiva; o outro descreve o uso de experimentos com alunos deficientes visuais, em uma abordagem multissensorial. Um terceiro

artigo resgata os conhecimentos de mineração e metalurgia dos africanos trazidos escravizados para o Brasil, inserindo o ensino de química na discussão do racismo ainda tão presente em nossa sociedade.

A temática da Educação Ambiental está presente em dois artigos. No primeiro, um grupo de pós-graduandos desenvolveu um trabalho em uma escola de Ensino Médio, a partir do tema transversal “O rio e a escola” integrado ao currículo da escola, propiciando a aprendizagem de conteúdos de química e de outras disciplinas em um contexto significativo para os alunos. No segundo artigo, os autores descrevem a criação e avaliação de um jogo didático do tipo RPG, abordando a Educação Ambiental utilizando conceitos da área de química dos alimentos.

Variados conteúdos de química são focalizados nesta edição, sempre de maneira contextualizada: terpenos e vidros planos são temas de dois artigos. O ensino do conceito de polaridade é também discutido, em relato de atividade realizada com alunos do ensino médio, por meio de experimentos de cromatografia em papel. A contextualização está presente ainda em outro relato, no qual o ensino de química foi estruturado em torno do tema do milho, ingrediente de diversas comidas típicas das festas juninas. Considerando que o mês de junho está próximo, professores de química de todo o Brasil podem se inspirar nesse artigo para desenvolver atividades temáticas semelhantes com seus alunos.

A formação inicial de professores merece destaque no artigo que trata da escrita como forma de constituir-se professor-pesquisador, oferecendo importantes reflexões sobre o papel das interações que ocorrem no coletivo de licenciandos, bem como sobre a apropriação das possibilidades da escrita para a formação dos futuros docentes. Finalmente, a seção *Cadernos de Pesquisa* toma como objeto de investigação os artigos publicados em 20 anos da nossa QNEsc (1995-2014), a fim de caracterizar a constituição do discurso da Educação Química no âmbito da comunidade de autores que publicam neste periódico.

Que a leitura desta edição seja agradável e frutífera para todos!

Paulo Alves Porto
Salette Linhares Queiroz
Editores



○ Rio e a Escola: uma experiência de extensão universitária e de educação ambiental

Marcia E. A. Carvalho, Mônica R. Franco, Samuel Zanatta, Raquel A. Oliveira e Maria A. P. Pipitone

Apresentamos o relato de uma experiência de extensão universitária que envolveu o planejamento, por parte de estudantes de pós-graduação, de uma atividade de ensino contextualizado em Química para alunos do ensino médio de uma escola pública estadual paulista. As atividades de natureza teórico-prática tiveram o objetivo de desenvolver o conhecimento dos parâmetros de qualidade de água a partir da exploração didático-pedagógica do Ribeirão Guamium, que margeia a escola e é afluente do Rio Piracicaba. A utilização de uma temática relacionada ao ambiente e ao cotidiano dos alunos, bem como a inclusão de práticas experimentais na escola, apresentou-se como um instrumento relevante para ampliar a motivação dos estudantes diante da aprendizagem da Química em sua interface com a questão ambiental.

► educação ambiental, extensão universitária, ensino de Química ◀

Recebido em 10/07/2015, aceito em 06/04/2016

A Educação Ambiental Crítica na forma de extensão universitária

A humanidade vivencia uma ampla crise ambiental, onde todos os habitantes do planeta são atingidos, embora de maneira e intensidades diferentes. Esta crise traz muitos desafios a serem solucionados pela sociedade, que não se restringem somente ao desenvolvimento de técnicas de mitigação dos danos já causados e acumulados no planeta. É preciso repensar as causas destes problemas e entender que a construção das soluções é responsabilidade coletiva, sendo também uma via de edificação da cidadania.

A educação ambiental é compreendida não como uma disciplina ou um conjunto de conteúdos a serem transmitidos aos estudantes, mas sim como “uma perspectiva pedagógica e

A humanidade vivencia uma ampla crise ambiental, onde todos os habitantes do planeta são atingidos, embora de maneira e intensidades diferentes. Esta crise traz muitos desafios a serem solucionados pela sociedade, que não se restringem somente ao desenvolvimento de técnicas de mitigação dos danos já causados e acumulados no planeta. É preciso repensar as causas destes problemas e entender que a construção das soluções é responsabilidade coletiva, sendo também uma via de edificação da cidadania.

política, voltada à construção da cidadania, igualdade, justiça e possivelmente de uma sociedade sustentável”, como definido por Reigota (1998, p.13). Ela também se refere à uma mudança do paradigma dominante de exploração do ambiente visando uma revolução tanto científica quanto política; de maneira que a educação ambiental deva ser direcionada à construção de uma cultura ecológica voltada à cidadania ativa, para a busca de compreensão e soluções organizadas para as causas dos problemas ambientais pelos quais a humanidade passa (Sorrentino, 2005).

Neste sentido, a escola como uma instituição responsável pela socialização dos conhecimentos acumulados pela humanidade e pela formação de cidadãos conscientes e atuantes, não pode se furtar a esses desafios. A legislação brasileira é específica no que se refere à inserção da educação ambiental na escola; é reconhecida como uma parte essencial da educação, sendo esta formal ou não formal, como citado no Plano Nacional de Educação Ambiental (PNEA), Lei 9795, de 27 de abril de 1999 (Brasil, 1999a).

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.

A relevância da educação ambiental foi reforçada pelo Ministério da Educação ao editar, em 1999, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) para a educação básica em território nacional (Brasil, 1999b). Nesta obra de referência, a temática do meio ambiente é destacada como um tema transversal, ou seja, um assunto que deve ser debatido de maneira que perpassa todas as disciplinas e em todas as séries da educação escolar.

O Ministério e o Conselho Nacional da Educação estabeleceram, por meio da Resolução n. 2 de 15 de junho de 2012, as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (Brasil, 2012). Tais diretrizes devem ser observadas por todos os sistemas de ensino e suas instituições de educação básica e superior, de forma a inserir os conhecimentos concernentes à educação ambiental nos currículos e projetos pedagógicos das escolas, de forma transversal ou como conteúdo constante do currículo e das experiências pedagógicas.

Estas premissas estão integradas à educação ambiental crítica que é vista como um processo de ensino e aprendizagem incessante no qual os indivíduos ou grupos se despertam para os problemas ambientais no mesmo momento em que assumem novos comportamentos, incorporam novos valores e atitudes, produzem conhecimentos e novas soluções para os problemas ambientais.

A indissociabilidade da teoria com a prática na identificação e na solução dos problemas parece ser o eixo da educação ambiental crítica que segue orientada por uma nova sociedade na qual os contextos societários em sua interface com a natureza são problematizados (Loureiro; Layrargues, 2013).

Para os autores referidos, os problemas ambientais não estão dissociados dos problemas sociais e a crise ambiental não se traduz na forma de problemas da natureza, mas sim de problemas que se manifestam na natureza não obstante suas origens estejam apontadas para as relações sociais e os modelos de sociedade e de desenvolvimento vigentes.

Deste modo, as disciplinas de Ciências da Natureza e suas tecnologias (Química, Física e Biologia) podem ter um importante papel para a inserção crítica do debate dos temas ambientais na escola. Para a efetivação deste papel, estas disciplinas precisam ter o planejamento e desenvolvimento de seus conteúdos de forma integrada ao contexto ambiental da escola, sua inserção local e global, com ênfase especial aos impactos ambientais em interface com o desenvolvimento econômico local e regional (Oliveira; Obara; Rodrigues, 2007).

Com base nisso, o presente trabalho relata e analisa uma atividade de extensão universitária de alunos de um programa de pós-graduação de uma universidade estadual paulista localizada no município de Piracicaba – SP em parceria com uma escola de ensino médio da rede estadual do mesmo município. O município de Piracicaba está situado a

cerca de 160 km da cidade de São Paulo, capital do estado, e conta com uma população de cerca de 380.000 habitantes.

A extensão universitária aqui estabelecida corresponde ao modelo de atividade acadêmica capaz de imprimir um novo rumo à universidade brasileira e de contribuir significativamente para a mudança da sociedade. Tal modelo previsto pelo Plano Nacional de Extensão Universitária preconiza atividades que vão:

“(...) além de sua compreensão tradicional de disseminação de conhecimentos (cursos, conferências, seminários), prestação de serviços (assistências, assessorias e consultorias) e difusão cultural (realização de eventos ou produtos artísticos e culturais) - já apontava para uma concepção de universidade em que a relação com a população passava a ser encarada como a oxigenação necessária à vida acadêmica. Dentro desses balizamentos, a produção do conhecimento, via extensão, se faria na troca de saberes sistematizados, acadêmicos e populares, tendo como consequência a democratização do conhecimento, a participação efetiva da comunidade na atuação da universidade e uma produção resultante do confronto com a realidade.” (Brasil, 2000 – 2001, p.2).

[...] o presente trabalho relata e analisa uma atividade de extensão universitária de alunos de um programa de pós-graduação de uma universidade estadual paulista localizada no município de Piracicaba – SP em parceria com uma escola de ensino médio da rede estadual do mesmo município.

Desta forma, se estabelece que a extensão universitária tem potencial para produzir e disseminar conhecimentos e ações que aproximem e tornem concreta a relação transformadora entre a universidade e a escola básica, e vice-versa.

Portanto, esse é o relato de um trabalho de extensão universitária que compreendeu o planejamento e desenvolvimento de uma experiência de educação ambiental crítica por meio de atividades teóricas e práticas de ensino de Química, tendo como recurso pedagógico o Ribeirão Guamium, que margeia a referida escola estadual paulista de ensino médio.

A contextualização e o Ensino de Química

Ouvir a frase “odeio Química” é comum em muitas escolas, e toda essa resistência ao aprendizado da Química pode ser agravado pela falta de contextualização da Ciência ao cotidiano e à realidade escolar do estudante. A falta de envolvimento da Ciência com o dia-a-dia do jovem associada ao uso de métodos de ensino, nos quais o desafio do aprendizado é baseado na tarefa de decorar fórmulas, nomes e tabelas, nada contribui para a construção das competências e habilidades compatíveis com o nível médio do ensino e desejáveis para a vida em sociedade e o mundo do trabalho.

Quando o assunto são as competências e habilidades, pode-se reportar ao texto dos Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 2002), o qual deixa bem claro que as

competências e habilidades do ensino da Química dizem respeito aos domínios da contextualização sociocultural. Tal domínio é alcançado a partir da inserção dos conhecimentos aprendidos nos diferentes setores da sociedade com os aspectos políticos, econômicos e sociais de cada época e, sobretudo, com a tecnologia e cultura contemporânea. Para tanto, é esperado que sejam utilizadas as vivências dos alunos, suas histórias de vida e meio social a fim de facilitar o aprendizado dos mesmos (Brasil, 2002).

A contextualização sociocultural do conteúdo de ensino prevê que o aprendizado da Química se estabeleça a partir do comprometimento com a cidadania, com a ética e com a mudança na postura do professor em relação à sua prática didático-pedagógica. Essa deve ser voltada para o ensino ligado diretamente ao cotidiano do estudante para envolver e encorajar o aluno de forma gradual e efetiva (Miranda; Costa, 2013). Segundo estes autores, por meio da contextualização, o professor e o aluno conseguirão atribuir significado ao conteúdo por meio de uma conexão entre sua vida cultural, pessoal e social. A contextualização deve estabelecer um vínculo com a cidadania e o meio ambiente, teoria e prática, produção e a criação e, acima de tudo, deve preparar o estudante para reflexão e ação no ambiente.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (Brasil, 1999b) apresentaram dados que revelaram que os alunos, quase nunca identificam relação entre o ensino de Química, o cotidiano e a sociedade. Isto evidencia que os conteúdos de Química foram estudados, em detrimento da consolidação de uma inter-relação com as questões ambientais, sociais e cotidianas que envolvem os indivíduos e a sociedade como um todo.

Portanto, nota-se que tais princípios são bons orientadores para as práticas de sala de aula, de forma a fazer com que o aluno deixe de exercer o papel de espectador para ser o agente integrante e ativo do processo de aprendizagem. Este novo estudante estará apto para incorporar e deslocar os ensinamentos aprendidos para novas situações. Tal formação deve favorecer o aluno na compreensão e na tomada de decisões sobre as ações para a preservação do meio ambiente, entre outras questões tão atuais e importantes e estritamente ligadas ao conhecimento químico, por exemplo.

O ensino de Química passou de uma tradição centrada na transmissão de conhecimentos científicos prontos para um processo de ensino-aprendizagem sob orientações construtivistas, cuja tônica passa a residir na construção e reconstrução ativa do conhecimento por parte do aluno que se apodera do processo de aprendizagem, deixando de ser mero espectador (Schnetzler; Aragão, 1995). A prática do professor previa que o aluno, como espectador e sem participação na sala de aula, reproduzisse, de forma passiva, os conteúdos e assim obtivesse sucesso na avaliação. Como

consequência, atribuía-se, aos alunos, a falta de interesse e de conhecimento prévio para a continuidade dos estudos, bem como a culpa pelos sofríveis resultados da educação escolar.

O estudo da Química baseado na contextualização sociocultural deve possibilitar o desenvolvimento de uma visão crítica do mundo, habilitando o estudante a analisar, compreender e utilizar este conhecimento no cotidiano. Assim sendo, esse aluno terá condições de perceber e interferir em situações que contribuam para a deterioração de sua qualidade de vida, como por exemplo, o impacto ambiental provocado pelos rejeitos industriais e domésticos que poluem o ar, água e solo (Cardoso; Colinvaux, 2000). Essa visão competente e crítica pode ser estimulada pelo emprego da experimentação como uma atividade que permita a articulação entre fenômenos e teorias; de modo que aprender Ciências seja uma dialética relação entre o fazer e o pensar (Silva; Machado; Tunes, 2011). A experimentação privilegia o caráter investigativo, incentiva a atividade imaginativa criadora dos alunos e estimula a reelaboração dos conhecimentos; promovendo também o reconhecimento do papel do ensino da Química para a vida em sociedade (Silva; Machado; Tunes, 2011;

A contextualização sociocultural do conteúdo de ensino prevê que o aprendizado da Química se estabeleça a partir do comprometimento com a cidadania, com a ética e com a mudança na postura do professor em relação à sua prática didático-pedagógica.

Schnetzler, 2011)

Deste modo, o ensino de Química está relacionado, a partir da contextualização do seu conteúdo, à teoria da aprendizagem significativa, a qual se funda na abordagem cognitivista da construção do conhecimento. Essa construção “é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva e não arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo”, segundo Moreira (2006).

Procedimentos metodológicos

A busca de uma temática que se adequasse à realidade dos alunos e da comunidade a qual estão inseridos foi realizada através de uma pesquisa de campo ao redor da escola, para conhecer o contexto social dos alunos e a área de localização da instituição. Foi notado que, próximo à localidade da escola, percorre o Ribeirão Guamium, afluente do Rio Piracicaba que deu origem e nome à cidade, além de desempenhar papel crucial na cultura local.

O projeto de extensão universitária envolveu um docente e dez pós-graduandos de uma instituição pública de ensino superior localizada em Piracicaba, SP. Este grupo elaborou e desenvolveu um plano de atividades educativas que foram dirigidas aos vinte e nove estudantes da segunda série do ensino médio de uma escola estadual também localizada no município de Piracicaba.

O grupo de extensão assegurou a inserção da atividade de forma integrada ao currículo da escola, não se caracterizando como atividade pontual e descontínua, pois o tema “O Rio e a Escola” estava previsto no planejamento anual

do professor e no projeto pedagógico da escola; conforme o Currículo do Estado de São Paulo, o qual propõe que se discuta na segunda série do Ensino Médio o tema água e meio ambiente (tendo como situações de aprendizagens as propriedades da água para o consumo humano - água pura ou água potável; dissolução de materiais em água e mudança de suas propriedades).

Como o Ribeirão Guamium, o qual faz margem com a escola, estava servindo de depósito de lixo e resíduos despejados pelos moradores da região, a discussão da qualidade da água esteve pautada em princípios de conscientização ambiental. Vale destacar que as atividades (aulas teóricas e práticas) do plano de extensão universitária nasceram das expectativas da escola em sintonia com a *expertise* dos pós-graduandos envolvidos.

O planejamento teórico-prático das aulas esteve ancorado em conteúdos, experiências e vivências relacionados com a temática e o contexto ambiental da escola. Os subtemas das atividades foram: “Bom dia a todos” – atividades de integração e visita monitorada ao Ribeirão Guamium; “Plantio de árvore” (ipê roxo) como registro das atividades; “História e Geografia: desvendando o mapa hidrográfico da região com óculos 3D”; “As leis e as águas” - júri simulado sobre uma questão ambiental; “Química e Meio Ambiente” - atividades teóricas e práticas experimentais no Laboratório de Ciências.

Ao todo, as atividades duraram 5 horas e 20 minutos, sendo que a aula “Química e Meio Ambiente” foi permeada por práticas experimentais realizadas após a exposição de assunto relacionado a cada parâmetro de qualidade da água. Todos os vinte e nove estudantes do segundo ano do ensino médio participaram das aulas práticas realizadas no Laboratório de Ciências da escola. Os estudantes foram divididos em grupos supervisionados pelos dez estudantes de pós-graduação envolvidos no processo. Toda a atividade foi discutida anteriormente com a Direção, Coordenação Pedagógica e professores de Química.

As atividades foram realizadas com material de fácil manipulação e acesso, permitindo aos alunos conhecer os parâmetros de qualidade de água utilizados pelo CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) (Brasil, 2005) e, ao mesmo tempo, relacionar parâmetros de qualidade da água (Tabela 1) com os problemas ambientais que estão ocorrendo no Rio Piracicaba.

Para a realização dos testes, foi coletada uma amostra de água do Ribeirão Guamium que margeia a escola alvo do trabalho e uma amostra de água ultrapura (osmose reversa), para proporcionar maior contraste e evidência nos resultados. Foi utilizado um *kit* de análises comercializado pela empresa Alfacit – Ecolit (Alfacit, 2013) para fazer os testes das amostras de água (Figura 1).

Os testes propostos foram realizados conforme as instruções contidas no manual do Ecolit e, ao término dos experimentos, os alunos puderam comparar os resultados com tabelas colorimétricas fornecidas neste manual. Para determinar se a abordagem experimental atingiu o objetivo de sensibilizar os alunos em relação à situação ambiental

Tabela 1: Parâmetros estipulados pela resolução n. 357 do CO-NAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) (Brasil, 2005) para utilização e distribuição de água doce da classe 1.

ÁGUAS DOCES - CLASSE 1	
Parâmetros	Valores
Cloreto total	< 250 mg L ⁻¹ Cl
Oxigênio dissolvido	> 6 mg L ⁻¹ O ₂
Nitrogênio amoniacal total	3,7 mg L ⁻¹ N, para pH ≤ 7,5 2,0 mg L ⁻¹ N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 mg L ⁻¹ N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 mg L ⁻¹ N, para pH > 8,5
pH	6,0 – 9,0
Turbidez	< 40 UNT*

*unidade nefelométrica de turbidez



Figura 1: Demonstração visual das análises dos parâmetros da qualidade da água, que foram realizadas com o Ecolit da Alfacit com amostras de água do Ribeirão Guamium, afluente do Rio Piracicaba.

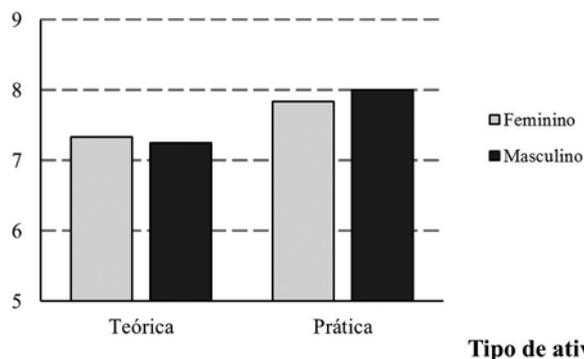
do seu entorno, aplicou-se um formulário semiestruturado, no qual os alunos registraram suas preferências sobre as atividades realizadas.

O ensino de Química e a Educação Ambiental integrando a Universidade e a Escola Básica

Os documentos oficiais recentes para o ensino de Ciências recomendam o uso da experimentação, enfatizando a relação teoria-experimento e incorporando interdisciplinaridade e a contextualização (Silva; Machado; Tunes, 2011). Segundo estes mesmos autores, as visitas aos espaços existentes no entorno escolar são também atividades experimentais que propiciam a aprendizagem significativa e desenvolvem o senso crítico dos alunos, já que são espaços que fazem parte da suas vivências cotidianas. Por isso, a visita à margem do Ribeirão Guamium foi o ponto de partida para as atividades que foram abordadas no ambiente escolar.

Na escola, a atividade “Química e Meio Ambiente” foi composta por aula teórica permeada por práticas experimentais, que foram realizadas após a exposição de assunto relacionado a cada parâmetro de qualidade da água. Os experimentos instigaram a curiosidade e participação dos alunos, gerando perguntas principalmente sobre as reações e/ou mudanças de cores que ocorriam durante as análises.

2A Grau de afinidade pelas atividades (escala de 1 a 9)



2B Grau de dificuldade das atividades (escala de 1 a 5)

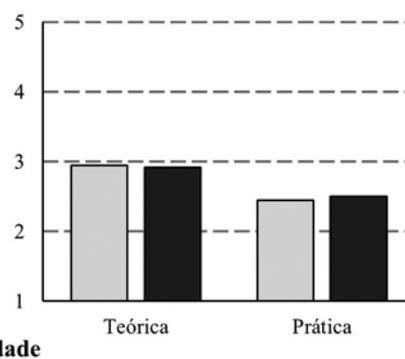


Figura 2: Graus de aceitação (A) e de percepção (B) dos alunos quanto às atividades teóricas e práticas ministradas. Grau de aceitação: escala de 1 (desgostei extremamente) a 9 (gostei extremamente) e grau de percepção: escala de 1 (muito fácil) a 5 (muito difícil). Piracicaba, 2013.

Inclusive, foi observado que estas práticas foram bem-sucedidas especialmente por causa do apelo visual que possuíam. Tais observações podem ser confirmadas pelos resultados da avaliação das atividades teóricas e práticas, as quais foram feitas pelos alunos (Figura 2A-B).

As atividades práticas foram as preferidas pelos alunos, alcançando nota geral igual a 8 (equivalente a gostei muito) enquanto que as atividades teóricas obtiveram nota 7 (equivalente a gostei moderadamente), como mostrado na Figura 2A. Este resultado pode estar correlacionado ao grau de dificuldade, que foi maior nas atividades teóricas (nota geral igual a 3, equivalente à dificuldade moderada) do que nas práticas (nota geral igual a 2, equivalente a fácil), independentemente do gênero dos alunos (Figura 2B).

Entre as dificuldades descritas, a compreensão do assunto foi a mais assinalada (Tabela 2), embora as atividades não tenham apresentado um elevado grau de dificuldade, já que a opção muito difícil (nota máxima = 5) não foi assinalada e a opção difícil (nota 4) apresentou baixa frequência.

Tabela 2: Dificuldades citadas pelos alunos durante as atividades teóricas e práticas ministradas e frequência com que as mesmas foram assinaladas (um mesmo aluno pode ter assinalado mais de uma dificuldade). Piracicaba, 2013.

Dificuldades	Frequência em que foram assinaladas
Compreensão do assunto	9
Compreensão do vocabulário	2
Falta de interesse	1

De acordo com Silva, Machado e Tunes (2011), a utilização de experimentos inseridos nas aulas teóricas é uma estratégia que pode minimizar a desarticulação entre aulas teóricas e de laboratório e auxiliar na aprendizagem significativa, pois permitem a formação e o desenvolvimento do pensamento analítico. Contudo, dificuldades de compreensão foram descritas pelos alunos, como demonstrado pela Figura 2 e Tabela 2. Provavelmente, estas dificuldades

poderiam ter sido mitigadas com uma adequação do planejamento da aula, de modo que a mesma fosse iniciada com a identificação dos conhecimentos prévios dos escolares sobre os conceitos da Química envolvidos na temática da qualidade da água e o meio ambiente.

Tais conhecimentos prévios poderiam ser mobilizados durante as atividades teóricas e práticas, de forma a envolver os alunos com a reelaboração dos conceitos prévios e ampliar a compreensão do assunto e, conseqüentemente, a aprendizagem dos conhecimentos de Química, em sintonia com o ambiente escolar. Infere-se que esse tipo de estratégia didática poderia aumentar o sentimento de pertencimento do estudante com sua escola e como o ambiente que o cerca, em nível local e global.

Neste sentido, os alunos foram questionados se houve influência das atividades ministradas sobre o seu cotidiano. Como observado na Figura 3, os resultados foram dependentes do tipo de atividade (teórica ou prática) e do gênero (masculino e feminino). Enquanto as atividades teóricas afetaram principalmente o dia-a-dia das alunas (11,11% superior quando comparado aos jovens do gênero masculino), as atividades práticas tiveram maior influência sobre o

Porcentagem de alunos com cotidiano influenciado pelas atividades

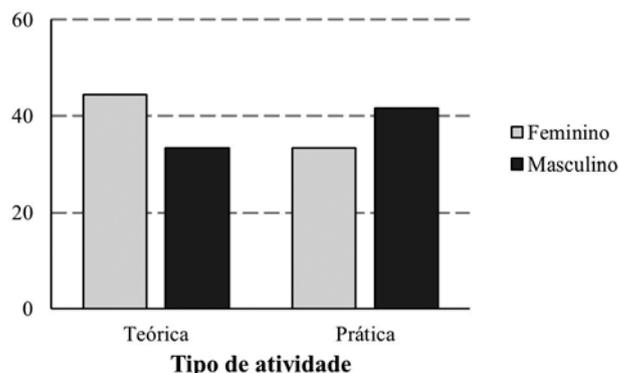


Figura 3: Porcentagem de alunos que relataram a influência das atividades teóricas e práticas sobre o cotidiano (cálculo sobre o número de alunos por categoria de gênero). Piracicaba, 2013.

cotidiano dos alunos (8,33% maior do que jovens do gênero feminino).

Embora o processo de aprendizagem (neste caso, associação entre teoria, prática e cotidiano e conscientização ambiental) seja diferente para cada aluno (Freire, 1987), a Figura 4 parece demonstrar certa correlação entre o tipo de atividade e o gênero dos alunos. Contudo, independentemente desta variável, para que o aluno tenha predisposição para aprender de modo significativo (conectando e inter-relacionando conceitos com sua vida e com o ambiente que o cerca), ele deve estar motivado, além de reconhecer a importância do que está sendo ensinado para a sua vida. Assim sendo, foi requisitado aos alunos que assinalassem de que maneira as atividades influenciaram o seu cotidiano, sendo relatado que as atividades agregaram conhecimento, promoveram o aprendizado, a conscientização ambiental e até animou o dia dos alunos (Tabela 3).

Tabela 3: Influências das atividades teóricas e práticas sobre o cotidiano dos alunos e frequência com que as mesmas foram assinaladas (um mesmo aluno pode ter assinalado mais de uma vez). Piracicaba, 2013.

Influências	Frequência em que foram assinaladas
Agregou conhecimento	10
Conscientização ambiental	4
Animou o dia	1

Para descrever como o cotidiano dos alunos foi influenciado, vale registrar algumas respostas extraídas dos questionários de avaliação preenchidos, pelos escolares, após as aulas ocorridas nos laboratórios. Algumas das respostas à pergunta “De que forma o workshop influenciou seu dia a dia” foram:

Aluno 1 - “Pelos atividades de química, com o experimento da água, mostrando se ela estava ácida ou não, porque com a água a gente toma banho, lava louça, bebe, etc ... e foi bom saber um pouco mais sobre ela.”

Aluna 10 - “Influenciou um pouco no nosso dia-a-dia, como preservar mais a natureza [...]”

Aluno 13 - “O workshop não influenciou em si no meu dia-a-dia, mas na forma de pensar”

Aluno 16 - “De forma que abro meus olhos para os detalhes da vida, hoje vejo a chuva, [...], o desperdício de água [...] com outros olhos”

Aluna 18 - “O workshop influenciou na minha visão de ver a cidade e suas questões ambientais, como é importante preservar nosso patrimônio”

Aluna 22 - “O workshop proporcionou a assimilação de conhecimento referentes as disciplinas abordadas no mesmo”

Aluna 27 - “A parte da química me fez perceber uma poluição maior e seus danos”

Os alunos sugeriram que houvesse maior viabilização da participação dos demais alunos nas atividades práticas, o que pode ocorrer pelo aumento do número de práticas, o segundo item mais assinalado (Figura 6). Também foi apontado que houvesse a repetição dos experimentos e a utilização de “vocabulário mais simples” (Tabela 4), o que sugere maior atenção quanto aos aspectos da transposição didática dos conceitos na atividade desenvolvida.

Como pode ser observado, a inclusão de atividades experimentais foi útil para internalizar os conhecimentos de Química, estimular a conscientização ambiental e promover o reconhecimento da Química para a vida em sociedade, corroborando Silva; Machado e Tunes (2011) e Guimarães (2009). Pensando no que poderia ser alterado para incrementar o aproveitamento das atividades pelos alunos, foi solicitado a eles que dessem sugestões.

Os alunos sugeriram que houvesse maior viabilização da participação dos demais alunos nas atividades práticas, o que pode ocorrer pelo aumento do número de práticas, o segundo item mais assinalado (Figura 6). Também foi apontado que houvesse a repetição dos experimentos e a utilização de “vocabulário mais simples” (Tabela 4), o que sugere maior atenção quanto aos aspectos da transposição didática dos conceitos na atividade desenvolvida.

Tabela 4: Sugestões dadas pelos alunos para melhorar o aproveitamento das atividades práticas. O número entre parênteses representa a frequência com que as sugestões foram assinaladas (um mesmo aluno pode ter assinalado mais de uma sugestão). Piracicaba, 2013.

Sugestões	Frequência em que foram assinaladas
Viabilizar maior participação nas atividades práticas	5
Realizar maior número de atividades práticas	4
Utilizar vocabulário mais simples	1
Repetir os experimentos	1

Estes últimos itens podem estar relacionados à dinâmica do próprio evento: as atividades tinham que ser realizadas em um curto período de tempo, pois haveria outras atividades planejadas para o mesmo dia. Por fim, foi questionado aos alunos a respeito da importância das atividades práticas. Pode ser observado na Figura 4, que jovens do gênero masculino sentem-se mais motivados com a utilização de práticas experimentais do que as alunas, embora quase 90% delas tenham assinalado o aumento da motivação.

Independentemente do gênero, o aumento da compreensão da disciplina e da participação dos alunos foram vantagens muito assinaladas (93 a 100% dos alunos). Porém,

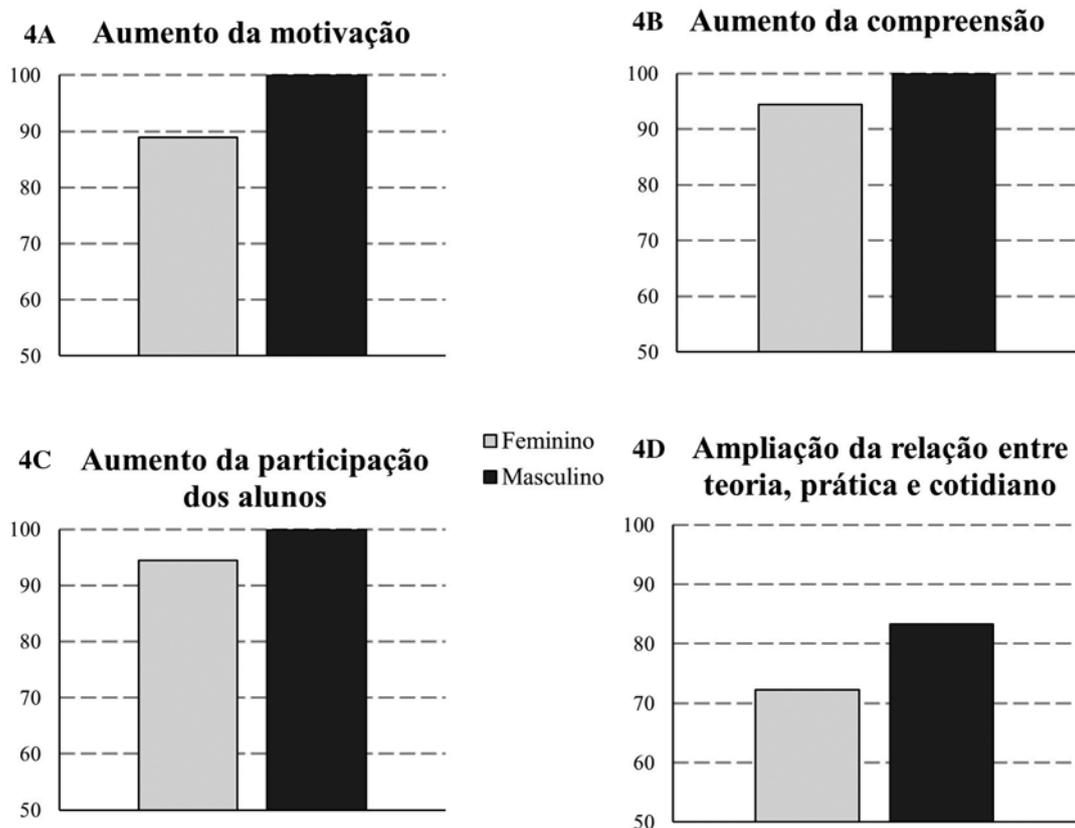


Figura 4: Vantagens da utilização de práticas laboratoriais no ambiente escolar. As barras representam a porcentagem de alunos que assinalou cada item (resultado dividido por gênero). Piracicaba, 2013.

quando comparado aos demais itens, a ampliação da relação entre teoria, prática e cotidiano obteve menor proporção de votos, sendo mais importante para os alunos do gênero masculino (83%) do que para as alunas (72%). Assim como Albuquerque, Vicentini e Pipitone (2015) foi possível concluir que aliar atividades educativas práticas às atividades teóricas no tratamento das questões ambientais, focando-as em questões reais e do cotidiano da escola, parece um potente recurso para promover, nos alunos, a análise crítica das questões ambientais.

Conclusão

A inclusão de práticas experimentais no ambiente escolar para alunos do ensino médio apresentou-se como um instrumento relevante e útil para ampliar a motivação dos estudantes diante da aprendizagem da Química em sua interface com a questão ambiental. A utilização de uma temática relacionada ao ambiente e cotidiano do aluno (O Rio e a Escola) facilitou o inter-relacionamento de conceitos

Vale ressaltar a importância de atividades de extensão universitária que envolvem estudantes de pós-graduação e estudantes da educação básica na promoção de conhecimento científico e no tratamento da educação ambiental como tema transversal.

da Química com o ambiente e o contexto escolar dos estudantes.

Vale ressaltar a importância de atividades de extensão universitária que envolvem estudantes de pós-graduação e estudantes da educação básica na promoção de conhecimento científico e no tratamento da educação ambiental como tema transversal.

Marcia Eugenia Amaral Carvalho (marcia198811@usp.br) Mestre em Ciências na Área de Fisiologia e Bioquímica de Plantas pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP – BR. **Mônica Regina Franco** (mrfranco@usp.br) Mestre em Ciências na Área de Genética e Melhoramento de Plantas pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP – BR. **Samuel Zanatta** (sazanatta@hotmail.com) Mestre em Ciências na Área de Química na Agricultura e no Ambiente pelo Centro de Energia Nuclear – CENA/USP, Av. Centenário. Piracicaba, SP – BR. **Raquel Alves de Oliveira** (raqueloliver1@yahoo.com.br) Mestre em Ecologia Aplicada na linha Ambiente e Sociedade pelo Programa PósGraduação Interunidades da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Centro de Energia Nuclear. Piracicaba, SP – BR. **Maria Angélica Penatti Pipitone** (angelicapenatti@gmail.com) Mestre em Educação pela UFSCar, Doutora em Educação pela UNICAMP e Professora Associada da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP – BR.

Referências

ALBUQUERQUE, C.; VICENTINI, J.; PIPITONE, M.A.P. O júri simulado como prática para a educação ambiental crítica. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, v. 96, n. 242, p. 199-215, 2015.

ALFAKIT. Disponível em: <http://www.alfakit.ind.br/>. Acesso em: dez. 2013.

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre Educação Ambiental e institui a Política Nacional de Educação Ambiental, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, 1999a.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Brasília, MEC; SEMTEC, 1999b.

_____. Ministério da Educação. Plano Nacional de Extensão Universitária. Fórum de Pró-Reitores de Extensão das Universidades Públicas Brasileiras. Brasília, SESu; MEC, 2000/2001.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN + Ensino médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília, MEC; SEMTEC, 2002.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Resoluções CONAMA. Resolução n. 357, de 17 março de 2005.

_____. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Resolução n. 2, de 15 de julho de 2012. Brasília, MEC; CNS, 2012.

CARDOSO, S.P.; COLINVAUX, D. Explorando a motivação para estudar química. *Química Nova*, v. 23, n. 3, p. 401-404, 2000.

FREIRE, P. *Pedagogia do Oprimido*. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 1987.

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

LOUREIRO, C.F.; LAYRARGUES, P.P. Ecologia política, justiça e educação ambiental crítica: perspectivas de aliança contra-hegemônica. *Trabalho, Educação, Saúde*, v. 11, n. 1, p. 53-71, 2013.

MIRANDA, D.G.P.; COSTA, N.S. Professor de Química: formação, competências/ habilidades e posturas. Disponível em: <http://www.ufpa.br/eduquim/formdoc.html>. Acesso em: dez. 2013.

MOREIRA, M.A. A teoria da aprendizagem significativa e sua implicação em sala de aula. Brasília: Editora UnB, 2006.

OLIVEIRA, A.L.; OBARA, A.T.; RODRIGUES, M.A. Educação ambiental: concepções e práticas de professores de ciências do ensino fundamental. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 6, n. 3, p. 471-495, 2007.

REIGOTA, M. *O que é educação ambiental?* São Paulo: Brasiliense, 1998.

SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R.M.R. Importância, sentido e contribuições de pesquisas para o Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, n. 1, p. 27-31, 1995.

SCHNETZLER, R.P. Apontamentos sobre a história do ensino de Química. In: SANTOS, W.L.P.; MALDANER, O.A. (orgs). *Ensino de Química em foco*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2011. p. 51 -75.

SILVA, R.R.; MACHADO, P.F.F.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W.L.P.; MALDANER, O.A. (orgs). *Ensino de Química em foco*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2011. p. 231 -286.

SORRENTINO, M.; TRAJBER, R.; MENDONÇA, P.; FERRARO JUNIOR, L.A. Educação ambiental como política pública. *Educação e Pesquisa*, v. 31, n. 2, p. 285-299, 2005.

Abstract: *The River and the School: a university extension and environmental education experience.* This report about a university extension experience is related to the planning of contextualized chemistry educational activities for a public high school from São Paulo State. Theoretical and practical activities were performed in order to provide knowledge about water quality parameters of Guamium stream, one of Piracicaba River's tributary, which is located close to the school. The use of environment theme and daily lives of students, as well as inclusion of experimental practices at school, were important tools to encourage students to learn Chemistry toward environmental issues.

Keywords: environmental education, university extension, Chemistry teaching



Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais

Lorena O. Felipe e Juliano L. Bicas

Esse artigo tem por objetivo abordar a importância dos terpenos (alcenos naturais) na química dos compostos de aromas. Embora os terpenos não se tratem especialmente de uma função química, essa classe de compostos abrange as principais funções (álcoois, hidrocarbonetos, fenóis, *etc.*), de forma que a maioria dos membros desse grupo apresentam uma estrutura que se enquadra na chamada “regra do isopreno”. Tais compostos estão presentes em diversos óleos essenciais, o que os torna importantes para o aroma de muitos produtos naturais. Nesse contexto, as principais vias de produção dos compostos de aroma (síntese química, extração direto da natureza e via biotecnológica) serão apresentadas e exemplificadas. Em resumo, este artigo abordará os aspectos da interdisciplinaridade entre a biologia e a química, particularmente no que se refere à produção seletiva de compostos de aroma (principalmente terpenos) por via biotecnológica.

► terpenos, aromas, isomerismo ◀

Recebido em 01/02/2016, aceito em 01/05/2016

Terpenos: compostos majoritários de óleos essenciais

Os óleos essenciais são empregados e explorados há cerca de 3.500 anos pela humanidade (Scott, 2005). Com ampla utilização, principalmente na perfumaria e cosméticos, tais substâncias encontram também significativa aplicabilidade na indústria alimentícia por contribuir no reforço ou na melhora da qualidade sensorial dos alimentos (Ravindra & Kulkarni, 2015). O Brasil, considerado como um dos 17 países megadiversos do planeta, apresenta uma extensa diversidade florística (Scarano *et al.*, 2012). Dessa forma, essa riqueza fornece uma abundante extração de óleos essenciais obtidos da flora nativa – como, por exemplo, o óleo essencial de andiroba, cajá, copaíba, cupuaçu e pau-rosa - largamente utilizados na medicina popular (Maia & Andrade, 2009).

De forma geral, os óleos essenciais são constituídos majoritariamente por terpenos ou seus derivados (Tabela 1). Tais substâncias constituem-se como um extenso grupo de moléculas orgânicas produzidas como metabólitos secundários - principalmente em plantas - para evitar injúrias promovidas por agentes externos (Correia *et al.*, 2008; Viegas Júnior, 2003). Dessa forma, os terpenos apresentam reconhecida atividade antimicrobiana (De Martino *et al.*, 2015; Lutfi & Roque, 2014). Além das plantas, esses compostos também

podem ser produzidos por animais e micro-organismos, como fungos e bactérias (Dvora & Koffas, 2013).

Terpenos: “regra” do isopreno e a influência da isomeria óptica

Quimicamente, os terpenos podem ser definidos como “alcenos naturais”, isto é, apresentam uma dupla ligação carbono-carbono sendo caracterizado como um hidrocarboneto insaturado (Mc Murry, 2011). Por outro lado, se um terpeno contém oxigênio, o mesmo é denominado de terpenoide, podendo apresentar diferentes funções químicas, entre as quais: ácidos, álcoois, aldeídos, cetonas, éteres, fenóis ou epóxidos terpênicos (Figura 1).

Apesar de apresentarem diferenças estruturais entre si, todos os terpenos/terpenoides são basicamente estruturados em blocos de cinco carbonos – unidades de isopreno (C_5H_8) – normalmente, ligadas entre si pela ordem “cabeça-a-cauda” (ligação 1-4) (Figura 2), o que caracteriza a chamada “regra do isopreno” (Lommis & Croteau, 2014; Eschenmoser & Arigoni, 2005). Os chamados “terpenos irregulares” são aqueles com ligações diferentes, como por exemplo, o β -caroteno, que apresenta uma ligação “cauda-a-cauda” (ligação 4-4) (Figura 2). Terpenos cíclicos, como o limoneno (Figura 2), também podem apresentar outras ligações

Tabela 1: Principais constituintes de alguns óleos essenciais.

Óleo essencial	Principais constituintes
"Arnica-da-Serra"	Sesquiterpenos (AR-diidroturnerona, AR-curcumeno, AR-turmerol, bisabolol, cadinol, cariofileno, nerolidol, <i>orto</i> acetoxi bisabolol, sesquicineol).
Bergamota	Ésteres de álcoois monoterpênicos (linalil acetato, neril acetato, geranil acetato); monoterpênicos (limoneno, β -pineno, γ -terpineno); monoterpênicos (linalol, geraniol, geranial, neral).
Casca de laranja	Monoterpenos (limoneno, mirceno); sesquiterpenos (β -sinensal, α -sinensal), sesquiterpeno (valenceno); monoterpênicos (decanal, linalol, neral, geranial, citronelal), outros compostos (octanal).
Copaíba	Sesquiterpeno: β -cariofileno.
Cravo	Sesquiterpenos (α -humuleno, cariofileno); compostos fenólicos (eugenol, eugenil acetato).
Folha de <i>curry</i> indiano	Sesquiterpenos (β -cariofileno, β -gurjuneno, α -selineno).
Gengibre	Sesquiterpenos (zingibereno, AR-curcumeno, β -sesquifelandreno, bisaboleno); monoterpênicos (canfeno, β -felandreno), monoterpênicos (1,8-cineol)
Hortelã pimenta	Monoterpênicos (isomentona, (-)-mentol, (-)-mentona, 1,8-cineol, mentofurano); monoterpênicos (limoneno), álcoois (octan-3-ol, oct-1-en-3-ol).
Limão	Monoterpenos (limoneno, β -pineno, γ -terpineno); monoterpênicos (geranial, neral, citronelal, linalol); outros compostos (neril acetato, geranil acetato, nonanal).
Pimenta	Monoterpênicos (sabineno).
Pinus	Monoterpenos (pinenos, car-3-eno, limoneno, mirceno).
Terebintina	Monoterpenos (α -pineno, canfenos)
Toranja	Monoterpenos (limoneno, mirceno), monoterpênicos (decanal, linalol, citronelol, neral, geranial); sesquiterpeno (nootkatona, β -sinensal); outro composto (octanal).

Adaptado de: Margetts (2005); Baser & Demirci (2007), Pavarini e Lopes (2016).

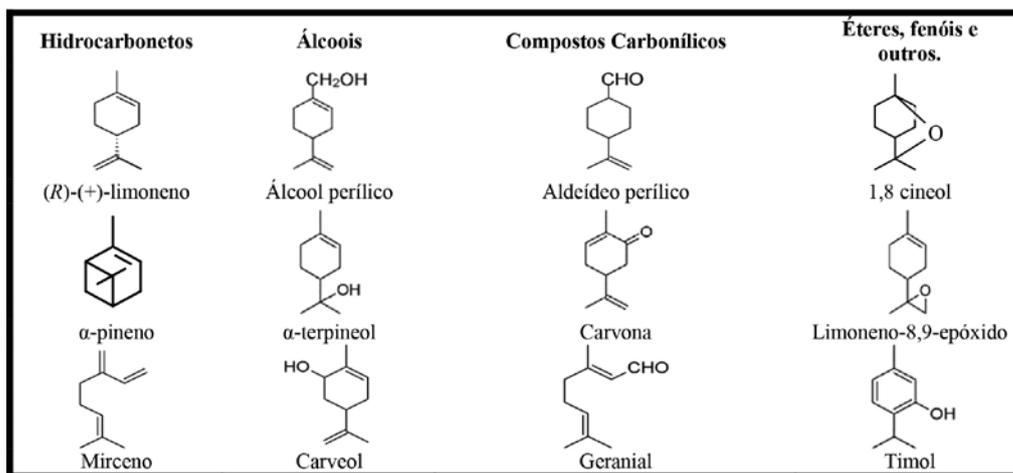


Figura 1: Diferentes funções químicas atribuídas a monoterpênicos e monoterpênicos.

(“ligações cruzadas”). Esta derivação da estrutura química em unidades de cinco carbonos, comum aos terpenos, é resultado da sua origem bioquímica, já que todos os seus carbonos são provenientes do isopentenil pirofosfato (IPP) ou de seu isômero dimetilalil pirofosfato (DMAPP). Esses últimos, por meio de duas rotas metabólicas distintas – via do mevalonato e via do 1-desoxilulose 5-fosfato (DXP) – originam os diferentes terpenos (Figura 3) (Kitaoka *et al.*, 2015).

Dessa forma, os terpenos podem ser classificados de acordo com a quantidade de resíduos de isopreno que sua estrutura possui (Tabela 2) (Krivoruchko & Nielsen, 2014; Hanson, 2012; Hill & Connolly, 2012; Fraga, 2011; Dewick, 2002). Além desta classificação, os terpenos podem ser

sub-classificados em termos do grau de ciclização da molécula, ou seja, como acíclicos (moléculas abertas), monocíclicos ou bicíclicos (Figura 4) (Dewick, 2002).

Os monoterpênicos e sesquiterpenos, com estruturas terpênicas de menor massa molecular, apresentam volatilidade acentuada. Essa última característica, por sua vez, apresenta grande importância para o aroma dos produtos naturais, particularmente de frutas cítricas, ervas aromáticas, especiarias e condimentos (vide exemplos na Tabela 1) (Farkas & Mohácsi-Farkas, 2014).

Por outro lado, moléculas de tamanho superior aos sesquiterpenos, devido ao tamanho da cadeia, praticamente não contribuem com o aroma, embora o catabolismo de

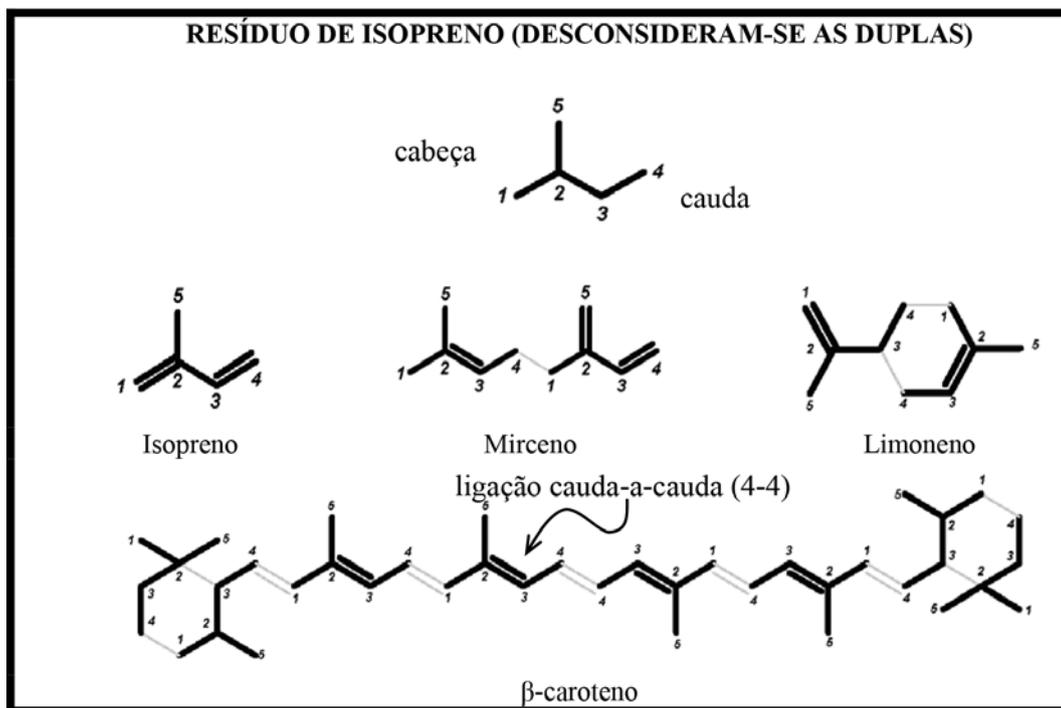


Figura 2: Estrutura química de alguns terpenos com os resíduos de isopreno em destaque, exemplificando a “regra do isopreno”.

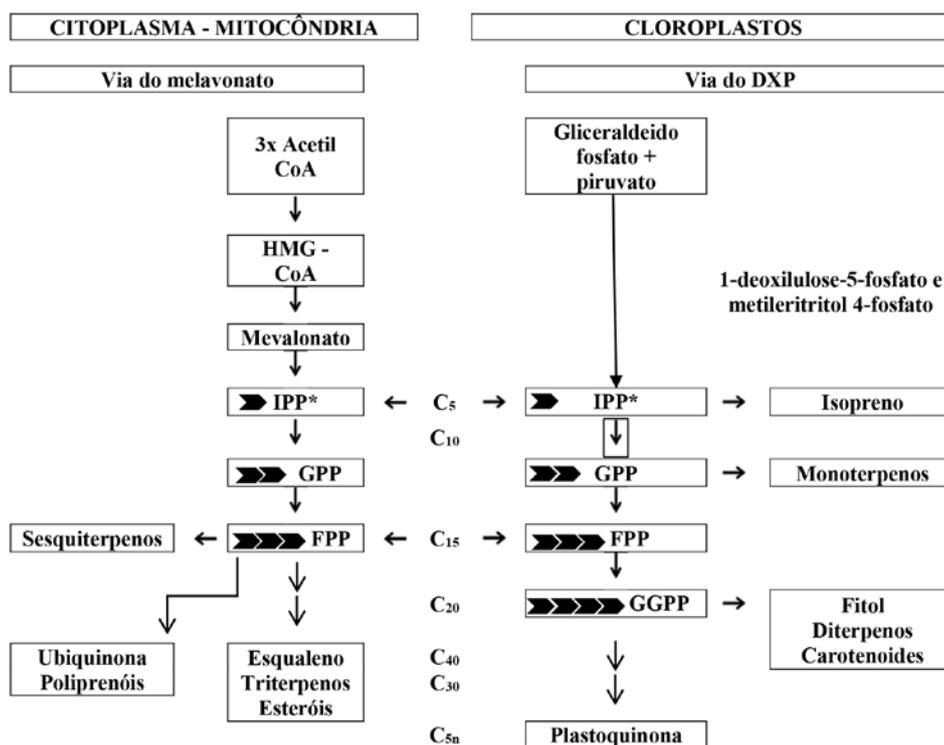


Figura 3: Representação esquemática das duas rotas metabólicas referente à síntese de terpenos/terpenoides: via do mevalonato e via do 1-desoxilulose-5-fosfato (DXP). Adaptado de: Baser & Demirci (2007). *IPP ou DMAPP. IPP: isopentenil pirofosfato; DMAPP: dimetilalil pirofosfato. GPP: geranyl pirofosfato; FPP: farnesil pirofosfato

tetraterpenos (C₄₀) possa fornecer norisoprenoides de 10 e 13 carbonos de importante contribuição para o aroma de alguns produtos de origem vegetal (Mendes-Pinto, 2009).

A despeito da baixa volatilidade dos di-, tri- e tetraterpenos, é válido ressaltar a importância dessas moléculas. Em se tratando das duas primeiras classes (di- e triterpenos),

a mesma é tida como um dos componentes principais de oleorresinas - uma secreção constituída basicamente de óleo essencial e resina - obtida de diferentes tipos de plantas. A importância desse tipo de produto está atrelada à extensa aplicabilidade em inúmeras atividades industriais - fixador de perfumes, solvente ou matéria-prima para a produção de

Tabela 2: Classificação dos terpenos baseada na quantidade de unidades de isopreno, com os respectivos exemplos.

Classificação	Bloco de isopreno	Quantidade de carbono	Exemplo
Hemiterpenos	1	5	Isopreno (monômero empregado na fabricação de borracha), prenol (odor frutado e utilizado na fabricação de perfumes) e ácido isovalérico (aroma característico de “queijo velho/chulé”).
Monoterpenos	2	10	Limoneno (aroma característico de fruta cítrica) e α -terpineol (aroma característico floral/pinho).
Sesquiterpenos	3	15	Farneseno (“diesel da cana”), nootkatona (aroma característico de toranja) e bisabolol (essência de camomila).
Diterpenos	4	20	Esteviosídeo (produção de adoçante natural a base de stevia) e sclareol (proveniente da sálvia - <i>Salvia sclarea</i>)
Triterpenos	6	30	Esqualeno (encontrado no óleo de fígado de tubarão)
Tetraterpenos	8	40	Carotenoides como o β -caroteno (pigmento da cenoura) e a zeaxantina (pigmento predominante em vegetais amarelos).
Politerpenos	>8	>40	Látex (borracha natural)

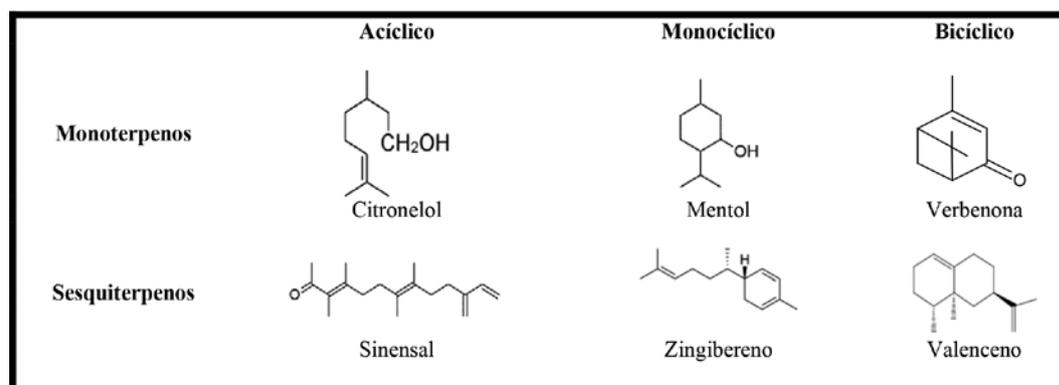


Figura 4: Exemplos de monoterpenos e sesquiterpenos: acíclico, monocíclico e bicíclico.

tintas, graxas e ceras - e no dia-a-dia das pessoas, através da medicina popular (Hartmann, 2007).

No que diz respeito aos tetraterpenos ou carotenoides, esses compostos são pigmentos de ampla distribuição na natureza, responsável por conferir a coloração de diferentes plantas, vegetais e alimentos (Tabela 3). O espectro de cores vai do amarelo ao vermelho. Existe uma extensa variedade de tetraterpenos descritos, sendo os mesmos divididos em carotenos (terpenos) e xantofilas (terpenoides) (Figura 5). Dentre as funções de ampla importância desempenhada por essa classe de terpenos na natureza estão: (i) são considerados pigmentos acessórios da fotossíntese em plantas, apresentando absorção máxima na faixa do ultravioleta e do azul; (ii) em tecidos animais, alguns deles são precursores

da vitamina A; (iii) determinados carotenoides apresentam expressiva atividade antioxidante (Yuan *et al.*, 2015).

Outro ponto bastante interessante acerca da química dos terpenos e dos compostos de aroma centra-se na isomeria dessas moléculas, em que isômeros ópticos podem conferir nota aromática completamente diferente uma da outra, como bem evidenciado nos exemplos apresentados na Figura 6 (Souza *et al.*, 2013). De forma análoga, diferenças químicas sutis, como isomerismo óptico, apresentam forte influência em outras propriedades biológicas, como, por exemplo, as propriedades farmacológicas. A talidomida é um exemplo clássico que comumente ilustra esse fato. Inicialmente comercializada na década de 1950 como uma mistura racêmica de seus enantiômeros, o referido fármaco foi amplamente

Tabela 3: Exemplos de carotenoides que conferem pigmentação natural a alimentos.

Carotenoide	Fórmula molecular	Coloração	Alimento que confere cor
Astaxantina	$C_{40}H_{52}O_4$	Vermelho	Camarão, caranguejo, lagosta, salmão.
Luteína	$C_{40}H_{56}O_2$	Amarelo-laranja	Gema de ovo, pêssego, abobrinha.
Licopeno	$C_{40}H_{56}$	Vermelho	Tomate, goiaba.

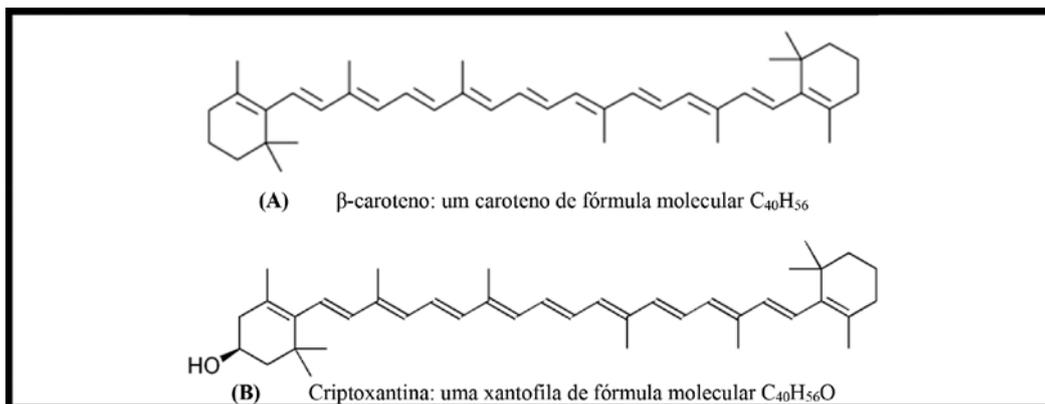


Figura 5: Exemplos de carotenoides precursores da vitamina A: (A) β -caroteno e (B) criptoxantina.

empregado no tratamento sintomático de náuseas em gestantes. Anos mais tarde, a tragédia traçada pela talidomida ficou popularmente conhecida como “bebês da talidomida”, tendo sido relatados milhares de casos ao redor do mundo de má-formação congênita. Isso porque o enantiômero *S* do referido fármaco apresentava propriedade teratogênica, enquanto seu *R* enantiômero era responsável pelos seus efeitos farmacológicos desejáveis (Lima *et al.*, 2001).

Dessa forma, torna-se evidente a relação entre a forma estrutural das moléculas e suas propriedades biológicas (Strub *et al.*, 2014), exemplificando assim a importância do conhecimento das propriedades enantioméricas de diferentes compostos.

Aromas: uma infinita possibilidade de combinação

Os cinco sentidos humanos são tradicionalmente descritos

pelo tato, visão, audição, paladar e olfato (Bensmaia & Manfredi, 2012; Daly *et al.*, 2012; Doty, 2012; Feher, 2012a, 2012b), sendo este último responsável pela identificação do odor e do aroma.

O odor é a resposta de compostos voláteis na via orthonasal após cheirar um alimento (Moon *et al.*, 2014; Secundo *et al.*, 2014). Por outro lado, o aroma constitui-se como a percepção de voláteis na via retronasal a partir da cavidade bucal quando o alimento está no interior da boca.

Assim, considerando que a percepção de sabor é a resposta integrada de substâncias voláteis aliadas às não voláteis, atribuídas ao gosto (amargo, ácido, doce, salgado, umami) e demais sensações (adstringência, pungência, refrescância), os compostos de aroma são determinantes para o estabelecimento de uma extensa quantidade de sabores de diferentes alimentos (Manley, 2011). Tal fato pode ser constatado pela

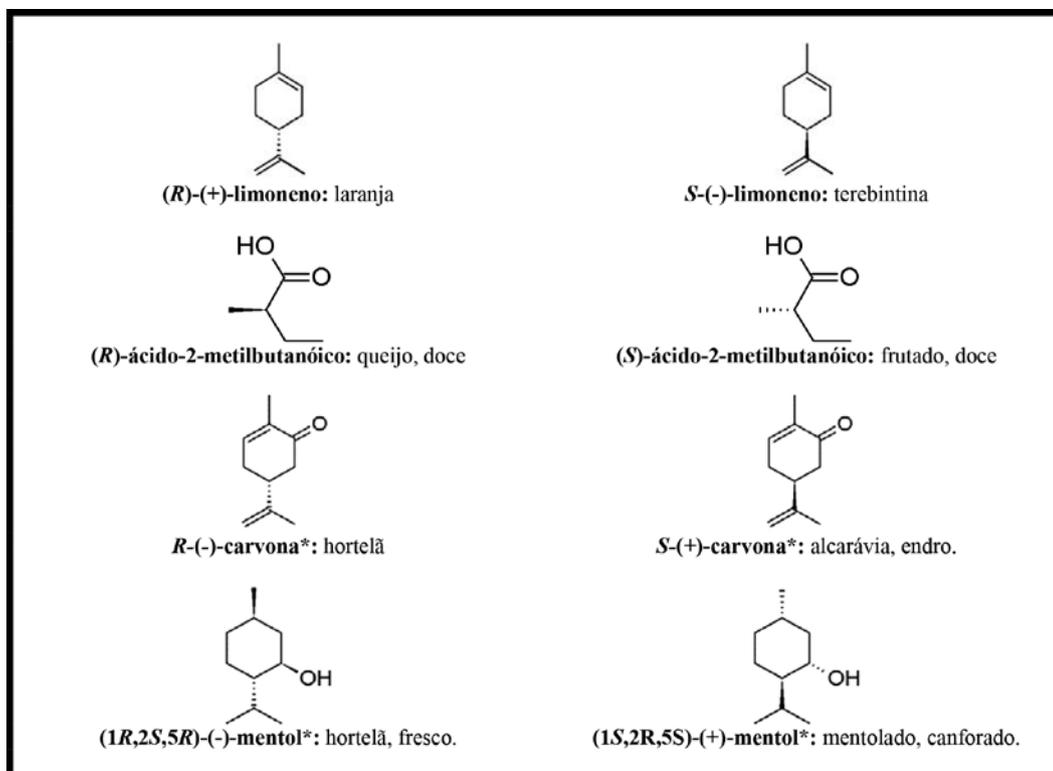


Figura 6: Impacto do isomerismo óptico na percepção de diferentes compostos de aroma (*compostos marcados com asterisco são monoterpênicos). Adaptado de: Baser & Demirci (2007).

virtual “ausência” de percepção de sabor na presença de congestão nasal, a qual prejudica a identificação do sabor dos alimentos (Cardello & Wise, 2008). Contudo, apesar da importância dos aromas nos atributos sensoriais de diferentes produtos, é importante destacar que esses compostos voláteis não conferem nenhuma função nutricional ou vitamínica aos mesmos (Baines, 2007).

Desse modo, os aromas são bastante complexos e constituem-se de uma família bastante extensa de voláteis. Apresentam como características gerais: (i) moléculas iguais ou menores a 300 Daltons; (ii) demonstram caráter hidrofóbico e baixa polaridade (Jackson, 2002), (iii) além de serem capazes de ativar os receptores olfativos. Ao mesmo tempo, mostram-se potentes, apresentando um limiar de detecção sensorial (*threshold*) da ordem de ppm (mg L^{-1} ou mg kg^{-1}), ppb ($\mu\text{g L}^{-1}$ ou $\mu\text{g kg}^{-1}$) e até ppt (ng L^{-1} ou ng kg^{-1}) (Jeleń *et al.*, 2012; Siegmund, 2015). Outro ponto também bastante interessante acerca do limiar de detecção está diretamente relacionado à matriz (Tabela 4) e a estrutura da molécula, de forma que mesmo isômeros podem apresentar diferenças. No último caso, por exemplo, o *threshold* da (4*S*)-(+)-carvona (aroma de alcarávia) é de 600 ppb enquanto que da (4*R*)-(-)-carvona (aroma de hortelã) é de 43 ppb (Margetts, 2005).

Tabela 4: Influência da matriz no *threshold* de alguns compostos de aroma (Belitz *et al.*, 2009).

Composto de aroma	Matriz	
	Água (ppm)	Cerveja (ppm)
<i>n</i> -butanol	0,5	200
3-metilbutanol	0,25	70
dimetilsulfeto	0,00033	0,05
(<i>E</i>)-2-nonenal	0,00008	0,00011

A complexidade dos compostos de aromas é reforçada pelo fato de que a concentração (Tabela 5) ou a combinação de compostos voláteis são capazes de produzir aromas característicos completamente diferentes. Assim, considerando que já foram descritos mais de 11.000 compostos voláteis em alimentos (VCF *Online*) - muitos deles importantes compostos de aroma - é possível perceber que a combinação de diferentes voláteis individuais pode conferir uma quantidade quase infinita de notas aromáticas (Siegmund, 2015).

Café, vinho e cerveja são produtos que ilustram

Tabela 5: Percepção aromática dependente da concentração para o 2-*trans*-nonenal.

Concentração de 2- <i>trans</i> -nonenal ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Percepção aromática
0,2	Plástico
0,4 - 2	Madeira
8-40	Óleo
≈ 1000	Pepino

claramente a inesgotável possibilidade dessas combinações. Isso porque o aroma característico de cada um desses produtos está relacionado à interação simultânea de centenas de compostos voláteis já identificados para cada um desses produtos, o que caracteriza o aroma de tais produtos como “complexos” (Sunarharum *et al.*, 2014; Praet *et al.*, 2012; Webb & Muller, 1972). Em contrapartida, alguns produtos apresentam uma única molécula, denominada “composto de impacto”, cujo aroma remete à identidade da matriz, conforme os exemplos apresentados na Tabela 6 (Jackson, 2002).

Aromas: métodos de obtenção

As vias de obtenção de aromas são basicamente três: (i) extração da natureza; (ii) síntese química ou (iii) via biotecnológica (Molina *et al.*, 2015) (Figura 7).

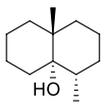
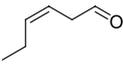
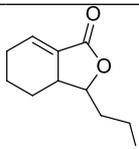
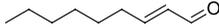
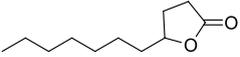
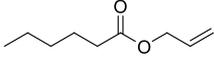
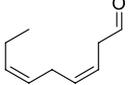
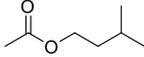
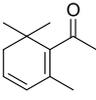
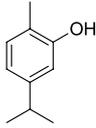
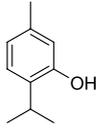
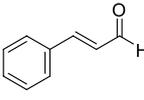
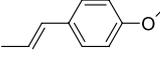
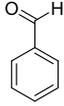
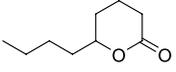
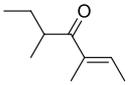
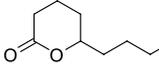
A extração de compostos de aromas diretamente da natureza apresenta como características marcantes o baixo rendimento de produto, o alto custo, além de demonstrarem forte dependência de fatores sazonais, climáticos e políticos. Além disso, em função da atividade de extração, pode implicar em problemas ecológicos (Zhou *et al.*, 2014). A extração da essência de baunilha, contendo vanilina como composto de impacto, ilustra bem esse cenário. Isso porque, para a produção de 1 kg de essência de baunilha, estima-se que sejam necessários cerca de 500 kg de favas da orquídea *Vanilla planifolia* (Gallage & Møller, 2015) (Figura 8).

A rota de produção química (vide exemplo para a vanilina na Figura 9), apesar de apresentar rendimento satisfatório, apresenta como desvantagem principal a reduzida regio-seletividade, produzindo misturas racêmicas que alteram substancialmente a percepção do aroma desejado para determinado produto (vide Figura 6). Além disso, quando aromas sintéticos são utilizados, os mesmos só podem ser descritos como “aroma artificial” ou “aroma idêntico ao natural”, diminuindo o apelo mercadológico dos produtos aos quais eles são adicionados (Akacha & Gargouri, 2014).

Em se tratando da via biotecnológica, a obtenção de aroma é feita a partir da utilização de enzimas isoladas, culturas de células ou micro-organismos (vide exemplo na Figura 10), que podem ser usados como culturas em crescimento, células imobilizadas, células em repouso (*resting cells*) ou em sistemas multifásicos (fase aquosa contendo biocatalisador e fase orgânica contendo substratos/produtos). Os produtos obtidos por esse método podem ser rotulados como “naturais” e em geral apresentam maior pureza enantiomérica em função da capacidade enantiosseletiva apresentada por sistemas biológicos (Waché & Dijon, 2013; Pacheco & Damasio, 2010). Esta ferramenta também é considerada mais ambientalmente amigável (Felipe *et al.*, 2017).

Tais processos biotecnológicos podem ocorrer por dois modos distintos: (i) síntese *de novo* e (ii) biotransformação (Marriott, 2012). A síntese *de novo*, termo originário do Latim, significa síntese “do zero”, “do início”. Essa rota de obtenção apresenta um produto final constituído comumente

Tabela 6: Exemplos de compostos de impacto de alguns alimentos.

Vegetais				
				
dimetilsulfeto (repolho)	geosmina (beterraba)	(Z)-3-hexenal (tomate fresco)	Sedanolídeo (aipo)	(E)-2-nonenal (pepino)
Frutas				
				
γ -undelactona (pêssego)	alil caproato (abacaxi)	furaneol (morango)	(Z,Z)-3,6-nona- dienal (melan- cia)	iso-amil acetato (banana)
Ervas, especiarias e temperos				
				
safranal (açafraão)	carvacrol (orégano)	timol (tomilho)	<i>trans</i> -cinal- deído (canela)	anetol (anis)
Oleaginosas				
				
benzaldeído (amêndoas)	γ -nonalactona (coco)	2,5-Dimetil-pirazina (amen- doim)	5-Metil-2-hep- ten-4-ona (avelã)	δ -decalactona (coco)

Adaptado de: McGorin, 2002.

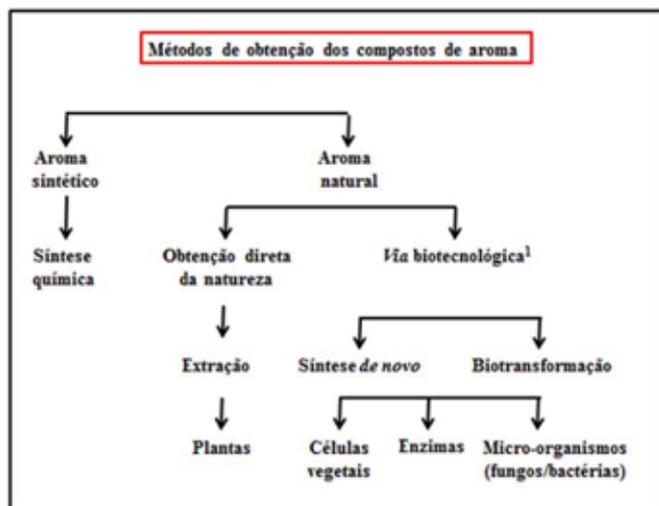


Figura 7: Métodos de obtenção dos compostos de aroma. ¹É natural, desde que o precursor também o seja.

de vários compostos de aroma, obtidos por vias metabólicas complexas, a partir de meio de cultura simples e sem a adição especial de substratos ao meio (Gallage & Møller, 2015). Entretanto, a produção biotecnológica de aromas por esse método costuma ser prejudicada em função da reduzida concentração de produto obtida ($< 100 \text{ mg L}^{-1}$), bem como

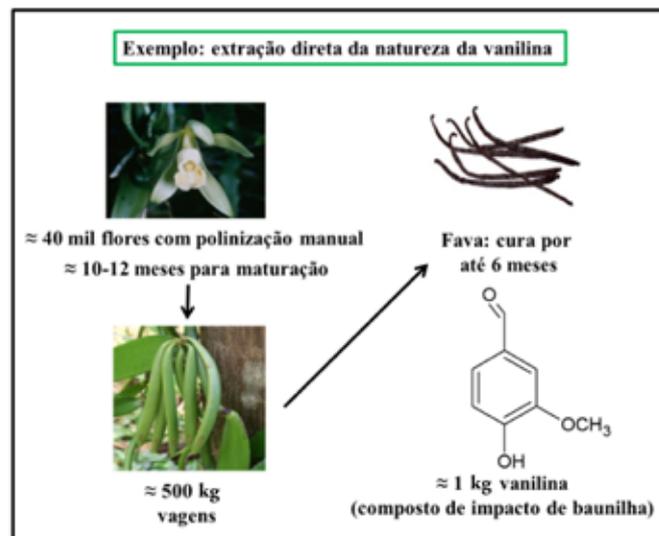
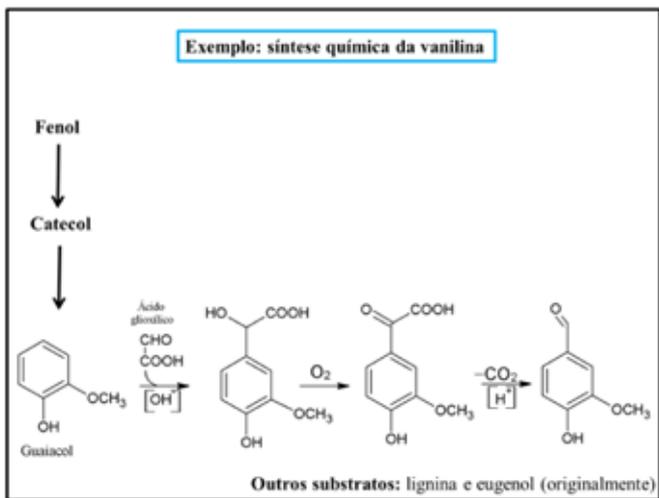


Figura 8: Método de obtenção da vanilina por extração direta da natureza. Adaptado de: Gallage & Møller, 2015; Rao & Ravishankar, 2000. **FONTE DAS IMAGENS:** Wikimedia Commons.

pelas dificuldades enfrentadas no processo de purificação considerando a complexidade da amostra.

Por outro lado, os processos de biotransformação são caracterizados pela adição de precursores ou intermediários



Fonte: Rao e Ravishankar (2000).

Figura 9: Uma das rotas de obtenção por síntese química da vanilina (Rao & Ravishankar, 2000).

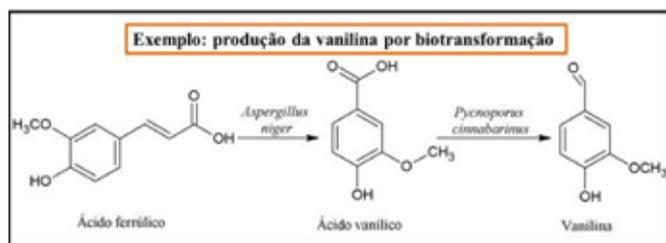


Figura 10: Uma das rotas de obtenção por via biotecnológica da vanilina: biotransformação (Paterson, 2010).

aos substratos de cultivos para a biossíntese de um determinado composto de aroma (Hegazy *et al.*, 2015). Atualmente, em função das características desse processo anteriormente destacada, a biotransformação tem sido amplamente descrita na literatura científica como um método bastante versátil e promissor para a obtenção de inúmeros insumos de alto valor agregado, como compostos de aromas e fármacos (Cao *et al.*, 2015). No primeiro caso, a biotransformação de terpenos destaca-se como uma importante estratégia para a obtenção de aromas naturais (Molina *et al.*, 2013).

Contudo, a obtenção de bioaromas por via biotecnológica é diretamente afetada por fatores reacionais, como a composição e a característica do meio de cultivo, a concentração do substrato e os parâmetros de processo (temperatura, agitação e aeração). Assim, apesar dos avanços recentes nesta área, alguns desafios ainda devem ser solucionados, principalmente no que diz respeito à biotransformação de terpenos, sendo os mais significativos: (i) acentuada volatilidade do substrato e do produto; (ii) importante grau de toxicidade do micro-organismo pela adição de substratos precursores e (iii) inviabilização da produção em função do reduzido rendimento de produto. Dessa forma, estudos

Considerando o tema aqui abordado foi possível vislumbrar que alcenos naturais, como os terpenos e terpenoides, apresentam relevante importância na química dos aromas. Esses últimos, apesar de não apresentarem função nutritivo-vitáminica, são imprescindíveis para a determinação do sabor dos alimentos.

mais direcionados devem ser desenvolvidos de forma a tornar possível o escalonamento da produção biotecnológica de terpenos em compostos voláteis de relevante interesse industrial (Molina *et al.*, 2013).

Considerados os desafios anteriormente mencionados, frente aos bioprocessos empregados na produção de bioaromas, a engenharia genética tem se mostrado uma ferramenta de inegável importância. De fato, apesar de ser um instrumento que requer inúmeros estudos experimentais e domínio para “engenheirar” o metabolismo de determinados micro-organismos de interesse, a manipulação genética tem contribuído de forma significativa nesse campo científico e, possivelmente, irá adquirir cada vez mais espaço em função das possibilidades abertas pela mesma (Otte & Hauer, 2015; Cho *et al.*, 2014).

Portanto, as rotas de produção de aromas por via biotecnológica abrem precedentes para inúmeros estudos científicos, apresentando assim, um cenário bastante otimista para a obtenção de patentes e novos processos tecnológicos (Elman & Zhang, 2014; Ferguson & Kaundinya, 2014; Wu & Huanng, 2014).

Aplicação do tema no ensino de química

Diante do exposto, é possível inferir que o professor poderá utilizar do conteúdo aqui abordado para trabalhar de maneira contextualizada com os alunos sobre as seguintes temáticas: (i) Química orgânica: apesar de os terpenos não se tratarem diretamente de uma função química, essa classe agrega as principais funções da química orgânica (hidrocarbonetos, álcoois, cetonas, ácidos, éteres); (ii) Isomerismo óptico: diferenças químicas bastante sutis (enantiômeros) podem apresentar propriedades biológicas (ex.: aroma, potencial farmacológico) muito distintas; (iii) Levantar argumentos, mostrando que a

Biologia pode auxiliar no ensino da Química: considerando que os sistemas biológicos atuam de forma seletiva para os diferentes enantiômeros e que os processos químicos dificilmente conseguem discernir estes isômeros, processos microbiológicos têm sido utilizados na síntese de diversos compostos de interesse, como fármacos e aromas; (iv) Regra do isopreno e

“blocos químicos de construção”: relacionar a estrutura dos terpenos à regra do isopreno e, com isso, explicar de forma lúdica como a natureza pode construir moléculas mais complexas a partir de “blocos de construção” simples, de forma análoga a brincadeiras de crianças, como no caso dos blocos de montar do tipo LEGO®.

Considerações finais

Considerando o tema aqui abordado foi possível vislumbrar que alcenos naturais, como os terpenos e terpenoides,

apresentam relevante importância na química dos aromas. Esses últimos, apesar de não apresentarem função nutritivo-vitáminica, são imprescindíveis para a determinação do sabor dos alimentos. Por fim, foram apresentados os principais métodos de obtenção de aroma, dado pela síntese química e produção biotecnológica. Em se tratando da produção a partir de catalisadores biológicos, apesar dos desafios inerentes, essa área da pesquisa tem se desenvolvido continuamente com claras perspectivas futuras.

Referências

AKACHA, N. B.; GARGOURI, M., 2014. Microbial and enzymatic technologies used for the production of natural aroma compounds: Synthesis, recovery modeling, and bioprocesses. *Food and Bioproducts Processing*, v. 94, p. 675–706, 2015.

BAINES, D., 2007. Flavouring substances: from chemistry and carriers to legislation. *Modifying Flavour in Food*. Elsevier, 2007. p. 11-41.

BAŞER, K.H.C.; DEMIRCI, F. Chemistry of Essential Oils. In: BERGER, R.G. (ed.). *Flavours and Fragrances: Chemistry, Bioprocessing and Sustainability*. Springer Science & Business Media, 2007. Ch. 4, p. 75-76.

BAŞER, K.H.C.; DEMIRCI, F. Chemistry of Essential Oils. In: BERGER, R.G. (ed.). *Flavours and Fragrances: Chemistry, Bioprocessing and Sustainability*. Springer Science & Business Media, 2007. Ch. 4, p.47.

BELITZ, H.-D.; GROSCH, W.; SCHIEBERLE, P. *Food Chemistry*. 4th revised and extended Edition, 2009.

BENSMAIA, S., MANFREDI, L. In: RAMACHANDRAN, V.S. (ed). 2° Ed. The sense of touch. *Encyclopedia of Human Behavior*. Londres: Elsevier, 2012. v. 3.

CAO, H., CHEN, X., JASSBI, A.R., XIAO, J. Microbial biotransformation of bioactive flavonoids. *Biotechnology Advances*, v. 33, n° 1, p. 214–223, 2015.

CARDELLO, A. V., WISE, P.M. Taste, smell and chemesthesis in product experience. In: SCHIFFERSTEIN, H. N. J.; HEKKERT, P. (ed.). *Product Experience*. Elsevier, 2015. Chap. 4, p. 91-131.

CHO, C., CHOI, S.Y., LUO, Z.W., LEE, S.Y., 2014. Recent advances in microbial production of fuels and chemicals using tools and strategies of systems metabolic engineering. *Biotechnology Advances*, v. 33, n° 7, p. 1455-1466, 2015.

CORREIA, S. J.; DAVID, J. M.; DA SILVA, E. P.; DAVID, J. P.; LOPES, L. M. X.; GUEDES, L. M. S. Flavonóides, norisoprenóides e outros terpenos das Folhas de *Tapirira guianensis*. *Química Nova*. v. 31, n° 8, p. 2056-2059, 2008.

DALY, B.P., DALY, M.P., MINNITI, N., DALY, J.M. In: RAMACHANDRAN, V.S. (ed). 2° Ed. Sense of taste (Effect on behavior). *Encyclopedia of Human Behavior*. Londres: Elsevier, 2012. v. 3.

DE MARTINO, L.; NAZZARO, F.; MANCINI, E.; DE FEO, V. In: PREEDY, V. R.; WATSON, R. R.. (ed). 1° Ed. Essential oils from Mediterranean Aromatic Plants. *The Mediterranean Diet: An Evidence-Based Approach*. Londres: Elsevier, 2014. Chap. 58, p. 649-661.

DEWICK, P.M. The biosynthesis of C5-C25 terpenoid compounds. *Nat. Prod. Rep.* v. 19, n° 2, p. 181–222, 2002.

Lorena de Oliveira Felipe (lorenaob@gmail.com) Bacharel em Engenharia de Bioprocessos e Mestre em Ciências, com área de concentração em Tecnologias para o Desenvolvimento Sustentável. Ambas as formações pela Universidade Federal de São João delRei - Campus Alto Paraopeba. Ouro Branco, MG – BR. **Juliano Lemos Bicas** (bicas@unicamp.br) Bacharel em Engenharia de Alimentos (Unicamp), doutor em Ciência de Alimentos, com área de concentração em Bioquímica de Alimentos (Unicamp) e pós-doutorado pela Universidade de Wageningen (Holanda). Atualmente é professor do Departamento de Ciência de Alimentos da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Unicamp. Campinas, SP – BR.

DOTY, R.L. In: RAMACHANDRAN, V.S. (ed). 2° Ed. Sense of smell. *Encyclopedia of Human Behavior*. Londres: Elsevier, 2012. v. 3.

DVORA, H., KOFFAS, M.A.G. In: McNeil, B.; Archer, D.; Giavasis, I.; Harvey, L.. (ed). 1° Ed. Microbial production of flavonoids and terpenoids. *Microbial Production of Food Ingredients, Enzymes and Nutraceuticals*. Cambridge: Elsevier, 2013. Chap. 10, p. 234-261.

ELMAN, G.J., ZHANG, J.Z. In: SHIMASAKI, C. (ed). 1° Ed. Intellectual property protection strategies for biotechnology innovations. *Biotechnology Entrepreneurship: Starting, Managing, and Leading Biotech Companies*. Oxford: Elsevier, 2014. Chap. 15, p. 227-255.

ESCHENMOSER, A., ARIGONI, D. Revisited after 50 Years: The “Stereochemical Interpretation of the Biogenetic Isoprene Rule for the Triterpenes.” *Helvetica Chimica Acta*. v. 88, n° 12, p. 3011–3050, 2005.

FARKAS, J., MOHÁCSI-FARKAS, C. In: MOTAJERMI, Y. (ed). 1° Ed. Safety of foods and beverages: spices and seasonings. *Encyclopedia of Food Safety*. Volume 3: Foods, Materials, Technologies and Risks. Elsevier, 2014. p. 324-330.

FEHER, J.a. 1° Ed. Hearing. *Quantitative Human Physiology: An Introduction*. Elsevier, 2014. Unit 4, Chap. 4.7, p. 370-385.

FEHER, J.b. 1° Ed. Vision. *Quantitative Human Physiology: An Introduction*. Elsevier, 2014. Unit 4, Chap. 4.8, p. 386-400.

FELIPE, L. O.; OLIVEIRA, A. M.; BICAS, J. L. Bioaromas – Perspectives for sustainable development. *Trends in Food Science & Technology*. v. 62, p. 141-153, 2017.

FERGUSON, S.M., KAUNDINYA, U.S. In: SHIMASAKI, C. (ed). 1° Ed. Licensing the Technology: Biotechnology Commercialization Strategies Using University and Federal Labs. *Biotechnology Entrepreneurship: Starting, Managing, and Leading Biotech Companies*. Oxford: Elsevier, 2014. Chap. 14, p. 185-205.

FRAGA, B.M., 2011. Natural sesquiterpenoids. *Natural Products Reports*. v. 29, n° 11, p. 1334-1366, 2012.

GALLAGE, N.J., MØLLER, B.L. Vanillin–Bioconversion and Bioengineering of the Most Popular Plant Flavor and Its De Novo Biosynthesis in the Vanilla Orchid. *Molecular Plant*. v. 8, n° 1, p. 40–57, 2015.

HANSON, J.R. Diterpenoids of terrestrial origin. *Natural Products Reports*. v. 30, n° 10, p. 1346-1356, 2013.

HARTMANN, T. From waste products to ecochemicals: fifty years research of plant secondary metabolism. *Phytochemistry*. v. 68, n° 22-24, p. 2831-2846, 2007.

HEGAZY, M.-E.F., MOHAMED, T.A., ELSHAMY, A.I., MOHAMED, A.-E.-H.H., MAHALEL, U.A., REDA, E.H., SHAHEEN, A.M., TAWFIK, W.A., SHAHAT, A.A., SHAMS,

K.A., ABDEL-AZIM, N.S., HAMMOUDA, F.M. Microbial biotransformation as a tool for drug development based on natural products from mevalonic acid pathway: A review. *Journal of Advanced Research*. v. 6, n° 1, p. 17-33, 2015.

HILL, R.A., CONNOLLY, J.D. Triterpenoids. *Natural Products Reports*. v. 29, n° 7, p. 780-818, 2012.

JACKSON, R.S. 1° Ed. Olfactory Sensations. *Wine Tasting: A Professional Handbook*. Elsevier, 2002. Chap. 3, p. 39-78.

JELENÍ, H.H., MAJCHER, M., DZIADAS, M. Microextraction techniques in the analysis of food flavor compounds: A review. *Analytica Chimica Acta*. v. 738, p. 13-26, 2012.

KITAOKA, N., LU, X., YANG, B., PETERS, R. J. The Application of Synthetic Biology to Elucidation of Plant Mono-, Sesqui-, and Diterpenoid Metabolism. *Molecular Plant*. v. 8, n° 1, p. 6-16, 2015.

KRIVORUCHKO, A., NIELSEN, J. Production of natural products through metabolic engineering of *Saccharomyces cerevisiae*. *Current Opinion in Biotechnology*. v. 35, p. 7-15, 2015.

LIMA, L. M.; FRAGA, C. A. M.; BARREIRO, E. J. O Renascimento de um Fármaco: talidomida. *Química Nova*. v. 24, n° 5, p. 683-688, 2001.

LOOMIS, W. D.; CROTEAU, R. In: STUMPF, P. K. (ed). Biochemistry of Terpenoids. *Lipids: Structure and Function: The Biochemistry of Plants*. Elsevier, 2014. Volume 4, Chap. 13, p. 364-410.

LUTFI, M.; ROQUE, N. F. Histórias de Eugênicas. *Química Nova na Escola*. v. 36, n° 4, p. 252-260, 2014.

MAIA, J. G.; ANDRADE, E. H. Database of the Amazon aromatic plants and their essential oils. *Química Nova*. v. 32, n° 3, p. 595-622, 2009.

MANLEY, D. 4° Ed. Flavours, spices and flavour enhancers as biscuit ingredients. *Manley's Technology of Biscuits, Crackers and Cookies, Manley's Technology of Biscuits, Crackers and Cookies*. Elsevier, 2011. Chap. 17, p. 216-222.

MARGETTS, J. Aroma Chemicals V: Natural Aroma Chemicals. In: ROWE, D. (ed.). 1° Ed. *Chemistry and Technology of Flavours and Fragrances*. Oxford: Blackwell Publishing Ltd, 2005. Ch. 8, p. 175.

MARRIOTT, R. In: BAINES, D.; SEAL, R. (ed). 1° Ed. Natural flavourings from green chemistry for foods and beverages. *Natural Food Additives, Ingredients and Flavourings*. Elsevier, 2012. Chap. 12, p. 260-276.

MCGORRIN, R. J. Character Impact Compounds: Flavors and Off-Flavors in Foods. Disponível em: < <https://www.coursehero.com/file/8544541/ImpactCompound/>>. Acessado em: 24. Jan. 2016.

MCMURRY, J. 7° Ed. *Química Orgânica - Combo*. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 1344 p.

MENDES-PINTO, M.M. Carotenoid breakdown products the—norisoprenoids—in wine aroma. *Archives of Biochemistry and Biophysics*. v. 483, n° 2, p. 236-245, 2009.

MOLINA, G., BUTION, M.L., BICAS, J.L., DOLDER, M.A.H., PASTORE, G.M. Comparative study of the bioconversion process using R-(+)- and S-(-)-limonene as substrates for *Fusarium oxysporum* 152B. *Food Chemistry*. v. 174, p. 606-613, 2015.

MOLINA, G.; BICAS, J. L.; MORAES, E. A.; MARÓSTICA JR., M.; PASTORE, G. M. In: TUOHY, M. G. (ed). 1° Ed. Recent Developments and Industrial Perspectives in the Microbial Production of Bioflavors. *Applications of Microbial Engineering*. CRC Press, 2013. Chap. 5, p. 122-157.

MOON, C., JUN YOO, S., SOO HAN, H. In: AMINOFF, M. J.; DAROFF, R. B. (ed). 2° Ed. Smell. *Encyclopedia of the Neurological Sciences*. Elsevier, 2014. p. 216-220.

OTTE, K.B., HAUER, B. Enzyme engineering in the context of novel pathways and products. *Current Opinion in Biotechnology*. v. 35, p. 16-22, 2015.

PACHECO, S. M. V.; DAMASIO, F. Vanilina: Origem, Propriedades e Produção. *Química Nova na Escola*. v. 32, n° 4, p. 215-219, 2010.

PATERSON, D. Vanilla: natural or not? In: *Chemistry Education in New Zealand*, 2010. Disponível em: <http://nzic.org.nz/chemed-nz/issue-archive/ChemEdNZ_Jan10_Paterson1.pdf>. Acessado em: 14. Jan. 2016.

PAVARINI, D. P.; LOPES, N. P. A Ecologia Química e a Biossíntese dos Terpenos Voláteis das “Arnicas-da-Serra” (*Lychnophora* spp.). *Revista Virtual de Química*. v. 8, n° 1, p. 242-261, 2016.

PRAET, T., VAN OPSTAELE, F., JASKULA-GOIRIS, B., AERTS, G., DE COOMAN, L. Biotransformations of hop-derived aroma compounds by *Saccharomyces cerevisiae* upon fermentation. *Cerevisia*. v. 36, n° 4, p. 125-136, 2012.

RAO, S. R.; RAVISHANKAR, G. A. Vanilla flavour: production by conventional and biotechnological routes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. v. 80, n° 3, p. 289-304, 2000.

RAVINDRA, N.S., KULKARNI, R.N. Essential oil yield and quality in rose-scented geranium: Variation among clones and plant parts. *Scientia Horticulturae*. v. 184, p. 31-35, 2015.

SCARANO, F.; GUIMARÃES, A.; DA SILVA, J. M. Lead by example. *Nature*. v. 486, p. 25-26, 2012.

SCOTT, R.P.W. In: WORSFOLD, P.; TOWNSHEND, A.; POOLE, C. (ed). 2° Ed. Essential Oils. *Encyclopedia of Analytical Science*. Elsevier, 2005. p. 554-561.

SECUNDO, L., SNITZ, K., SOBEL, N.. The perceptual logic of smell. *Current Opinion in Neurobiology*. v. 25, p. 107-115, 2014.

SIEGMUND, B. In: PARKER, J. K.; ELMORE, J. S.; METHVEN, L. (ed). Biogenesis of aroma compounds: flavour formation in fruits and vegetables. *Flavour Development, Analysis and Perception in Food and Beverages*. Elsevier, 2015. Chap. 7, p. 127-149.

SOUZA, F.V.M., DA ROCHA, M.B., DE SOUZA, D.P., MARÇAL, R.M. (-)-Carvone: antispasmodic effect and mode of action. *Fitoterapia*. v. 85, p. 20-24, 2013.

STRUB, D.J., BALCERZAK, L., NIEWIADOMSKA, M., KULA, J., SIKORA, M., GIBKA, J., LOCHYŃSKI, S. Stereochemistry of terpene derivatives. Part 8: synthesis of novel terpenoids from (1S,4R)- and (1R,4S)-fenchone and their comparative odour characteristics. *Tetrahedron: Asymmetry*. v. 25, n° 13-14, p. 1038-1045, 2014.

SUNARHARUM, W.B., WILLIAMS, D.J., SMYTH, H.E. Complexity of coffee flavor: A compositional and sensory perspective. *Food Research International*. v. 62, p. 315-325, 2014.

VCF Online. Disponível em: < <http://www.vcf-online.nl/VcfHome.cfm>>. Acessado em: 24. Jan. 2016.

VIEGAS JÚNIOR, C. Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o controle químico de insetos. *Química Nova*. v. 26, n° 3, p. 390-400, 2003.

WACHÉ, Y., DIJON, A. In: MCNEIL, B.; ARCHER, D.; GIAVASIS, I.; HARVEY, L. (ed). Microbial production of food flavours. *Microbial Production of Food Ingredients, Enzymes and Nutraceuticals*. Elsevier, 2013. Chap. 8, p. 175-193.

WEBB, A.D., MULLER, C.J. Volatile Aroma Components of Wines and Other Fermented Beverages. *Advances in Applied Microbiology*. v. 15, p. 75–146, 1972.

Wikimedia Commons. Disponível em: < <https://commons.wikimedia.org/>>. Acessado em: 24. Jan. 2016.

WU, C.-W., HUANG, K.-H. Global entrepreneurship and innovation in management. *Journal of Business Research*. v. 68,

n° 4, p. 743–747, 2015.

YUAN, H., ZHANG, J., NAGESWARAN, D., Li, L. Carotenoid metabolism and regulation in horticultural crops. *Nature Review: Horticulture Research*. v. 2, 11 p., 2015.

ZHOU, J., DU, G., CHEN, J. Novel fermentation processes for manufacturing plant natural products. *Current Opinion in Biotechnology*. v. 25, p. 17-23, 2014.

Abstract: *Terpenes, aromas and the chemistry of natural compounds.* This article aims to address the importance of terpenes (natural alkenes) in the chemistry of aroma compounds. Although the terpenes are not a chemical function, this class of compounds includes the main functions (alcohols, hydrocarbons, phenols, etc.) so that the members of that group have a chemical structure following the “isoprene rule”. Such compounds are present in many essential oils, which makes them important to the aroma of many natural products. In this sense, the main routes for the production of aroma compounds (chemical synthesis, direct extraction from nature and biotechnology) will be disclosed and exemplified. In summary, this article discusses the interdisciplinary aspects between biology and chemistry, especially with regard to the selective production of aroma compounds (mainly terpenes) by biotechnology.

Keywords: terpenes, aromas, isomerism.

Ensino de Química e a Ciência de Matriz Africana: Uma Discussão Sobre as Propriedades Metálicas¹

Anna M. Canavarro Benite, Morgana Abranches Bastos, Marysson J. R. Camargo, Regina N. Vargas, Geisa L. M. Lima e Claudio R.M. Benite

Este trabalho analisa extratos de discursos gravados em áudio e vídeo e transcritos em 492 turnos de uma intervenção pedagógica (IP) no ensino de química, envolvendo discussão com alunos sobre racismo, as raízes históricas do racismo no Brasil a partir da diáspora africana e os conceitos envolvidos no estudo das propriedades dos metais, contribuindo para a implementação da lei 10.639/03 no ensino de Química. A contextualização da IP foi realizada por meio de recurso imagético sobre o racismo no Brasil. Os resultados mostraram que os alunos se apropriaram dos conceitos explorados na IP que se caracterizou como uma possibilidade de ensinar a partir da ciência de matriz africana e desconstruir a visão de ciência hegemônica: branca, europeia, masculina e de laboratório.

► Ensino de química, Lei 10.639/03, diáspora africana no Brasil ◀

Recebido em 04/08/2015, aceito em 28/11/2016

131

Sobre o ensino de história e cultura africana em aulas de química

De acordo com Santos (1990), a ideia de que existem raças é um produto social, assim como os estereótipos de cada *raça* em que se dividiria a espécie humana. Segundo o autor, o racismo é a suposição de que há raças e a consequente atribuição biogenética de fenômenos sociais e culturais, além de uma forma de dominação de um grupo e ainda a justificativa para tal dominação baseada apenas no fenótipo, ou seja, pura ignorância.

Dados do último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) constataram que negros e pardos são maioria no Brasil, mais especificamente 50,7% do total de brasileiros autodeclarados. A maioria desses sujeitos sociais está concentrada nas regiões norte e nordeste e possui um rendimento médio em torno de R\$800,00, bem inferior à renda média de brancos e amarelos de, aproximadamente, R\$1.500,00. Tais dados nos levam a concluir que, mesmo sendo a maioria, a comunidade negra brasileira é desvalorizada como força de trabalho. Soma-se a isso o fato de que a juventude negra entre 19 a 29 anos é mais exposta à violência letal do que jovens brancos, como concluíram Oliveira Junior e Lima (2013). Analisando dados do Ministério da Saúde e do IBGE,

os autores perceberam que em 2009, para cada 100 mil habitantes a taxa de homicídios foi de 72,4 jovens negros, enquanto que para o mesmo número de habitantes a taxa foi de 30,4 para juventude branca. Mesmo entre os jovens negros e brancos que possuem mesmo nível de escolaridade, para que não se julgue ser apenas um problema social e não uma questão racial, em 2009 se teve uma taxa maior de homicídio para os negros.

A pesquisa coordenada pela médica Maria do Carmo Leal (Fundação Osvaldo Cruz) analisou prontuários de 9.633 grávidas (brancas e negras) atendidas pelo Sistema Único de Saúde (SUS) no Rio de Janeiro, tendo sido constatadas situações discriminatórias em relação às negras. O dado mais marcante da pesquisa diz respeito à anestesia no parto normal: apenas 13,5% das brancas não receberam contra 21,8% das negras. Apoiamo-nos em Zapater para afirmar que os dados apresentados demonstram “*o tratamento diferenciado dispensado às gestantes negras, sem qualquer outro fator de discriminação perceptível que não a cor da pele (já que todas as pesquisadas, sendo usuárias do SUS, presumem-se provenientes de um mesmo estrato social) (...)*” (2015, p.163).

A comunidade negra brasileira sofre discriminação até mesmo no âmbito dos tribunais de justiça, tal como indicam os resultados da pesquisa de Adorno e colaboradores realizada entre 1992 e 1993:

- Réus negros tendem a ser mais perseguidos pela vigilância policial, bem como experimentam maiores obstáculos de acesso à justiça criminal e maiores dificuldades de usufruírem do direito de ampla defesa, assegurado pelas normas constitucionais vigentes;
- Em decorrência, réus negros tendem a merecer um tratamento penal mais rigoroso, representado pela maior probabilidade de serem punidos comparativamente aos réus brancos (sem paginação).

Todavia, a mídia brasileira como instrumento de alienação insiste em dizer que a força do racismo no Brasil tem diminuído, tal como a pesquisa do Datafolha divulgada sob o título “Preconceito racial diminui no país”, no jornal brasileiro de maior tiragem e circulação entre os diários nacionais de interesse geral, a Folha de S. Paulo, realizada com 2.982 entrevistados em 213 municípios em 2008. A matéria compara seus índices com dados obtidos treze anos antes, quando entrevistou 5.081 pessoas em 121 cidades do país (Figura 1). Vale ressaltar que a tiragem média deste jornal é de 301.299 exemplares mensais.



Figura 1: Notícia da Folha de S. Paulo de 2008 afirma enfraquecimento do racismo no Brasil. Fonte: <http://www1.folha.uol.com.br/fsp/inde23112008.shl>

Em contrapartida, no ano de 2009 a pesquisa “Preconceito e Discriminação no Ambiente Escolar” realizada pela Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (FIPE), conveniada com o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira do Ministério da Educação (INEP/MEC) apresentou um percentual de 94,2% dos respondentes com algum nível de preconceito étnico-racial. A pesquisa foi desenvolvida em 501 escolas de 27 estados e entrevistou 18.599 pessoas de cinco diferentes públicos do ambiente escolar: estudantes, professores(as), diretores(as) de escolas, profissionais de educação, pais, mães e responsáveis (IPEA, 2009).

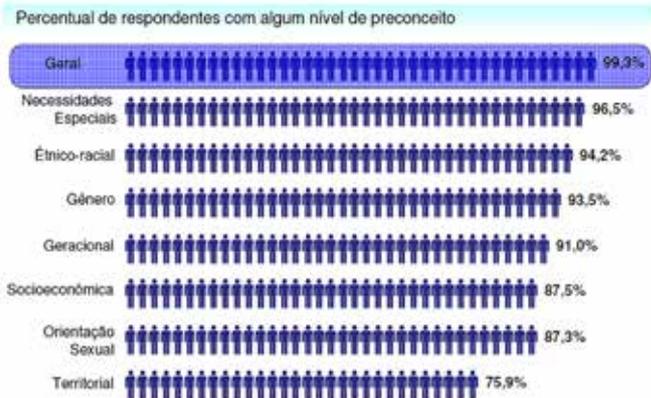


Figura 2: A abrangência do preconceito na escola.

Diante dessa realidade, acreditamos que se faz necessária a discussão sobre racismo no chão da escola, pois assim como Onofre defendemos que:

Uma educação antirracista prima pelo respeito à diferença, à diversidade. Ela não pode isentar-se do compromisso com os mais necessitados e fragilizados por um sistema desumano e preconceituoso. Educar, respeitando as diferenças, requer mais do que o cumprimento das obrigações curriculares, exige uma postura ética e valorativa diante da cultura dos afrodescendentes, que continuam sofrendo discriminações nos espaços escolares (2008, p. 104).

A escola é a instituição social responsável pela organização e socialização do conhecimento e da cultura e, desta forma, também é um dos espaços em que as representações negativas sobre o negro são difundidas. Por isso, ela também é um importante local onde estas podem ser superadas (Gomes, 2003).

Fruto de lutas históricas do movimento negro, em 9 de janeiro de 2003 foi sancionada pelo então presidente Luiz Inácio Lula da Silva a lei 10.639/03 (alterada pela lei 11.645 que acrescenta a obrigatoriedade do ensino da história e cultura indígena) que altera a LDB e torna obrigatório o ensino sobre história e cultura afro-brasileira nos currículos. Segundo Silva (2012), a implementação desta lei altera o currículo das escolas numa direção em que se exige que as formas de viver e as “representações” de grupos étnico-raciais emergem para acabar com falas e atitudes racistas. A lei 10.639/03 conclama por uma educação antirracista.

Baseamo-nos em Gomes (2005) para afirmar que a lei 11.465 que altera a 10.639/03 integra um conjunto de dispositivos legais indutores de uma política educacional voltada para a afirmação da diversidade cultural e da concretização de uma educação das relações étnico-raciais nas escolas.

De mesmo modo, a autora afirma que a produção do conhecimento interferiu e ainda interfere na construção de representações sobre o negro brasileiro e é nesse contexto que a referida lei pode ser entendida como uma medida de ação afirmativa. Por sua vez:

As ações afirmativas são políticas, projetos e práticas públicas e privadas que visam à superação de desigualdades que atingem historicamente determinados grupos sociais, a saber: negros, mulheres, homossexuais, indígenas, pessoas com deficiência, entre outros. Tais ações são passíveis de avaliação e têm caráter emergencial, sobretudo no momento em que entram em vigor. Elas podem ser realizadas por meio de cotas, projetos, leis, planos de ação, etc. (Gomes, 2001).

Como professores de química, defendemos que a operacionalização desta lei a partir da diáspora africana é possível, uma vez que o africano escravizado foi de suma importância “no campo econômico do período colonial sendo considerados as mãos e os pés dos senhores de engenho porque sem eles no Brasil não é possível fazer, conservar e aumentar fazenda, nem ter engenho corrente” (Antonil, 1982, p.89).

Segundo Ferreira (2013), a contribuição dos povos africanos perpassa o uso de sua mão de obra como escravizado, pois trouxeram para o Brasil também suas culturas de berço e por meio do contato com novas culturas puderam recriá-las, fazê-las resistir e se reinventar em nós: o povo brasileiro.

Apoiamo-nos em Cunha (2007) para afirmar que os povos africanos detinham conhecimentos científico e tecnológico para compreensão e manipulação do ambiente que os cercava, dada a complexidade de processos culturais e históricos das sociedades de cada época em que viveram. Concordamos com o autor que:

O desenvolvimento das nações nessas áreas do conhecimento deve-se, principalmente, às particularidades dos seus processos históricos e culturais. Isso não está relacionado com maior ou menor grau de inteligência ou aptidão de certos agrupamentos humanos. É interessante enfatizar essa questão para dissiparmos teorias racistas a respeito da suposta inferioridade de determinados grupos humanos em relação a outros no que se refere à capacidade cognitiva para empreender o desenvolvimento em suas sociedades (Cunha, 2007, p.3).

Todavia os currículos são instrumentos de poder e, portanto, hegemônicos e homogeneizantes. Assim, remontam os modos de poder da ideologia dominante, omitem, não ocasionalmente, o legado dos povos africanos que muito contribuíram para o desenvolvimento do campo da Ciência e da Tecnologia, tal como o uso do ferro em fundição e forjaria de ferramentas, que “aparece na África Ocidental em 1200 a.C., ou seja, um dos primeiros lugares para o nascimento

da Idade do Ferro, antes do século XIX métodos africanos de extração do ferro foram empregados no Brasil...” (Machado 2014, p.36). Vercoutter afirma sobre os processos de fundição e forja do ferro que “o domínio dessas técnicas por algumas sociedades africanas é conhecida desde o século I a.C.” (2010, p.827).

Margaret Alic (1986) atribui algumas conquistas às mulheres da Pré-História, muitas das quais sem dúvida eram africanas, como: a) métodos de coleta, preparação e conservação dos alimentos; b) construção de dispositivos para transportar comidas e crianças; c) invenção do pilão; d) abate de animais e curtimento de peles; e) produção de agulhas e utilização de corantes; f) secagem e armazenamento de ervas para utilização como medicamentos; g) descoberta

da utilização de plantas por meio de experimentação, tentativa e erro; h) técnicas de cerâmica; i) domesticação de culturas e; j) reprodução seletiva de plantas.

Assumidos estes pressupostos e visando operacionalizar a lei 10.639/03, o presente trabalho teve como objetivo estudos de planejamento, design e desenvolvimento de uma intervenção

pedagógica (IP) sobre propriedades dos metais a partir da Ciência de matriz africana.

As escolhas metodológicas

Este trabalho se caracteriza como uma pesquisa participante: “a) o problema se origina na comunidade ou no próprio local de trabalho; b) a finalidade última da pesquisa é a transformação estrutural fundamental e a melhoria de vida dos envolvidos” (Demo, 1984, p.77). Trata-se, portanto, de uma atividade educativa de formação de cidadãos e de ação social.

Cabe esclarecer que a pesquisa participante se baseia por saber pensar e intervir juntos e que a participação aqui se dá por duas posições legítimas: a investigação trata de uma experiência idealizada por um grupo de pesquisadores negros/negras (professora formadora e professores em formação inicial) que estão inseridos na sociedade brasileira enquanto sujeitos sociais (membros dessa sociedade multirracial) e professores pesquisadores da ação docente.

Esta investigação obedeceu as seguintes etapas: 1) planejamento conjunto entre o professor formador (PF) e os professores em formação inicial (PQ1, PQ2, PQ3 e PQ4) das atividades desenvolvidas no ensino em química com a abordagem em caráter interdisciplinar, baseando-se em aspectos da Lei 10.639/2003; 2) ação pedagógica dos PQ em sala de aula e; 3) análise da dinâmica discursiva do processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos de química associados ao tema principal discutidos nas aulas, utilizando a técnica da análise da conversação (AC) (Marcuschi, 2007).

A conversação pode ser compreendida como produto do

Apoiamo-nos em Cunha (2007) para afirmar que os povos africanos detinham conhecimentos científico e tecnológico para compreensão e manipulação do ambiente que os cercava, dada a complexidade de processos culturais e históricos das sociedades de cada época em que viveram.

desenvolvimento entre, no mínimo, dois indivíduos de uma “atividade interpessoal face a face”, contextualizada em que “fazem parte os entornos espaço-temporal e sócio histórico que unem os participantes” (Fávero, Andrade e Aquino, 1998, p.91). Desta forma, a conversação é a prática social mais utilizada como forma de comunicação entre as pessoas, sendo “o mais importante instrumento social que o professor e os alunos utilizam para estruturarem o desenvolvimento das ideias” (Marcuschi, 2003, p.45).

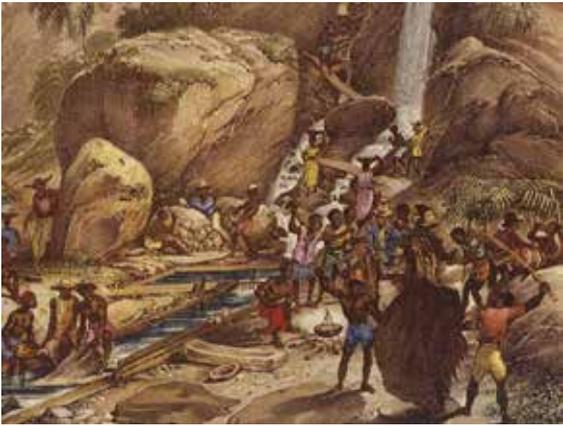
Por sua vez, AC se preocupa com a especificação dos conhecimentos linguísticos, paralinguísticos e socioculturais partilhados para que a interação seja bem sucedida. Esse é um problema da organização para a interpretação. Para Marcuschi “a AC procede pela indução e inexistem modelos a priori, possui uma vocação naturalística com poucas análises quantitativas, prevalecendo às descrições e interpretações” (Marcuschi, 2003, p.7).

A pesquisa foi realizada em uma escola de tempo integral da rede pública na Região Sul de Goiânia. Os sujeitos da investigação foram 12 alunos (identificados como A1, A2, A3... A12) de uma turma do 9º ano do ensino fundamental. Essa turma foi eleita devido ao interesse de uma das professoras em envolver os alunos em discussões sobre as relações étnico-raciais, visto que foram constatados episódios de racismo entre os estudantes.

Neste trabalho, apresentaremos os resultados de uma IP intitulada: “*Balanceamento de reações químicas: uma discussão a partir da diáspora africana*” desenvolvida em 19 de novembro de 2013, em que foram produzidos 492 turnos de discurso. O Quadro 1 é um mapa de atividades que sistematiza o desenvolvimento da IP que foi dividida em 4 momentos.

A IP foi desenvolvida na disciplina de Ciências no turno vespertino com uma hora de duração no contra turno do

Quadro 1: Mapa de atividades

ETAPA	
Tempo Utilizado	02 aulas de 50 minutos
Desenvolvimento	<p>No primeiro momento foram utilizados dados do último censo do IBGE que caracterizam o racismo no Brasil e a marginalização da comunidade negra brasileira para estabelecer elo com o pensamento concreto dos alunos provocando a discussão.</p> <p>No segundo momento caracterizamos a influência da diáspora africana da constituição da sociedade brasileira remontando as raízes históricas do racismo no Brasil desde a escravidão.</p> <p>No terceiro momento apresentamos a figura abaixo e abordamos a identidade dos vários povos da diáspora e sua importância para a economia do Brasil no chamado Ciclo do Ouro. Incitamos a discussão sobre que processos químicos poderiam ser observados na figura. A partir desta produção cultural imagética que documenta a história da sociedade foi possível estabelecer o diálogo sobre os conceitos químicos de: propriedades dos metais, elemento, átomo, substância, mistura e separação de misturas.</p> <div style="text-align: center;">  <p>O Ciclo do ouro. Pintura de autor desconhecido.</p> <p>Fonte: http://www.clickescolar.com.br/brasil-colonia-ciclo-do-ouro.htm</p> </div> <p>No quarto momento apresentamos o conceito de reação química a partir das Leis das Proporções Definidas e de Conservação das Massas. Discutiui-se ainda sobre a conservação da matéria e o significado da palavra estequiometria.</p>
Objetivos	Discutir o racismo no Brasil e desconstruir a ideia de Ciência apenas branca, masculina e europeia, ou seja, apresentar a Ciência de matriz africana. Compreender o conceito de reações químicas e balanceamento de reações.
Estratégia de Avaliação da Apropriação Conceitual	As aulas ministradas foram gravadas em áudio e vídeo para posterior transcrição e análise da conversação.

reforço escolar. A IP foi gravada em áudio e vídeo para posterior transcrição e análise e a atuação na escola tem sido desenvolvida desde setembro de 2013 até os dias atuais.

Resultados e Discussão

Passamos agora à análise de extratos dos discursos produzidos. Por motivos de espaço apresentaremos apenas três extratos do discurso produzido nessa IP. No extrato 1 é empreendida uma discussão sobre a constituição identitária brasileira a partir dos conhecimentos trazidos para cá por africanos escravizados.

Extrato 1

- 1 PQ: (...) O que vocês veem aqui nessa gravura?
- 2 A11: Escravidão.
- 3 A9: Estão trabalhando.
- 4 PQ: Estão trabalhando onde?
- 5 A9: Com minério.
- 6 PQ: Com minérios. Vocês sabem quanto tempo durou a escravidão no Brasil?
- 7 A6, A3, A4, A7, A8: Não sei!
- 8 PQ: Ela durou mais de 300 anos. Ela compreende de 1550 até 1882, é só fazer a conta, dá mais de 300 anos. E porque essas pessoas escravizadas vieram para cá?
- 9 A2: Para trabalhar.
- 11 A1: Pra branquinho folgado.
- 12 PQ: Pra branquinho folgado mesmo. E qual o tipo de serviços que eles faziam?
- 13 A6: Plantar café, na mineração.
- 14 A10: Mão de obra.
- 15 PQ: E como eles vinham de lá?
- 16 A5: Navios negreiros.
- 17 PQ: E como eram as condições dos navios?
- 18 A6: Precárias.
- 19 PQ: Isso mesmo, precárias! É, passando pra frente, vamos falar um pouquinho da população negra aqui no Brasil. Sendo negro ou pardo, todos formam a comunidade negra brasileira. E nós somos o quê? 50,7% autodeclarados, ou seja, nós somos a maioria da população brasileira. E mesmo assim, negros e pardos, temos uma renda média, menor do que a metade que os brancos ganham. A média dos brancos fica em torno de 1500 reais e a dos negros em 800 e 700 e pouco.
- 21 PQ: Então, existe ou não existe racismo no Brasil?
- 22 A1: Existe!
- 23 PQ: Existe e é perverso, porque muita gente nega. Tipo assim, tem uma pesquisa da Perseu de Antônio que ela fala o seguinte: que 88% da

população brasileira reconhece que no Brasil existe racismo, mas só que 96% diz que não é racista, o que isso nos leva a crer? Que só 4% da população brasileira é racista?

- 24 A11: Que a gente é racista e não sabe que é.
- 25 PQ: Então, esse racismo leva a marginalização dos negros e menos oportunidades de trabalho. Se a gente pegar um universo da violência no Brasil, de 47 pessoas assassinadas, homicídios e crimes, 37 são negras ou pardas e apenas 10 são brancas. Então, existe uma relação.
- 26 A9: O negro é visto como vagabundo, é assassino...
- 31 PQ: Então, esse racismo na nossa sociedade é visto aqui nas condenações, um negro criminoso e um branco criminoso, o negro leva a pior na hora do julgamento.
- 32 A6: Quantos políticos que você conhece são negros? Só o Barack Obama.
- 33 A5: Joaquim Barbosa
- 35 PQ: Por exemplo, o negro vai lá e comete o mesmo crime do branco. O branco, vamos supor que foi condenado a 10 anos e o negro a 20.
- 36 A9: Às vezes nem é condenado.
- 37 PQ: E as vezes o negro nem tem advogado.
- 38 A11: Mas se os negros são a maioria no Brasil, porque acontece isso?
- 39 PQ: Qual a cor dos juízes?
- 40 A11: Branco
- 41 A6: Isso que o A11 falou me fez pensar um negócio. E essas pesquisas de preconceito aí, se os negros são a maioria como assim há o racismo?
- 42 A11: Como a maioria sofre preconceito e não a minoria?
- 43 PQ: Nem sempre a minoria que sofre preconceito. E acontece isso também, do próprio negro não se reconhecer como negro.
- 44 A1: Eu sou negão.
- 45 PQ: Eu sou negro com orgulho.
- 46 A5: Eu sou preto orgulhoso.
- 47 A9: Eu sou branco.
- 48 A6: Eu sou preto.

Nossos resultados demonstram que existe uma contradição na formação escolar, uma vez que a escola forma para a cidadania, porém os sujeitos escolares desconhecem sua identidade. Os turnos 6, 7 e 8 do Extrato 1 revelam que esses sujeitos desconhecem sobre a escravidão, apesar de se envolverem na discussão e conseguem relacionar produção imagética ao momento histórico que ela remete: o trabalho escravo na mineração.

Nossos resultados demonstram que existe uma contradição na formação escolar, uma vez que a escola forma para a cidadania, porém os sujeitos escolares desconhecem sua identidade. Os turnos 6, 7 e 8 do Extrato 1 revelam que esses sujeitos desconhecem sobre a escravidão, apesar de se envolverem na discussão e conseguem relacionar produção imagética ao momento histórico que ela remete: o trabalho escravo na mineração.

Apoiamo-nos em Silva (2012) para afirmar que esse desconhecimento está relacionado à crença de que há igualdade e harmonia nas relações raciais, o que constitui a ideia popularizada por Gilberto Freyre (em seu livro *Casa-grande e Senzala*) de democracia racial e que é um mito. A luta pela igualdade racial não durou somente os 350 anos de escravidão, ela permanece até hoje influenciada pelas ideias de Freyre. Portanto, essa discussão foi planejada pelos PQ com o intuito de remontar às raízes históricas da discriminação racial e relacioná-las com o racismo nos dias de hoje (Turnos 8, 19, 23 e 25).

A ideia de democracia racial começou a ser construída no Brasil por volta de 1920 como cultura política e intelectual para descrever a singularidade de um país mestiço e celebrar a convivência racial supostamente harmoniosa (Albuquerque e Francisco Filho, 2006).

O Brasil foi o último país das Américas a abolir a escravidão e é o segundo país no mundo em número de população negra. Desconhecer essa história é desconhecer a nossa constituição identitária. Estima-se que mais de 11 milhões de homens, mulheres e crianças africanos foram transportados para as Américas. “Cerca de 6 milhões de cativos desembarcaram no Brasil. Por isso nenhuma outra região americana esteve tão ligada ao continente africano por meio do tráfico como o Brasil” (Albuquerque e Francisco Filho, 2006, p.39). O deslocamento forçado por mais de 3 séculos uniu Brasil e África.

Os Turnos 15 a 25 revelam que o professor assume sua posição de mediador e convoca esses sujeitos a reconhecerem o lugar que lhes foi destinado pela distorção histórica da escravidão. PQ remonta a atmosfera do já dito recorrendo a autores e pesquisas, tal como os turnos 23 e 25, e reconstrói uma realidade que é social e histórica, a população negra brasileira é marginalizada, pois:

O fim da escravidão não veio acompanhado com políticas sociais de inserção do negro na sociedade, mas sim de leis do Império que mantinham o negro às margens de uma vida social, visto que as legislações rumo à abolição da escravatura foram desenvolvidas no intuito de não dar prejuízo aos senhores de escravos em nenhuma hipótese da perda do mesmo. A “dívida histórica” está longe de ser saldada, pois não tem sido dada a oportunidade ao negro de participar em igualdade de condições da concorrência no meio educacional e no campo do trabalho (Dias, 2012, p.487-488).

Tal situação se reflete em falta de oportunidades e no extermínio da população negra, tal como podemos observar no mapa da cor da violência (Figura 3) e retratados nos

discursos produzidos pelos sujeitos desta investigação nos turnos 26 a 40.

Nos turnos 38, 41 e 42, nossos resultados demonstram a não compreensão dos sujeitos sobre existência do preconceito contra a comunidade negra, sendo esta a maioria da sociedade brasileira. Estes sujeitos associam que apenas minorias poderiam sofrer preconceito. Tal posicionamento se justifica pela “*história da ascensão social do negro brasileiro*” que é, para Souza (1983), “*a história de sua assimilação aos padrões brancos de relações sociais*”:

É a história da submissão ideológica de um estoque racial em presença de outro que se lhe faz hegemônico. É a história de uma identidade renunciada, em atenção às circunstâncias que estipulam o preço do reconhecimento ao negro com base na intensidade de sua negação (p. 23).

Entendemos que, como sujeitos sociais, a definição das identidades sociais acontece histórica e socialmente.

Concordamos com Gomes (2003) que “*construir uma identidade negra positiva em uma sociedade que, historicamente, ensina o negro, desde muito cedo, que para ser aceito é preciso negar-se a si mesmo, é um desafio enfrentado pelos negros brasileiros*” (p.171), tal como retrata o Turno 26. A articulação entre cultura negra e educação se dá nos processos

educativos escolares e não escolares. PQ ao inserir a discussão privilegiando a articulação em sua disciplina reivindica também que a identidade negraⁱⁱ faça parte desta articulação, tal como retratam os turnos 43 a 48.

Por sua vez, uma educação antirracista implica à construção de práticas pedagógicas de combate à discriminação racial, um rompimento com a “naturalização” das diferenças étnico/raciais, pois esta sempre desliza para o racismo biológico e acaba por reforçar o mito da democracia racial (Gomes, 2003).

No extrato 2 é empreendida uma discussão sobre a extração de metais, o papel dos negros escravizados na produção dos conhecimentos atrelados a este processo, além dos aspectos conceituais envolvidos.

Extrato 2

68 PQ: Vocês sabiam que naquela época os africanos escravizados que tinham mais conhecimento em alguma técnica valiam mais no mercado de escravos? Alguns grupos sabiam técnica de forja de ferro, outras técnicas de separação de misturas... E também esses aqui do exemplo sabiam identificar o ouro. Quais as características do ouro?

69 A6: O ouro é duro.

70 PQ: O ouro, no Brasil dessa época era encon-

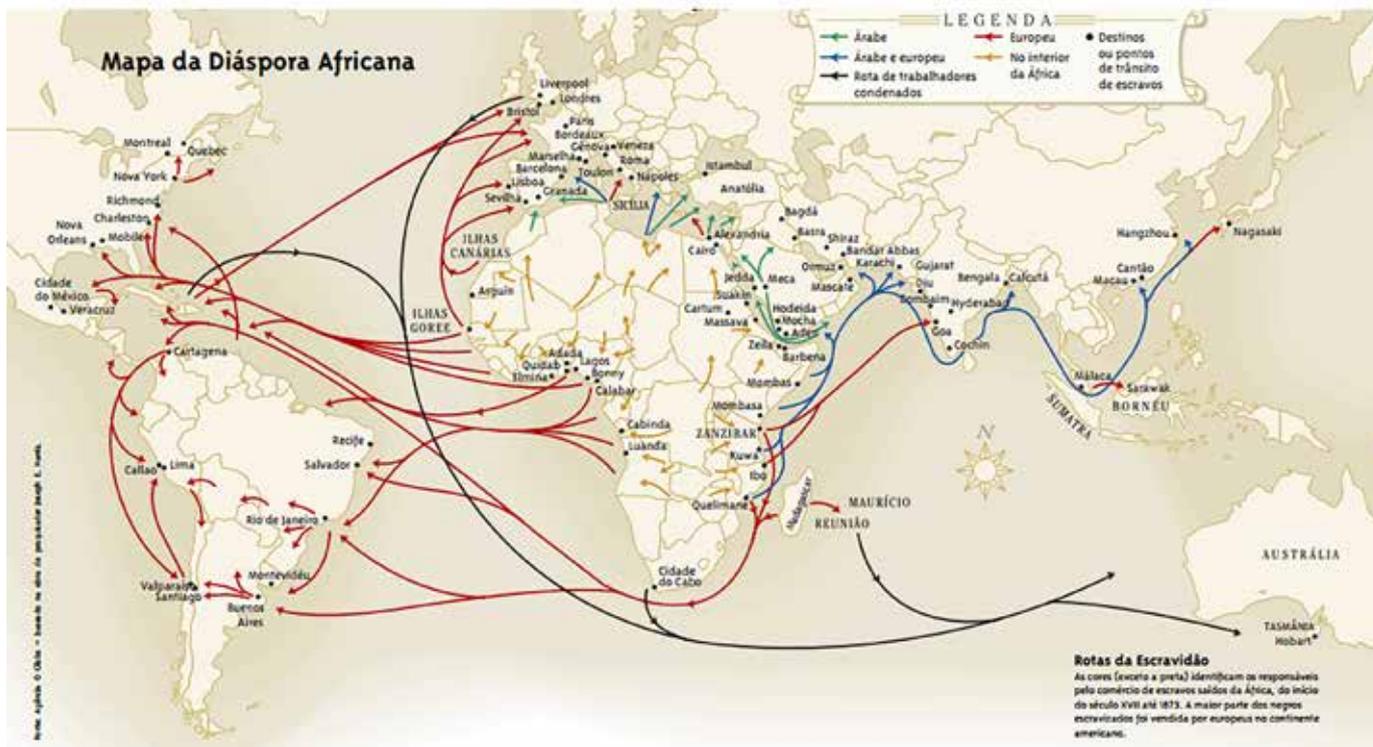


Figura 3: Mapa da diáspora africana do início do século XVII até 1873. Fonte: A Cor da Cultura. Disponível em: http://www.acordacultura.org.br/sites/default/files/kit/Caderno1_ModosDeVer.pdf

trado misturado com cascalho nos rios. Agora, como a gente encontra o ouro? Vocês sabem onde?

71 A9: Em Crixás, fiz uma pesquisa e eles encontram ouro lá.

72 PQ: Então, os negros sabiam identificar esse ouro. Como eles sabiam que era ouro?

73 A6: Pelo peso, pela cor, pelo brilho...

74 PQ: O ouro tem algumas características próprias dos metais.

75 A6: Maleabilidade.

82 PQ: Atenção aqui! Conhecer o metal envolve saber as características dos metais!

83 A6: Maleabilidade, Ductibilidade...

84 PQ: E brilho. Maleabilidade, alguém sabe o que é maleabilidade?

85 A10: Mole.

87 A2: Maleável.

88 PQ: O que é maleável? É aquilo que a gente pode moldar, entenderam? Os metais podem ser moldados. Mas para isso às vezes é necessário esquentar. Calor, temperaturas altíssimas. Ductibilidade, o que é?

89 A6: Duro.

90 PQ: Não é sinônimo de duro.

91 A9: Resistente.

92 PQ: Não.

93 A6: Dourado.

94 A1: Valioso.

95 PQ: Valioso é, mas não está relacionado com ductibilidade.

96 A9: Então fala, a gente não sabe.

97 PQ: Ductibilidade é capacidade que os metais têm de formar fios. O ouro, em especial, é um dos metais mais dúcteis que existe. Você consegue fazer um micro fio de ouro, muito fino, sem quebrar aquele material. Mas tem alguns outros materiais que se você fizer um fio bem fininho deles, ele pode começar a reagir com o ar. Tipo o ferro, por exemplo, porque você aumenta a superfície de contato. Então, vai ter mais oxigênio em contato com esse ferro, com esse material, e ele vai oxidar mais rapidamente. Agora, como o ouro é mais resistente à oxidação dificilmente é oxidado no estado sólido, só oxida em condições bem específicas. Aí, você consegue fazer fios bem fininhos de ouro.

98 A11: Quando o ferro é oxidado ele perde a capacidade de passar energia. Como se chama a passagem de energia, ele é um bom condutor?

99 PQ: É uma característica dos metais, todos os metais são bons condutores.

100 A11: Mesmo enferrujado? Influencia em alguma coisa? Ser oxidado ou não?

101 PQ: Pode ter alguma diferença, por causa da alteração na composição do material causada pelo processo de oxidação.

A espécie humana interage e modifica o mundo pelo trabalho. Recorta a realidade mediante um processo reflexivo indispensável à predição de fenômenos naturais ou sociais que têm impacto direto sobre a condição de sua sobrevivência. Dessa forma, os conhecimentos científico-tecnológicos

são importantes referenciais para julgamento e seleção de ações na interação com o ecossistema e, portanto, legitimam posições sociais por meio da lógica racional atribuída equivocadamente somente ao europeu. Interessa ressaltar que:

Até o século XVI o desenvolvimento africano era superior ao europeu em várias áreas do conhecimento... Importantes conquistas na matemática, como a geometria e teoria de sistemas dinâmicos, na astronomia e mesmo na medicina foram realizados na África. (...) a tecnologia do ferro recebeu considerável inovação na mão dos africanos (Cunha Junior, 2010, p.11).

As várias etnias que vieram traficadas da África (Figura 4) tiveram grande importância para o desenvolvimento da economia do Brasil, inclusive no Ciclo do Ouro e do Açúcar em que Naritomi (2007) descreve que:

Entre as diversas atividades que se desenvolveram na época colonial – cana-de-açúcar, fumo, mineração, café, algodão, pecuária, entre outras –, é possível destacar dois ciclos econômicos que, segundo Simonsen (1979), foram cruciais na formação econômica do Brasil: a cana-de-açúcar e a mineração. Embora seja inevitavelmente reducionista analisar tais episódios como ciclos, pois dá uma ideia de surgimento ascensão e fim – o que não é totalmente verdade, especialmente, no caso do açúcar –, estes permitem identificar, nas áreas diretamente afetadas no período “hegemônico” do produto, a estrutura institucional a eles associada (p.36).

Uma peculiaridade da colonização brasileira está no fato dos portugueses desenvolverem agriculturas tropicais e exploração de recursos naturais que não eram do conhecimento do europeu. Assim, “o conhecimento africano viabilizou a colonização europeia nos trópicos” (Cunha Junior, 2010, p.17), ou seja, os portugueses escravizaram mão de obra

especializada, tal como resalta PQ nos turnos 68, 70 e 82.

A mineração brasileira do período colonial, exemplo deliberado por PQ para deflagrar a discussão, tem como principal produto a produção do ouro em grande escala. Importa considerar que isso não implica apenas à abundância do metal, mas também as formas técnicas de sua produção.

A mina de grandes proporções, mesmo que a céu aberto, faz parte de um conhecimento específico. A mineração na mesma forma e na mesma escala da brasileira já era realizada em pelo menos duas regiões africanas, da África Ocidental e da região de Zimbábue (Cunha Junior, 2010, p.17)

As técnicas de produção, por sua vez, envolvem as transformações da matéria o que é domínio da Ciência/Química, conforme mencionado no turno 68 do discurso de PQ. Ao reconhecerem esses processos os estudantes caracterizam as propriedades metálicas conforme produzem a contra palavra (turnos 73, 75, 83, 85, 87 e 98), participando ativamente da ação mediada. Ou seja, um metal conduz eletricidade (turno 98), tem brilho (turno 73), é maleável (turno 87) e dúctil (turno 94).

Por outro lado, a linguagem científica é simbólica e abarca expressões muito especializadas com termos que não são coloquiais, com origem etimológica de contextos particulares, com raízes gregas e latinas. A linguagem científica é expressa em códigos e contém mais palavras essenciais por frase do que a linguagem cotidiana. Temos uma integração sinérgica de palavras, gráficos, diagramas, figuras, equações, tabelas e outras formas de expressão matemática. Admitimos também que a comunicação científica é distinta, pois é expositiva, analítica, impessoal e faz pouca ou nenhuma utilização de componentes metafóricos ou figurativos (Hodson, 2009). Assim, a linguagem científica é um dos principais fatores que limita o processo de aprendizado da Química, como também podemos observar nos turnos 85 a 97 em que os estudantes tentam descrever o que é ductibilidade, mas não

Ano	Branca	Preta	Parda	Negra*	Amarela	Índigena	Total	Participação		Diferença (%)
								Branca	Negra	
2002	18.867	4.099	22.853	26.952	103	75	45.997	41,0	58,6	42,9
2003	18.846	4.657	23.674	28.331	178	78	47.433	39,7	59,7	50,3
2004	17.142	4.153	23.549	27.702	139	71	45.054	38,0	61,5	61,6
2005	15.710	3.806	24.648	28.454	81	93	44.338	35,4	64,2	81,1
2006	15.753	3.949	25.976	29.925	91	125	45.894	34,3	65,2	90,0
2007	14.308	3.921	26.272	30.193	45	144	44.690	32,0	67,6	111,0
2008	14.650	3.881	28.468	32.349	74	153	47.226	31,0	68,5	120,8
2009	14.851	3.875	29.658	33.533	60	135	48.579	30,6	69,0	125,8
2010	14.047	4.071	30.912	34.983	62	111	49.203	28,5	71,1	149,0
Total	144.174	36.412	236.010	272.422	833	985	418.414	34,5	65,1	89,0
Δ%	25,5	-0,7	35,3	29,8	-39,8	48,0	7,0			

Figura 4: Evolução do número de homicídios, da participação e da vitimização por raça/cor das vítimas na população total. Fonte: Brasil, 2002/2010. (Adaptada de Waiselfisz, 2012).

conseguem se remeter a esta palavra específica que é um código da Química.

De acordo com Vigotsky (2008), a palavra está intrinsecamente veiculada ao conceito. A linguagem é o microcosmo do pensamento. Assim, a fala não é apenas um instrumento de comunicação ou da conversação, mas a forma de expressar um pensamento mais complexo. A palavra desempenha um importante papel na construção do pensamento químico, sendo que o domínio da linguagem química expressa, simultaneamente, o domínio do pensamento químico, pois “o pensamento e a fala estão inter-relacionados”, a palavra em si requer significado (Vygotsky, 2008, p.6).

Deste modo, decifrar os códigos linguísticos da Ciência implica diretamente em aprender os conceitos científicos. Assim, quando os estudantes A6 (turno 83) e A2 (turno 87) falam maleabilidade e ductibilidade, estão se apropriando do conhecimento científico, pois estes estão saindo da linguagem de senso comum e se apropriando da cultura científica que apresenta linguagem com signos (palavra) específicos, apesar do conceito de ductibilidade ainda não ter significado para estes sujeitos sociais.

Ainda nossos resultados demonstram que também foi possível discutir características do processo de oxidação: um tipo de reação química (turnos 100 e 101). O ouro (Au) é pouco reativo em processos de oxidação (em se considerando o ambiente da crosta terrestre altamente oxidante) e pode ser encontrado na natureza na forma metálica. Diferentes fases caracterizaram o chamado Ciclo do Ouro no Brasil: na fase aluvião o ouro era encontrado na superfície do solo; na fase de garimpagem o ouro era procurado nos rios, córregos e em qualquer curso de água com aparatos necessários para peneiração (técnica de separação de misturas); na fase das minas foram criadas as casas de fundição e estas precisavam levar em consideração o desenvolvimento de processos que contemplassem a alta temperatura de fusão do Au.

No extrato 3 é empreendido um diálogo sobre conceitos de separação de misturas envolvidos no processo de mineração.

Extrato 3

- 137 PQ: Bom, agora quero voltar naquela parte, da última aula que a gente teve. Misturas, o que são misturas?
- 138 A9: Junção de substâncias com aspectos diferentes. Não uniforme ou...
- 139 PQ: Macroscopicamente não uniforme, ou seja, visível. Por exemplo?
- 140 A6: Quando você mistura água e óleo, temos quantas fases? Duas.
- 141 PQ: Uma da água.
- 142 A9: A água fica em baixo.
- 143 PQ: Por quê?

144 A2: Porque não se misturam.

145 PQ: Lembram de propriedades físicas? Porque que a água fica em baixo mesmo?

146 A2: Por que ela é mais densa.

147 PQ: Porque ela é mais densa. Então, quando a gente faz uma mistura, a gente pode ter misturas homogêneas. Nas misturas homogêneas, quantas fases a gente vai ter?

150 A9: Uma.

151 PQ: Uma única fase! Misturas homogêneas são aquelas misturas que apresentam uma única fase. Heterogêneas apresentam duas ou mais fases. Existem vários métodos de separação de misturas.

152 A6: Peneiração, catação.

153 PQ: Peneiração. O que é a peneiração?

154 A2: Peneirar.

162 PQ: Catação, usando uma pinça, né! Eu uso o dedo como uma pinça.

163 A9: Levigação.

164 PQ: Levigação. Levigação. Os negros escravizados usaram esse método.

165 A6: Com água? É com água?

166 PQ: Pela água. Usando uma corrente de água.

168 PQ: Levigação, por exemplo, você pega aquela borra que está no barro. Para separar o barro do ouro, o que você faz? Você pega uma corrente de água e joga ali e separa.

172 PQ: Decantação, o que é?

173 A7: É fase, é a separação de fase por diferença de densidade.

A linguagem é o microcosmo do pensamento. Assim, a fala não é apenas um instrumento de comunicação ou da conversação, mas a forma de expressar um pensamento mais complexo. A palavra desempenha um importante papel na construção do pensamento químico, sendo que o domínio da linguagem química expressa, simultaneamente, o domínio do pensamento químico, pois “o pensamento e a fala estão inter-relacionados”, a palavra em si requer significado (Vygotsky, 2008, p.6).

Nossos resultados demonstram que os estudantes puderam discutir sobre as estruturas de base da matéria quando se referem ao conceito de misturas a partir do conceito de substância (turno 138), se remetem a seus constituintes para exemplificar (turno 140, 172 e 173) e reconhecem a densidade como propriedade da matéria (turno 146). Remetem-se a processos de separação de misturas (turnos 162, 152, 153) e manipulam o domínio da Ciência por meio do acesso a linguagem científica (turno 163),

visto que “levigação” não é um termo utilizado na vida social. Os resultados mostram ainda que foi possível não invisibilizar o legado de Ciência e Tecnologia dos negros escravizados (turno 168) quando se reconheceu seus domínios.

Ensinar uma Química descolonizada significa admitir a “força das culturas consideradas negadas e silenciadas nos currículos” (Gomes, 2012, p.102), pois a “negação de um passado em CT dos povos africanos e a exacerbação de seu ‘caráter lúdico’ foi uma das primeiras façanhas do eurocentrismo...” (Nascimento, 1994, p.33).

No extrato 3, PQ insere a discussão de que os africanos escravizados já realizavam transformações químicas e, portanto, questiona o mito de que as grandes transformações surgiram na Europa quando da revolução industrial (M'Bokolo, 2009, I e II). Nossos resultados corroboram com Gomes (2003), pois:

Cabe ao educador e à educadora compreender como os diferentes povos, ao longo da história, classificaram a si mesmos e aos outros, como certas classificações foram hierarquizadas no contexto do racismo e como este fenômeno interfere na construção da autoestima e impede a construção de uma escola democrática. (p.77).

Algumas considerações

Nossos resultados permitem considerar que a IP planejada e desenvolvida representou o contato consciente com as Tecnologias Africanas tecidas no Brasil e esse pode ser um novo universo de possibilidades para a apresentação de uma Ciência não hegemônica e eurocêntrica para uma sociedade multirracial, como é a sociedade brasileira.

Consideramos que esta alternativa fortalece a ruptura da ainda naturalizada visão de negros como escravos, samba, futebol, religião ou culinária e começa a desvelar o mundo da racionalização das sociedades africanas.

A Química é a Ciência da transformação da matéria e, portanto, seus processos organizam e organizaram culturalmente várias sociedades. Relacionar os africanos e a comunidade negra brasileira na produção do conhecimento técnico e tecnológico em Química pode combater a ignorância sobre as origens de nossa vida material e a subestimação da participação decisiva desses grupos em nossa constituição.

Essa proposta representou uma alternativa para apresentação de uma Ciência/Química não universal: branca, masculina, de laboratório e europeia. Como mediadores do conhecimento químico, somos os responsáveis por

sua apresentação e fazer no primeiro momento, ou seja, no 9º ano, parece contribuir para desconstruir o racismo científico. Importa considerar que a aquisição de conhecimentos científicos legitima lugares sociais e, assim, nossos resultados parecem apontar para o fato de que os sujeitos da investigação puderam reconhecer a comunidade negra brasileira nos ambientes de produção científica e tecnológica. Também podemos concluir que ensinar Química a partir da matriz africana permitiu contribuir para a apropriação conceitual das propriedades metálicas.

Notas

ⁱ Este artigo é uma versão ampliada e revisada do texto apresentado pelos autores na XVII edição do Encontro Nacional de Ensino de Química, 2014.

ⁱⁱ Identidade negra é por nós entendida como a construção do olhar de um grupo étnico ou de pertencentes a esse grupo sobre si mesmos a partir da relação com o outro.

Agradecimentos

A FAPEG, ao CNPq e ao Grupo de Mulheres Negras Dandaras no Cerrado.

Anna M. Canavarro Benite (anna@ufg.br) Bacharel e Licenciada em Química, Mestre e Doutora em Ciências (Química) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Docente do Instituto de Química Universidade Federal de Goiás (UFG). Goiânia, Go – BR. **Morgana Abranches Bastos** (morganabranche@gmail.com) Licencianda em Química, Instituto de Química Universidade Federal de Goiás (UFG). Goiânia, Go – BR. **Marysson J. R. Camargo** (maryssoncamargo23@hotmail.com) Licenciando em Química, Instituto de Química Universidade Federal de Goiás (UFG). Goiânia, Go – BR. **Regina N. Vargas** (regina_goiânia@hotmail.com) Licencianda em Química, Instituto de Química Universidade Federal de Goiás (UFG). Goiânia, Go – BR. **Geisa L. M. Lima** (geisalouise@gmail.com) Licencianda em Química, Instituto de Química Universidade Federal de Goiás (UFG). Goiânia, Go – BR. **Claudio R. M. Benite** (claudiobenite@ufg.br) Licenciado em Química, Mestre em Educação em Ciências e Matemática e Doutor em Química pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Docente do Instituto de Química Universidade Federal de Goiás (UFG). Goiânia, Go – BR.

Referências

ADORNO, S. *et al.* A criminalidade negra no banco dos réus. Desigualdade no acesso à justiça penal. Disponível em: <http://www.nevusp.org/portugues/index.php?option=com_content&task=view&id=1413&Itemid=55>. Acesso em 04 de fevereiro 2015.

ALBUQUERQUE, W.R. e FRANCISCO FILHO, W. Uma história do negro no Brasil. Disponível em:

<<http://www.ceao.ufba.br/livrosevideos/pdf/uma%20historia%20do%20negro%20no%20brasil.pdf>>. Acesso em 20 de maio de 2015.

ANTONIL, A.J. Cultura e opulência do Brasil. São Paulo: Edusp, 1982.

AQUINO, M.A.; COSTA, A.R.F.; WANDERLEY, A.C.C.; BEZERRA, L.T.S.; LIMA, I.F.; SANTIAGO, S.M. A ciência em ação: o museu virtual de imagens da cultura africana e afro-

descendente. Inclusão Social, Brasília, v.2, n.1, p.18-29, 2007.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores Sociais Municipais. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatisticapopulacao/censo2010/indicadores_sociais_municipais/indicadores_sociais_municipais.pdf>. Acesso em 04 de fevereiro 2015.

CUNHA JUNIOR, H. Tecnologia Africana na Formação Brasileira. RJ: CEAP, 2010.

CUNHA, L. Contribuição dos povos africanos para o conhecimento científico e tecnológico universal. Disponível em: <http://www.mocambos.net/media/upload/contribuicao_dos_povos_africanos_para_o_conhecimento_cientifico_e_tecnologico_universal.pdf>. Acesso em 03 de março 2015.

FÁVERO, L. L.; ANDRADE, M.L. C.V. O.; AQUINO, Z. G.O. Discurso e interação: a reformulação nas entrevistas. D.E.L.T.A., v.14, N° Especial. São Paulo: EDUC, 1998.

FERREIRA, M.C.C. A influência africana no processo de

formação da cultura afro-brasileira. Disponível em: <<http://www.acordacultura.org.br/artigos/29082013/influ%C3%A2ncia-africana-no-processo-de-forma%C3%A7%C3%A3o-da-cultura-afro-brasileira>>. Acesso em: 02 de fevereiro 2015.

FRANCISCO, W.; JUNIOR, W.E.F. Racismo: buscando relações com o ensino de ciências. São Paulo: UNESP, 2006.

GOMES, N.L. Cultura negra e educação, *Revista Brasileira de Educação*, v.23, 2003.

GOMES, N.L. Educação, Identidade negra e formação de professores/as: um olhar sobre o corpo negro e o cabelo crespo. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v.29, n.1, 2003.

GOMES, N.L. Relações étnico-raciais, educação e descolonização dos currículos. *Currículo sem Fronteiras*, v.12, n.1, p.98-109, 2012.

GOMES, N.L. Alguns termos e conceitos presentes no debate sobre relações raciais no Brasil: uma breve discussão. *Educação antirracista: caminhos abertos pela Lei Federal nº 10.639/03*. Brasília: MEC/SECAD, p.39-62, 2005.

GOMES, J.B.B. Ação afirmativa & princípio constitucional da igualdade. Rio de Janeiro/São Paulo: Renovar, 2001.

HODSON, D. *Teaching and Learning about Science*. Sense Publishers, Rotterdam, 2009.

IPEA. Pesquisa sobre preconceito e discriminação no ambiente escolar. Disponível em: <portal.mec.gov.br/dmdocuments/diversidade_apresentacao.pdf>. Acesso em: 05 de maio de 2015.

M'BOKOLO, E. África negra: história e civilizações. Tomo I (Até o século XVIII). Tradução de Manuel Resende, EDUFBA; São Paulo: Casa das Áfricas, 2011, 754p.

MACHADO, C. Ciência, tecnologia e inovação africana e afrodescendente. Ed. Bookss, 1ªed. 2014.

MARCUSCHI, L.A. *Análise da Conversação*. São Paulo: Ática, 1999.

NARITOMI, J. Herança colonial, instituições e desenvol-

vimento: um estudo sobre a desigualdade entre os municípios brasileiros. Disponível em: <http://www.lambda.maxwell.ele.puc-rio.br/10615/10615_1.PDF>. Acesso em 15 de outubro 2015.

NASCIMENTO, E.L. (Org.). *Sankofa: resgate da cultura afro-brasileira*. Rio de Janeiro: Secretaria Extraordinária de Defesa e Promoção das Populações Afro-Brasileira (SEAFRO), v.1, 1994.

OLIVEIRA JUNIOR, A.O. e LIMA, V.C.A. Violência letal no Brasil e vitimização da população negra: qual tem sido o papel das polícias e do Estado? Disponível em <http://www.ipea.gov.br/igualdaderacial/images/stories/pdf/livro_igualdade_racialbrasil01.pdf>. Acesso em 14 de maio de 2015.

ONOFRE, J.A. Repensando a questão curricular: caminho para uma educação antirracista. Disponível em: <<http://periodicos.uesb.br/index.php/praxis/article/viewFile/329/362>>. Acesso em 03 de fevereiro 2015.

SANTOS, J.R. *A questão do negro na sala de aula*. São Paulo: Ed. Ática, 1990.

SILVA, T.F.O. Lei 10.639/03: Por uma educação antirracismo no Brasil. Disponível em:<http://200.17.141.110/periodicos/interdisciplinar/revistas/ARQ_INTER_16/INTER16_008.pdf>.

SOUZA, N.S. Tornar-se negro ou as vicissitudes da identidade do negro brasileiro em ascensão social. Rio de Janeiro: Ed. Graal. 1983.

VERCOUTTER, J. Descoberta e difusão dos metais e desenvolvimento dos sistemas sociais até o século V antes da Era Cristã. In: *História geral da África, I: Metodologia e pré-história da África* / editado por Joseph Ki-Zerbo. – 2.ed. rev. – Brasília: UNESCO, cap.28, p.831, 2010. Disponível em:

<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000015104.pdf>. Acessado em 12 de janeiro de 2016.

ZAPATER, M.C. O Haiti ainda é aqui: a Lei 7.716/89 e o “racismo à brasileira”. *Aracê, Direitos Humanos em Revista*, v.2, 2015.

Abstract: *Chemistry Teaching and the Science of African Origin: A Discussion about Metallic Properties.* This study analyzed extracts from speeches, audio- and video- taped and transcribed in 492 shifts of an educational intervention (EI) in chemistry teaching, involving a discussion with students about racism, the historical roots of racism in Brazil from the African diaspora and chemical concepts encompassed in the study of metal properties, thus contributing to the implementation of law 10639/03 in Chemistry teaching. The contextualization of EI was performed using imagery resources on racism in Brazil. The results showed that students have appropriated the concepts explored in the pedagogical intervention. The EI represented a chance of teaching from the African matrix science and deconstructing the hegemonic vision of science: white, European, male and laboratorial.

Keywords: Chemistry teaching, Law 10.639/03, African diaspora in Brazil.

Criação do Jogo “Um Passeio na Indústria de Laticínios” visando promover a Educação Ambiental no Curso Técnico de Alimentos

**Jeovane Jefferson S. de Oliveira, Robson O. de Moraes, Uliana Karina L. de Medeiros e
Maria Elenir N. P. Ribeiro**

A Educação Ambiental é hoje um dos assuntos mais discutidos mundialmente, tendo registros relacionados a esse tema desde a década de 1960. Nesse contexto, o ensino de Química tem muito a oferecer, visto que essa ciência ajuda a compreender e modificar o meio no qual estamos inseridos. Criamos o jogo computacional intitulado “Um Passeio na Indústria de Laticínios”, utilizando o software livre RPG Maker, visando abordar temas ambientais e relacionados à Química com temas específicos da área de Alimentos. O jogo foi desenvolvido em uma turma do Curso Técnico Integrado de Alimentos do IFRN – Campus Currais Novos, seguido de sua avaliação pelos estudantes participantes. O software RPG Maker é ainda pouco utilizado para fins didáticos, mas demonstrou-se viável para abordagem interdisciplinar dos temas propostos. Observamos que o jogo elaborado pode ser utilizado em diferentes contextos, dependendo da estratégia didática do professor.

► Educação Ambiental, RPG Maker, Jogos Didáticos ◀

Recebido em 29/07/2015, aceito em 16/06/2016

142

Embora seja um tema dos mais discutidos no mundo hoje em dia, a preocupação com a Educação Ambiental não é recente. Sabe-se que desde a década de 1960 estudos sobre Educação Ambiental ganharam espaço no cenário global.

No Brasil, as questões relacionadas à Educação Ambiental estão disseminadas nos documentos legais que regem a Educação Básica, ou seja, na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB/1996), e nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN/1999). É necessária, portanto, a busca por uma educação voltada para a cidadania, ou seja, centrada na formação de seres humanos pensantes, críticos, capazes de refletir a respeito de suas ações e, principalmente, visualizar os efeitos de seus atos, tanto na sociedade quanto no ambiente no qual estão inseridos.

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

Para que o aluno possa compreender o seu papel como cidadão podem ser utilizadas diversas ferramentas. No entanto, considerando o momento que estamos vivendo, no qual o uso de tecnologias digitais/computacionais está cada vez mais disseminado, utilizar-se dessa ferramenta pode ser um diferencial para facilitar esse entendimento por parte do aluno.

Para que o aluno possa compreender o seu papel como cidadão podem ser utilizadas diversas ferramentas. No entanto, considerando o momento que estamos vivendo, no qual o uso de tecnologias digitais/computacionais está cada vez mais disseminado, utilizar-se dessa ferramenta pode ser um diferencial para facilitar esse entendimento por parte do aluno.

um diferencial para facilitar esse entendimento por parte do aluno.

A variedade de softwares disponíveis contribui de maneira significativa para que a utilização do computador seja tão ampla. Existem softwares desenvolvidos para desempenhar as mais diversas funções, dentre elas a de facilitar o processo de ensino e aprendizagem. A estes é dado o nome de softwares educacio-

nais. Para Jucá (2006), o que confere ao software o caráter educacional é a sua aplicação no processo de ensino e aprendizagem e, neste sentido, um software pode ser considerado educacional quando adequadamente utilizado nessa relação. Dentro deste contexto, destaca-se o uso dos jogos, pois são bem aceitos pelos alunos. Contudo, Cunha (2012, p.92) ressalta que “[...] a utilização desse recurso

seja pensada e planejada dentro de uma proposta pedagógica mais consistente”.

É possível encontrar diversos jogos que podem ser utilizados no meio educacional (por exemplo, o RPG), bem como o uso do computador como recurso didático em muitas escolas e por muitos professores e alunos. Portanto, não é surpresa que a junção dessas duas ferramentas, os jogos e o computador, seja tão utilizada nos dias atuais.

O jogo RPG (*Role Playing Game*) é traduzido para o português como “Jogo de Interpretação” ou “Jogo de papéis”. Amaral e Bastos (2011) afirmam que RPG é um recurso didático motivador e promotor de interação entre os alunos. Existem o “RPG de mesa” e o “RPG digital”. No de mesa, os jogadores vivenciam presencialmente a narrativa de uma história que deve ser interpretada por eles, enquanto que no digital, esta mediação é realizada pelo computador. Nos chamados RPG digitais usa-se um programa computacional para criar o ambiente virtual onde o jogo irá se desenvolver. Acredita-se que utilizar a versão digital do RPG como recurso didático não traz prejuízo quanto as habilidades proporcionadas pelo RPG como: estímulo à cooperação; ao desenvolvimento da capacidade de tomar decisões; à criatividade e ao raciocínio (Diniz, 2006; Grando e Taroco, 2008).

Etapas do Desenvolvimento e Utilização do Jogo

O presente trabalho foi desenvolvido em quatro etapas (Figura 1). A primeira foi a revisão da literatura, na busca por informações relevantes para a pesquisa. Em um segundo momento, foi elaborado um jogo na plataforma livre RPG Maker Ace, o qual aborda a temática Educação Ambiental, tendo como base conceitos de Química e específicos da Área de Alimentos. Após a elaboração do jogo, este foi desenvolvido durante 2h/a com 27 alunos da turma do 4º Ano Matutino do Curso Técnico Integrado de Alimentos do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – *Campus* Currais Novos (IFRN/CN), constituindo, assim, a terceira etapa do trabalho. A quarta foi a avaliação do jogo como ferramenta didática para o ensino de temas ambientais e assuntos de Química. Utilizou-se um questionário nos moldes proposto por Savi *et al.* (2010) para obtenção dos dados e realização desta avaliação.

Os dados obtidos foram tratados de forma simples, onde as respostas foram contadas e organizadas em Planilhas do Excel 2013, obtendo-se uma distribuição por frequência simples, sendo esses dados posteriormente transformados em percentagem pelo próprio Excel 2013 e em seguida dispostos em gráficos, de modo a facilitar a visualização dos mesmos.

O procedimento descrito acima foi utilizado para todas as questões que foram apresentadas em forma de afirmação para os alunos, contudo, em determinado momento no questionário, foi pedido que os alunos atribuíssem notas entre 1,0 e 5,0, onde 1,0 corresponde a pouco e 5,0 a muito, para os conhecimentos que eles tinham antes e depois do jogo. Esses dados receberam um tratamento diferente e para eles foi calculada a média aritmética dos valores informados



Figura 1: Metodologia utilizada no desenvolvimento do artigo. Fonte: Os autores, (2015).

pelos alunos. Depois de calculada a média, foram gerados gráficos. Os dois últimos gráficos, referentes à avaliação do conhecimento gerado pelo jogo, foram produzidos utilizando essa última metodologia.

O jogo: Um Passeio na Indústria de Laticínios

O jogo didático foi pensado para ser desenvolvido em laboratório de informática com 2h/a de duração. O título do jogo é “Um Passeio na Indústria de Laticínios” e apresenta a estória de um jovem (que será interpretado pelo Jogador), filho de um dono de uma pequena indústria de laticínios, o qual é surpreendido com a notícia que seu pai está doente e com isso é forçado a assumir a presidência da fábrica. Assim como o público alvo do jogo, o personagem principal também cursa o Técnico Integrado de Alimentos e é desafiado a utilizar seus conhecimentos para solucionar alguns problemas da fábrica.

Ao chegar à fábrica em seu primeiro dia de trabalho, ele percebe que seu pai não dava a menor importância para questões ambientais e se depara com alguns problemas relacionados à poluição do meio ambiente, além disso, percebe que a fábrica tem grande contribuição para esse fato. Esse problema já tem sido percebido pelos pescadores e agricultores locais, que pedem soluções para a poluição do rio causada pelos efluentes da fábrica que são descartados diretamente nele sem nenhum tratamento, e para a poluição do ar, causada pela queima de madeira utilizada na caldeira.

Inicia-se o jogo com o jovem (Jogador) buscando resolver estes problemas. Para ajudar a solucionar os problemas, o Jogador tem acesso a um acervo de livros disponíveis na biblioteca local, além de uma professora que o direciona em alguns momentos. Ao todo, existem no jogo um total de 08 mapas, dos quais 02 tentam apenas resgatar o espírito lúdico e servem para diversão dos discentes. Os demais mapas são partes primordiais do jogo e são eles: Sítio Pimenteira, Casa do dono da Fábrica, Fábrica, Sala da Caldeira, Biblioteca e Escola.

Jogando...

Ao iniciar o jogo, um “Menu Inicial” é exibido. Nele são dadas as opções: “Iniciar um Novo Jogo”, “Carregar um

jogo já salvo” ou “Sair”. Logo após, caso o Jogador escolha iniciar um novo jogo, antes que se apresente os cenários, o Jogador pode escolher um nome para o seu personagem. Vale salientar que o personagem representado pelo Jogador é sempre do sexo masculino.

Depois de escolhido o nome do personagem é exibido um diálogo entre ele e o seu pai, no qual inicia-se a contextualização do jogo e onde o Jogador recebe a notícia que irá assumir o comando da fábrica. Em seguida, o Jogador é direcionado para a fábrica e lá recebe a visita de um agricultor, que informa que a fábrica está poluindo o rio o bastante para afetar a vida de todos os moradores da vila de pescadores, pois os efluentes líquidos jogados diretamente no rio estão de alguma forma contribuindo para a morte dos peixes, prejudicando a produção de feijão e de soja, além de deixar as águas do rio com mau cheiro. Ele fala ainda da poluição do ar, pois a fábrica libera muita fumaça, causando dificuldade de respirar, além de formar uma névoa em todo o povoado. Depois disso, cobra soluções e sai da fábrica.

A liberdade do Jogador inicia-se de fato neste ponto, pois agora ele tem que buscar soluções para os problemas informados. Cabe ressaltar que, a partir desse ponto, não existe mais uma sequência que o Jogador deva ou vá obrigatoriamente seguir, prevalece a escolha do Jogador, que pode interagir com os personagens na ordem que lhe for mais conveniente. Dessa forma, os detalhes de como se desenvolvem os diálogos no decorrer do jogo variam, dependendo da ordem com que o Jogador interagir com os personagens e/ou das escolhas que forem feitas. No entanto, o conteúdo transmitido é sempre o mesmo. Dentro da fábrica os personagens que interagem com o Jogador são quatro: a secretária, Robson, Clízio e um rato. A secretária, ao interagir com o Jogador, apenas sugere que ele procure Robson para conhecer melhor a fábrica.

Robson, na primeira vez que o Jogador interage com ele, fala sobre os produtos de limpeza utilizados na fábrica e informa que estão usando uma quantidade alta, além de direcionar o Jogador sobre quem ele deve procurar para falar de cada um dos problemas. Robson ainda sugere que a solução dos problemas ocorra por meio da ajuda de um professor e na pesquisa dos livros disponíveis na biblioteca (existente no jogo), para que o Jogador volte e decida o que deve ser feito a respeito dos produtos de limpeza. Quando o Jogador retornar para falar com Robson e solucionar o problema, serão apresentados o diálogo e as opções exibidas na Figura 2.

Neste ponto, assim como em todos os outros problemas, o Jogador pode responder ou cancelar, sendo que a opção de cancelar só pode ser usada uma vez em cada problema. Ao escolher uma das opções, uma mensagem aparece informando se o problema foi solucionado, amenizado ou se ainda persiste. Caso o problema ainda persista, o Jogador pode tentar solucionar o problema outra vez. A mensagem informa ainda a quantidade de pontos que o Jogador marcou na resolução do problema.

Neste problema (Figura 2), as pontuações são: 100 pontos para quem escolher a opção “Usar HNO_3 e enxaguar com



Figura 2: Opções de resposta para o problema dos produtos de limpeza. Fonte: Os autores, (2015).

NH_4OH ”, 50 pontos para quem escolher “Mudar para detergentes alcalinos” e não pontuará quem escolher qualquer uma das outras duas opções.

Outro personagem da fábrica é o Clízio, que de início apresenta o problema do soro, falando que esse é lançado no rio sem que haja tratamento ou reaproveitamento. Quando o Jogador volta para solucionar o problema, Clízio apresenta as opções exibidas na Figura 3.



Figura 3: Opções de resposta para o problema do soro. Fonte: Os autores, (2015).

Neste problema, ganha 100 pontos quem escolher a opção “Fabricar Bebida Láctea”, 70 pontos quem escolher “Fabricar queijo Ricota”, 50 pontos quem decidir “Usar o soro na alimentação de Porcos” e não pontuará quem resolver “produzir Iogurte”. Esse problema pode ser utilizado, por exemplo, para contextualizar os processos de produção de um laticínio e/ou os processos químicos envolvidos.

O último personagem da fábrica é um rato que, ao tocar o Jogador, força-o a tomar uma decisão a respeito do que

deve ser feito. Esse é um problema extra e sua pontuação também é extra, podendo o Jogador ganhar 10 pontos caso escolha “Chamar uma empresa dedetizadora” ou perder 10 pontos por escolher qualquer uma das outras. Neste problema, o Jogador não tem a opção de não responder de imediato, contudo caso escolha uma das opções erradas, ou seja, uma das que promove a perda de pontos, terá uma segunda chance para responder.

Ao sair da fábrica, o Jogador tem diversas opções para seguir. Contudo, um dos lugares mais prováveis é a sala da caldeira, pois é lá que se encontra o terceiro e último problema. Neste mapa, o Jogador encontrará o personagem Tiago, que apresentará o problema: a poluição do ar causada pela queima de madeira na caldeira. No jogo, até que seja dada uma solução, é possível ver uma névoa sobre os mapas Sítio Pimenteira e Sala da Caldeira, conforme nota-se na Figura 4.

Além da névoa, a Figura 4 mostra também as opções de resolução para o problema da fumaça causado pela fábrica. Essas opções são apresentadas em um segundo contato do personagem Tiago com o Jogador. No primeiro contato, Tiago apresenta o problema, além de informar que a madeira queimada até então é retirada da floresta de maneira irregular.

Esse é o único problema que o Jogador obtém pontos, independente de qual opção for escolhida, pois as 4 opções de alguma forma contribuem com a redução da poluição atmosférica. No entanto, quem escolher “Substituir a caldeira a lenha por uma a gás” conseguirá 100 pontos, enquanto quem decidir “Usar madeira de reflorestamento com um filtro de ar” receberá 80 pontos, quem escolher “inserir um filtro de ar” receberá 60 pontos e quem optar por apenas “usar madeira de reflorestamento” receberá 40 pontos.



Figura 4: Opções para resolução do problema da fumaça. Fonte: Os autores, (2015).

Próximo à fábrica fica a velha estação de tratamento, e ao ir até lá o Jogador tem a opção de reativar essa estação de tratamento, deixar desativada ou ainda reativar e usar parte da água tratada na caldeira. Caso o Jogador escolha a última

das opções apresentadas, ele ganhará 100 pontos extras, caso escolha uma das outras opções ele não pontuará, mas também não perderá pontos. A estação de tratamento é apresentada ao Jogador pelo personagem Gustavo.

Tendo conhecimento dos problemas que terá que solucionar, o Jogador pode antes de escolher uma das opções apresentadas para cada problema, buscar informações tanto em livros (biblioteca) quanto com a professora (escola), mas para chegar até esses lugares é preciso atravessar o rio ou uma floresta, e nesses pontos estão os acessos para os mapas de diversão.

Ao chegar à escola ou à biblioteca, o Jogador encontra informações que o ajudará a solucionar os problemas. Na escola, a professora Rinele o direciona sobre quais livros ele deve procurar e se dispõe a visitar a fábrica e ajudar a solucionar os problemas em outro momento. Na biblioteca, o Jogador encontra 03 livros que ajudam a solucionar os problemas: um de Química, que contém informações sobre acidez e basicidade, chuva ácida e controle de pH do solo; outro livro fala sobre a limpeza das indústrias de laticínios e traz dicas de como essa deve ocorrer; o terceiro livro fala sobre como deve ocorrer a produção em indústrias de laticínios, mostrando dicas de como ter uma produção mais limpa.

Após solucionar todos os problemas, inicia-se o encerramento do jogo, que se dá pela visita da professora Rinele à Fábrica e à Sala da Caldeira onde os problemas são apresentados para ela, que por sua vez explica qual seria a atitude correta a ser tomada. Esse é um dos momentos mais importantes do jogo, pois é a hora de confirmar se as escolhas feitas estavam corretas e entender o que as faziam estar certas, ou descobrir quais as escolhas que deveriam ter sido feitas. Independentemente de o Jogador ter acertado ou errado sua escolha, a professora sempre explica os motivos que tornavam a opção correta ou a mais viável que as demais.

Depois de falar sobre cada problema, o jogo é encerrado, e a seguinte mensagem é exibida para os Jogadores, independente de seus resultados obtidos, “Você está de parabéns por se preocupar com problemas como estes! Os temas ambientais são muito importantes em todas as esferas do conhecimento, principalmente para um futuro Técnico em Alimentos!”

O jogo “Um passeio na indústria de Laticínios” pode ser utilizado para abordagem de alguns temas da área de Química, a depender da proposta do professor. O primeiro problema, por exemplo, permite abordar e/ou contextualizar o conteúdo Reações Químicas. Partindo das alternativas apresentadas para o problema é possível desenvolver para cada uma delas uma reação química diferente. Quando o professor estiver trabalhando o conteúdo de reações químicas utilizando as situações tratadas no jogo, ele poderá corrigir uma das falhas apresentadas pelo software utilizado, pois este não permite inserir subscritos, o que provoca uma grafia inadequada nas fórmulas químicas (HNO_3 ao invés de HNO_3) e dos índices de estado de agregação da matéria (por essa razão não foram apresentados nas caixas de diálogos do jogo). Dessa forma é imprescindível que o professor

ao utilizar esse jogo reserve também um momento para fazer essas correções, ou seja, mostrar a equação química na íntegra e escrita corretamente: apresentando subscrito e estado físico dos elementos e compostos presentes, partes importantes relacionadas ao tema.

Análise do Jogo Desenvolvido

Os resultados aqui apresentados seguem a proposta do modelo de avaliação de jogos educacionais desenvolvido por Savi *et al.* (2010), os quais são divididos em três tópicos principais: Motivação, Experiência do Usuário e Conhecimento. Esses dados foram obtidos por meio de questionário respondido após o desenvolvimento do jogo na turma do 4º Ano do Curso Técnico Integrado de Alimentos do IFRN *Campus* Currais Novos composta por 27 alunos, que participaram de uma seção única que durou 2h/a (uma hora e trinta minutos). Antes de iniciar o jogo os alunos receberam instruções de como funciona o jogo (parte técnica, referente à “jogabilidade”), mas não sobre os conteúdos abordados no jogo, uma vez que esses alunos estavam cursando a disciplina Tecnologia de Leite e Derivados, no período que foi desenvolvido o jogo, e essa contemplava tais assuntos.

Apenas ao falar sobre o conhecimento, se realizou uma análise a respeito dos conhecimentos prévios e os adquiridos sobre temas ambientais pelos alunos do Curso Técnico Integrado de Alimentos do IFRN/CN.

• Tópico 1: Motivação

No que se refere à Motivação, sabe-se que este é um elemento essencial em qualquer sistema educacional, por isso que os ambientes de aprendizagem precisam ser projetados cuidadosamente para provocarem um nível adequado de motivação nos estudantes.

Savi *et al.* (2010) reforça relatos de outros autores no

que se refere a motivação do aluno relacionado aos jogos. De acordo Savi *et al.* (2010), para que o aluno se sinta motivado a aprender, é necessário que ele consiga manter determinado nível de atenção, e quando se trata de jogos educacionais, o desafio é obter e manter um nível satisfatório da atenção dos alunos ao longo de um período de aprendizagem.

As três primeiras questões direcionadas aos estudantes buscavam descobrir o nível de atenção dos alunos durante a utilização do jogo. Os resultados são apresentados no Gráfico 1.

Os indicadores +2, +1, 0, -1 e -2 fornecem o nível de concordância com a afirmação feita, sendo +2 correspondente a “Concordo Fortemente” e -2 correspondente a “Discordo Fortemente”, “SR” significa “Sem Resposta” e indica a porcentagem de alunos que, por algum motivo, não responderam a questão. Esse sistema de leitura de dados foi adotado na construção dos 4 primeiros gráficos.

Os resultados mostram que 70,4% dos alunos concordam fortemente que a variação dos conteúdos e de atividades ajudou a mantê-los atentos ao jogo, e esse é um diferencial importante do jogo desenvolvido, pois os problemas apresentados são todos diferentes, o que ajuda a não tornar o ato de jogar uma atividade monótona. Além disso, a inserção de problemas extras e contendo alternativas engraçadas podem ter ajudado neste sentido. Outro ponto importante, de acordo com o gráfico 1, foi o Design do jogo, o qual foi um dos pontos mais citados como pontos fortes do jogo. Apenas 3,7% dos alunos julgaram que o jogo não se mostrou atraente.

Ao afirmar que no início do jogo houve algo que capturou a atenção do aluno, 51,9% concordaram fortemente e outros 40,7% concordaram, havendo ainda alguns alunos que atribuíram tal fato à maneira como os personagens se comunicam. Os diálogos foram desenvolvidos de forma a retratar como os jovens se comunicam atualmente, buscando

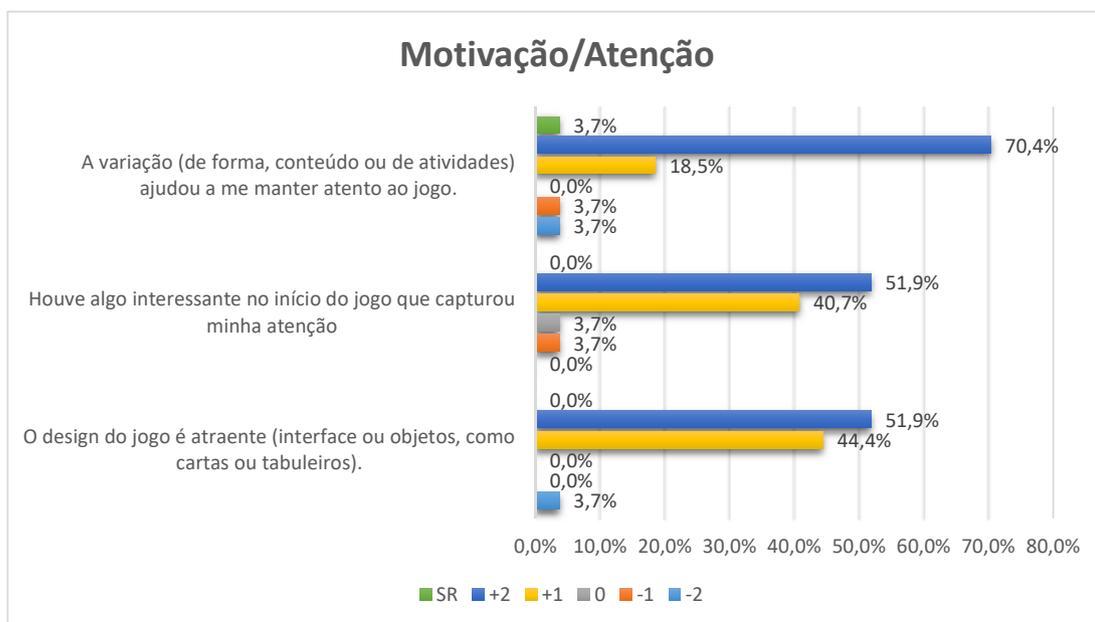


Gráfico 1: Nível de motivação dos alunos por meio da atenção ao jogo. Fonte: Os autores, (2015).

ainda trazer assuntos do cotidiano do público alvo do jogo para o ambiente de aprendizagem, tentando, dessa forma, aproximar mais o aluno desse ambiente.

De acordo com Savi *et al.* (2010), a atenção e curiosidade do aluno são condições necessárias, mas não suficientes para a motivação aos estudos. É preciso também que se perceba que a proposta educacional é consistente com seus objetivos, que ele (o aluno) consiga conectar o conteúdo da aprendizagem com seu futuro profissional ou acadêmico. Souza e colaboradores (2015) desenvolveram um jogo com o software RPG Maker para trabalhar temas ambientais e observou que 100% dos alunos envolvidos no estudo conseguiram relacionar o conteúdo teórico do jogo com o seu cotidiano, relato que ratifica o que observamos neste trabalho.

Diante disso, buscou-se saber se os conteúdos abordados são relevantes para os estudantes. Tais dados estão apresentados no Gráfico 2. Pode-se perceber que para a maioria os conteúdos têm grande importância, pois 70,4% deles concordam fortemente somados a 18,5% que concordam com essa afirmação totalizando 88,9% do grupo, enquanto que apenas 7,4% não concordam nem discordam (essa é a percentagem de alunos que em nossa escala de +2 a -2 marcaram 0), os outros 3,7% correspondem a parcela que não respondeu essa questão.

Outro dado relevante é que para 100% dos alunos os conteúdos apresentados no jogo estão conectados com algum outro conhecimento que eles já possuíam, isso de certa forma já era esperado, uma vez que os alunos estavam vendo a disciplina de Tecnologia de Leite e Derivados, a qual contempla tais conteúdos, mas reforça a ideia de que os conhecimentos trazidos por esses alunos são valorizados durante o jogo. Com relação à importância dos conhecimentos prévios dos alunos, pode-se destacar que o fator mais importante que

influi na aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe e isto deve ser averiguado, pois o ensino é norteado por tal saber. O núcleo central da aprendizagem de um novo conteúdo está na capacidade de utilizar e atualizar os conhecimentos prévios que o estudante possui (Vitorasso, 2010).

Ao questionar os alunos sobre o funcionamento do jogo (Gráfico 2), 88,9% deles concordaram que o jogo está adequado a sua forma de aprender, o que mostra que essa é uma estratégia de ensino com potencial, já que está adequada para quase 90% dos alunos. Contudo 7,4% mantiveram-se indiferentes (não concordaram nem discordaram) com essa afirmação e 3,7% discordam da mesma, mostrando assim, a importância de se trabalhar sempre com estratégias de ensino variadas em sala de aula. O uso do software PhET para o ensino de balanceamento de reações químicas foi considerado como bom e ótimo para o entendimento do assunto para 85% dos alunos participantes do estudo proposto por Mendes, Santana e Pessoa Jr. (2015), o que confirma a ideia de que um software bem elaborado contribui para o processo de ensino e aprendizagem.

Ao analisar as respostas a respeito da motivação dos alunos, percebemos que o jogo conseguiu cumprir o seu papel de motivar os alunos sobre o tema proposto, uma vez que em todas as afirmações feitas a grande maioria dos alunos ou concordaram fortemente ou concordaram com elas. Diante disso, pode-se afirmar que os alunos ao jogarem “Um Passeio na Indústria de Laticínios” sentem-se motivados a aprender, pois o jogo consegue mantê-los atentos, ao mesmo tempo em que se mostra relevante para os discentes e promove a satisfação deles.

• Tópico 2: Experiência do Usuário

Essa não é uma expressão comum, o que dificulta sua

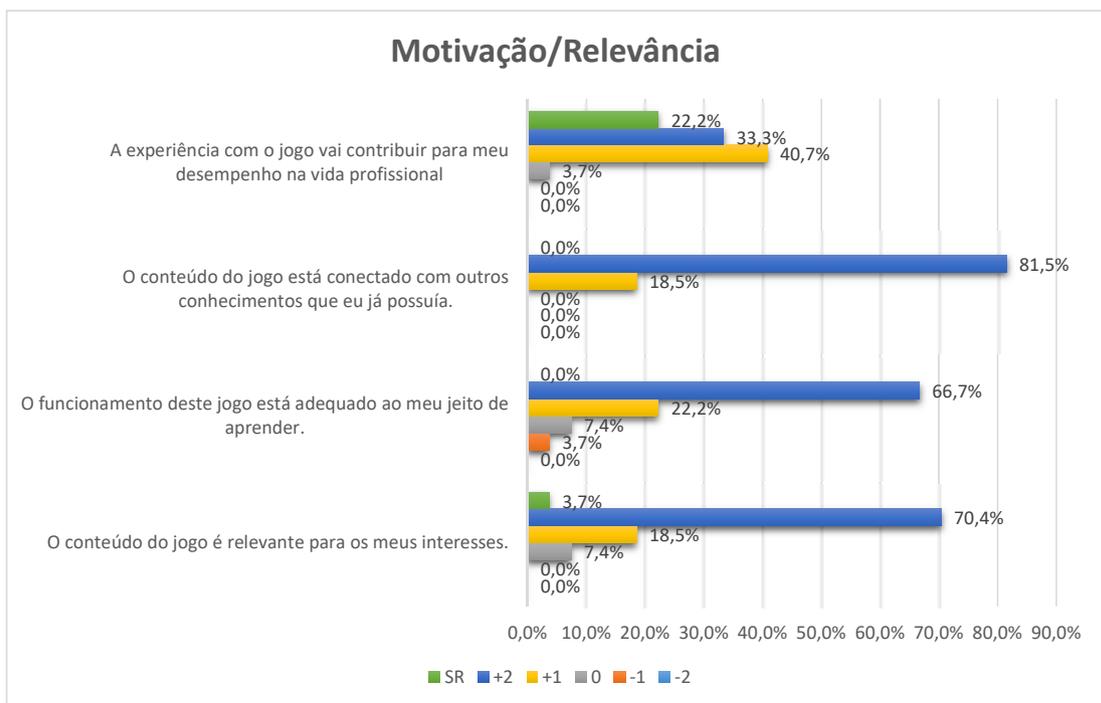


Gráfico 2: Relevância dos conteúdos para os alunos. Fonte: Os autores, (2015).

explicação, e mesmo não existindo um consenso ou uma definição padrão sobre experiência do usuário (User eXperience – UX), algumas tentativas têm sido feitas. Aqui consideraremos que ela se concentra na percepção e resposta de uma pessoa sobre o uso de um produto, sistema ou serviço (Takatalo; Häkkinen; Kaistinen, 2010 Apud Savi *et al.* 2010).

De acordo com Gámez (2009), existe uma expectativa de que a utilização de jogos produza experiências positivas. Dentre essas experiências positivas está a Imersão. A Imersão ocorre quando se tem bons jogos, os quais, segundo Savi *et al.* (2010), levam o Jogador a ter uma experiência de profundo envolvimento no jogo, que geralmente provoca um desvio de foco do mundo real para o mundo do jogo. Essa experiência pode ocorrer em tal nível que os Jogadores acabam esquecendo-se das preocupações e não percebendo o tempo passar.

A respeito da Imersão, três afirmações foram feitas, e em todas a maioria dos discentes concordaram positivamente, como é exibido no Gráfico 3.

De acordo com os resultados apresentados no Gráfico 3, 77,8% concordaram que se sentiram mais no ambiente do jogo que no mundo real, o que mostra o nível de envolvimento desses alunos com o jogo, encarando cada problema virtual como se fossem reais e com isso buscando melhores soluções.

Outro ponto a ser destacado é que aproximadamente 85% dos alunos afirmaram não perceber o tempo passar enquanto jogavam, fato que se refletiu durante o desenvolvimento do jogo, quando a grande maioria dos alunos preferiu ficar na sala jogando a saírem para um intervalo. Isso mostra que além de terem perdido a noção de tempo enquanto jogavam, os estudantes estavam se divertindo e/ou imersos de tal forma no jogo, que não queriam parar, nem mesmo para um intervalo.

Ainda tratando da imersão, 59,3% concordam fortemente e 29,6% concordam que durante a utilização do jogo esqueceram suas preocupações do cotidiano e ficaram totalmente concentrados no jogo. Essa maioria de aproximadamente 90% é expressiva e nos leva a considerar eficiente a utilização desse jogo em situações diversas, como por exemplo, em aulas que antecedam provas, como forma de revisão, mas também como forma de deixar os alunos menos tensos, sem perder o foco no conteúdo a ser estudado.

O desafio também é uma peça chave para que o usuário tenha uma boa experiência durante o jogo. Para isso ele não pode ser muito difícil, provocando assim frustrações, nem muito fácil, gerando certa monotonia dos Jogadores. Para Savi *et al.* (2010), um bom jogo precisa ser suficientemente desafiador e estar adequado ao nível de habilidade do Jogador, apresentando variações no nível de dificuldade, e mantendo um ritmo adequado. Na tentativa de identificar se o jogo oferece um desafio adequado para os alunos, duas afirmações foram feitas e seus resultados são apresentados no Gráfico 4.

Para cerca de 88,9% dos alunos, o jogo evoluiu em um ritmo adequado, ou seja, as novas situações surgiam de forma a não sobrecarregar o aluno com informações. Para 3,7% essa afirmação não é verdadeira, o que mostra mais uma vez a heterogeneidade da turma e a importância de se trabalhar com recursos diferentes em sala de aula. Os 7,4% restantes mantiveram-se indiferentes.

A grande maioria dos alunos, 96,3%, considerou ainda que as tarefas apresentavam-se como desafios adequados para eles, não sendo muito fáceis ou muito difíceis. Apenas 3,7% restantes não concordaram nem discordaram da afirmação feita. Apesar desse resultado expressivo, alguns alunos em seus comentários ao final do questionário sugeriram diminuir o grau de dificuldade no mapa Floresta, contudo

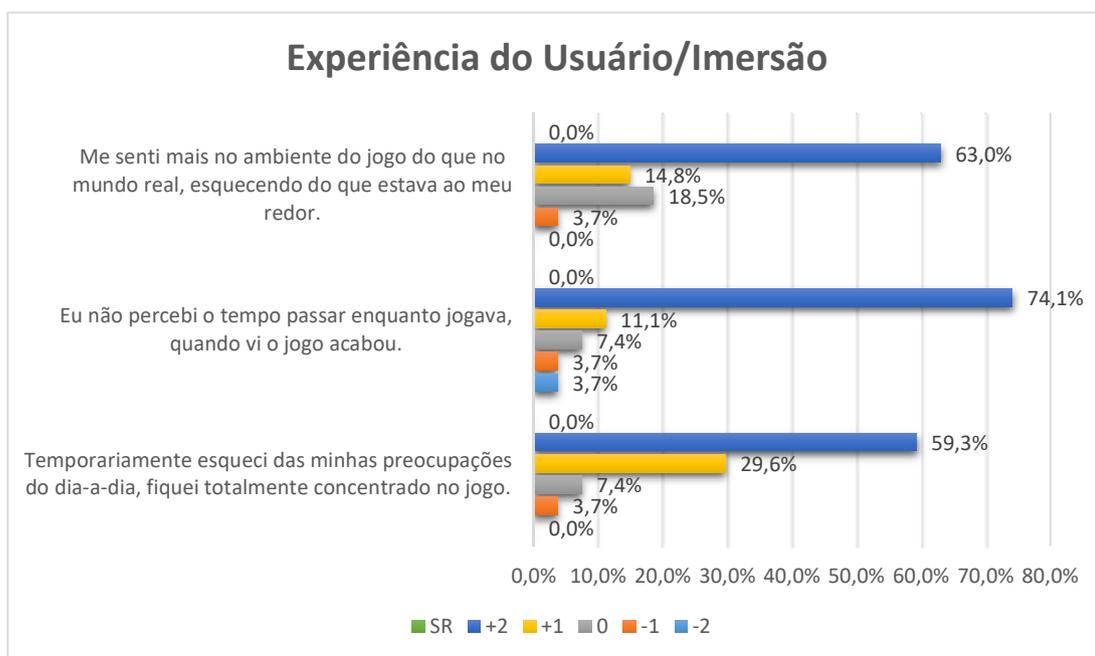


Gráfico 3: Experiência do usuário, Imersão. Fonte: Os autores, (2015).

ressalta-se aqui que esse mapa é apenas para diversão dos alunos, e quanto aos problemas propostos nenhum aluno fez observações nesse sentido.

Ao falar da experiência do usuário de uma forma geral, pode-se afirmar que utilizar o jogo gera uma experiência positiva para si. E mais que isso, essa experiência positiva pode gerar condições para que o processo de ensino e aprendizagem de fato ocorra.

Lucena e Azevedo (2012) desenvolveram um jogo virtual para aulas práticas de Química usando o software Power Point e obteve 93% de aprovação dos alunos consultados. Essa aprovação representa a consideração do jogo como atrativo, que contribui para compreensão das aulas experimentais e que não apresenta nível de dificuldade elevado para seu manuseio. O software RPG Maker possibilita a elaboração de um jogo bem mais versátil do que um jogo elaborado pelo Power Point. Logo o estudo de Lucena e Azevedo corrobora o que observamos neste trabalho: jogo que mantém a atenção, de design atraente, de conteúdo relevante e de atividades desafiadoras, embora apresente limitações de programação para sua aplicação na área de Química, pois o RPG Maker não é uma ferramenta específica para criação de jogos didáticos.

• Tópico 3: Conhecimento

O último ponto a ser avaliado é o conhecimento que o jogo proporciona para os alunos. Esse é o ponto mais importante a ser avaliado, visto que se trata de um jogo voltado exclusivamente para fins didáticos, e de nada serviria ele motivar o aluno a jogar e conseguir gerar uma ótima experiência para o usuário se não trouxesse também algum conhecimento para os alunos.

Para avaliar o conhecimento, o modelo de avaliação adotado neste trabalho leva em consideração os três primeiros níveis da taxonomia de Bloom que são: **Conhecimento**

– lembrar informações sobre: fatos, datas, palavras, teorias, métodos, classificações, lugares, regras, critérios, procedimentos etc. **Compreensão** – entender a informação ou o fato, captar seu significado, utilizá-la em contextos diferentes. **Aplicação** – aplicar o conhecimento em situações concretas (Savi *et al.*, 2010, p.7, grifos nossos).

Como o jogo apresentava três problemas principais, cada qual relacionado a um assunto diferente, a forma de avaliar o conhecimento tinha que contemplar os três, e para isso foi solicitado que os alunos atribuíssem notas aos conhecimentos que tinham sobre cada um dos conteúdos antes e depois de jogar.

Os resultados a respeito do conhecimento dos alunos nos permitem duas análises, a primeira referente aos conhecimentos que os alunos do 4º ano do Curso Técnico Integrado de Alimentos do IFRN/CN têm sobre Educação Ambiental e a segunda a respeito do jogo, para verificar se esse contribuiu com o aprendizado dos temas tratados.

O primeiro ponto avaliado foi se os estudantes já tinham algum conhecimento sobre o assunto, ou seja, se eles sabiam o que era cada um dos problemas. Os resultados estão dispostos no Gráfico 5.

O domínio dos conceitos dos assuntos estudados é importante para que assim o conhecimento possa ser construído. Segundo Lisboa (2007), quando se trata da busca pela construção do conhecimento é sempre preciso recordar a necessidade de estabelecer uma discussão na direção do campo teórico.

Os resultados nos mostram que os alunos já tinham conhecimento sobre os assuntos abordados, e mesmo antes do contato com o jogo, eles já afirmavam lembrar seus conceitos, o que nos leva a crer que existe no IFRN/CN uma preocupação com questões ambientais e que essa não foi a primeira vez que esses alunos tiveram contato com esses conteúdos. Contudo, é perceptível que de acordo com a auto avaliação feita por esses alunos, o nível de conhecimento,

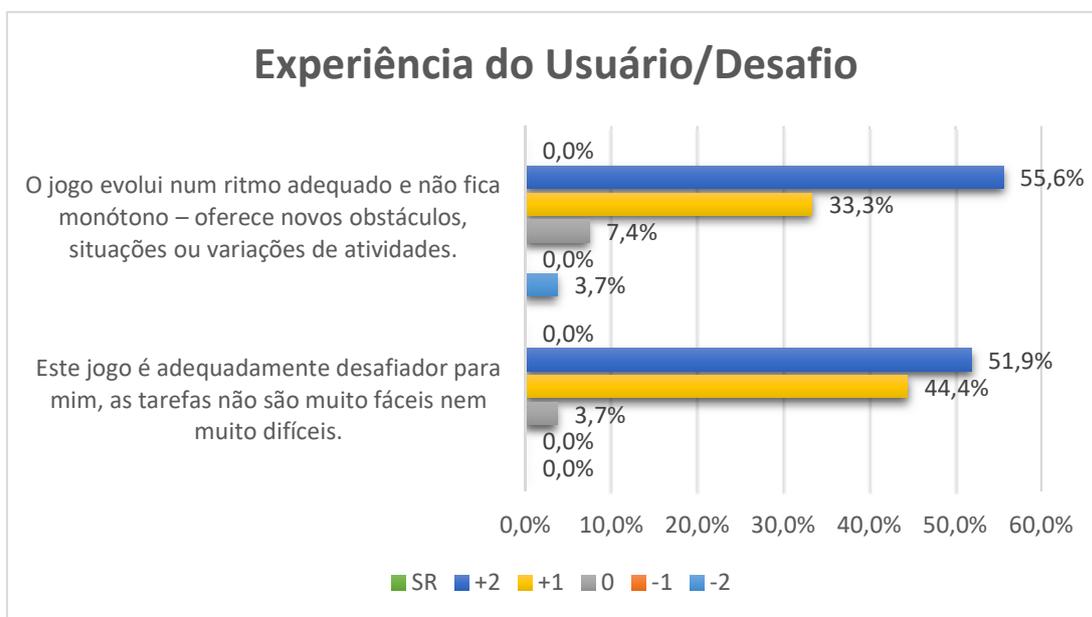


Gráfico 4: Experiência do usuário quanto ao desafio proposto no jogo. Fonte: Os autores, (2015).

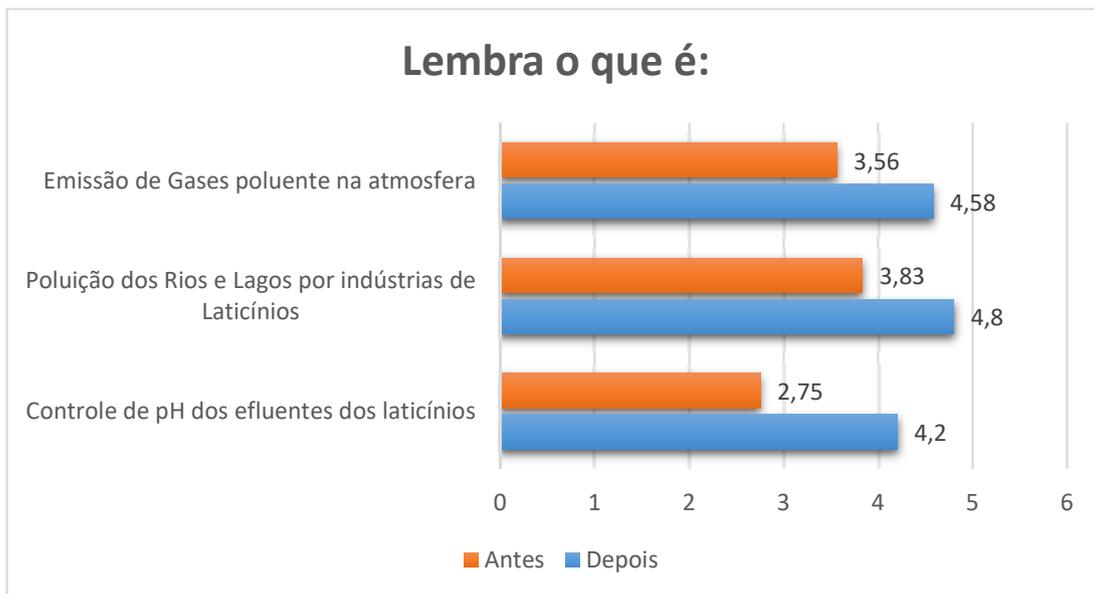


Gráfico 5: Conhecimento dos conteúdos antes e depois do jogo. Fonte: Os autores, (2015).

sobre os três assuntos, foi melhorado após a utilização do jogo, mostrando que este contribuiu para os alunos relembra-rem os conceitos abordados. Destaca-se aqui o conhecimento sobre o controle de pH dos efluentes de laticínios, o qual passou de 2,77 para 4,20 em uma escala de 1,0 a 5,0, o que corresponde a um aumento de 65%.

Por fim, perguntamos também se os alunos eram capazes de verificar os conhecimentos sobre cada assunto em situações concretas e suas respostas estão dispostas no Gráfico 6.

Essa foi a questão que apresentou os menores valores, o que de certa forma era esperado, uma vez que transformar conceitos vistos em sala em algo prático, quando se depara com uma situação real, não é uma tarefa fácil para a maioria dos alunos.

Com relação a aplicar na prática os conhecimentos sobre controle do pH (Gráfico 6), antes do jogo os alunos

atribuíram a única nota abaixo da metade do que a escala prevê e mesmo depois de desenvolver o jogo a nota atribuída pelos alunos ainda permaneceu baixa em relação aos demais temas abordados, sendo a menor nota também depois da utilização do jogo, mostrando que esse realmente é um conteúdo que precisa ser melhor trabalhado no Curso Técnico Integrado de Alimentos do IFRN/CN, pois em todas as questões ele foi sempre o que apresentou as menores notas. Contudo, houve um crescimento de 56% entre o valor das notas de antes e depois do jogo, passando de 2,44 para 3,80.

Nos outros dois conteúdos as notas referentes ao pós-jogo cresceram aproximadamente 34%, passando de 3,31 para 4,45 para a emissão de gases e de 3,23 para 4,32 para a poluição de rios e lagos.

De forma geral, pode-se afirmar que existe no IFRN/CN uma preocupação com questões ambientais e os assuntos

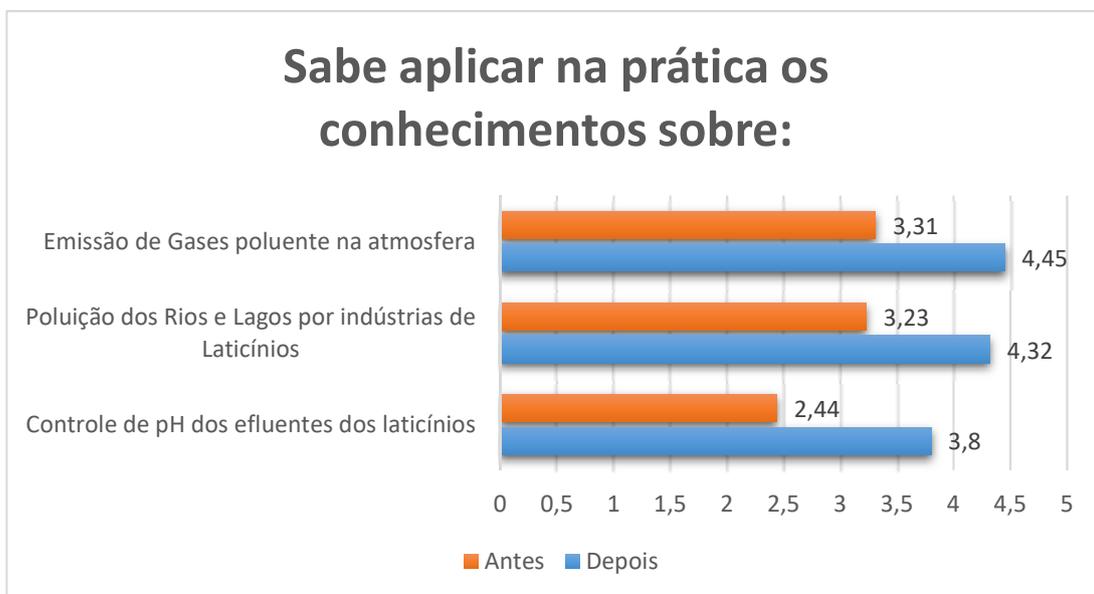


Gráfico 6: Aplicação prática dos conteúdos estudados. Fonte: Os autores, (2015).

abordados no jogo não eram estranhos para os alunos, provavelmente por se tratar de uma turma concludente, ou seja, trata-se de alunos que em breve serão Técnicos em Alimentos e deverão dominar tais conteúdos para suas práticas profissionais.

Considerações Finais

Depois de seguir rigorosamente o guia de avaliação de jogos educacionais, pode-se afirmar que o material elaborado pode ter grande utilidade para os futuros Técnicos em Alimentos formados no IFRN/CN ou em outros campi desta e de outras Instituições que tenham o mesmo curso. O material promove a motivação dos alunos, fazendo com que o ato de estudar passe a ser também um momento de diversão e descontração, promovendo, assim, uma boa experiência para o usuário e propondo desafios adequados para os alunos, com um nível de dificuldade que não provoca monotonia ou frustração.

O jogo RPG Maker pode ser utilizado em diferentes contextos a depender da estratégia didática do professor, que pode utilizá-lo como uma forma de revisão, assim como foi feito nesta pesquisa. Mas também pode utilizá-lo como forma de avaliação, uma vez que a resolução correta ou não dos problemas indica o grau de conhecimento que os alunos têm. Oliveira, Pierson e Zuin (2009) fizeram uso do RPG para avaliação da aprendizagem em Química e observaram uma avaliação formativa. O professor pode ainda utilizar esse jogo para introduzir tais conteúdos, aproveitando o contexto apresentado para iniciar discussões e construções com seus alunos, conforme destaca Cavalcanti e Soares (2009), embora o autor seja mais favorável ao uso do RPG como método de avaliação.

Outro ponto importante é que esse jogo pode ser utilizado tanto pelo professor de Química quanto por professores das disciplinas específicas do Curso Técnico Integrado de

Alimentos, uma vez que ele traz uma proposta interdisciplinar entre conceitos de Química e da área de Alimentos dentro do contexto relacionado aos temas ambientais.

Com relação à formação dos alunos do Curso Técnico Integrado de Alimentos, a respeito da abordagem de temas ambientais, ficou evidente que existe no IFRN/CN uma preocupação com relação a essa questão, não tendo sido o jogo o primeiro contato dos alunos com problemas dessa ordem.

Destaca-se também a importância de se pensar sobre os dois pontos abordados nesse trabalho: os temas ambientais e a elaboração de materiais didáticos diversos. Neste caso, um jogo desenvolvido na plataforma RPG Maker, um recurso ainda pouco utilizado, mas que demonstrou-se interessante para abordar de forma interdisciplinar temas ambientais, conceitos químicos e específicos da área de Alimentos, embora apresente limitações de programação para sua aplicação na área de Química, pois o RPG Maker não é uma ferramenta específica para criação de jogos didáticos.

Nota

Para ter acesso ao jogo deve-se clicar em: https://www.dropbox.com/sh/haxk5gnua8jdnuf/AADEKNIRvL03VX_DS4f_mgoaa?dl=0. Neste endereço é possível fazer também o download do software RPG Maker caso o interessado ainda não seja usuário, e caso já utilize o software é possível fazer apenas o download do jogo “Um Passeio na Indústria de Laticínios”.

Jeovane Jefferson Soares de Oliveira (jeovane_soares@hotmail.com), licenciado em Química pelo IFRN Campus Currais Novos. Currais Novos, RN - BR. **Robson Oliveira de Moraes** (robsonoliveira.ifrn@gmail.com), licenciado em Química pelo IFRN Campus Currais Novos. Currais Novos, RN - BR. **Uliana Karina Lopes de Medeiros** (uliana.medeiros@ifrn.edu.br), doutora em Engenharia Química, Professora do IFRN Campus Currais Novos. Currais Novos, RN - BR. **Maria Elenir Nobre Pinho Ribeiro** (elenir.ribeiro@ufc.br), doutora em Química, Professora da UFC – Departamento de Química Orgânica e Inorgânica. Fortaleza, CE – BR.

Referências

AMARAL, R.R.; BASTOS, H.F.B.N. O Roleplaying Game na sala de aula: uma maneira de desenvolver atividades diferentes simultaneamente. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 11, n. 1, p. 103-122, 2011.

BRASIL. MEC. LDB - Leis de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Lei no 9394, de 20 de dezembro de 1996. D.O.U. de 23 de dezembro de 1996.

_____. PCNs. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Brasília: MEC; Secretaria da Educação Média e Tecnológica, 1999.

CAVALCANTI, E. L. D.; 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.

DINIZ, R.R.P. Uma Trilogia Perfeita: RPG Maker XP, Educação e Adolescentes, 2006, 92f. Monografia (Especialização em Informática na Educação) – Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

GÁMEZ, E.H.C. On the Core Elements of the Experience of Playing Video Games, 2009, 208f. Tese de doutorado (Doutorado em Psicologia) - UCL Interaction Centre - University College London, London, 2009.

GRANDO, A.; TAROUÇO, L. O Uso de Jogos Educacionais do Tipo RPG na Educação. *Novas Tecnologias na Educação*, v. 6, n. 2, p. 1-10, 2008.

JUCÁ, S.C.S. A relevância dos softwares educativos na educação profissional. *Ciência e Cognição*, v.8, n. 1, p. 22-28, 2006.

LISBOA, S.S. A Importância dos Conceitos da Geografia para a Aprendizagem de Conteúdos Geográficos Escolares. *Ponto de Vista*, v.4, n.4, p. 23-35, 2007.

LUCENA, L. G.; AZEVEDO, M. S. QUIZmica: Um jogo virtual auxiliando o Ensino de Química. *Revista Tecnologias na Educação*, n. 7, p.1-11, 2012.

MENDES, A. P.; SANTANA, G. P.; PESSOA JR., E.S.F. O uso do software PhET como ferramenta para o ensino de balanceamento de reação química. *Revista Areté*, v. 8, n. 16, p. 52-60, 2015.

OLIVEIRA, R.C.; PIERSON, A. H. C.; ZUIN, V. G. O Uso do Role Playing Game (RPG) Como Estratégia de Avaliação da Aprendizagem no Ensino de Química. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA, 7, 2009. Anais... Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/961.pdf>. Acessada em Agosto 2014.

SAVI, R.; WANGENHEIM, C. G. V.; Ulbricht, V.; Vanzin, T. Proposta de um Modelo de Avaliação de Jogos Educacionais. *Novas Tecnologias na Educação*, v.8, n.6, p. 1-10, 2010.

SOUZA, T. V. P.; SOUZA, E. V. P.; SILVA, T. G. N.; SILVA, D. M.; RIBEIRO, M. E. N. P. Proposta educativa utilizando o jogo *RPG Maker*: Estratégia de conscientização e de aprendizagem da Química Ambiental. *Holos*, v.8, p. 98-112, 2015.

VITORASSO, M. E. K. Conhecimentos Prévios: Concepções de Dois Professores de uma Escola Particular da Cidade de São Paulo, 2010, 48f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas) – Curso de Ciências Biológicas, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2010.

Abstract: “A Walk in the Dairy Industry” Game for Environmental Education in the Food Technology Course. Environmental Education has been one of the most discussed topics worldwide, and there are records on this issue since the 1960’s. Based on this assumption, the teaching of Chemistry has much to offer, since this science helps us to understand and modify the environment around us. We created a computer game called “A Walk in the Dairy Industry” using the free software RPG Maker, aiming to address environmental issues related to Chemistry and with specific subjects of Food technology. The game was developed in a class of the Food Integrated Technical Course of the IFRN – Campus Currais Novos, followed by an evaluation of the involved students. The software RPG Maker is still little used for didactic purposes, but demonstrated to be feasible for an interdisciplinary approach of the proposed topics. We observed that the produced game may be used in different contexts, depending on the teaching strategy of the teacher.

Keywords: Environmental Education, RPG Maker, Didactic Games.

O Tema “Vidro Plano (*Tecnologia Float*)” para a Educação Científica e Tecnológica

André R. Toquette

Este artigo procura contribuir para a educação científica e tecnológica de docentes e estudantes dos ensinos médio e tecnológico médio, por meio do tema “Vidro Plano (*Tecnologia Float*)”. A *tecnologia float* é uma importante fonte de estudo para o tema “Vidro Plano”, pois, mediante este processo, podem ser estudados os fatores históricos, sociais, econômicos, tecnológicos, científicos e ambientais relacionados à produção deste material. Para isso, a abordagem da *tecnologia float* neste trabalho encontra-se dividida em seis tópicos, a saber: *Um Pouco da História da Ciência e da Tecnologia Química; Composição da Mistura Vitrificável; Processo de Fusão da Mistura Vitrificável; Arquitetura do Forno e Transformações Químicas; Moldagem do Vidro Float; e Galeria de Recozimento*. Na sequência, são abordados os fatores socioambientais e socioeconômicos promovidos pela extração de areia na região do Vale do Paraíba (SP) e pela reciclagem de vidro.

► vidro plano, educação CTS, material didático ◀

Recebido em 26/10/2015, aceito em 16/09/2016

153

A abordagem temática tem sido amplamente defendida pelos educadores como forma de preparar o cidadão para a vida (FREIRE, 1975; SANTOS; SCHNETZLER, 2003). A fim de alcançar este objetivo, a educação denominada Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) pode se tornar uma forte aliada. Essa tríade pode proporcionar uma educação de grande significado ao preparar o educando para participar da vida pública sobre questões ambientais, científicas, tecnológicas, econômicas e sociais tão presentes no nosso cotidiano.

Assim sendo, como consta nas “Orientações Curriculares para o Ensino Médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias” (BRASIL, 2006), “espera-se a contextualização referenciada nos aspectos socioculturais, bem como a explicitação das inter-relações entre a Química, a tecnologia, a sociedade e o meio ambiente [...]” (p. 122). Entre outros fatores, a excelência no Ensino de Química pode ser alcançada a partir de uma abordagem que leve em consideração as questões anteriormente supracitadas. Contudo, este é um grande desafio na prática pedagógica, pois, para que

seja bem sucedido, é necessário que existam “estratégias de ensino muito bem estruturadas e organizadas” (SANTOS; SCHNETZLER, 2003, p. 113).

A importância do tema “*Materiais*” para a educação científica e tecnológica é assim retratada:

Não resta dúvida de que os materiais são essenciais para o bem-estar humano, mas a grande maioria dos cursos de graduação em química e das disciplinas de química do nível

médio não abordam este assunto de maneira específica. Muitas vezes estão dispersos em um curso ou em disciplinas de química sem que seja dada a devida ênfase à sua importância (PAOLI, 2001, p. 3).

É nessa direção que segue este artigo, procurando ser um material didático alternativo para os docentes dos ensinos médio e tecnológico médio ao promover o estudo da *tecnologia float* atrelado à conceituação científica e aos fatores socioambientais e socioeconômicos decorrentes das atividades antropogênicas para a produção do vidro plano.

É nessa direção que segue este artigo, procurando ser um material didático alternativo para os docentes dos ensinos médio e tecnológico médio ao promover o estudo da tecnologia float atrelado à conceituação científica e aos fatores socioambientais e socioeconômicos decorrentes das atividades antropogênicas para a produção do vidro plano.

Sobre a conceituação científica, alguns conceitos químicos, como: *sais inorgânicos, óxidos com características básicas, transformações químicas* (reações de combustão, decomposição de carbonatos e formação de silicatos), *reações exotérmicas* (calores molares de combustão), *reações endotérmicas* (reações de decomposição/calores molares de formação) e *propriedades físicas do estanho*, são abordados, tendo o tema “vidro plano” como centro de estudo, procurando, assim, vencer o ensino tradicional de Química. Ou melhor, romper com a “visão linear, alienada e alienante da Química e do seu ensino, na medida em que os estudantes são interativamente envolvidos em discussões teóricas relativas a situações reais” (BRASIL, 2006, p. 124). Dessa forma, o artigo aqui proposto converge para a seguinte citação:

Nas considerações que fazem esses educadores [FREIRE, 1975; SNYDERS, 1988], a **conceituação científica que deve ser abordada no processo educativo é subordinada tanto às temáticas significativas como à estrutura do conhecimento científico**, das quais se selecionam os conceitos científicos que compõem os conteúdos programáticos escolares (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011, p. 190, negrito meu).

Outros focos são os estudos dos impactos sociais e ambientais gerados pela extração de recursos naturais, especificamente a extração de areia no Vale do Paraíba, no estado de São Paulo. E, ainda, apontar os benefícios socioeconômicos e socioambientais provenientes da reciclagem de vidros na fabricação do vidro plano. A inclusão de fatores socioambientais é incentivada, atendendo às orientações de que “as propostas pedagógicas das escolas sejam organizadas [...], em torno da abordagem de aspectos sociocientíficos associados a temas sociais, preferencialmente relacionados a temáticas ambientais [...]” (BRASIL, 2006, p. 121).

Um pouco da História da Ciência e da Tecnologia Química (HCTQ)

Chegou o século XVII e a França criou um processo para fabricar vidro plano, que logo fez sucesso, pois permitiu que fossem produzidas placas grandes desse material, com dois metros de comprimento e um metro e meio de largura!

Para obtê-las, era preciso apenas despejar o vidro fundido numa superfície metálica e achatá-lo com um rolo feito de metal. [...]

Porém, apesar do progresso obtido com as máquinas, nem sempre o vidro fabricado era perfeito. Às vezes, quem olhasse por ele, via as imagens distorcidas. Isso ocorria quando as faces do vidro não estavam paralelas. Isto é, quando não havia a mesma distância entre elas. Para fazer com que as faces do vidro tivessem a mesma distância entre si, era preciso esfregar sobre elas certos materiais que iam desgastando a

superfície do vidro e, assim, tornavam as suas faces paralelas. No entanto, como era arranhado, o vidro perdia a transparência. Então sua superfície também precisava ser polida.

Essas duas operações eram demoradas e exigiam muita mão de obra. Resultado: faziam com que o vidro plano de boa qualidade ficasse muito caro.[...]

A solução capaz de reduzir os custos de produção do vidro surgiu por acaso. Um inglês, chamado sir Alastair Pilkington, estava ajudando sua esposa a lavar a louça quando percebeu que a gordura solidificava na superfície da água dentro da pia, formando uma camada. Nesse momento, ele teve uma ideia: pensou que poderia fabricar uma lâmina de vidro ao fazer com que o vidro fundido flutuasse sobre algum líquido (MAIA, 2003a, p. 20-21).

A abordagem da HCTQ, de acordo com os PCNs+ *Ensino Médio - Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais* (BRASIL, 2002), pode ser uma fonte profícua em “reconhecer e compreender a ciência e a tecnologia química como criação humana, portanto, inseridas na história e na sociedade em diferentes épocas [...]” (p. 92). E mais, a importância da História da Ciência no processo de ensino-aprendizagem é retratada por Porto (2011): “se o que se pretende é formar estudantes críticos, capazes de compreender as complexidades da atividade científica, então a nova historiografia da Ciência [e da Tecnologia Química] tem muito a contribuir nesse processo” (p. 165).

Outra observação reside no fato de que a tecnologia química, algumas vezes, está relacionada à busca de resoluções de entraves vivenciados no ambiente industrial. Kuhn (2013) ressalta a determinação do homem que procura a resolução de um desafio tecnológico: “Contudo, o homem que luta para resolver um problema definido pelo conhecimento e pela técnica existentes não se limita simplesmente a olhar à sua volta. Sabe o que quer alcançar: concebe seus instrumentos e dirige seus pensamentos de acordo com seus objetivos” (p. 183).

Assim, sir Alastair Pilkington tinha um problema a ser solucionado, apesar da resolução do desafio tecnológico ter surgido do acaso, seus pensamentos encontravam-se orientados. Surgiu, então, o vidro *float*, assim definido, pois após a fusão da mistura vitrificável, esse é encaminhado para um tanque de flutuação com estanho líquido, possibilitando a moldagem e a obtenção de chapas de vidro com excelente transparência. O estanho foi o metal escolhido devido às suas propriedades físicas, propícias para a moldagem do vidro.

A *tecnologia float* foi desenvolvida e patenteada por Pilkington Brothers Co., em 1959, sendo considerada um grande avanço, considerando que não há necessidade de polimento das chapas de vidro, pois, ao sair do tanque de flutuação, ambos os lados da folha de vidro estão com as faces paralelas.

No Brasil, a produção de vidro plano concentra-se, basicamente, no eixo Rio - São Paulo, porém, nos últimos anos,

outras fábricas têm sido instaladas em diferentes regiões, como no sul do país, na cidade de Barra Velha (SC), e no nordeste. A tecnologia supracitada pode, ainda, ser de grande importância no processo de ensino-aprendizagem, já que este processo industrial é largamente utilizado em escala mundial:

Utilizado hoje como principal sistema de produção de vidro plano (representando 90% da produção mundial), é possível produzir, de maneira contínua e eficiente, placas de vidro com diversas espessuras e com graus mínimos de imperfeição. O vidro do tipo *float* tem a alta qualidade necessária para a utilização desse material no revestimento de edifícios e na construção de janelas e para-brisas de carros (BASTOS; MONTANO, 2013, p. 267).

Outro fator importante é que o *processo float* é contínuo, permitindo que a produção de vidro plano seja de 200 a 900 toneladas/dia, classificando esta tecnologia como altamente produtiva e largamente difundida em todo o mundo.

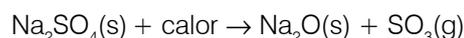
Composição da Mistura Vitrificável

A sílica, SiO_2 , também conhecida como dióxido de silício, na sua forma pura, apresenta elevado ponto de fusão, exatos $1\ 725\ ^\circ\text{C}$. No vidro, é o componente em maior percentagem, 72%, e, na produção do vidro *float*, apresenta elevada pureza, 99,7%. A sua fonte é a areia, contudo esta é beneficiada a fim de se adequar à condição de pureza citada anteriormente. Outro fator importante é que o “teor de ferro da areia deve ser mantido o mais baixo possível para fabricação de vidro incolor, o ferro dá uma coloração verde ao vidro” (MAIA, 2003b, p. 44). Posteriormente, ainda neste artigo, são discutidos os impactos sociais e ambientais gerados pela extração de areia no Vale do Paraíba (SP).

A barrilha é o principal *fundente* e tem nome químico de carbonato de sódio, Na_2CO_3 , cuja função é diminuir a temperatura de fusão da mistura vitrificável para valores próximos de $1\ 600\ ^\circ\text{C}$. No vidro, o carbonato de sódio produz o óxido de sódio, Na_2O , e representa 14% na composição. Outro *fundente* utilizado é o carbonato de cálcio, CaCO_3 , comercialmente conhecido como calcário, o qual produz o óxido de cálcio, CaO , representando 9,0%. A dolomita também é um *fundente* quimicamente conhecida como carbonato duplo de cálcio e magnésio, $\text{CaCO}_3\cdot\text{MgCO}_3$, produzindo os óxidos de cálcio, CaO , e de magnésio, MgO , compondo 4,0% da mistura vitrificável. O óxido de cálcio proporciona resistência química contra os agentes atmosféricos, e o óxido de magnésio fornece resistência ao choque térmico. O feldspato é o aluminossilicato duplo de sódio ou potássio, $\text{K}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_8)_2$ ou $\text{Na}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_8)_2$, ou seja, de fórmula geral $\text{R}_2\text{O}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 6\text{SiO}_2$, na qual R_2O representa um óxido alcalino, K_2O , Na_2O ou mistura de ambos, ou ainda, CaO (MAIA, 2003b, p. 48). Assim, este mineral é a fonte de Al_2O_3 , K_2O , Na_2O ou CaO e constitui 1,0 % da mistura vitrificável.

Sobre a resistência química, Maia (2003b) a define como “a propriedade de os vidros resistirem mais ou menos à ação dos agentes naturais ou artificiais” (p. 146). Complementando, Maia (2003b) faz a seguinte observação: “podemos citar: agentes atmosféricos, como os gases da atmosfera, umidade do ar, água, etc., entre os segundos: os ácidos, álcalis, etc.” (p. 146).

Devido às decomposições térmicas dos carbonatos durante o processo de fusão, ocorre a produção do gás carbônico, CO_2 , o qual, por sua vez, produzirá bolhas no vidro fundido, tornando necessária, então, a adição de *agentes de refino*. Usualmente, é utilizado o sulfato de sódio, Na_2SO_4 , como *agente de refino*, o qual sofre decomposição térmica:



O gás, trióxido de enxofre, promove a formação de grandes bolhas, que na sua ascensão englobam as bolhas pequenas, dióxido de carbono, e como a densidade dos gases é menor do que a dos líquidos, ocorre a saída destas do vidro fundido. O processo ocorre na zona de refino, “nessa região que fica logo após a zona de máxima temperatura, as bolhas resultantes das reações químicas ocorridas na zona de fusão sobem até a superfície do vidro” (MAIA, 2003b, p. 61-62).

Por meio da *tecnologia float* também são produzidos vidros coloridos, como o verde. De acordo com Maia (2003b):

A coloração devida ao ferro é diferente se produzida pelo Fe^{2+} , ferro divalente ou pelo Fe^{3+} , ferro trivalente. No vidro o óxido ferroso, FeO , e o óxido férrico, Fe_2O_3 , estão em equilíbrio, com predominância de um ou outro, dependendo da relação $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ chamada de Fator Redox¹. O FeO produz no vidro uma cor azul esverdeada e o Fe_2O_3 , produz uma cor verde amarelada (p. 134).

Por sua vez, para a fabricação dos vidros fumê e bronze, são utilizados os óxidos de cobalto e selênio. As matérias-primas anteriormente citadas ficam acondicionadas em grandes silos e, depois de pesadas, são encaminhadas a um misturador, no qual se adiciona água para facilitar a homogeneização e a formação da mistura vitrificável. Na sequência, a mistura vitrificável é dirigida para uma correia transportadora, feita de borracha, concomitantemente, com os cacos de vidro provenientes dos silos. Assim, ambos são encaminhados pela correia transportadora para a enforadeira, que é um reservatório da mistura vitrificável/cacos de vidro. A função da enforadeira é alimentar constantemente o forno de fusão a fim de manter o nível do vidro constante.

Processo de Fusão da Mistura Vitrificável

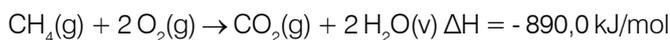
A fusão da mistura vitrificável consiste em obter altas temperaturas, normalmente entre $1\ 500\ ^\circ\text{C}$ e $1\ 600\ ^\circ\text{C}$, para a realização das reações químicas e mudanças do estado físico das matérias-primas. E, ainda, “para reduzir a viscosidade do

vidro fundido, a fim de que se liberte das bolhas num tempo comercialmente viável” (MAIA, 2003b, p. 59).

A energia calorífica necessária para ocasionar as transformações físicas e químicas é fornecida pela reação de combustão. Os combustíveis utilizados são: óleo pesado, óleo diesel, gás natural e GLP (Gás Liquefeito do Petróleo). O combustível comumente usado é o gás natural, que é puro quimicamente, ou melhor, não apresenta, em sua composição, nenhum sulfato e não contamina o vidro.

O gás natural é injetado no forno através de seis pórticos contendo cada um dois queimadores totalizando, assim, doze queimadores. O oxigênio molecular é levado ao forno por meio de ventiladores que succionam o ar atmosférico para os regeneradores e, desse, para os pórticos, onde acontece a reação desse com o gás natural. A reação de combustão produz gás carbônico e vapor d'água que são arrastados pela tiragem da chaminé.

O principal componente do gás natural é o gás metano e, assim, possibilita a abordagem da reação exotérmica e, especificamente, do calor molar de combustão do metano:



Desta forma, exemplifica-se a importância dos combustíveis fósseis, neste caso, o gás natural como fonte de energia calorífica no setor industrial.

Arquitetura do Forno e Transformações Químicas

Para a produção de vidro plano, numa constância diária acima de 200 toneladas, são utilizados fornos contínuos regenerativos laterais, assim intitulados devido às “câmaras de refratários [regeneradores] de seção retangular, cheias com empilhagens de tijolos refratários de alto a baixo, construídas de modo a deixar entre os tijolos canais para passagem dos gases” (MAIA, 2003b, p. 65). Ou seja, os tijolos refratários encontram-se empilhados desde a parte de baixo do regenerador até a parte de cima, deixando espaços entre estes permitindo a passagem do ar e dos gases resultantes da reação de combustão.

Neste momento, é possível indagar: **Por que esses fornos possuem esta forma de construção?** De acordo, com Maia (2003b):

A função dos regeneradores é aproveitar o conteúdo calorífico dos gases de combustão para preaquecer o ar, que vai ser usado na combustão antes de serem jogados na atmosfera, através da chaminé.

Os regeneradores operam do seguinte modo: os gases resultantes da combustão arrastados pela tiragem da

chaminé, descem através da empilhagem de um dos regeneradores, trocando o seu calor com a mesma, enquanto isso, o ar [admitido por ventiladores] que vai alimentar a combustão entra pela parte inferior do outro regenerador, e no seu caminho ascendente vai se aquecendo em contato com os tijolos da empilhagem, que foram aquecidos no ciclo anterior. Depois de algum tempo, o queimador que estava sendo usado é apagado e aceso o outro queimador [ciclo de operação chamado de reversão]. Com isso, se inverte o caminho dos

gases da combustão [através da válvula *dumper*], que passam a descer pelo outro regenerador aquecendo sua empilhagem, e o ar frio sobe através do outro regenerador, se aquecendo em contato com os tijolos que foram aquecidos no ciclo anterior. Os ciclos de operação dos regeneradores variam de forno para forno, e, geralmente, são de vinte a trinta minutos (p. 65).

A energia calorífica necessária para ocasionar as transformações físicas e químicas é fornecida pela reação de combustão. Os combustíveis utilizados são: óleo pesado, óleo diesel, gás natural e GLP (Gás Liquefeito do Petróleo). O combustível comumente usado é o gás natural, que é puro quimicamente, ou melhor, não apresenta, em sua composição, nenhum sulfato e não contamina o vidro.

A fim de facilitar a visualização do forno regenerativo lateral apresenta-se a figura 1, na qual são apresentados os regeneradores, entrada de gás, queimador, tanque de vidro, a válvula *dumper*, ventilador e a chaminé.

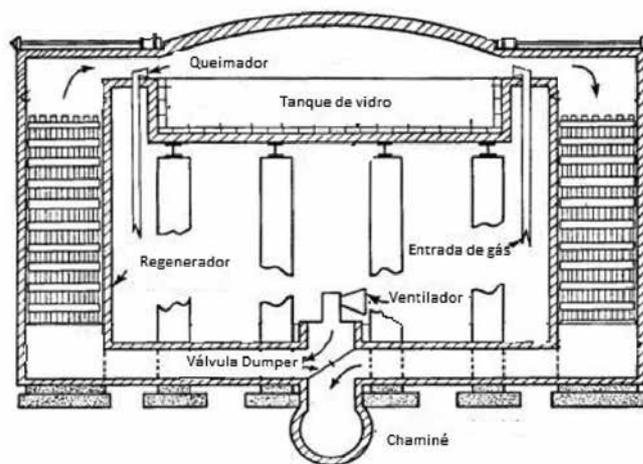


Figura 1: Forno regenerativo de queima lateral.

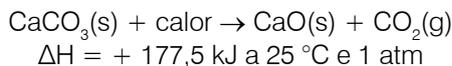
As reações químicas que acontecem nos fornos para a produção do vidro plano iniciam-se por volta de 600°C, quando começa a ocorrer a decomposição do carbonato duplo de cálcio e magnésio, a equação termoquímica é expressa da seguinte forma:



Ainda, nessa faixa de temperatura a sílica começa a reagir com o carbonato de sódio, sendo que a reação é de estado sólido, formando o silicato de sódio e gás carbônico:

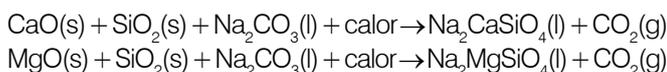


Por volta de 800 °C, começa a reação da decomposição do carbonato de cálcio, promovendo as formações dos óxidos de cálcio e do gás carbônico. A representação é feita pela seguinte equação termoquímica:



Na faixa de 850 °C, a sílica reage com parte do carbonato de sódio, desta vez com a formação de líquido, Na_2SiO_3 . A decomposição do sulfato de sódio acontece a seguir, em 880 °C, com a formação do óxido de sódio e do trióxido de enxofre.

A 900 °C acontece a decomposição completa do carbonato duplo de cálcio e magnésio, ou seja, ocorre a formação dos óxidos com características básicas, CaO e MgO. Estes, por sua vez, reagem com a sílica e o carbonato de sódio, formando os silicatos de sódio-cálcio/sódio-magnésio. As equações químicas estão, assim, representadas:



Nas temperaturas entre 900 °C e 1500 °C, ocorre a formação de outros silicatos de fase líquida, como: $\text{Na}_2\text{CaSi}_3\text{O}_8$, $\text{Na}_2\text{Ca}_2\text{Si}_3\text{O}_9$, $\text{Na}_4\text{MgSi}_3\text{O}_9$, entre outros.

Moldagem do Vidro *Float*

Depois de fundida, a massa vítrea é levada à área do refino, que tem como objetivos principais a retirada de bolhas, CO_2 , e o controle da temperatura. Ao sair dessa área, o vidro apresenta temperatura por volta de 1 100 °C, quando é encaminhado para ser moldado, no tanque de flutuação, contendo estanho no estado líquido.

Assim, pode ser feita a seguinte pergunta: **Por que é utilizado estanho metálico e não outro metal para moldagem do vidro?** A opção pelo estanho é devido a três propriedades físicas desse metal: o baixo ponto de fusão, 231,9 °C; o alto ponto de ebulição, 2 602,0 °C; e a densidade, 7,26 g/cm³, maior do que a do vidro, 2,70 g/cm³, permitindo que a folha de vidro flutue. Há, no entanto, um entrave: o estanho sofre oxidação em contato com oxigênio, tornando necessário que o banho de estanho fique enclausurado numa grande estrutura metálica, onde ocorre a injeção dos gases, nitrogênio (90% v/v) e hidrogênio (10% v/v), formando uma atmosfera inerte e, assim, impedindo a oxidação do estanho. Nessa enorme

Na continuidade do processo de produção, o vidro, então, é estirado por máquinas denominadas *top-rolls*, que possuem rodas com dentes segurando as bordas do vidro e rotação e ângulos variáveis, regulados por motores, formando, dessa maneira, uma larga lâmina de vidro, ou também, folha de vidro. A folha de vidro é puxada por um motor, localizado no setor denominado, galeria de recozimento, sendo a velocidade deste motor que determina a espessura do vidro.

estrutura metálica, há uma série de resistências elétricas que aquecem o estanho metálico para manter um perfil de temperatura propício para a moldagem do vidro.

Sobre como abordar os conteúdos relativos aos elementos químicos, os “Parâmetros Curriculares Nacionais - Ensino Médio” fazem a seguinte consideração:

Enfatiza-se por demais propriedades periódicas, tais como eletronegatividade, raio atômico, potencial de ionização, em detrimento de conteúdos mais significativos sobre os próprios elementos químicos, como a ocorrência, métodos de preparação, propriedades, aplicações e as correlações entre esses assuntos (BRASIL, 1999, p. 239).

Na continuidade do processo de produção, o vidro, então, é estirado por máquinas denominadas *top-rolls*, que possuem rodas com dentes segurando as bordas do vidro e rotação e ângulos variáveis, regulados por motores, formando, dessa maneira, uma larga lâmina de vidro, ou também, folha de vidro. A folha de vidro é puxada por um motor, localizado no setor denominado *galeria de recozimento*, sendo a velocidade deste motor que determina a espessura do vidro.

Ao sair do tanque de flutuação, a temperatura do vidro é de 600 °C. Chega-se a conclusão de que a folha de vidro teve um rápido decréscimo de temperatura, exatos 500 °C, e “um material formador de vidro, ao ser resfriado rapidamente, persiste como um líquido super-resfriado metaestável” (SHRIVER et al., 2008, p. 639). Ou melhor, o fator determinante que impede a formação dos cristais durante o processo de moldagem, tornando o vidro transparente, segundo SHRIVER et al. (2008), é proveniente “das velocidades de cristalização que são muito lentas para a maioria dos silicatos, fosfatos e boratos metálicos complexos e geralmente são esses compostos que formam vidros” (p. 639).

Galeria de Recozimento

A folha de vidro, após sair do tanque de flutuação, onde passou pelo processo de moldagem, adquirindo a largura bruta e espessura desejada, entra na galeria de recozimento, onde é resfriada controladamente, ocasionando, assim, um alívio de tensões. O recozimento é feito por meio da injeção de ar, aquecendo a placa a 540 °C e retirando as tensões permanentes nas zonas de pré-recozimento e recozimento, e a 480 °C, na zona de pós-recozimento, são retiradas as tensões residuais.

Depois de passar pela galeria de recozimento, a lâmina de vidro é cortada para formar as chapas de vidro as quais são, posteriormente, submetidas ao controle de qualidade através de

um *scanner* que emite um feixe de raio *laser* para identificar falhas. Por fim, as chapas de boa qualidade são empilhadas e estocadas em grandes armazéns.

A fim de possibilitar uma melhor visualização da *tecnologia float*, há na internet especificamente, no endereço eletrônico: www.youtube.com/watch?v=BsaHnZeM7oQ, um vídeo que pode ser utilizado durante o processo de ensino-aprendizagem facilitando o entendimento das etapas de produção do vidro *float*.

Reciclagem de Vidros na Fabricação do Vidro Plano

A reciclagem do vidro está relacionada a questões socioambientais e socioeconômicas, gerando economia de combustível. Vale enfatizar que “para produzir 1 kg de vidro novo são necessários 4500 kJ, enquanto que para produzir 1 kg de vidro reciclado necessita-se de 500 kJ!” (ALVES; GIMENEZ; MAZALI, 2001, p. 24). E mais, com a adição de caco no processo de fusão, há um decréscimo na temperatura de fusão, e a utilização de uma taxa de 10% de caco pode gerar um ganho energético de cerca de 5% e uma redução de 5% na emissão de gás carbônico e vapor d’água. A utilização de uma tonelada de cacos pode gerar uma economia por volta de 1,2 toneladas de matéria-prima. Dessa forma, é reduzido o consumo das matérias-primas, além de proporcionar a diminuição do uso de combustíveis fósseis.

A reciclagem do vidro, como se verifica, além de representar um importante aspecto ambiental também se torna um relevante fator socioeconômico na geração de empregos. No Brasil, pouquíssimos municípios, exatamente 32,3%, de acordo com a Associação Técnica Brasileira das Indústrias Automáticas de Vidro (Abividro), possuem uma logística de coleta e transporte de materiais recicláveis. Para atingir um maior número de cidades, é necessário que os mais variados segmentos da sociedade se organizem, a partir de uma gestão pública que os oriente no sentido de aumentar a porcentagem de reciclagem de vidro no nosso País, já que somente 49% dos vidros foram reciclados em 2007, dados apresentados pela Abividro.

No entanto, cabe ressaltar que há duas fontes de cacos de vidro, “a resultante do próprio processo de fabricação, peças quebradas, peças defeituosas e devoluções e também o que é comprado de firmas especializadas na coleta e beneficiamento do caco dos lixões e de outros locais como: engarrafadoras, bares, clubes e residências” (MAIA, 2003b, p. 184).

Os cacos de vidro provenientes do próprio processo de fabricação normalmente não apresentam materiais estranhos e, assim, “a única operação necessária é a redução do tamanho dos cacos antes de retornar ao processo” (MAIA, 2003b, p. 184).

Por sua vez, o vidro recolhido em lixões e nos outros locais supracitados, encontra-se “acompanhado de todo tipo de impurezas², inorgânicas e orgânicas, e é necessário um tratamento rigoroso de seleção antes que possa ser usado” (MAIA, 2003b, p. 185). Assim, normalmente, “uma Cooperativa de Catadores de Materiais Recicláveis compra o caco sujo dos catadores e o revende para firmas especializadas fazerem seu beneficiamento, as quais então vendem o caco já tratado para as fábricas de vidro” (MAIA, 2003b, p. 185).

Extração de Areia - Impactos Socioambientais

A extração de areia é causadora de desequilíbrios ambientais, como na várzea do rio Paraíba do Sul (SP). O substancial impacto causado pelo extrativismo de areia no balanço hídrico do vale do Paraíba do Sul pode ser avaliado a partir da seguinte citação:

A análise das imagens de satélite [sensor TM do Landsat-5 e do sensor ETM+ do Landsat-7] indicou um crescimento da área das cavas de 192% no período analisado (1993 a 2003), enquanto a evaporação da lâmina d’água formada pela extração de areia em cava apresentou um crescimento na evaporação de 203%, no mesmo período. Essa diferença de 11% na proporção do crescimento entre a área das cavas e taxa de evaporação deve-se às variações climáticas ocorridas no período (REIS *et al.*, 2006, p. 395).

O crescimento da área das cavas pode ser visualizado nas figuras 2 e 3 - análise das imagens de satélite realizada pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O crescimento de 203% na evaporação ocasionou “impactos nos diversos usos conflitivos, como o abastecimento urbano e o cultivo de arroz irrigado que é uma atividade tradicional na região” (REIS *et al.*, 2006, p. 392).

A grande degradação gerada pela extração de areia entre as cidades de Jacareí e Pindamonhangaba (SP) revelou-se num grave desequilíbrio hídrico, a saber: “a perda de água para a atmosfera em 2003 seria suficiente para abastecer [por um ano] uma cidade com 326.318 habitantes” (REIS *et al.*, 2006, p. 394).

Outro fato relevante reside na formação de crateras, alterando a paisagem da região, fazendo necessária a revegetação, a fim de proteger o solo das radiações ultra-violetas solares e das intempéries ou catástrofes pluviiais. Estabelecendo um paralelo sobre os danos causados à natureza, a escritora e bióloga Rachel Carson (2010) descreve um fato de grande significado em que certo juiz cita o protesto de uma senhora idosa contra os planos de pulverização da artemísia, planta

A reciclagem do vidro, como se verifica, além de representar um importante aspecto ambiental também se torna um relevante fator socioeconômico na geração de empregos. No Brasil, pouquíssimos municípios, exatamente 32,3%, de acordo com a Associação Técnica Brasileira das Indústrias Automáticas de Vidro (Abividro), possuem uma logística de coleta e transporte de materiais recicláveis.



Figura 2: Cavas de areia (em vermelho) - ano 1993. Fonte: INPE.



Figura 3: Cavas de areia (em vermelho) - ano 2003. Fonte: INPE.

medicinal, formulando a seguinte pergunta: “Entretanto, não era o direito dela de procurar um narciso ou um lírio-tigrino tão inalienável quanto o direito de um fazendeiro de procurar pastos, ou de um lenhador de reivindicar uma árvore?” (p. 72- 73). Rachel Carson (2010), ainda complementa: “Os valores estéticos da natureza são nossa herança tanto quanto as veias de cobre e ouro em nossas colinas e as florestas em nossas montanhas” (p. 73).

Nessa mesma direção, segundo Lima (2011):

Politizar a questão e a educação ambientais supõe, portanto, a consideração do educando como portador de direitos e deveres, a abordagem do meio ambiente como bem público e o tratamento do acesso a um ambiente saudável como um direito de cidadania. Contudo, esse processo de conscientização ficaria incompleto se não incorporasse e estimulasse a participação social como uma prática objetiva que

[...] os impactos socioambientais gerados pela extração da areia, como a redução do volume de água para abastecimento urbano/irrigação de plantações de arroz e a formação de crateras podem ser, sim, problematizados durante o processo de ensino-aprendizagem. Assim, as questões sociais e ambientais podem ser abordadas de maneira a favorecer uma visão mais ampla sobre os efeitos gerados pelas atividades antropogênicas, personificadas, neste caso, pelas mineradoras de areia atuantes no Vale do Paraíba.

transforma a consciência cidadã em ação social ou cidadania participante (p. 141).

Nesse sentido, torna-se evidente que a educação ambiental precisa impulsionar a participação cidadã sobre questões ambientais, e “para alcançar seus objetivos, a participação requer organização consciente dos interessados, motivação comunitária e mobilização contínua a fim de resistir aos arbítrios do poder dominante, defender os interesses em questão e o avanço dos direitos já conquistados” (LIMA, 2011, p. 141-142).

Ainda, sobre a formação das crateras, ressalta-se a responsabilidade das mineradoras pela recuperação das reservas minerais expressa pelo artigo 225, parágrafo 2 da Constituição Brasileira de 1988, que determina: “aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica pelo órgão público competente, na forma da lei” (BRASIL, 2015, p. 126).

Sobre a abordagem de questões socioambientais envolvendo a exploração de recursos minerais, Santos *et al.* (2011) fazem o seguinte apontamento:

Sendo assim, é importante que os educadores coerentes com os princípios do ensino de CTS e da EA [Educação Ambiental] propiciem a interpretação das questões socioambientais, tais como as necessidades e desejos na nossa sociedade de consumo; a insustentabilidade de um modelo de “desenvolvimento” que gera uma legião de excluídos, uma das piores faces da degradação ambiental; os conflitos e/ou confrontos que envolvam poderosos interesses econômicos em jogo, como a exploração de recursos minerais ou uso da água enquanto recurso finito e indispensável à vida (p. 146).

Desta forma, os impactos socioambientais gerados pela extração da areia, como a redução do volume de água para abastecimento urbano/irrigação de plantações de arroz e a formação de crateras podem ser, sim, problematizados durante o processo de ensino-aprendizagem. Assim, as questões sociais e ambientais podem ser abordadas de maneira a favorecer uma visão mais ampla sobre os efeitos gerados pelas atividades antropogênicas, personificadas, neste caso, pelas mineradoras de areia atuantes no Vale do Paraíba. Possibilitando estabelecer conexões com as componentes curriculares geografia e sociologia.

Tema Estruturador

A técnica didática para a abordagem do tema aqui exposto

refere-se ao “*Tema Estruturador*”³ destinado ao estudo da produção industrial de materiais. Para tal, os PCNs+ (BRASIL, 2002) apontam:

O estudo da produção industrial de algum material, como um projeto disciplinar, poder ser um exemplo interessante a ser trabalhado no desenvolvimento do **tema estruturador**, pois permite a **integração de vários conhecimentos** tratados nesse tema (p. 109-110, negrito meu).

O “*tema estruturador*” permite a convergência de conhecimentos químicos. Por exemplo, neste artigo, as reações de combustão, decomposição de carbonatos e formação de silicatos foram abordadas e, paralelamente, duas funções inorgânicas, a saber: sais inorgânicos e óxidos com características básicas. Os fatores energéticos foram abordados, possibilitando o estudo de conceitos químicos relacionados à termoquímica. E mais, inseridos num contexto tecnológico propiciando conhecimento químico sobre a produção de vidro plano.

Considerações finais

Um dos grandes desafios para a produção de materiais didáticos é apresentar uma abordagem que promova uma educação científica e tecnológica, contudo esta tarefa não é nada trivial. Concomitantemente, visualizou-se o impacto ambiental gerado pela extração de areia e, assim, no estudo das implicações sociais e ambientais na obtenção de materiais (vidros, metais, polímeros e papel), faz-se necessário analisar as etapas desde os processos de extração/beneficiamento das matérias-primas até os processos físico-químicos para transformação final. Sendo assim, os materiais didáticos podem orientar os docentes nas suas práticas pedagógicas por meio de textos que apresentem os processos químicos industriais e seus impactos sociais e ambientais concomitantemente, com a conceituação científica e a historicidade da ciência e da tecnologia química.

Outro enfoque urgente consiste na necessidade de proporcionar uma educação ambiental sólida, incentivando a interpretação de questões socioambientais. E, assim, proporcionar aos discentes uma leitura mais crítica do mundo que os cerca, especificamente sobre a exploração de recursos naturais.

Sobre a História da Ciência e da Tecnologia Química, torna-se imprescindível ressaltar no processo de

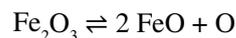
ensino-aprendizagem que as demandas sociais, técnicas e econômicas agem como molas propulsoras para o desenvolvimento da ciência dos materiais.

Agradecimento

Agradeço à CAPES pela bolsa concedida durante o período do mestrado.

Notas

¹ Sobre o Fator Redox, Maia (2003b) explica que o equilíbrio entre o FeO e o Fe₂O₃ pode ser representado pela seguinte equação:



Sendo que “o aumento da temperatura [no forno], os agentes redutores e maiores teores de SiO₂ fazem com que o equilíbrio se desloque para a direita” (p. 135).

² Quanto às impurezas orgânicas e inorgânicas, Maia (2003b) promove a seguinte observação: “Cada tipo de impureza está associada a uma dificuldade técnica na fabricação do vidro: as partículas refratárias (cerâmicas, porcelanas, minerais) diminuem a resistência mecânica do vidro, aumentando o índice de quebra em serviço; as substâncias orgânicas alteram o equilíbrio Redox do banho fundido, podendo causar grandes alterações no processo; os metais e ligas metálicas causam variação de cor e, em alguns casos, contribuem para aumentar o ataque dos refratários do forno” (p. 185).

³ De acordo com os PCNs+, “**tema estruturador** é uma maneira de selecionar e organizar os conteúdos a serem ensinados que permitem o desenvolvimento de um **conjunto de conhecimentos de forma articulada**, em torno de um eixo central com objetos de estudo, conceitos, linguagens, habilidades e procedimentos próprios. Tomando como foco de estudo as **transformações químicas** que ocorrem nos **processos naturais e tecnológicos**” (BRASIL, 2002, p. 93, negrito meu).

Este artigo foi apresentado em uma versão preliminar de onze páginas no XVII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVII ENEQ), ocorrido nos dias 19 a 22 de agosto de 2014, em Ouro Preto (MG).

André Ricardo Toquetto (andretoquetto@hotmail.com), licenciado em Química pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mestre em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT) da UFSC. Florianópolis, SC - BR.

Referências

ALVES, O. L.; GIMENEZ, I. F.; MAZALI, I. O. Vidros. In: *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, vol. 2 - Novos Materiais, maio, 2001, p. 13-24.

BASTOS, H. B.; MONTANO, P. F. *A indústria de vidro plano: conjuntura atual e perspectivas*. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 38, p. 265-290, set., 2013.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação

Básica. *Orientações Curriculares para o Ensino Médio- Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília, 2006.

_____. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*, 1999.

_____. PCNs+ Ensino Médio: *Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais*. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília, 2002.

_____. Constituição da República Federativa do Brasil: texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988, com as alterações adotadas pelas Emendas constitucionais n.s 1/1992 a 84/2014, pelo Decreto Legislativo n. 186/2008 e pelas Emendas constitucionais de revisão n.s 1 a 6/1994. – 43. ed. – Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2015.

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

CARSON, R. *Primavera silenciosa*. São Paulo: Gaia, 2010.

FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1975.

KUHN, T. S. *A estrutura das revoluções científicas*. Tradução Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. 12 ed. São Paulo: Perspectiva, 2013.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - Coordenação Geral de Observação da Terra (OBT-DSR). Análise temporal da mineração na Várzea do Rio Paraíba do Sul - SP no período entre os anos de 1986 e 2003.

LIMA, G. F. C. Crise ambiental, educação e cidadania: os desafios da sustentabilidade emancipatória. In: LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. S., (orgs.). *Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania*. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2011, p. 115-148.

MAIA, S. B. *Vidrado na história do vidro*. Ciência Hoje das Crianças. Rio de Janeiro: SBPC, n. 139, p. 18-21, set., 2003a.

_____. *O vidro e sua fabricação*. Rio de Janeiro: Ed. Interciência, 2003b.

PAOLI, M. A. Introdução à Química de Materiais. In: *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, vol. 2 – Novos Materiais, maio, 2001, p. 3-4.

PORTO, P. A. História e Filosofia da Ciência no Ensino de

Química: Em busca dos objetivos educacionais da atualidade. In: *Ensino de Química em foco*. SANTOS, W. L. P. (org.); MALDANER, O. A. (org.) Ijuí: Ed. Unijuí, 2011, p. 159-180.

REIS, B. J. et al. *A influência das cavas de extração de areia no balanço hídrico do vale do Paraíba do Sul*. REM: R. Escola de Minas, Ouro Preto, out./dez. 2006, p. 391-396.

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

SANTOS, W. L. P. et al. O Enfoque CTS e a Educação Ambiental: Possibilidade de “ambientalização” da sala de aula de Ciências. In: *Ensino de Química em foco*. SANTOS, W. L. P. (org.); MALDANER, O. A. (org.) Ijuí: Ed. Unijuí, 2011, p. 131-157.

SHRIVER, D. F. et al. *Química Inorgânica*. Tradução: FARIA, R. B. 4ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

SNYDERS, G. *A alegria na escola*. São Paulo: Manole, 1988.

Sites consultados

www.abividro.org.br>. Acesso: fev., 2015.

www.youtube.com/watch?v=BsaHnZeM7oQ. Acesso: outubro, 2015.

Para Saber Mais

ALVES, O. L.; GIMENEZ, I. F.; MAZALI, I. O. Vidros. In: *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, vol. 2 - Novos Materiais, maio, 2001, p. 13-24.

MAIA, S. B. *O vidro e sua fabricação*. Rio de Janeiro: Ed. Interciência, 2003.

Abstract: *The theme “Flat Glass (Float Technology)” for scientific and technological education.* This article aims at contributing to scientific and technological education of middle and high school teachers and students on the theme “Flat Glass (Float Technology). The float technology is an important source of study for the subject flat glass since through this process can be studied the historical, social, economic, technological, scientific and environmental factors related to production of this material. The approach to the float technology in this paper is divided into six areas, namely: History of Science and Chemical Technology; Composition mix vitrifiable; Process mix vitrifiable Fusion; Oven Architecture and Chemical Transformation; Glass Molding; and Annealing Gallery. Environmental and socioeconomic factors promoted by sand extraction in the Paraíba Valley region (SP) and glass recycling are also addressed.

Keywords: flat glass, STS education, teaching materials.



Cromatografia em papel: reflexão sobre uma atividade experimental para discussão do conceito de polaridade

Gislei A. de Oliveira e Fernando C. Silva

Geralmente, as atividades experimentais são realizadas com os estudantes para que conheçam fatos que explicam uma teoria já apresentada em sala de aula. Essa abordagem dificilmente promove uma problematização, a qual poderia dar sentido e significado aos dados obtidos. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é apresentar aos estudantes uma atividade experimental para discutir o conceito de polaridade, utilizando a cromatografia em papel para separar os pigmentos de pimentões. A atividade experimental foi realizada a partir de outra atividade relatada na literatura. Para obtenção dos dados foram utilizados questionários iniciais e finais. Os resultados indicaram que os estudantes não possuíam conhecimentos básicos, como por exemplo, de solubilidade, mas após a realização dos experimentos, percebe-se uma evolução dos mesmos e entendimento do conceito estudado. As atividades experimentais precisam ser muito mais do que motivação para os estudantes, mas propiciar um espaço para ação e reflexão.

► Educação Química, Ensino Médio, Experimentação ◀

Recebido em 18/03/2016, aceito em 16/06/2016

162

No que se refere ao ensino de Ciências, e também ao de Química, podemos observar que muito tem se discutido sobre o processo ensino e aprendizagem. É consenso, entre os pesquisadores da comunidade de Educação Química, que a mera transmissão dos conceitos químicos já não é eficaz. Com o avanço das Tecnologias de Informação e Comunicação, aliadas à diversidade de trabalhos que abordam estratégias de ensino mais eficazes, ampliam-se os recursos que podem ser utilizados pelos professores. Nesse contexto, a experimentação no Ensino de Química tem sido objeto de muitas pesquisas. Entretanto, a experimentação não deve ser vista apenas como motivação para as aulas, mas um momento

O termo cromatografia pode ser atribuído ao botânico russo Mikhael Semenovich Tswett que, em 1906, o empregou para descrever o processo utilizado para separar os pigmentos de folhas de plantas. Ele adicionou o extrato dessas folhas em éter de petróleo em colunas de vidro contendo carbonato de cálcio em pó. A separação foi observada mediante as diferentes colorações que apareceram na coluna. Dessa forma, o termo cromatografia deriva do grego “chrom” (cor) e “graphe” (escrever), embora Tswett tenha indicado que o método não depende da cor, exceto para facilitar a visualização das frações separadas (Degani *et al.*, 1998; Collins *et al.*, 2010).

de discussão e (re)construção de conceitos. Dessa forma, utiliza-se um experimento para a separação de pigmentos de pimentões, por meio de cromatografia em papel para discussão do conceito de polaridade.

Conceitos fundamentais sobre cromatografia

O termo cromatografia pode ser atribuído ao botânico russo Mikhael Semenovich Tswett que, em 1906, o empregou para descrever o processo utilizado para separar os pigmentos de folhas de plantas. Ele adicionou o extrato dessas folhas em éter de petróleo

em colunas de vidro contendo carbonato de cálcio em pó. A separação foi observada mediante as diferentes colorações que apareceram na coluna. Dessa forma, o termo cromatografia deriva do grego “chrom” (cor) e “graphe” (escrever), embora Tswett tenha indicado que o método não depende da

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

cor, exceto para facilitar a visualização das frações separadas (Degani *et al.*, 1998; Collins *et al.*, 2010).

A cromatografia pode ser definida como um método físico-químico de separação de misturas, efetuada através da distribuição dos componentes dessa mistura em duas fases, que estão em contato. Dessas fases, uma se move (fase móvel) através da outra (fase estacionária). Durante a migração da fase móvel através da fase estacionária, os componentes se distribuem seletivamente entre essas fases, resultando em migrações diferenciais (Collins *et al.*, 2010). Existem diferentes modalidades de cromatografia que podem ser classificadas de acordo com o mecanismo de separação envolvido e os diversos tipos de fases utilizadas. Uma dessas modalidades é a cromatografia em papel, que é um método simples para análise de amostras em quantidades pequenas. Pode ser utilizada para a separação e identificação de açúcares, antibióticos hidrossolúveis, aminoácidos, pigmentos e íons metálicos (Ribeiro; Nunes, 2008). Neste método, o papel constituído de celulose pode absorver até 22% de água, dessa forma a água funciona como a fase estacionária. A celulose é formada por várias unidades de glicose que possuem hidroxilas, interagindo, por ligação de hidrogênio, com as moléculas de água. Já a fase móvel corresponde aos solventes orgânicos que, em geral, são menos polares que a água (Collins *et al.*, 2010). Na cromatografia em papel a separação está baseada no mecanismo de partição líquido-líquido, ou seja, os componentes de uma mistura são separados pela suas diferenças de solubilidade nas duas fases imiscíveis (fase estacionária e móvel) (Degani *et al.*, 1998). Dessa forma, a cromatografia em papel pode ser adequada para discutir o conceito de polaridade.

Revisão da literatura

Em um trabalho intitulado, “Uso da cromatografia de papel como alternativa para explicar diversos conceitos de Química no Ensino Médio”, Silva e colaboradores (2006) aplicaram experimentos utilizando a cromatografia em papel para estudantes do segundo ano do Ensino Médio. Nesses experimentos foram abordados

conceitos relacionados aos fenômenos físicos e químicos, separação de misturas, solubilidade e polaridade. Os resultados foram obtidos por meio de um questionário inicial para observação das concepções prévias e avaliações após a realização dos experimentos. A partir da análise dos dados os pesquisadores verificaram que todos os estudantes possuíam algum tipo de conhecimento prévio sobre os assuntos abordados e, de um modo geral, compreenderam os conceitos envolvidos. No entanto, as maiores dificuldades foram relacionadas à solubilidade e à polaridade.

Kapelinski e colaboradores (2013) prepararam um experimento utilizando a cromatografia em papel para explicar

a polaridade de compostos orgânicos. O experimento foi baseado na separação das cores da tinta de canetas esféricas aplicadas para os estudantes do terceiro ano do Ensino Médio. Durante a realização dos experimentos os estudantes mostraram-se interessados com a separação das diferentes cores ao longo do papel, mas não mencionaram a separação de misturas e a polaridade para a explicação do experimento. Ainda envolvendo a separação das cores de caneta utilizando cromatografia em papel, Hoehne e Ribeiro (2013) propuseram experimentos rápidos e seguros para auxiliar professores e estudantes. De acordo com as autoras, os materiais são de baixo custo e apresentam o uso da cromatografia em papel para determinar as cores de canetas do tipo hidrocor, visto que elas são produzidas da mistura de outras cores. As autoras consideraram a cromatografia em papel como um método de execução simples e rápido, podendo ser utilizado para apresentação em Feiras de Ciências e para abordar conceitos de substâncias e misturas, tipos de misturas, processos de separação e capilaridade.

Uma proposta de experimento utilizando materiais de baixo custo para discutir conceitos de interações intermoleculares e as propriedades de funções orgânicas foi proposta por Ribeiro e Nunes (2008). Essa proposta foi baseada na separação dos pigmentos de pimentões por meio de cromatografia em papel. As autoras afirmaram que o experimento proposto desperta o interesse dos estudantes pela Química de Produtos Naturais e propicia discussões sobre os conceitos envolvidos.

Experimentação no Ensino de Química

O uso da experimentação nas escolas foi influenciado há mais de um século pela atividade experimental que era desenvolvida nas universidades, com o objetivo de melhorar a aprendizagem do conteúdo. Pensava-se que os estudantes aprendiam os conteúdos, mas não conseguiam aplicá-los. Após todo esse tempo, o problema ainda continua presente no ensino de Ciências (Izquierdo *et al.*, 1999; Galianzi *et al.*, 2001), enfatizando neste trabalho, o de Química.

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) foi descrito o uso da atividade experimental para o desenvolvimento intelectual do estudante, porém essas atividades precisam estar adequadas para o ensino, conforme indicado no documento:

Deve ficar claro aqui que a experimentação na escola média tem função pedagógica, diferentemente da experiência conduzida pelo cientista. A experimentação formal em laboratórios didáticos, por si só, não soluciona o problema de ensino-aprendizagem em Química (Brasil, 2002, p. 56).

Ainda de acordo com os PCNEM, as atividades experimentais foram descritas como indispensáveis para o ensino de Química e podem compreender diferentes modalidades, desde que possuam um caráter investigativo, para que os estudantes possam aprender levantando hipóteses e propondo suas próprias explicações para os diversos fenômenos que eles encontram ao seu redor:

Merecem especial atenção no ensino de Química as atividades experimentais. Há diferentes modalidades de realizá-las como experimentos de laboratório, demonstrações em sala de aula e estudos do meio. Sua escolha depende de objetivos específicos do problema em estudo, das competências que se quer desenvolver e dos recursos materiais disponíveis. Qualquer que seja o tipo, essas atividades devem possibilitar o exercício da observação, da formulação de indagações e estratégias para respondê-las, como a seleção de materiais, instrumentos e procedimentos adequados, da escolha do espaço físico e das condições de trabalho seguras, da análise e sistematização de dados. O emprego de atividades experimentais como mera confirmação de ideias apresentadas anteriormente pelo professor reduz o valor desse instrumento pedagógico (Brasil, 2002, p. 108).

No CBC (Conteúdo Básico Comum, Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais) as atividades experimentais também foram enfatizadas, desde que propiciem uma forma de pensar em Química como uma constante integração entre teoria e prática. Desta forma, a formulação de hipóteses, o desenvolvimento de maneiras de avaliá-las, alterá-las baseado nos resultados, dentre outras, fazem parte da formação do sujeito profissional e social (Minas Gerais, 2007).

Araújo e Abib (2003) categorizaram as atividades experimentais em três tipos de abordagens: verificação, investigação e demonstração.

As atividades experimentais de verificação são realizadas com a função de se examinar ou comprovar alguma teoria. Os resultados de tais experimentos são facilmente previsíveis e as explicações para os fenômenos podem ser conhecidas pelos estudantes. Em geral, essa abordagem é utilizada para despertar o interesse dos estudantes e variar a dinâmica das aulas teóricas (Araújo; Abib, 2003). A experimentação é uma estratégia utilizada para o entendimento do conteúdo, ao contrário do que na maioria das vezes é feito, para finalizá-lo. Muitos professores acreditam que ao explicar a teoria para os estudantes e, depois, realizar um experimento para comprovar essa teoria contribuirá para a sua aprendizagem. Pelo contrário, dessa forma o estudante não formula hipóteses, não argumenta, não propõe formas de validar ou não essas hipóteses, não discute resultados, etc. (Galiuzzi *et al.*, 2001).

A abordagem investigativa, bastante mencionada nos estudos envolvendo experimentação, representa uma estratégia para propiciar a participação dos estudantes em todo o processo, e o professor assume o papel de mediador (Suart; Marcondes, 2008). Segundo Hofstein e Lunetta (2003), essa abordagem consiste em delinear investigações, propor procedimentos experimentais para a aquisição dos dados, averiguar e discutir os resultados. Neste contexto, os estudantes realizam os experimentos,

[...] aprendendo sobre os fenômenos químicos estudados e os conceitos que os explicam, alcançando os objetivos de uma aula experimental, a qual privilegia o desenvolvimento de habilidades cognitivas e o raciocínio lógico (Suart & Marcondes, 2008, p. 2).

Na abordagem investigativa não existe um condicionamento a um conteúdo abordado anteriormente em uma aula expositiva. Os conteúdos podem ser discutidos e ensinados no próprio contexto da atividade experimental, a partir das discussões realizadas pelos estudantes na busca por explicações para os fenômenos. Em geral, os experimentos são realizados previamente à explicação dos conteúdos imbricados na atividade, de tal maneira que os resultados não sejam totalmente previsíveis, nem as respostas fornecidas de imediato pelo professor (Araújo; Abib, 2003).

Na abordagem demonstrativa o professor realiza o experimento enquanto os estudantes observam os procedimentos executados e os fenômenos ocorridos. Os experimentos demonstrativos são muito utilizados quando: os recursos são escassos, não há espaço adequado para todos os estudantes executarem os procedimentos, o professor possui pouco tempo para a execução da atividade experimental e o experimento pode gerar algum risco para o estudante, podendo inseri-los na dinâmica da aula

expositiva (Araújo; Abib, 2003). Embora a atividade experimental demonstrativa já seja definida pelo que se deseja abordar na aula, na maioria das vezes não favorecendo variações nas discussões com os alunos, é importante que o professor, ao adotá-las, levante um problema e provoque os estudantes para a solução do mesmo. Essa atitude pode promover oportunidades para que os estudantes reflitam sobre os fenômenos observados, elaborem hipóteses, examinem variáveis que interfiram na atividade, argumentem e debatam os conteúdos científicos que explicam os fenômenos (Oliveira, 2010). Dessa forma, a abordagem demonstrativa pode possuir semelhanças com a investigativa.

O objetivo da experimentação no Ensino Médio não é facilitar a abstração de fenômenos que podemos observar, como alguns professores acreditam. O papel é fornecer representações concretas de abstrações anteriores. Portanto, no Ensino Médio, a experimentação deveria ser utilizada para

As atividades experimentais de verificação são realizadas com a função de se examinar ou comprovar alguma teoria. Os resultados de tais experimentos são facilmente previsíveis e as explicações para os fenômenos podem ser conhecidas pelos estudantes.

apoiar a exploração e utilização de conceitos, e para torná-los acessíveis e úteis. É a exploração de ideias que constitui o processo de ensino e aprendizagem; no experimento apenas são levantadas evidências concretas para uma posterior exploração conceitual (Hodson, 1988).

Procedimentos metodológicos

Esta pesquisa foi orientada pela abordagem metodológica qualitativa, em que buscamos compreender o processo de ensino segundo a perspectiva dos estudantes, por meio de participação de atividades na sala de aula. Para isso, observamos, anotamos, transcrevemos as respostas dos estudantes, buscamos significados e interpretamos (Moreira, 2011). As respostas dos estudantes foram analisadas antes e após a atividade experimental investigativa. Assim como Carvalho (2011), descrevemos e refletimos sobre o processo de ensino e aprendizagem em Ciências, utilizando uma atividade experimental planejada e executada pelo pesquisador com o suporte do professor da disciplina. É importante mencionar que não esperávamos que os estudantes aprendessem todo o conteúdo proposto. A atividade foi realizada para entendermos o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes e buscar maneiras eficazes de mediar esse processo.

A atividade experimental foi adaptada de Ribeiro e Nunes (2008) e a execução fundamentada em trabalho de Suart e Marcondes (2009), que concebe como proposta atividades experimentais investigativas.

Este estudo se refere a uma pesquisa de trabalho de conclusão de curso, a qual foi desenvolvida em uma turma do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola pública localizada no Norte de Minas Gerais, durante o primeiro semestre de 2015. A turma constituída de 43 estudantes com idades entre 16 e 18 anos foi escolhida baseada na disponibilidade de utilização das aulas e ao acesso de um dos autores deste trabalho. A escolha do experimento foi pautada na disponibilidade, segurança e custo dos materiais, e ainda, serem conhecidos dos estudantes para permear a discussão sobre polaridade.

Quadro 1: Questionário inicial aplicado para os estudantes.

<p>Primeira Questão: Dê um exemplo de algum processo que você realiza em sua casa para separar misturas.</p> <p>Segunda Questão: Por que, até um determinado intervalo de tempo, a urina é absorvida na fralda descartável sem molhar a criança?</p> <p>Terceira Questão: Por que não conseguimos lavar uma vasilha suja de gordura somente com água?</p>
--

Fonte: baseadas nos estudos de Ribeiro e Nunes (2008) e Curi (2006).

Quadro 2: Questionário final aplicado para os estudantes.

<p>Primeira Questão: O thinner e a acetona poderiam ser substituídos por água para o preparo dos extratos? Explique.</p> <p>Segunda Questão: Duas substâncias que interagem da mesma forma com uma fase estacionária podem ser separadas por cromatografia em papel? Explique.</p> <p>Terceira Questão: Se a fase móvel utilizada para eluição fosse substituída por álcool o que aconteceria? Explique.</p>

Fonte: baseadas nos estudos de Ribeiro e Nunes (2008).

Os dados foram coletados por meio de questionários iniciais e finais e observações durante o desenvolvimento da atividade experimental, abrangendo duas aulas de 50 minutos. A atividade experimental demonstrativa e a discussão do conceito de polaridade foi realizada após aplicação do questionário inicial, constituído de três questões, conforme indicado no Quadro 1.

Em seguida, as questões do questionário inicial foram utilizadas como ponto de partida para iniciar a discussão do conceito de polaridade e a realização dos experimentos, buscando explicações para os procedimentos realizados, referentes a extração dos pigmentos dos pimentões. Na aula seguinte, os experimentos e as discussões continuaram, versando sobre a separação dos pigmentos por meio de cromatografia em papel. Ao final da realização dos experimentos e discussão do conceito de polaridade foi aplicado um questionário final. As questões foram baseadas nas implicações da polaridade na separação dos pigmentos, por meio da cromatografia em papel, conforme indicado no Quadro 2.

Os questionários foram corrigidos por cada um dos autores. Os resultados foram conferidos e discutidos para a categorização das respostas de cada questão, classificando-as em: respostas corretas, parcialmente corretas, incorretas e não sabem ou não responderam.

Resultados e Discussão

Aplicamos a proposta de experimento adaptada de Ribeiro e Nunes (2008) em uma turma de 1º ano de Ensino Médio para discutir o conceito de polaridade. Para facilitar a compreensão dos resultados obtidos e organizar sua discussão foi analisado, primeiramente, o questionário inicial, buscando conhecer se os estudantes possuem algum conhecimento básico sobre o tema. Posteriormente, o mesmo foi feito para o questionário final, avaliando o entendimento dos estudantes a partir da atividade experimental. Dos 43 estudantes matriculados na turma do 1º ano selecionada para a atividade experimental, 42 participaram da aula de

aplicação do questionário inicial e 39 do questionário final.

O questionário inicial foi constituído por três questões abertas, sendo a primeira baseada na separação de misturas e, as duas últimas relacionadas a diferença de propriedades físicas e químicas entre os materiais. A partir da análise das respostas dos questionários iniciais dos estudantes foi possível classificá-las conforme indicado na Tabela 1.

Na primeira questão esperava-se que os estudantes citassem exemplos de processos de separação de misturas utilizados no dia a dia, como por exemplo, preparação de café, catação do feijão, peneiração da areia, filtração da água, etc. Cerca de 64% dos estudantes responderam corretamente, mencionando os processos de separação de misturas que são frequentemente realizados em casa, conforme indicado pela resposta na íntegra de um estudante: “Coar o café, ao fazer o suco, o feijão ao limpar, o leite ao ser coado”. Embora, a questão seja muito simples, em torno de 29% das respostas foram incorretas. Muitos estudantes, escreveram palavras soltas, como, café, leite, feijão, não indicando o processo de separação. A resposta de uma estudante merece ser transcrita e comentada neste momento: “O café que ao colocar a água quente vira um líquido, que se separa do pó”. A estudante percebe o processo de separação, mas não entende que ao colocar a água quente ocorre a dissolução de substâncias que conferem cor, sabor e odor, e não, a transformação em um líquido. Isso demonstra a importância de conhecer o entendimento que os estudantes possuem sobre o tema, pois um processo, aparentemente simples, como preparar café pode ser entendido de diversas formas pelos estudantes. As respostas parcialmente corretas corresponderam a 7%, esses estudantes apenas mencionaram o processo de separação, como por exemplo, filtração, decantação, etc, e não utilizaram um exemplo. Essas respostas foram consideradas parcialmente corretas, pois eles identificaram o processo, podendo inferir que não conseguiram associar o processo a um exemplo do dia a dia.

Antes de iniciar a discussão sobre a segunda questão é pertinente ressaltar que os estudantes já conheciam uma fralda descartável. Nesta questão esperava-se que os estudantes respondessem de uma forma mais geral, apresentando a diferença nas propriedades físicas e químicas entre os materiais que constituem a fralda, como por exemplo: as fraldas possuem em sua parte interna substâncias que absorvem as moléculas de água da urina e, externamente, substâncias que impedem vazamentos. As respostas incorretas corresponderam, em torno de 78%, indicando a dificuldade dos estudantes em diferenciar os materiais utilizados para a produção de uma fralda descartável, conforme a resposta a seguir: “Por

que a(sic) um algodão da fralda consegue captura(sic) a urina”. Cerca de 17% das respostas foram consideradas parcialmente corretas, pois os estudantes apenas mencionaram que a fralda absorve a urina e a impede de vazar, como por exemplo: “Pois a fralda absorvi(sic) a urina enpedindo(sic) que a urina vaze”. Podemos observar que eles não identificaram a diferença de materiais, um que absorve a urina e outro que impede o vazamento. Apenas 5% das respostas foram consideradas corretas, pois os estudantes mencionaram a diferença entre os materiais, “Devido a mesma possuir camadas de algodão, que absorvem a determinada quantidade de urina, e uma camada de um material (plástico) que não permite que a urina vaze da fralda”. Podemos observar que a estudante mencionou a diferença entre os materiais. É interessante que ela considerou o algodão como o material que interagiu com a água e um certo material plástico que impediu o vazamento. Essa resposta pode estar associada à própria experiência da estudante, ou seja, a partir das características que ela observa em uma fralda descartável. As fraldas descartáveis são formadas, basicamente, por uma camada de filme de polietileno e uma polpa de celulose com poliácido de sódio (Marconato; Franchetti, 2002).

Na terceira questão esperava-se que os estudantes respondessem que a água não remove a gordura, pois a gordura é insolúvel em água. Cerca de 57% dos estudantes responderam incorretamente, afirmando que: “Porque a gordura gruda e por ser um óleo tem que sair com bombriu(sic)”. Percebemos que eles não entendem que há diferenças entre óleos e gorduras usando os termos como sinônimos. Embora sejam constituídos de, principalmente, triglicerídeos (ésteres de ácidos graxos), eles possuem propriedades diferentes, como por exemplo: na temperatura ambiente os óleos são líquidos e as gorduras, sólidas. A semelhança está no fato de que ambos são insolúveis em água. Além disso, os estudantes entenderam que a gordura só é removida mediante o uso da palha de aço, no caso, o Bombril®. As respostas corretas corresponderam, aproximadamente, 40%, indicando que esses estudantes entenderam que as gorduras não são solúveis em água, como por exemplo: “Por que a gordura não se mistura com a água e por isso não pode ser removida apenas com ela”. Somente um estudante (cerca de 2%) não respondeu à questão. Em geral, os estudantes reconheceram que água e gordura não são solúveis, e que há necessidade de usar um detergente para remoção da gordura. Entretanto, nenhum estudante utilizou o conceito de solubilidade para explicar.

Já esperávamos que eles não utilizariam o conceito de polaridade para explicar as questões propostas, visto que

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

Questões	Corretas	Parcialmente Corretas	Incorretas	Não responderam/Não sabem
1	27 (64%)	3 (7%)	12 (29%)	0
2	2 (5%)	7 (17%)	33 (78%)	0
3	17 (41%)	0	24 (57%)	1 (2%)

esse conceito seria trabalhado no contexto da realização do experimento.

O questionário final foi desenvolvido com três questões discursivas relacionadas ao experimento realizado, envolvendo o conceito de polaridade e sua implicação na separação dos pigmentos dos pimentões. A partir da análise das respostas dos estudantes no questionário final foi possível classificá-las conforme indicado na Tabela 2.

Na primeira questão esperava-se que os estudantes respondessem que o thinner e a acetona não poderiam ser substituídos por água, pois a mesma é mais polar do que a mistura thinner e acetona, extraindo substâncias bem mais polares que os pigmentos encontrados nos pimentões. É muito comum dizer a polaridade da mistura de solventes quando se trabalha com a Química de Produtos Naturais, pois a mistura de solventes pode aumentar a eficiência da extração de determinado composto. Entretanto, é importante mencionar que a polaridade é uma propriedade física das ligações covalentes em uma molécula, que é determinada pela diferença de eletronegatividade entre os átomos que a constitui. A diferença de eletronegatividade entre os átomos numa ligação e a geometria da molécula influenciam no momento dipolar, que se for diferente de zero, denominamos como molécula polar, e igual a zero, molécula apolar. Cerca de 59% das respostas foram consideradas parcialmente corretas, pois os estudantes reconheceram que a mistura não pode ser substituída por água devido a sua polaridade, mas não relacionaram ao fato dessa extrair outros compostos mais polares que os pigmentos. Podemos exemplificar com a seguinte resposta: “*Não, pelo fato da água ser polar*”. As respostas incorretas corresponderam a aproximadamente 33%, indicando a dificuldade dos estudantes em relacionar a polaridade de solventes com a extração dos pigmentos, conforme apresentado nesta resposta: “*Não, pois a água não seria possível fazer a experiência que faz com acetona*”. Mesmo os estudantes reconhecendo que a água não pode ser usada para substituir a mistura, eles não conseguiram diferenciar a polaridade dos solventes. Somente três estudantes responderam corretamente (em torno de 8%), conforme indicado a seguir: “*Não pois a água não dissolveria todos os componentes, apenas os polares*”. Embora o estudante não tenha mencionado a polaridade dos pigmentos dos pimentões, ele reconheceu que a água extrai somente os componentes mais polares.

Na segunda questão esperava-se que os estudantes respondessem que não ocorreria separação, pois as duas substâncias possuem polaridades semelhantes, interagindo da mesma forma com a fase estacionária. Foram consideradas

respostas parcialmente corretas aquelas em que os estudantes entenderam que não ocorre a separação, mas não mencionaram a semelhança de polaridade entre essas substâncias, conforme pode ser observado na resposta de uma estudante: “*Não. Pois todos os componentes ficarão presos na fase estacionária*”. Embora a estudante utilize um termo incorreto “ficar preso”, entendemos que para a estudante significa ocorre a interação entre as substâncias e a água, que no caso é a fase estacionária. Cerca de 13% das respostas foram consideradas incorretas, pois os estudantes responderam que ocorre a separação, conforme indicado a seguir: “*Sim, Pois(sic) com o thinner no fundo ira(sic) subir separando*”. Percebemos que o estudante acredita que quando a fase móvel percorrer através da fase estacionária ocorrerá a separação, mesmo os componentes possuindo polaridades semelhantes. Nenhum estudante respondeu corretamente, indicando a dificuldade de entender o conceito de polaridade e sua implicação no tipo de interação que pode ocorrer entre as substâncias. Vale ressaltar que, durante alguns momentos da realização dos experimentos, foram mencionados os tipos de interações intermoleculares que podem ocorrer entre as moléculas, visto que a polaridade de uma molécula está associada ao tipo de interação predominante.

Na terceira questão esperava-se que os estudantes respondessem que a separação das substâncias não ocorreria, pois o álcool é mais polar do que a mistura thinner e acetona. Dessa forma, a interação entre o álcool e a água é muito mais intensa do que a da água e os pigmentos, assim o álcool “arrastaria” (Rf, fator de retenção, próximo de 1) os pigmentos sem que ocorresse a separação. O fator de retenção (Rf) é calculado pela razão entre a distância percorrida pelo componente da amostra (dc) e a distância percorrida pela fase móvel ou eluente (de), $Rf = dc/de$. Quando o valor de Rf é mais próximo de 0, dizemos que o componente da amostra está mais retido. Quando o Rf é mais próximo de 1, dizemos que o componente da amostra está mais arrastado. Para inferirmos sobre a polaridade do componente precisamos conhecer a polaridade da fase estacionária. No caso acima, a fase estacionária é a água, isto é, fase estacionária polar. Assim, podemos dizer que o álcool é um solvente com polaridade elevada para separar os pigmentos que são menos polares, ocasionando o arraste dos mesmos. É importante mencionar ainda que o valor do Rf é constante (quando as condições de medida são completamente especificadas) para uma dada substância, e corresponde a uma propriedade física dessa substância. O valor de Rf pode, então, ser usado para identificar uma substância desconhecida, mas como muitas substâncias podem ter o mesmo valor de Rf, assim como

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

Questões	Corretas	Parcialmente Corretas	Incorretas	Não responderam/Não sabem
1	3 (8%)	23 (59%)	13 (33%)	0
2	0	34 (87%)	5 (13%)	0
3	0	28 (72%)	11 (28%)	0

podem ter o mesmo ponto de fusão, métodos adicionais devem ser utilizados para identificação inequívoca da mesma. Cerca de 72% das repostas foram consideradas parcialmente corretas, pois os estudantes reconheceram que não ocorreria a separação e que o álcool arrastaria os pigmentos, mas não mencionaram que isso ocorre devido à diferença de polaridade entre o álcool e os pigmentos. Além disso, tratam o álcool como polar e apolar. Vejamos a resposta de um estudante: “O álcool não iria separar os pigmentos, pois ele tem parte polar e parte apolar, logo, ele vai arrastar todos os pigmentos, além de interagir com a água da fase estacionária”. Quando eles dizem parte polar e parte apolar estão referindo ao etanol, que possui a hidroxila com ligação polar e, a cadeia carbônica com a ligação apolar. Os estudantes reconheceram a interação entre o álcool e a água, mas não explicaram se essa interação é intensa ou não. As respostas incorretas corresponderam a cerca de 28%, neste caso os estudantes entenderam que o álcool não poderia ser utilizado, mas não souberam explicar. Podemos observar na resposta de uma estudante: “O álcool irá fazer uma bagunça com os pigmentos e não teria o resultado que queria”.

Embora, de um modo geral, os estudantes tenham fornecido respostas consideradas parcialmente corretas, percebemos uma evolução no entendimento do conceito de polaridade relacionado a separação dos pigmentos.

Considerações Finais

Com o objetivo de discutir o conceito de polaridade

Esperamos que este trabalho oriente outros professores para adotarem a experimentação com segurança em suas aulas, pois acreditamos que não são necessários recursos extraordinários para realizá-la. Entretanto, é importante que fiquemos atentos aos referenciais teóricos sobre o assunto, para que realmente a experimentação possa contribuir para a aprendizagem de nossos estudantes.

e sua implicação nas propriedades físicas de substâncias, aplicamos uma atividade experimental para estudantes do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola estadual de uma cidade do interior de Minas Gerais. Nessa atividade foi utilizada a cromatografia em papel para separar os pigmentos de pimentões.

Observamos que os estudantes não possuíam conhecimentos básicos sobre polaridade, mas após a realização da atividade experimental percebemos uma evolução desses estudantes. Entendemos que os conceitos discutidos são difíceis de serem ensinados, mas observamos que a experimentação pode ser uma estratégia eficaz para estudar sobre esse conceito, contribuindo para posteriores relações com o contexto desses estudantes.

Esperamos que este trabalho oriente outros professores para adotarem a experimentação com segurança em suas aulas, pois acreditamos que não são necessários recursos extraordinários para realizá-la. Entretanto, é importante que fiquemos atentos aos referenciais teóricos sobre o assunto, para que realmente a experimentação possa contribuir para a aprendizagem de nossos estudantes.

Gislei Aparecido de Oliveira (gisleio@hotmail.com) é graduado em Química Licenciatura modalidade a distância pela UFMG e, atualmente, leciona na Escola Estadual Coronel Mariano Murta em Araçuaí, MG. Araçuaí, MG – BR. **Fernando César Silva** (fcsquimico@yahoo.com.br) é graduado em Química Licenciatura pela Universidade de Itaúna e Doutor em Química pela UFMG. Atualmente, é professor do curso de Química Licenciatura e da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG). Divinópolis, MG – BR.

Referências

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 25, n. 2, p. 181-185, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. PCN+: Ensino Médio: orientações complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 3 de jun. 2015.

CARVALHO, A. M. P. Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em salas de aula. In Santos, F. M. T.; Greca, I. M. (Ed.), *A Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas Metodologias* (pp. 13-48). Ijuí, RS: Editora da Unijuí. 2011.

COLLINS, C. H.; BRAGA, G. L.; BONATO, P. S. (Orgs.). Fundamentos de Cromatografia. Campinas: Editora da Unicamp. 2010.

CURI, D. Polímeros e interações intermoleculares. *Química*

Nova na Escola, v. 23, n. 5, p. 19-22, 2006.

DEGANI, A. L. G.; CASS, Q. B.; VIEIRA, P. C. Cromatografia: um breve ensaio. *Química Nova na Escola*, v. 7, p. 21-25, 1998.

GALIAZZI, M. C.; ROCHA, J. M. B.; SCHMITZ, L. C.; SOUZA, M. L.; GIESTA, S.; GONÇALVES, F. P. Objetivos das atividades experimentais no Ensino Médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de Ciências. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 2, p. 249-263, 2001.

HODSON, D. Experiments in science and science teaching. *Educational Philosophy and Theory*, v. 20, p. 53-66, 1998.

HOEHNE, L.; RIBEIRO, R. Uso da cromatografia em papel para revelar as misturas de cores das canetinhas tipo hidrocor em diferentes fases estacionárias. *Revista Destaques Acadêmicos*, Edição Especial, p. 77-79, 2013.

HOFSTEIN, A. P.; LUNETTA, V. The laboratory science education: Foundation for the twenty-first century. *Science Education*, v. 88, p. 28-54, 2003.

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

KAPELINSKI, T. M.; WENZEL, J. S.; OLIVEIRA, L. S.

Estudando química, através da cromatografia em papel. XXXIII EDEQ – Movimentos curriculares da Educação Química – o permanente e o transitório. UNIJUÍ, 10 a 11 de outubro de 2013. Disponível em: <<https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/edeq/article/viewFile/2706/2282>>. Acesso em: 26 de jun. de 2015.

MARCONATO, J. C.; FRANCHETTI, S. M. M. Polímeros superabsorventes e as fraldas descartáveis: um material alternativo para o ensino de polímeros. *Química Nova na Escola*, v. 15, p. 42-44, 2002.

MINAS GERAIS. Secretaria Estadual de Educação de Minas Gerais. Centro de Referência Virtual do Professor. Conteúdo Básico Comum: Química. Belo Horizonte: SEE-MG, 2007. Disponível em: <http://crv.educacao.mg.go.br/sistema_crv/index2.aspx?id_objeto=23967>. Acesso em: 4 de jun. de 2015

MOREIRA, M. A. Metodologias de Pesquisa em Ensino. São Paulo: Editora Livraria da Física. 2011.

OLIVEIRA, J. R. S. Contribuição e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: Reunindo elementos para a prática docente. *Acta Scientiae*, v. 12, n. 1, p. 141-150, 2010.

RIBEIRO, N. M.; NUNES, C. R. Análise de pigmentos de

pimentões por cromatografia em papel. *Química Nova na Escola*, v. 29, p. 29-37, 2008.

SILVA, C. K. O.; ATAÍDE, M. C. E. S.; MARTINS, I. S. B.; SILVA, I. M.; FERREIRA, J. E. A.; De MELO, J. V. Uso da cromatografia de papel como alternativa para explicar diversos conceitos de química no ensino médio. Salvador-Ba. XLVI congresso brasileiro de química, 2006. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/cbq/2006/trabalhos2006/6/507-691-6-T1.htm>>. Acesso em: 26 de jun. de 2015.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. Atividades experimentais investigativas: habilidades cognitivas manifestadas por alunos do Ensino Médio. Em: XIV Encontro Nacional de ensino de Química, Curitiba, 2008. Disponível em: <<http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0342-1.pdf>>. Acesso em: 14 de jun. 2015.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. *Ciências e Cognição*, v. 14, p. 50-74, 2009.

Abstract: *Paper chromatography: reflection about an experimental activity for the discussion of the polarity concept.* Generally, experimental activities are carried out with the students to know facts that explain a theory already presented in class. This approach hardly promotes a questioning, which could give meaning and significance to the data obtained. Thus, the aim of this study is to present the students an experimental activity to discuss the concepts of polarity and intermolecular interactions, using paper chromatography to separate the peppers pigments. The experimental activity was adapted from other activity reported in the literature. To obtain the data we used questionnaires. The results indicated that students don't have basic knowledge, e.g solubility, but after completion of the experiments we can see an evolution of these and understanding of the concept studied. The experimental activities need to be much more than motivation to the students, but provide a space for action and reflection.

Keywords: Chemistry Education, High School, Experimentation.

A constituição do professor/pesquisador no componente curricular de Monografia por meio da escrita em diários de pesquisa*

Vivian dos Santos Calixto e Maria do Carmo Galiuzzi

Este trabalho apresenta compreensões construídas por uma pesquisa que investigou a constituição de licenciandos como professores/pesquisadores no componente curricular de Monografia, em um Curso de Química - Licenciatura. Para tanto, foram analisados dezessete diários de pesquisa, produzidos ao longo do componente, via Análise Textual Discursiva (ATD), desenvolvida por Moraes e Galiuzzi (2007). Do processo de análise emergiram três categorias, e apresentamos neste texto a categoria intitulada “A escrita como forma de constituir-se professor/pesquisador: pensar a pesquisa a partir de si em si e dos outros em si”. Diante da análise e das experiências que tivemos, podemos compreender que a constituição do professor/pesquisador no componente é fundamentada pelo trabalho com a linguagem, especialmente com a escrita, por espaços que priorizam o trabalho coletivo, sempre de forma dialógica, proporcionando interação com a escola e por decorrência da compreensão da pesquisa a partir da prática.

► Diário de pesquisa; Escrita; Monografia ◀

Recebido em 06/10/2014, aceito em 25/08/2016

170

A experiência compartilhada a seguir teve como objetivo investigar a constituição de professores/pesquisadores ao fazer pesquisa no componente curricular de Monografia em um curso de Química-Licenciatura. A questão que orientou o processo de pesquisa buscou compreender: qual a potencialidade da escrita na constituição de professores/pesquisadores. Apresentaremos um dos metatextos, decorrente de uma das categorias que emergiram da análise das escritas dos diários de pesquisa produzidos por dezessete licenciandos, que apontam algumas possibilidades da escrita e da potência do coletivo enquanto propostas na formação de professores/pesquisadores.

O texto está organizado em cinco momentos, sendo o primeiro uma breve apresentação do componente curricular de Monografia e alguns pressupostos que orientam as atividades desenvolvidas. Posteriormente, aborda-se o trabalho com o diário de pesquisa e algumas compreensões sobre o mesmo. Na sequência, a metodologia de análise adotada é apresentada e, posteriormente, o texto proveniente de uma das categorias de análise das escritas dos diários aborda as percepções dos licenciandos sobre o fazer pesquisa. Em um momento final, alguns argumentos são apresentados com

o intuito de sistematizar as compreensões construídas ao longo da pesquisa.

O componente curricular de Monografia: uma breve contextualização

O curso de Química – Licenciatura, foco do estudo, tem além de uma proposta de currículo, orientada pelas Diretrizes Curriculares Nacionais dos cursos de licenciatura, uma aposta de formação de professores/pesquisadores. A primeira proporcionada através dos estágios, que ocorrem desde o quarto semestre, envolvendo o licenciando com a escola, e a segunda por meio do exercício da prática reflexiva vivenciada no componente de Monografia (Brasil, 2002).

A mesma ocorre nos dois últimos semestres do curso, momento em que este professor em formação já vivenciou algumas experiências de sala de aula nos três estágios anteriores. Concomitante à Monografia, o estudante vivencia os dois últimos estágios curriculares. A mesma é composta por quatro períodos de aula presencial semanal, tendo no grupo professores com experiência na área da pesquisa em Educação Química.

Este artigo trata-se da expansão de um trabalho completo apresentado no 33° EDEQ <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/edeq/article/viewFile/2823/2395>.

A proposta do componente curricular de Monografia, assim como os estágios ancora-se no educar pela pesquisa, na abordagem histórico-cultural, nos artefatos culturais como produtores de aprendizagens, mediados por processos de diálogo onde a escrita e a leitura são determinantes (Ramos *et al.* 2010).

Nesse contexto, a elaboração de pré-projetos constitui o processo avaliativo e norteia as primeiras escritas da monografia, sendo esta etapa dividida em três momentos. Após cada etapa, os pré-projetos devem ser entregues, lidos e discutidos, são elas: pré-projeto 1 (composto de uma a duas páginas), pré-projeto 2 (organizado em torno de cinco páginas) e pré-projeto 3 (constituído em aproximadamente quinze páginas). Os critérios de avaliação são apresentados pelos professores e discutidos no grupo logo nas primeiras aulas, a fim de esclarecer e dialogar sobre a produção da pesquisa da monografia.

No pré-projeto de pesquisa 1, sugere-se que a escrita responda quatro questões: o quê, como, quando e com quem pesquisar. Nesse sentido, começa-se a organizar sistematicamente o tema, o que se vai pesquisar, assim como de que forma se pretende fazê-lo, que período de tempo será necessário, quem serão os colaboradores, enfim, organizar e planejar os primeiros passos da pesquisa.

No pré-projeto de pesquisa 2, a escrita está proposta a partir de oito tópicos, são eles: título, contextualização, objetivos, problema, primeiros elementos de teorização, metodologia, cronograma e recursos. Assim, a escrita passa a um estágio de maior organização, tendo as aulas de Monografia como espaço para desenvolver atividades, que visem discutir, apresentar fundamentos teóricos e proporcionar diálogo e aprendizagem diante de cada tópico a ser abordado na construção da pesquisa.

A proposta do pré-projeto de pesquisa 3 tem como foco a organização da pesquisa norteada por treze elementos, são eles: capa, sumário, resumo, introdução, justificativa e contextualização do projeto, objetivos, problema, pressupostos teóricos, metodologia, cronograma, recursos, referências e anexos. Com o avanço na escrita dos pré-projetos, a ideia e o planejamento do que se pretende fazer e pesquisar vão se tornando mais claros e consistentes ao pesquisador.

Assim como a escrita e produção dos pré-projetos, outra atividade que complementa a proposta do componente é a leitura crítica destas produções, que surge como meio de potencializar a escrita e possibilitar a compreensão do pesquisador sobre sua pesquisa a partir da leitura do outro. A leitura da primeira versão do pré-projeto 1 é realizada pelos professores do componente. Já o pré-projeto 2 é lido por um colega de aula, formando-se assim duplas de leitura dos projetos. Por fim, a terceira versão é analisada por uma pessoa externa ao componente, mas da área da Educação

Química, supervisor de estágio ou colegas já formados, pessoas que de certa forma vivenciaram ou vivem o processo de pesquisa na área.

Por meio destas atividades, aposta-se no espaço do componente curricular de Monografia como ambiente para aprender a fazer pesquisa na Educação Química, para tanto trabalham-se atividades desde a análise de monografias realizadas em anos anteriores no curso, assim como externas ao curso, dissertações e teses da área. A construção e a mediação de sumário, resumo, introdução, referências, citações, metodologias, instrumentos de coleta, análise e como concluir também são aspectos desenvolvidos e trabalhados no componente.

No final do primeiro semestre, o pré-projeto é apresentado para a turma e cada licenciando tem a possibilidade de expor o andamento de sua pesquisa aos colegas e aos professores. Nesse momento, aprende-se coletivamente a organizar uma apresentação, o cuidado e a forma de como apresentar a pesquisa. Esse momento propicia que coletivamente se possa aprender e contribuir a partir do que o outro apresenta, assim como antes da apresentação, a pensar o que e como apresentar.

As atividades são trabalhadas na sala de aula tendo como meio para postagem de escritas e tarefas a plataforma *Moodle*. Cada pré-projeto tem o espaço destinado neste ambiente na forma de fórum, possibilitando a interação e a leitura tanto pelos professores quanto pelos colegas de aula. Nesse sentido, o registro das atividades realizadas encontra um espaço

para interação fora do espaço da aula presencial e possibilita um maior acompanhamento das atividades desenvolvidas tanto pelos alunos quanto pelos professores do componente.

Assim, a mediação da escrita da pesquisa vai ocorrendo tanto pelas orientações dos pré-projetos, quanto pelas discussões e atividades trabalhadas no componente. Wenzel *et al.* (2010, p. 87), ao escreverem sobre a constituição do professor/pesquisador apontam que:

[...] com base nas análises realizadas, que a prática do fazer pesquisa necessita ser ensinada, mediada por um orientador e que pela apropriação dos instrumentos culturais como leitura, escrita, fala (socialização da pesquisa), e pelo uso da linguagem específica da pesquisa constitui-se o pesquisador.

O componente de Monografia tem por objetivo oportunizar o contato destes licenciandos com a pesquisa em Educação Química, além de fortalecer o pertencimento à área (Massena e Monteiro, 2011). A sala de aula enquanto ambiente de pesquisa não é tão perceptível a estes iniciantes na pesquisa em Educação Química. A procura por respostas exatas e precisas, bem como por soluções a problemas, são

A proposta do componente curricular de Monografia, assim como os estágios ancora-se no educar pela pesquisa, na abordagem histórico-cultural, nos artefatos culturais como produtores de aprendizagens, mediados por processos de diálogo onde a escrita e a leitura são determinantes (Ramos *et al.* 2010).

os pontos iniciais nas pesquisas relatados pelos licenciandos em seus diários. A questão da relevância na pesquisa inquieta muito estes licenciandos por não conseguirem, neste momento inicial, compreender a importância nos temas oriundos da sala de aula (Wenzel *et al.*, 2010).

Nesse sentido, o componente de Monografia possibilita aos licenciandos um espaço para partilharem suas dúvidas acerca da produção da mesma, assim como aprender mais sobre os aspectos relacionados ao fazer pesquisa em sala de aula. Com um horário estabelecido na matriz curricular, proporciona aos participantes um ambiente para que possam aprender coletivamente a fazer pesquisa em Educação Química. Todos os encontros se desenvolvem através de rodas de formação, onde no coletivo algumas das dúvidas e caminhos a serem seguidos acerca da produção da monografia são discutidos e mediados pelos professores do componente com a proposta de partilha de saberes e experiências (Souza, 2010).

Diário de pesquisa na monografia: de escrita e constituição

A produção do diário de pesquisa no componente de Monografia é parte integrante da avaliação. Ao todo são exigidas trinta escritas ao longo dos períodos de elaboração, desenvolvimento e conclusão da pesquisa. Estas escritas são acompanhadas pelos professores do componente. Os diários são recolhidos com a finalidade de acompanhar como as propostas de atividades estão sendo percebidas pelos licenciandos, para que possam ser (re) planejadas, além de proporcionar um espaço de interação e diálogo entre professores e alunos.

O diário de pesquisa possibilita que o pesquisador possa registrar o andamento da pesquisa e, além disso, o utilizar como meio de produção de informações. Tem a potencialidade de formar “um aprendiz mais reflexivo e menos alienado de si e da sociedade no qual se encontra”, além de oportunizar a constituição do escrevente por meio da escrita sobre suas compreensões do processo de pesquisa (Barbosa e Hess, 2010, p. 25).

Os mesmos autores apostam no diário de pesquisa como ferramenta processual que auxilia na autoformação de seu autor diante de uma tríplice perspectiva: “formação para a pesquisa; para a escrita e, principalmente, formação de si como autor de sua atuação no social da vida cotidiana” (Barbosa e Hess, 2010, p.15).

Assim, é importante compreender o diário de pesquisa como um espaço de retratar e pensar sobre experiências íntimas e pessoais referentes à vivência de ser pesquisador. Porém, a proposta é de que este exercício de escrita possa gradativamente ir ultrapassando esse limite de escrita de

si para si mesmo e possa ir considerando cada vez mais a intenção de tornar público o que é expresso nas linhas e páginas do mesmo. Dessa forma, proporciona-se, por meio da reflexão sobre a própria escrita, a possibilidade de formar-se ao formar. Visto que, a medida em que o escrevente publiciza seus registros, permite-se aprender a partir do que o outro entende, ao mesmo tempo em que ensina, ao demonstrar o que compreende por meio do que escreve (Freire, 1996).

No momento em que se registra alguma situação ou inquietação no diário, alguns outros aspectos passam a ser identificados e percebidos. Desse movimento, novas compreensões acerca destes fenômenos são alcançadas pelo escrevente no momento em que registra o episódio no diário. Não somente no momento em que relatamos a situação temos a possibilidade de resignificar esta experiência, mas também em momentos posteriores à escrita. Em certas ocasiões, não temos a dimensão do que estamos expondo no ato de escrita, mas ao retomar o texto podemos realmente perceber tudo o que o registro tinha a dizer para o escrevente e para os possíveis interlocutores.

Segundo Barbosa e Hess (2010, p.32), a escrita e construção de diários possibilita ao pesquisador uma visão que busque compreender o contexto em que se insere, à medida que escreve, pensa e reflete sobre o que o cerca:

O diário de pesquisa possibilita com que o pesquisador possa registrar o andamento da pesquisa e, além disso, o utilizar como meio de produção de informações. Tem a potencialidade de formar “um aprendiz mais reflexivo e menos alienado de si e da sociedade no qual se encontra”, além de oportunizar a constituição do escrevente por meio da escrita sobre suas compreensões do processo de pesquisa (Barbosa e Hess, 2010, p. 25).

[...] se insere numa outra perspectiva de entender e de fazer ciência, que se caracteriza por apresentar posições opostas em relação à linguagem matemática e ao isolamento do sujeito. Nessa outra perspectiva, entram em cena a pesquisa qualitativa, a postura hermenêutica e interpretativa e a incorporação da presença do observador com todas suas implicações, apresentando como resultado um

conhecimento não objetivo no sentido matemático, mas híbrido, mestiço, resultante da mistura de razão e subjetividade do observador.

Diante desta compreensão, podemos ressaltar a relevância da produção do diário como forma de pensar a constituição do professor/pesquisador por meio de algumas perspectivas, que foram problematizadas e defendidas ao longo do texto. São elas: o exercício de escrita, a sistematização de saberes e a potencialidade de constituição do pesquisador. A escrita como exercício sistemático de expressão e de compreensão de si e dos outros, a sistematização de saberes como momento de problematizar e consolidar escolhas e concepções e, nesse movimento, transformar-se por meio dessas vivências. Parte-se neste momento a propor novas perguntas e buscar novos meios para compreender os processos envolvidos no contexto em que esta pergunta se insere.

A busca por compreensões: o percurso metodológico

Buscando compreender como se constituem estes professores/pesquisadores ao longo do processo de produção de pesquisa durante a monografia, foram analisadas as escritas produzidas por dezessete licenciandos em seus diários de pesquisa via Análise Textual Discursiva (ATD).

A metodologia encontra-se embasada em aproximadamente três focos, são eles: *desmontagem dos textos/unitarização, estabelecimento de relações/categorização e captando o novo emergente*. Na etapa de desmontagem e de unitarização do texto, busca-se examiná-lo minuciosamente, fragmentando-o à medida que enunciados referentes aos fenômenos

investigados são percebidos. No processo de estabelecimento de relações ou de categorização, essas unidades anteriores começam a ser agrupadas por semelhança e, por meio disso, as categorias começam a emergir. Além do que, a partir deste momento, interlocutores teóricos começam a ser trazidos para as categorias, na proposta de novas categorias que tratem de forma teórica os temas das categorias anteriores. No momento de captar o novo emergente, os metatextos começam a ser produzidos por decorrência das etapas anteriores de unitarização e categorização (Moraes; Galiuzzi, 2007).

Diante destes pressupostos, a análise das escritas dos diários teve como etapa inicial a realização de uma leitura geral das escritas. Na sequência, as escritas foram transcritas e, concomitantemente, analisadas. No momento de análise, para cada unidade de significado, (que se constituía por uma escrita no diário), foram elaboradas palavras-chave e na sequência um título. Nesse movimento, buscou-se maior compreensão acerca do que a escrita abordava. Após, foram observadas as temáticas constantes ao longo das unidades de significado e assim alcançaram-se as categorias iniciais. A partir das categorias iniciais, partiu-se para um movimento de atribuir palavras-chave e um título para cada categoria inicial. Por meio destes novos títulos, chegou-se novamente, via agrupamento por semelhanças de sentidos, a categorias intermediárias. Seguindo o mesmo movimento diante das categorias intermediárias, criaram-se argumentos para cada uma das categorias, e assim chegou-se às categorias finais.

A partir deste percurso de análise, chegamos a 459 unidades de significado, ou seja, 459 escritas de diário, 48 categorias iniciais, 8 intermediárias e 3 categorias finais, sendo que neste texto abordamos uma delas, intitulada: “A escrita como forma de constituir-se professor/pesquisador: pensar a pesquisa a partir de si em si e dos outros em si”.

A escrita como forma de constituir-se professor/pesquisador: pensar a pesquisa a partir de si em si e dos outros em si

A escrita permeou as ações envolvidas na formação dos

No movimento inicial de pesquisa, na escolha e delimitação do tema, a escrita surgiu como possibilidade de proporcionar ao licenciando pensar os questionamentos que o movem a escolher um tema e não outro, buscar compreender um determinado contexto em detrimento de outro e de que forma fazê-lo.

licenciandos ao longo do curso, desde as escritas produzidas nos portfólios nos estágios curriculares até as escritas no diário de pesquisa da monografia, além da escrita decorrente da estruturação e desenvolvimento do projeto de pesquisa em si. A aposta da escrita ancorou-se em um pressuposto de que se escreve para pensar (Galiuzzi, 2011; Marques, 2008). As primeiras ideias, argumentos, estratégias, compreensões e reflexões foram expressas por meio do registro escrito, com o intuito de formar o escrevente e os possíveis interlocutores no processo.

No movimento inicial de pesquisa, na escolha e delimitação do tema, a escrita surgiu como possibilidade de proporcionar ao licenciando pensar os questionamentos que o movem a escolher um tema e não outro, buscar compreender um determinado contexto em detrimento de outro e de que forma fazê-lo. A licencianda Maria escreveu em seu diário sobre o movimento de delimitação do tema e da relação do mesmo em sua formação:

Nesse momento, já tenho algumas coisas escritas, como a escolha do tema e o que me levou a escolher um curso de licenciatura. A escolha do tema se deve a uma situação que aconteceu no segundo ano do curso, no primeiro estágio, quando observei na entrega dos trabalhos que os mesmos estavam, praticamente todos iguais, e que alguns estavam com a página de onde haviam sido tirados no meio do trabalho, outros nem se deram ao trabalho de citar de onde haviam tirado as informações. Isso me fez refletir na época se devem os professores auxiliarem seus alunos, nesse sentido e de certa forma ainda me faz refletir pois sei que encontrarei situações como essas na escola. Encontrei algumas monografias na internet sobre o tema, a maioria trata do desenvolvimento de Blogs, de jogos, de Web-quest, mas nada a ver com o que procuro algo que possa acrescentar no desenvolvimento dos alunos em serem criteriosos nesses assuntos, ou que possam responder o meu questionamento: Deve o professor auxiliar seus alunos no sentido de estabelecer critérios de pesquisa na internet?

A escrita no diário potencializa o encontro do foco, pois o licenciando tem o espaço para organizar seus argumentos iniciais e perceber o que pode ser melhorado, dando movimento à pesquisa. Segundo Marques (2008, p.96):

[...] a forma do tema na pesquisa não é forma de proposição acabada, de juízo definitivo. É, sim, a forma da hipótese, isto é, de nova pergunta feita à experiência antecedente do conhecimento que se tem a partir de práticas desenvolvidas ou de leituras fei-

tas. Pergunta precisa, formulada de maneira a poder conduzir explícita e sistematicamente a pesquisa.

Ao escrever sobre suas observações e vivências da sala de aula, a licencianda teve a possibilidade de produzir novos significados relativos à ação que vivenciou, gerando também novos questionamentos e argumentos referentes ao que emerge da relação entre professor-aluno e aluno-aluno. O exercício da escrita como forma de organização das atividades, reflexão e delimitação da temática foi abordado pela licencianda Celiane, em seu diário, quando relatou o próprio processo de organização da pesquisa:

Hoje sentei na frente do computador as 14 h 30min e só sai a meia noite. Passei o dia escrevendo a Unidade de Aprendizagem (U.A) e a monografia, finalmente achei uma pergunta e conseqüentemente um foco. Consegui distinguir de forma clara a monografia da U.A. Foi um processo demorado, mas finalmente consegui. Dessa forma, minha pergunta é: “Quais os limites e as possibilidades de construção de uma Horta na Escola?”. Com a mudança, meu título também mudou, passando a: “Horta na Escola: limites e possibilidades encontrados nesse projeto”. Ele ainda não está como quero, mas já é um novo recomeço. Enfim, com essa nova fase passei a ficar tranquila e parte de mim se senti aliviada.

Começar a escrever anuncia-se como um dos desafios iniciais de fazer pesquisa para os licenciandos. É difícil dar início à escrita, mas é por meio dela que o pesquisador tem a possibilidade de pensar a pesquisa que pretende desenvolver. O branco da tela do computador ou da folha de papel assusta na hora de escrever e algumas inquietações surgem, entre as quais: por onde começar, o que escrever primeiro, de que forma expressar. Enfim, são inquietações inerentes ao percurso da pesquisa.

Marques (2008, p.81) argumenta que “as resistências ao ato de escrever são, aliás, comuns, mesmo entre os que a ele se dedicam de forma acentuada”. Escrever não se trata de uma tarefa fácil: configura-se como atividade complexa e que produz novos significados às nossas ações e compreensões. Expõem questões sobre nós mesmos, que não nos pareciam claras e que, por meio do registro, revelam nossas incompreensões e limitações. Assim como escrever é preciso e princípio para fazer pesquisa, defendido por Marques (2008), envolver-se na escrita é essencial para melhor expor nossos argumentos de forma coerente e articulada. Diante desta compreensão, os licenciandos foram desafiados a escrita constante ao longo de todo processo de pesquisa, construindo o diário e complexificando os pré-projetos.

Nas palavras de Marques (2008, p.44), “não é a escrita mera transcrição gráfica da fala, mas negociação de sentidos com interlocutores outros, que, pelo fato de serem apenas potenciais, se fazem mais exigentes e fazem da página que se escreve lugar mais amplo dos muitos sentidos virtuais”. Ainda na discussão referente às dificuldades relacionadas à escrita, Meira (2007, p.35) aponta que:

A escrita desacomoda-nos de qualquer posição mais cômoda que pretendemos manter. Ao escrever, somos constantemente desafiados por um estado de não-saber, de indefinição, de incerteza, que nos coloca em uma posição difícil, acostumados que estamos a ter domínio das situações. A tolerância e a paciência na escrita são, acima de tudo, um exercício de renúncias que efetua em vários níveis: não sabemos tudo, não abarcamos toda a teoria, não esgotamos o assunto, não lemos todos os autores, não examinamos todos os pontos, não escrevemos tão bem quanto gostaríamos.

Escrever, ao longo do processo de pesquisa, promove um movimento no qual o escrevente é desacomodado e levado a compreender que ele não sabe e nem saberá tudo da forma como pensava e esperava saber; mesmo se dedicando, não

conseguirá estudar e se apropriar de toda a teoria, não conseguirá trabalhar todo o tema como imaginava, percebendo, ainda, que não escreve da forma como esperava. Possibilita, assim, ao licenciando e pesquisador iniciante, compreender suas limitações e incompletude, proporcionando-o colocar-se como aprendente.

No ato da escrita, o autor acaba sendo seu primeiro leitor, potencializando novas compreensões e possibilidades de organização e sistematização de sua pesquisa. Experiência narrada pela licencianda Vanessa, em seu diário:

Às vezes me pergunto, por que será que quando me- nos esperamos, nos pegamos pensando na monogra- fia, e em tudo que escrevemos, onde então começa a bater um desespero incrível e indagações que fazemos para nós mesmos sobre tudo aquilo que colocamos no trabalho. Penso que no trabalho de monografia, do começo ao final, nós estamos o tempo todo dialogando com nós mesmos, onde servimos de autores e leitores nesse processo. Angústias quando bate o sentimento de não estarmos certos, ou de fazer a coisa errada, alegria quando vemos que o leitor ao ler nosso trabalho escreveu algo que nos deixou contente. Um sentimento de tristeza com algumas críticas, mas ao mesmo tempo falamos com nós mesmos: - “Peraí

Escrever, ao longo do processo de pesquisa, promove um movimento no qual o escrevente é desacomodado e levado a compreender que ele não sabe e nem saberá tudo da forma como pensava e esperava saber; mesmo se dedicando, não conseguirá estudar e se apropriar de toda a teoria, não conseguirá trabalhar todo o tema como imaginava, percebendo, ainda, que não escreve da forma como esperava.

o que foi escrito é para melhorar o meu trabalho”. Acredito ser um trabalho que mistura sentimentos e acima de tudo um grande aprendizado.

A respeito de experiências como a apresentada anteriormente, Meira (2007, p.28) argumenta que “não há uma escrita sem uma vivência intensa de sentimentos que põem em vigoroso movimento nossa dinâmica interna, porquanto produção mental e conjugadora de processos emocionais”. Esse turbilhão de emoções inunda o pesquisador de tal forma que transforma cada nova sensação, em novas aprendizagens referentes ao fazer pesquisa em Educação Química. Segundo Marques (2008, p.84):

No ato de escrever, a presença do leitor, por ser apenas tácita e expectante, faz com que quem escreve de si dizendo-se a si mesmo coisas que jamais saberia se não as confiasse ao corpo mudo da folha, expressando sentimentos e ideias que não experimentaria se não as escrevesse ou dissesse a alguém. Dessa forma, o escrevente é seu primeiro leitor/parceiro na significância que só a interlocução empresta à fala e à escrita. O pesquisador escreve para aprender sobre sua pesquisa.

O escrevente configura-se como seu primeiro leitor, e utiliza as palavras como forma de organizar suas ideias e torná-las mais claras primeiramente para si mesmo, para, então, partilhá-las com os demais leitores. Nesse contexto, (re)organiza o texto diante de suas próprias interpretações e, posteriormente, por meio das leituras de outros interlocutores.

A leitura crítica na monografia possibilita ao pesquisador um novo olhar sobre o que escreveu e sobre os significados que produziu na escrita. A interpretação dos outros perante o que se escreve demonstra, muitas vezes, o que nem para o escrevente estava claro. Além disso, proporciona a compreensão de novas possibilidades na pesquisa, conforme relatou a licencianda Vanessa:

Após ler os comentários de minha leitora crítica, fiquei bem feliz e também surpresa, pois fez com que eu pensasse em muitas coisas as quais eu não havia pensado para o desenvolvimento de minha U.A. Além, dela trazer contribuições significativas para o meu trabalho, ela conseguiu trazer ideias de muitas matérias, redes de conteúdo os quais eu poderia abordar com os alunos.

Meira (2007, p.47), no contexto do processo de leitura crítica, argumenta no sentido de que:

Aceitar as correções (se elas fazem sentido) fala de uma capacidade, a saber: de estarmos abertos ao (re) conhecimento de nós mesmos e de nossa produção. O outro, com seu exame, tem o poder de nos dizer de nosso trabalho. Todavia, este poder estará mais ou

menos de acordo com a nossa percepção, e esta se desestabilizará mais ou menos pela avaliação alheia.

Estar atento às contribuições do leitor crítico não significa simplesmente aceitá-las, mas sim olhar para o que foi escrito por uma outra perspectiva, o que permite ao escrevente perceber significados acerca do que escreveu, os quais nem ele havia pensado. A aceitação da crítica como forma de melhorar seu trabalho é um exercício que ajuda não somente ao pesquisador em formação, mas sobretudo ao profissional professor.

A espera pela defesa da pesquisa e das leituras feitas, no ato de tornar público os argumentos e os caminhos construídos, configura-se como momento de ansiedade e questionamentos do autor para consigo mesmo. Meira (2007, p.60) aposta que “divulgar o trabalho realizado, publicando ou apresentando-o, é a forma mais fácil pela qual nos colocamos em risco, pois o próprio instrumento usado positivamente para nos mostrarmos, força que nos exponhamos”. Na mesma proporção que o desejo por tornar pública a pesquisa aumenta, o medo da rejeição traz a insegurança à tona, numa mistura de sentimentos que envolvem a espera pela defesa.

Nesse turbilhão de emoções, no qual o medo de expor o escrito e a ousadia de mostrá-lo se confrontam, a compreensão da escrita, como atividade importante na pesquisa e na formação, vai se tornando mais nítida ao longo do processo e do percurso dos licenciandos no curso e na concretização da pesquisa na monografia. A licencianda Victória assim escreveu em seu diário:

Mesmo que em alguns momentos a escrita não nos pareça algo tão importante, à medida que escrevemos podemos perceber tudo ou parte do que sabemos e o que não sabemos. Assim, a qualidade do conteúdo da escrita transcende horizontes antes não desbravados. O que aposto em minha pesquisa é articular a escrita na perspectiva de constituir o sujeito escritor; ou seja, na proporção que o mesmo escreve e expõe suas opiniões e conceitos, pode assim se constituir.

À medida que se envolvem com a escrita e enfrentam as dificuldades iniciais, os licenciandos começam a perceber as potencialidades envolvidas no ato de escrever. Compreendendo a escrita enquanto potência na formação, Galiuzzi (2011, p. 96) aposta que:

Se somos produtos da linguagem e da cultura, que se construiu pela possibilidade de armazenar informações, e nisso a escrita desempenhou um papel fundamental, podemos pensar que os recursos como a linguagem e a escrita formaram e continuam formando a percepção, a ação e, na verdade, a consciência. Os recursos culturais, portanto, desempenham um papel importante na cognição.

Com vistas à formação na área da Educação Química,

atividades para desenvolver a escrita são elaboradas com os alunos desde o início do curso, ao longo do estágio e em outros momentos. O sentimento de que o exercício da escrita, ao longo do curso, favorece aos alunos foi narrado por Amanda no recorte de seu texto:

Escrever para mim sempre foi algo difícil, pois sempre tive dificuldade em me expressar através da escrita. Quando entrei na graduação me deparei com várias atividades que foram trabalhando a escrita, como os Estágios e o PIBID. A partir disto, fui passando a escrever mais e com isto pude aperfeiçoar a escrita, pois quanto mais escrevemos, mais nos adaptamos ao trabalho com a mesma. Então, por isto que trabalhar a escrita desde cedo é muito importante e ter este hábito auxilia e muito na formação de nós, licenciandos. Por isso acredito que quanto mais se escreve, mais se aprende e mais flui a escrita.

Quanto à potencialidade do trabalho com a escrita na formação, Meira (2007, p.24) entende que:

O escrever é atividade corrente do fazer profissional, especialmente para quem se insere em Cursos de Formação, Especialização ou Academia. Faz-se presente pela necessidade de relatórios, papers, monografias de conclusão, relato de casos para supervisão, para apresentação, e na realização de trabalhos científicos. Muitas vezes, são escritos obrigatórios, com um objetivo curricular, mas põem em movimento uma função intrapsíquica que alcança um ponto bem mais distante no que de profundo existe em nós.

A atividade de escrita, decorrente do processo de pesquisa, envolve a recursividade como possibilidade de (re)pensar e melhor organizar a forma como alguns argumentos foram expostos. A licencianda Vanessa relatou o referido processo de (re)escrita envolvido na pesquisa:

Em um desses dias quando comecei a rever algumas coisas no computador, cliquei em uma pasta que continha várias e várias escritas as quais reescrevi para colocar na monografia. Mas as reescritas não eram somente as digitadas, mas muitas escritas no papel. O que me chamou a atenção é que no processo de monografia, começamos escrevendo algo e vamos reescrevendo inúmeras vezes, quando vamos amadurecendo e estudando mais sobre o tema sobre o qual estamos escrevendo. Mas as coisas que vamos reescrevendo e não colocamos fora não servem apenas para recordar, elas muitas vezes podem nos ajudar

a ter mais ideias e a colocarmos algo na escrita que já havíamos esquecido.

Diante desta reflexão, relativa ao processo recursivo da escrita envolvido na leitura do texto produzido na pesquisa, é importante considerar a contribuição de Marques (2008, p.92):

[...] importa escrever para buscar o que ler, importa ler para reescrever o que se escreveu e o que se leu. Antes o escrever, depois o ler para o reescrever. Isso é procurar; é aprender: atos em que o homem se recria de contínuo, sem se repetir. Isso é pesquisar.

A escrita no diário de pesquisa oportuniza aos licenciandos refletir sobre o processo de pesquisa desenvolvido ao longo de quase um ano na monografia. As inquietações e os sentimentos atrelados à produção da pesquisa, assim como os diferentes momentos vivenciados pelos pesquisadores, acabam permeando as escritas. A relevância da pesquisa realizada inquieta e gera muitos questionamentos ao licenciando ao longo da pesquisa. É preciso mudar o mundo em que se pesquisa, ou se permitir transformar no percurso? A licencianda Cátia registrou em sua escrita algumas dessas inquietações:

Pensando um pouco a respeito da contribuição da minha pesquisa para outras pessoas, penso que ela só tem a contribuir para que as aulas de Química possam satisfazer não somente os alunos, mas também os professores. No decorrer das minhas pesquisas, fica clara a importância desse tipo de pesquisa na sala de aula, pois ela visa compreender quais são as possibilidades na sala de aula para o desenvolvimento do conhecimento químico, crítico e também para a formação dos conhecimentos cotidianos que nos dias de hoje são tão comentados durante a formação de professores e que é muito bem aceita pelos alunos na sala de aula como uma forma de trabalhar os conceitos de Química.

As aprendizagens do pesquisador ao fazer pesquisa são transformadas na escrita, possibilitando (re)pensar sua formação e as compreensões que produziu nas vivências na escola e nos componentes de que participou. Meira (2007, p.49) argumenta que:

Para escrever bem, haveremos de aceitar esta lista de renúncias. Devemos aceitar a decepção narcísica de um texto mais simples do que pretendíamos; aceitar não redescobrir a roda, sequer reinventar a nossa ciência; aceitar não sermos capazes de rastrear toda a literatura existente sobre o tema estudado; aceitar que outros autores seguirão conhecendo mais sobre

o assunto do que nós. Enfim, toda a produção científica deixa para traz um rol de perdas, da ordem do narcisismo de quem escreve.

Por meio da escrita, os licenciandos podem problematizar suas compreensões em relação à docência e à pesquisa, trabalhando aspectos como a recursividade e a importância do outro nessas aprendizagens. É o que ocorre na leitura crítica, na qual o escrevente amplia suas compreensões diante do que escreve, na forma como o interlocutor as percebe e problematiza. É nesse movimento de ir trabalhando com a escrita que as barreiras iniciais são vencidas, os medos de escrever, de como fazê-lo e de como será interpretado são minimizados. Proporcionando a esses licenciandos uma nova perspectiva da escrita: a sua possibilidade enquanto meio de formação, como ferramenta epistêmica, constituindo-os professores/pesquisadores no exercício de escrever.

É preciso compreender que a pesquisa é, em essência, momento de se permitir transformar, aprender e admitir não saber tudo. É o primeiro passo para tornar-se mais, ser um professor que aprende diariamente nos encontros com as pessoas e nos diálogos que estabelece. A grandiosidade inicial, na ânsia de mudar o mundo, se (re)significa na compreensão do que é essencial no processo: é transformando-se a si mesmo, que o pesquisador muda o contexto em que se insere.

A produção da monografia oportuniza a inserção do professor na área da educação química, assim como a oportunidade de perceber sua formação ao longo dos espaços por ele percorridos. Victória assim narrou em seu diário:

Neste momento senti necessidade de por meio deste expor um sentimento que acabei percebendo quando estava na frente do computador, escrevendo minha monografia. A medida com que estava lá, expondo minhas ideias e opiniões sobre meu tema, elaborando como seguiria minha pesquisa me percebi realmente como profissional na área da Educação Química. Mesmo que em nosso curso, desde o segundo ano já nos encontramos vinculados à escola e com sua realidade devido aos estágios, agora quando escrevo sobre meu tema acabo realmente me percebendo professora. Fico extremamente satisfeita ao me sentir assim, já que minha constituição foi realizada ao longo do tempo. É como se nem percebêssemos, mas desde o início do curso acabamos nos construindo e reconstruindo professores.

O fazer pesquisa em educação química possibilita ao licenciando em formação constituir-se professor de uma forma diferente; proporciona um novo olhar para a escola, para a sala de aula e para as relações que dela emergem. Segundo Arroyo (2011, p.27), ser professor é um modo de ser:

Problematizar-nos a nós mesmos pode ser um bom começo, sobretudo se nos leva a desertar das imagens de professores que tanto amamos e odiamos. Que nos enclausuram, mais do que nos libertam. Porque somos professores. Somos professoras. Somos, não apenas exercemos a função docente. Poucos trabalhos se identificam tanto com a totalidade da vida pessoal. Os tempos de escola invadem todos os outros tempos. Levamos para casa as provas e cadernos, o material didático e a preparação das aulas. Carregamos angústias, sonhos da escola para casa e de casa para a escola. Não damos conta de separar esses tempos porque ser professoras e professores faz parte da nossa vida pessoal. É outro em nós.

A escrita no processo de produção da monografia organiza as ideias do pesquisador, torna mais claro o que se pretende fazer e o constitui professor que pensa na sala de aula enquanto espaço de pesquisa. A leitura crítica, envolvida no processo de escrita, potencializa ainda mais essas aprendizagens ao escrevente, proporcionando novas compreensões acerca do que escreveu, e potencializa também o processo recursivo envolvido. Proporciona também compreender a pesquisa enquanto processo, transformação e construção de novos significados relacionados às vivências experienciadas.

Argumenta-se que o trabalho de escrita envolvido na monografia proporciona aos licenciandos uma formação diferenciada, com novos significados a respeito do ser professor/pesquisador. À medida que escrevem, leem e (re)escrevem, constroem novas aprendizagens acerca de sua formação, da epistemologia da prática e de suas compreensões relativas à pesquisa e à Ciência. Transformam-se no processo e percebem a importância de saírem da pesquisa de forma diferente de quando entraram.

Alguns argumentos construídos

As pistas que encontramos, nas escritas dos diários de pesquisa, sinalizam que os licenciandos se tornam professores/pesquisadores por meio de um coletivo que busca aprender junto sobre fazer pesquisa em Educação Química no componente curricular de Monografia. Tendo artefatos como a escrita, o diálogo, a argumentação e a pesquisa como mediadores das aprendizagens sobre ser professor/pesquisador. Compreendendo a escola enquanto espaço de formação, a sala de aula como lugar para pesquisa e a sua prática como produto das experiências que produz das vivências que tem diariamente.

Ao escrever, os licenciandos tiveram a oportunidade de se tornarem professores/pesquisadores ao longo de um processo, externalizando suas apostas e as compreendendo melhor. Perceberam a importância do olhar do outro na construção do

seu texto e no desvelamento de questões sobre si que nem ele mesmo conhecia. A escrita, nesse contexto, potencializa as compreensões construídas ao longo do percurso de ser professor/pesquisador, explicitando ao escrevente o que precisa ser desenvolvido e o que é compreendido. A compreensão da escrita enquanto meio de formação foi se consolidando à medida que se percebiam transformados pela mesma. Primeiramente, rompendo as barreiras com o escrever, por meio do exercício contínuo de se desafiar a expor argumentos e, posteriormente, compreendendo a potencialidade recursiva da escrita. Culminando com a aposta em uma escrita que forma, com função epistêmica, que constitui o escrevente no movimento de escrita.

Referências

ARROYO, Miguel Gonzalez. *Ofício de mestre: imagens e autoimagens*. Petrópolis: Ed. Vozes, 2011.

BARBOSA, J. G.; HESS, R. *O diário de pesquisa: o estudante universitário e seu processo formativo*. Brasília: Liberlivro, 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação/Câmara e Educação Superior. Parecer CNE/CP 28/2001 - de 17 de janeiro de 2002. Estabelece a duração e a carga horária dos cursos de Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 18 jan. 2002. Seção 1, p. 31. Disponível em URL: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/028.pdf>

FREIRE, P. *Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo, Ed Paz e Terra, 1996.

CALIXTO, V. S, GALIAZZI, M. C. A escrita como forma de constituir-se professor-pesquisador: pensar a pesquisa a partir de si em si e dos outros em si. In: *Anais do 33º Encontro de Debates sobre o Ensino de Química*. Ijuí: UNIJUÍ, 2013.

GALIAZZI, M. C. *Educar pela pesquisa: ambiente de formação de professores de ciências*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2011.

MARQUES, M. O. *Escrever é preciso: o princípio da pesquisa*. Petrópolis: Editora Vozes, 2008.

MASSENA, E.P; MONTEIRO, A. M. F. C. Marcas do Cur-

Vivian dos Santos Calixto (Viviancalixto@ufgd.edu.br) graduada em Química licenciatura pela Universidade Federal do Rio Grande. Mestre em Educação em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande. Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática – PCM - UEM. Professora Assistente da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Atua na área de formação de professores de Química. Dourados, MS – BR. **Maria do Carmo Galiazzi** (mariagaliazzi@furg.br) doutora em Educação pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, mestrado pela mesma instituição sobre as concepções epistemológicas de professores de Ciências; graduação em Licenciatura em Ciências – Habilitação Química pela Fundação Universidade Federal do Rio Grande, bacharel em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Atualmente é professora associada da Universidade Federal do Rio Grande, atuando como professora do curso de Química - Licenciatura e nos programas de pós-graduação em Educação Ambiental e Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde. Atualmente coordena o Programa de Incentivo à Docência da Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande, RS – BR.

rículo na Formação do Licenciando: Uma Análise a Partir dos Temas de Trabalhos Finais de Curso da Licenciatura em Química da UFRJ (1998-2008). *Química Nova na Escola*, vol. 33, n° 1, fev., 2011.

MEIRA, Ana Cláudia Santos. *A escrita científica no divã: entre as possibilidades e as dificuldades para com o escrever*. Porto Alegre: Ed. EDIPUCRS, 2007.

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

RAMOS, M. G; MORAES, R; GALIAZZI, M. C. A formação de professores de Química na PUCRS e na FURG: reconstrução do conhecimento e linguagem na sala de aula. In: ECHEVERRÍA, A. R, ZANONN, L. B. *Formação superior em química no Brasil: práticas e fundamentos curriculares*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010. p. 47-66.

SOUZA, M. *Histórias de Professores de Química em Rodas de Formação em Rede: colcha de retalhos tecida em partilhas (d) e narrativas*. Ijuí: Editora Unijuí, 2011.

WENZEL, J. S, ZANONN, L. B, MALDANER, O. A; A constituição do professor pesquisador pela apropriação dos instrumentos culturais do fazer pesquisa. In: ECHEVERRÍA, A. R, ZANONN, L. B. *Formação superior em química no Brasil: práticas e fundamentos curriculares*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010. p. 67-91.

Abstract: *The constitution of the teacher-researcher in the Monograph curricular component by writing research journals.* This paper shows insights constructed by means of research which investigated the formation of post graduates as teacher/researchers in the curricular monograph component, in a licensure chemistry course. In order to do that, seventeen research diaries, produced throughout the component, via discursive textual analysis (DTA) developed by Moraes and Galiazzi (2007) were analyzed. Out of the analysis process three categories emerged. We describe here the category entitled “Writing as a way to form a teacher/researcher: thinking research from oneself in itself and others in itself”. In view of our analysis and experiences, we can comprehend that the formation of teacher/researchers is structuralized by working with language, especially written, by spaces that prioritize teamwork, always dialogically, proportioning interaction with the school and as a result of understanding research through practice.

Keywords: Writing; Research Diaries; Monograph

O milho das comidas típicas juninas: uma sequência didática para a contextualização sociocultural no ensino de Química

Jéssyca B. S. Rodrigues, Patrícia M. M. Santos, Rozeane S. Lima, Teresa C. B. Saldanha e Karen C. Weber

Este trabalho apresenta uma sequência didática que aproxima conceitos químicos da realidade dos estudantes numa perspectiva de contextualização sociocultural, estruturada na dinâmica dos momentos pedagógicos. A sequência didática tem como tema central o milho, ingrediente principal das comidas típicas das festas juninas, manifestação cultural de grande importância em nosso país. As discussões acerca do tema seguiram três eixos norteadores (produção, uso e aspectos nutricionais do milho), enquanto os conteúdos químicos de pressão e temperatura, funções orgânicas e moléculas de interesse biológico foram trabalhados de forma integrada com os temas transversais saúde e agricultura. A aplicação desta sequência didática em uma turma de segundo ano do Ensino Médio demonstrou que a abordagem dos conteúdos de forma dialogada estimula o envolvimento dos alunos com a aprendizagem, favorecendo a apropriação da linguagem científica e facilitando a percepção das relações entre o conhecimento químico e o contexto sociocultural dos estudantes envolvidos.

► contextualização sociocultural; momentos pedagógicos; milho ◀

Recebido em 17/08/2015, aceito em 16/09/2016

Ainda hoje persiste a visão equivocada de que a ciência é algo extraordinário, inacessível à maioria das pessoas, e que está isenta de influência da cultura e da interação social. Isso é, em grande parte, fruto de uma educação em Ciências que não se preocupa em apresentar aos estudantes a natureza do conhecimento científico e sua aplicação a situações reais. Ao contrário, o ensino de Ciências ainda é muito centrado nos conteúdos, voltado para a formação de cientistas, sendo portanto obsoleto e inadequado para a maioria dos alunos quando se pensa no enfrentamento dos problemas atuais da sociedade.

A contextualização sociocultural, como é denominada nos documentos oficiais que orientam a Educação no Brasil (Brasil, 1999; 2002; 2006), é uma forma de abordagem dos conteúdos que permite inserir a ciência e suas tecnologias em uma perspectiva histórica, social e cultural, incluindo os aspectos práticos e éticos de sua produção e ação no mundo contemporâneo. Esse tipo de abordagem estimula a interação dialógica entre professor-aluno e aluno-aluno, fugindo da visão fragmentada da Ciência e permitindo ao estudante a construção de uma nova visão sobre o mundo e, finalmente, de uma atitude de transformação da sua realidade próxima.

O presente trabalho nasceu da preocupação em integrar o conhecimento escolar com as situações de vivência social e pessoal dos estudantes, de modo a favorecer a construção do conhecimento químico em estreita ligação com seu meio cultural, e em suas dimensões ambientais, sociais, econômicas, científicas e tecnológicas (Brasil, 2006), em uma concepção de cultura entendida como um conjunto de práticas significativas que contribuam intensamente para a construção da identidade do estudante (Moreira e Candau, 2007). Deste modo, pensou-se em elaborar uma sequência didática de contextualização referenciada em aspectos sociocientíficos associados aos festejos juninos, uma das mais importantes manifestações culturais de nosso país, que têm relevância especial para o estado da Paraíba por ser uma importante expressão da identidade cultural nordestina (Morigi, 2005).

A tradicional Festa de São João foi introduzida no Brasil pelos portugueses, na época da colonização, após o ano de 1500, e se mantém até hoje como uma das muitas características da cultura europeia absorvidas pelo nosso povo. De modo particular, no interior do Nordeste brasileiro, a cidade de Campina Grande (a segunda maior do estado da Paraíba),

durante todo o mês de junho, se transforma em um grande arraial para celebrar a tradicional festa denominada hoje orgulhosamente por seus habitantes como o “Maior São João do Mundo”. Essa festa movimenta a economia da cidade, que recebe milhares de turistas do país e do exterior. A riqueza cultural da mesma se traduz em vários gêneros artísticos: na música e na dança com o ritmo contagiante do forró e nas coreografias das quadrilhas dançadas por grupos de casais em belos trajes típicos coloridos; na culinária, com as comidas típicas (bolos, canjica, pamonha, mungunzá, entre outras) feitas à base de milho verde, que também pode ser consumido assado ou cozido; e também nos fogos de artifício, que trazem ainda mais luz e cores a essa linda festa. Com todas essas características e atrações, os festejos juninos oferecem um leque de possibilidades para contextualizar diversos conteúdos de Ciências.

Sendo assim, por meio de uma investigação temática (Freire, 1987) acerca das possíveis aproximações entre os festejos juninos e o conhecimento químico, selecionamos como tema central o milho, ingrediente principal das comidas típicas consumidas durante as festas juninas. Assim, este trabalho teve como principal intuito propor uma sequência didática que pudesse ser utilizada no Ensino Médio como uma maneira de contextualizar diferentes conteúdos curriculares de Química no âmbito das discussões sobre a produção, o uso e os aspectos nutricionais do milho, abordados de maneira transversal a conceitos químicos e em suas relações com outras ciências.

Inspirada pelas ideias do movimento CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade), esta perspectiva de educação científica aproxima-se das orientações da Alfabetização Científica e Tecnológica (Auler, 2003), especialmente em sua vertente ampliada, que busca aliar a compreensão das interações CTS ao ensino de conceitos; aproxima-se também da alfabetização científica multidimensional (Bybee, 1997), em que os estudantes devem entender aspectos históricos, sociais e filosóficos da ciência e da tecnologia, e estabelecer relações entre as disciplinas científicas e entre ciência e tecnologia com temas de relevância social.

Como estrutura metodológica para a elaboração de uma sequência didática, adotamos a abordagem temática freireana (Freire, 1987) implementada nos moldes dos Momentos Pedagógicos propostos por Delizoicov e colaboradores (Delizoicov, 2001, 2008; Delizoicov *et al.*, 2002). Nesta abordagem, parte-se de situações reais vivenciadas pelos alunos (*problematização inicial*), buscando-se evidenciar as limitações de suas concepções sobre o assunto e a necessidade de alcançar novos entendimentos baseados no conhecimento científico do qual os estudantes deverão se apropriar ao longo de um segundo momento (*organização do conhecimento*), para finalmente suscitar a análise e a interpretação das situações iniciais e outras que emergirem dessas (*aplicação do conhecimento*).

Metodologia

Utilizando como base a dinâmica dos Momentos Pedagógicos de Delizoicov e colaboradores (Delizoicov, 2001, 2008; Delizoicov *et al.*, 2002), procuramos elaborar uma sequência didática que associasse a temática dos festejos juninos a alguns conteúdos presentes na Matriz de Referência* do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), na área de Ciências da Natureza e suas tecnologias. Analisando esta Matriz, observamos que os conteúdos mais próximos da temática seriam: pressão e temperatura, funções orgânicas e moléculas de interesse biológico. A sequência didática elaborada, esquematizada na Tabela 1, foi aplicada em uma turma de vinte e três alunos do segundo ano do Ensino Médio, na Escola Estadual Luiz Gonzaga de Albuquerque Burity, localizada em João Pessoa-PB. O uso da linguagem científica pelos estudantes foi avaliado por meio da análise do conteúdo (Bardin, 2011) das respostas obtidas por meio de questionários respondidos antes e após a aplicação da sequência didática.

Tabela 1: Descrição das atividades desenvolvidas em cada etapa do trabalho.

Momentos Pedagógicos	Atividades
Problematização Inicial	Aula 1: <ul style="list-style-type: none"> • Apresentação do tema • Aplicação de um questionário de concepções prévias • Leitura e reflexão de texto em cordel
	Aulas 2 e 3: <ul style="list-style-type: none"> • Leitura individual e em grupos do texto “A importância do milho na vida das pessoas” • Discussão mediada pelo professor com toda a turma • Elaboração de questionamentos por parte dos alunos
Organização do Conhecimento	Aula 4: Os conceitos de pressão e temperatura em termoquímica Aula 5: Química na agricultura Aula 6: Química na saúde
Aplicação do Conhecimento	Aula 7: Questionário de avaliação final e discussão

Assim, na primeira aula da etapa de Problematização Inicial, após uma breve discussão inicial sobre a importância cultural e socioeconômica das festas juninas, aplicamos um questionário com o intuito de avaliar a percepção dos alunos sobre as relações entre Química/cotidiano e Química/festas

*As Matrizes de Referência definem os conteúdos das provas do ENEM em cada área do conhecimento e podem ser acessadas em <http://portal.inep.gov.br/web/enem/conteudo-das-provas>

juninas. Em seguida, a aula foi concluída com a leitura e discussão de um texto de literatura de cordel intitulado “Confissões de uma menina que adora comida junina!” (Bigio, 2013). O cordel escolhido trata dos elementos principais que se fazem presentes numa festa junina, dando destaque às comidas típicas à base de milho, expressão cultural da festividade. Esta etapa foi realizada em uma aula de 45 minutos.

Após a análise dos questionários, seguiram-se as próximas aulas da fase de Problematização Inicial. Na segunda aula, os alunos foram orientados a fazer a leitura individual e compreensiva do texto “A importância do milho na vida das pessoas” (Menegaldo, 2014), o qual aborda os três eixos considerados (produção, uso e aspectos nutricionais do milho). Logo após, foram formados grupos de três ou quatro alunos para a discussão coletiva a respeito do texto e do tema. Em seguida, uma discussão problematizadora envolveu a turma inteira, na tentativa de suscitar nos estudantes possíveis questionamentos a respeito do tema. Todas essas discussões foram mediadas pelo professor. Na sequência, a turma foi novamente dividida em seis pequenos grupos para levantar problemas relacionados ao tema. Cada grupo elaborou três questões relacionadas ao milho, no tocante a seu uso como matéria prima de comidas típicas, aos seus aspectos nutricionais, a sua produção e cultivo, dentre outras.

A partir da análise dos questionamentos levantados pelos alunos na fase de Problematização Inicial, foram definidos os temas transversais a serem utilizados nas aulas posteriores para abordar os conceitos químicos pretendidos. Os principais tópicos presentes nos problemas levantados referiram-se ao cultivo do milho, ao uso de técnicas de engenharia genética, à composição bioquímica do milho, à relação entre nutrição e prevenção de doenças e ao cozimento do milho para o preparo de comidas típicas. Assim, com vistas a retomar os problemas propostos pelos alunos, foram definidos os temas transversais saúde e agricultura, a fim de abordar os seguintes conteúdos: pressão e temperatura, funções orgânicas e moléculas de interesse biológico.

Este momento de Organização do Conhecimento foi realizado em três aulas. Na primeira, foram discutidos alguns aspectos nutricionais do milho, com atenção ao processo de cozimento, abordando os conceitos de pressão e temperatura de gases e de soluções, incluindo as propriedades coligativas, abaixamento da pressão de vapor e elevação do ponto de ebulição. Na segunda aula, foram discutidos aspectos relacionados à Química na agricultura como: manejo de solo, água e irrigação, clima e relevo, uso de pesticidas e herbicidas e engenharia genética no cultivo do milho, incluindo-se conceitos interdisciplinares de Geografia e Biologia.

A partir da análise dos questionamentos levantados pelos alunos na fase de Problematização Inicial, foram definidos os temas transversais a serem utilizados nas aulas posteriores para abordar os conceitos químicos pretendidos. Os principais tópicos presentes nos problemas levantados referiram-se ao cultivo do milho, ao uso de técnicas de engenharia genética, à composição bioquímica do milho, à relação entre nutrição e prevenção de doenças e ao cozimento do milho para o preparo de comidas típicas.

Na última aula, foi explorada a relação entre alimentação e saúde, abordando-se os conceitos relacionados à Química Orgânica, especialmente moléculas de interesse biológico, suas estruturas e grupos funcionais, utilizando modelos moleculares do tipo bola e vareta para a visualização das estruturas de interesse.

Finalmente, na etapa de Aplicação do Conhecimento, os conceitos estudados foram utilizados para a resolução dos problemas iniciais propostos pelos alunos. Para isso, os alunos responderam a um questionário com perguntas similares àquelas elaboradas na etapa de Problematização Inicial. Essas perguntas foram reelaboradas de forma a promover a “generalização da conceituação” (Delizoicov

et al., 2002), numa perspectiva de identificação e emprego da conceituação científica na interpretação de situações que vão além do cotidiano do estudante (Gehlen *et al.*, 2012).

Resultados e Discussão

A problematização como gênese do conhecimento

Com a aplicação do primeiro questionário na fase de Problematização Inicial, foi possível analisar como os estudantes percebiam a presença da Química no cotidiano e, principalmente, se conseguiam fazer a conexão entre situações típicas das festas juninas e conceitos de Química, com especial atenção ao uso de termos da linguagem científica em suas respostas. Vinte e três alunos responderam ao questionário, que continha duas perguntas abertas:

- i) *Em sua opinião, é possível aproximar a Química e o cotidiano? Em que situações do dia a dia encontramos a Química?*
- ii) *Em quais aspectos das Festas Juninas a Química está presente?*

Nas respostas à primeira questão, observamos que esse exercício de reflexão a respeito da vida comum e da Ciência foi de grande dificuldade para os alunos. Alguns associavam a Química apenas aos produtos químicos, principalmente, aos cosméticos e produtos de limpeza (17%). A maior parte dos alunos (65%), porém, identificou a presença da Química nos alimentos, no processo de cozimento, na digestão e no próprio corpo humano, como pode ser observado em algumas falas dos alunos, tais como as transcritas a seguir.

Aluno 1: “*Sim. A Química está em várias situações, no alimento que comemos, a mistura e ingredientes que dão o sabor. E nos produtos que usamos, de limpeza, cabelo e etc.*”

Aluno 2: “*Sim. Em várias situações, como por*

exemplo, no ar, nos gases, nos ingredientes da comida, na matéria, nos estados físicos, etc.”

Na segunda questão, esperávamos que os alunos relacionassem alguns aspectos dos festejos juninos em que eles identificassem a presença da Química. Observamos que 69% dos alunos citaram como resposta os fogos de artifícios e as fogueiras. Um deles falou a respeito do gelo seco usado nas apresentações das quadrilhas e 26% também citaram as comidas típicas, como mostram algumas respostas:

Aluno 3: “As bombas, os fogos de artifício, no preparo das comidas...”

Aluno 4: “Gás, ar, ingrediente de comida (sal), nos sabores, onde encontramos todos os ingredientes, no fogo, etc.”

Em ambas as respostas, fica claro que os alunos associaram a Química aos processos alimentares, seja a ingestão de alimentos ou o preparo de comidas, o que corrobora a escolha do milho como tema para possibilitar o estudo de dimensões mais amplas do conhecimento químico como havíamos planejado.

Já na etapa da Problematização Inicial, as discussões dos alunos a respeito do texto “A importância do milho na vida das pessoas” foram direcionadas de modo a levá-los a refletir sobre questões dentro de seu contexto sociocultural e econômico, buscando suscitar o interesse por novos conhecimentos. Ao lerem o texto individualmente e, em seguida, debatendo nos pequenos grupos, destacando termos desconhecidos, os alunos demonstraram maior interesse e curiosidade pelo tema. Muitos não tinham conhecimento sobre vários aspectos abordados no texto, o que ficou claro durante as aulas por meio de perguntas como: “O que é

Já na etapa da Problematização Inicial, as discussões dos alunos a respeito do texto “A importância do milho na vida das pessoas” foram direcionadas de modo a levá-los a refletir sobre questões dentro de seu contexto sociocultural e econômico, buscando suscitar o interesse por novos conhecimentos.

colesterol?”, “Tem óleo no milho?”, “O que são carotenoides?”, “Como se faz o milho (geneticamente) modificado?” Ao final dessa primeira aula, essas dúvidas foram expostas e discutidas com toda a turma.

Na aula seguinte, foi solicitado a cada grupo que elaborasse três questionamentos a respeito da produção, uso ou aspectos nutricionais do milho. Nessa fase, pretendíamos que os alunos percebessem que para resolver esses problemas eram necessários novos conhecimentos, pois seus entendimentos eram ainda muito limitados. Das dezoito questões elaboradas pelos alunos, muitas giravam em torno dos mesmos problemas. Assim, foram selecionadas seis questões - elencadas na Tabela 2 - que serviram de base para a definição dos temas transversais a serem utilizados para o estudo dos conteúdos químicos previamente selecionados, que envolveram ainda conteúdos de Geografia e Biologia. Estes temas e os conteúdos a eles associados foram desenvolvidos no momento da Organização do Conhecimento, no intuito de responder aos questionamentos levantados, usando-se a concepção do problema como gênese do conhecimento (Delizoicov, 2001).

No momento da Organização do Conhecimento, os conteúdos selecionados foram trabalhados em aulas expositivas. Como escolhemos trabalhar numa abordagem interdisciplinar, os conteúdos relacionados à agricultura e à saúde foram os que mais despertaram a curiosidade dos estudantes. Destacamos aqui a intensa participação dos alunos durante a exposição por meio de perguntas e dúvidas. Além disso, outro elemento enriquecedor no processo foi o uso do modelo molecular bola e vareta para demonstração das moléculas orgânicas constituintes do milho. Os alunos informaram que não tinham conhecimento desse tipo de representação molecular, o que mais uma vez contribuiu para que os mesmos se envolvessem de forma intensa com a aula.

Tabela 2: Questões elaboradas pelos grupos na etapa da Problematização e temas/conteúdos trabalhados na etapa da Organização do Conhecimento.

Grupo	Questão	Tema transversal/Conteúdo
1	Por que é preciso a panela de pressão para cozinhar o milho?	Saúde/pressão e temperatura.
2	Por que o Brasil, em comparação com os Estados Unidos, tem pouca produção de milho na atualidade?	Agricultura/manejo de solo, irrigação, clima, técnicas de engenharia genética
3	O que tem no milho? Qual a composição química do milho?	Saúde/funções orgânicas e moléculas de interesse biológico
4	Quais os produtos químicos que são usados nos cultivos do milho? Quais as vitaminas que o milho tem?	Agricultura/pesticidas e herbicidas; Saúde/funções orgânicas e moléculas de interesse biológico
5	O milho age na prevenção de doenças, cardiovasculares, da visão. Por que? Quais os tipos de efeitos benéficos as fibras do milho trazem à saúde humana?	Saúde/moléculas de interesse biológico
6	Como é feito o melhoramento do milho? Qual é a relação entre vitamina A e a cegueira?	Agricultura/técnicas de engenharia genética; Saúde/funções orgânicas e moléculas de interesse biológico

Ainda nessa aula, após a elaboração das questões-problemas, foi solicitado aos alunos que dessem sua opinião sobre a metodologia usada no desenvolvimento do conteúdo respondendo à pergunta: “Descreva com suas palavras a aula de hoje. O que mais chamou sua atenção? O que você espera que aconteça nas próximas aulas?” As respostas foram, de modo geral, positivas. Alguns alunos destacaram “a dinâmica em que foi explicado o conteúdo” como o que houve de mais interessante, e a expectativa de “que possamos dialogar cada vez mais”. Os comentários dos alunos que citamos reafirmam o que já discutimos sobre o papel do diálogo no ensino. Acreditamos na prática dialógica, em oposição ao ensino tradicional pautado no monólogo do professor (Freire, 1996), como forma de despertar no aluno o envolvimento com o conteúdo, além de, em última análise, contribuir para a formação geral do cidadão, levando-o a pensar sobre o significado social do que é estudado.

Generalizando conceituações na aplicação do conhecimento

Para finalizar as atividades do projeto, realizamos a última etapa da dinâmica dos Momentos Pedagógicos: a Aplicação do Conhecimento. Para isso, foi aplicado um questionário de avaliação com questões similares às que os alunos propuseram, entretanto com formulações mais elaboradas, ampliando a complexidade dos problemas estudados. O questionário continha apenas questões abertas - elencadas no Quadro 1 - para não limitar as respostas dos alunos a alternativas estabelecidas previamente, permitindo que os mesmos se expressassem livremente pela escrita.

Quadro 1: Questionário utilizado no momento de Aplicação do Conhecimento.

1. No processo de cultivo do milho, vários fatores são necessários para o seu desenvolvimento. Quais são os principais fatores que influenciam a produção desse grão?
2. Devido à expansão agropecuária e econômica, o milho tem ganhado destaque no cenário mundial. Com isso, a partir das variações já existentes, foram desenvolvidos novos tipos dessa planta: o milho modificado geneticamente e o milho transgênico. Explique a diferença entre essas duas classes de milho.
3. O milho é constituído por carboidratos, vitaminas, sais minerais, fibras e proteínas, possuindo assim um alto valor nutricional. Que funções orgânicas podemos encontrar na composição química do milho?
4. A presença de compostos químicos diversificados presentes no milho como fibras, vitaminas e sais minerais garante aos seus consumidores uma vida mais saudável. Diante disso, quais as doenças que podem ser prevenidas/evitadas a partir do consumo do milho?
5. O que explica o uso da panela de pressão para o cozimento do milho verde?

Para finalizar as atividades do projeto, realizamos a última etapa da dinâmica dos Momentos Pedagógicos: a Aplicação do Conhecimento. Para isso, foi aplicado um questionário de avaliação com questões similares às que os alunos propuseram, entretanto com formulações mais elaboradas, ampliando a complexidade dos problemas estudados.

Na primeira questão, a respeito dos fatores que influenciam o cultivo do milho, todos os alunos citaram elementos como: solo, água ou irrigação, clima e controle de pragas. A respeito do clima, alguns alunos (60%) completaram a resposta fazendo o comparativo entre o clima tropical, típico da maior parte do Brasil, e o clima temperado dos Estados Unidos, citando esse fator como a razão principal para a maior produção daquele país em comparação com o nosso. Também usaram o fator climático

na explicação da colheita do milho safra e safrinha em regiões mais quentes do Brasil. Percebeu-se nesse caso o uso de linguagem científica, por parte da maioria dos alunos, que passaram a substituir os termos “quente” e “frio” por “clima tropical” e “clima temperado”, respectivamente.

Aluno 5: “Depende do clima. Pois no Brasil o clima é tropical e nos Estados Unidos o clima é temperado.”

A segunda questão tratava do uso de técnicas de engenharia genética na produção do milho, sendo ele transgênico ou geneticamente modificado. Na diferenciação entre esses termos esperávamos que os alunos fizessem uso da linguagem científica ao discutirem a respeito dessas técnicas. Pôde-se perceber que a maior parte conseguiu entender a diferença entre milho geneticamente modificado e milho transgênico, embora apresentem dificuldades com termos específicos. A resposta do Aluno 6 é mostrada como exemplo em que o termo “genes” foi confundido com “gênese”:

Aluno 6: “Transgênico - é uma fusão entre duas espécies onde ocorre uma junção de Gênese. Geneticamente - é modificado sem introdução de gênese de outra espécie.” [sic]

A questão seguinte tratava da constituição química do milho e indagava a respeito das funções orgânicas presentes em suas moléculas. Pôde-se notar que houve certa confusão entre os conceitos de *funções orgânicas* e *nutrientes* presentes no milho. Muitos alunos citaram nutrientes, como carboidratos, e relataram sua função energética no organismo humano (utilizando expressões como “dá energia” ou “energia e nutrição”) como se isto significasse “função orgânica”. Outros falaram sobre as vitaminas que estavam presentes no milho, como a vitamina A e a vitamina E. Apesar disso, 30% deles responderam à questão se referindo às funções amina, álcool e ácido, e demais grupos funcionais presentes nas proteínas e nos carboidratos. Mais uma vez, percebe-se a apropriação de termos da linguagem química que antes não haviam sido usados, além do reconhecimento dos nutrientes e sua importância para o bom funcionamento do corpo humano.

A questão de número 4 procurava investigar a relação entre a constituição do milho, a alimentação saudável e a prevenção de doenças. As respostas dos alunos giraram em torno da prevenção de problemas de saúde como: câncer, doenças degenerativas da visão, colesterol alto, doenças renais crônicas, hipertireoidismo, afecções intestinais, dispepsia, doença celíaca e síndrome do cólon irritável. Alguns alunos ressaltaram a presença de antioxidantes no milho e sua importância como fonte de nutrientes para uma alimentação saudável, o que demonstrou uma percepção adequada dessa relação.

A última questão tratava do cozimento do milho para o preparo das comidas típicas das festas juninas usando a panela de pressão. Embora tenha havido o reconhecimento da panela de pressão para acelerar o processo de cozimento do grão, poucos alunos (40%) empregaram os termos científicos discutidos em aula para explicar o fenômeno. A maior parte deles usou os termos “pressão do ar”, “ar preso”, “esquenta muito” para explicar o fato.

De um modo geral, a partir da análise do questionário de aplicação do conhecimento, pôde-se perceber um avanço da compreensão dos alunos acerca dos fenômenos e características associadas ao uso, à produção e aos aspectos nutricionais do milho, o que é confirmado pela apropriação dos termos científicos usados em algumas respostas apresentadas e pela descrição correta de alguns conceitos e processos tecnológicos como o uso de engenharia genética no cultivo do milho.

Conclusões

O presente trabalho procurou contextualizar conceitos químicos dentro de uma sequência didática que buscava levar os alunos a um processo de identificação cultural ao mesmo tempo em que procurava suscitar a tomada de consciência sobre a ancoragem social do conhecimento escolar. Nesse sentido, compartilhamos da visão de Moreira e Candau (2007) sobre a importância de nos tornarmos conscientes de nossos enraizamentos culturais e de sermos capazes de reconhecer os processos em que se misturam os pertencimentos culturais, procurando considerar no âmbito escolar o caráter multicultural de nossa sociedade.

Cabe ressaltar a relevância da discussão de questões socioeconômicas que envolvem os conceitos científicos como um exercício fundamental na busca pelo desenvolvimento do pensamento crítico. Sendo assim, acreditamos que a etapa da Problematização foi o ponto alto do desenvolvimento da estratégia didática e que cumpriu sua função, visto que conseguiu despertar a curiosidade dos alunos sobre o tema e estimular o diálogo entre professor-aluno e aluno-aluno

durante a execução do projeto. Os estudantes demonstraram interesse, se questionaram, nos questionaram e participaram ativamente durante as aulas.

A partir das atividades desenvolvidas houve uma tomada de consciência sobre a presença da ciência em situações reais da vida cotidiana e, especificamente, em uma das manifestações culturais mais importantes do Nordeste brasileiro, as festas juninas. Nesta abordagem, foi possível unir diferentes temas ligados à educação alimentar, à nutrição e à agricultura, o que está em conformidade com as orientações curriculares para o Ensino Médio sobre a promoção de uma formação integral, não fragmentada, que conecte saberes científicos à realidade do estudante e que promova a interlocução entre os saberes e os diferentes campos do conhecimento (Brasil, 2012). Finalmente, consideramos que a abordagem de conteúdos de forma dialogada contribuiu significativamente para o envolvimento dos alunos com o tema e, consequentemente, para a aprendizagem dos conteúdos curriculares. A expectativa é continuar utilizando as festas juninas como contexto geral, mas explorando outros temas, tais como os fogos de artifício e o processo de combustão.

De um modo geral, a partir da análise do questionário de aplicação do conhecimento, pôde-se perceber um avanço da compreensão dos alunos acerca dos fenômenos e características associadas ao uso, à produção e aos aspectos nutricionais do milho, o que é confirmado pela apropriação dos termos científicos usados em algumas respostas apresentadas e pela descrição correta de alguns conceitos e processos tecnológicos como o uso de engenharia genética no cultivo do milho.

Jéssyca Brena Soares Rodrigues (jessycabrena@hotmail.com) licenciada em Química pela Universidade Federal da Paraíba, é mestranda no Programa de Pós-graduação em Química da mesma instituição e professora do Ensino Fundamental da rede municipal de João Pessoa. João Pessoa, PB – BR. **Patrícia Maria de Moura Santos** (patriciamourah@hotmail.com) é aluna do curso de licenciatura em Química da Universidade Federal da Paraíba e bolsista do subprojeto PIBID/Química/UFPB. João Pessoa, PB – BR. **Rozeane Santos de Lima** (rozeane_lima@hotmail.com) é aluna do curso de licenciatura em Química da Universidade Federal da Paraíba e bolsista do subprojeto PIBID/Química/UFPB. João Pessoa, PB – BR. **Teresa Cristina Bezerra Saldanha** (teresa@quimica.ufpb.br) licenciada em Química pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), mestre e doutora em Ciências (Química Analítica) pela Universidade de Federal de Pernambuco (UFPE), é docente do Departamento de Química da UFPB e coordenadora do Pibid/Química/UFPB. João Pessoa, PB – BR. **Karen Cacilda Weber** (karen@quimica.ufpb.br) licenciada em Química pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), mestre e doutora em Ciências (FísicoQuímica) pela Universidade de São Paulo (USP), é docente do Departamento de Química da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e coordenadora de área do Pibid/Química/UFPB. João Pessoa, PB – BR.

Referências

- AULER, D. Alfabetização científico-tecnológica: um novo “paradigma”? Ensaio, v. 5, n. 1, p. 1-16, 2003.
- BARDIN, L. Análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70, 2011.
- BIGIO, M. Confissões de uma menina que adora comida junina! 2013. Disponível em: <<http://marianebigio.com/2013/06/08/confissoes-de-uma-menina-que-adora-comida-junina/>>. Acesso em: 20 de março de 2014.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio. Brasília, 1999.

_____. Ministério da Educação e Cultura, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN+ Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília, 2002.

_____. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Brasília, 2006.

_____. Ministério da Educação. Resolução 2/2012. Define Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Brasília, 2012.

BYBEE, R.W. Achieving scientific literacy: from purposes to practices. Portsmouth: Heinmann, 1997.

DELIZOICOV, D. *Problemas e problematizações*. In: PIETROCOLA, M. Ensino de Física: Conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora. 2ª Ed. Ilhéus: Editora da UESC, 2001.

_____. La Educación en Ciencias y la Perspectiva de Paulo Freire. Alexandria, v.1, n.2, p.37-62, 2008.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. e PERNAMBUCO, M. M. Ensino de Ciências: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2002.

FREIRE, P. Pedagogia do Oprimido. 17ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

_____. Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa. 25ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GEHLEN, S.T.; MALDANER, O.A. e DELIZOICOV, D. Momentos pedagógicos e as etapas da situação de estudo: complementaridades e contribuições para a educação em ciências. *Ciência & Educação*, v. 18, n. 1, p. 1-22, 2012.

MENEGALDO, J. G. A importância do milho na vida das pessoas. Disponível em: <http://www.grupocultivar.com.br/sistema/uploads/artigos/27-05_gc_milho_-_a_importancia_do_milho_na_vida_das_pessoas.pdf>. Acesso em: 20 de março de 2014.

MOREIRA, A.F.B.; CANDAU, V.M. Currículo, conhecimento e cultura. In.: Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Indagações sobre currículo. Brasília, 2007.

MORIGI, V. J. Mídia, identidade cultural Nordestina: festa junina como expressão. *Intexto*, v. 1, n. 12, p. 1-13, 2005.

Abstract: *Corn in 'June Festival' typical dishes: a didactic sequence for sociocultural contextualization in chemistry teaching.* This paper presents a didactic sequence linking chemical concepts to students' reality in a sociocultural contextualization perspective, based on the pedagogical moments dynamics. The didactic sequence has "corn" as central subject, which is the main ingredient of the typical dishes from "festas juninas" (June Festival), a cultural event of great importance to our country. Discussions on the topic followed three guiding principles (corn cultivation, utilization and nutritional features), while chemical contents such as pressure and temperature, organic functional groups, and biological molecules were approached in an integrated way to the transversal themes health and agriculture. The application of this didactical sequence in a second-year high school class have shown that approaching contents in a dialogical way stimulates students' involvement with learning, supporting scientific language appropriation and favoring perception of the relations between chemical knowledge and the sociocultural context of students involved.

Keywords: sociocultural contextualization; pedagogical moments; corn.

Estratégia Didática Inclusiva a Alunos Surdos para o Ensino dos Conceitos de Balanceamento de Equações Químicas e de Estequiometria para o Ensino Médio

Jomara M. Fernandes e Ivoni Freitas-Reis

De um modo geral, poucas pesquisas sobre inclusão são encontradas diretamente relacionadas ao ensino de química. No ensino dessa ciência, que faz uso de símbolos (modelos, fórmulas e equações) para explicar fenômenos a partir de conceitos abstratos, existe uma urgente necessidade de elaboração de didáticas diferenciadas, voltadas para atender as particularidades da aprendizagem, em especial, do aluno surdo. Nesse viés, a pedagogia visual surge como forte aliada ao processo de ensino e aprendizagem não somente desses alunos, como também de ouvintes. Hoje, precisamos estar preparados, em todos os sentidos, para a heterogeneidade que encontramos em sala de aula. No afã de auxiliar o professor em seu trabalho inclusivo junto a alunos surdos, esse artigo vem relatar a construção e aplicação de sequências didáticas construídas com e para a inclusão de alunos surdos no ensino dos conceitos de balanceamento de reações químicas e estequiometria.

► Surdez; Pedagogia Visual; Ensino de Química ◀

Recebido em 27/01/2016, aceito em 25/06/2016

186

Atualmente, a comunidade surda já conquistou vários espaços relacionados ao direito à educação e ao uso de sua língua natural, a Língua Brasileira de Sinais - Libras (Ferreira *et al.*, 2014). Uma Lei da qual essa comunidade muito se orgulha foi aprovada em 2002, a chamada Lei-Libras, Lei nº 10.436, mais tarde regulamentada pelo decreto nº 5626, onde a Libras passa a ser reconhecida como meio legal de comunicação e expressão. O decreto também dá outras providências para a inclusão do cidadão surdo em diversos setores da sociedade, tais como: assegura o direito do surdo, que queira estudar, de ter um intérprete em sala de aula e introduz a disciplina Libras nos cursos de formação de professores.

O direito à educação para todos é assegurado por lei. Na Política Nacional de Educação Especial (MEC/SEEP, 1994), o MEC estabelece como diretrizes da Educação Especial apoiar o sistema regular de ensino para a inserção de alunos com necessidades educacionais especiais e aponta a necessidade do desenvolvimento de projetos institucionais com foco em ações de integração. Esta mesma definição foi

posteriormente reforçada na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9394/96).

Apesar das tantas dificuldades para concretizar esse ideal de educação para todos, são promissores os discursos presentes nas políticas educacionais inclusivas. Houve avanços, o aumento do número de matrículas de alunos com diversas deficiências nas classes comuns do ensino regular se mostrou consistente ao longo dos anos, vide Gráfico 1. Por isso mesmo, o professor precisa estar preparado para a heterogeneidade que pode encontrar dentro de uma sala de aula.

Mas, conforme nos alerta Skliar (1998), incluir verdadeiramente vai muito além de apenas garantir acesso físico. Incluir um aluno surdo em sala de aula requer que o professor, e os demais envolvidos, compreendam a surdez como cultura própria. Respeitando o “ser surdo” principalmente no que tange o seu modo de aprender e de se comunicar.

A educação consiste em propiciar ao indivíduo, pela diversidade de oportunidades e o conhecimento de si e do mundo, a chance de se tornar um cidadão em todos os níveis que se possa atribuir ao termo. Concomitante, a educação deve buscar suas fontes de apoio nos recursos da pessoa, por mais escassos que eles sejam mediante a consideração de suas necessidades. A escolha do recurso educacional mais

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.

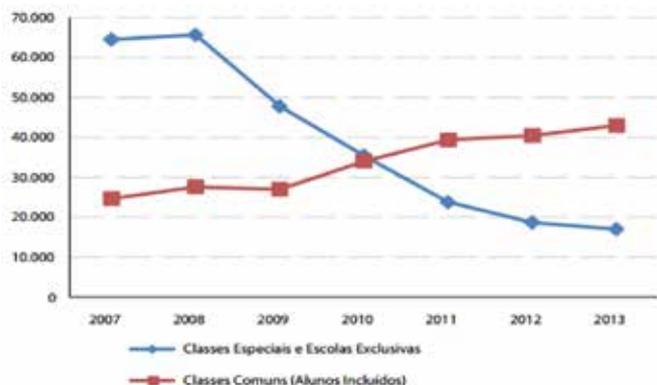


Gráfico 1: crescimento do número de matrículas de alunos com necessidades especiais em escolas regulares e a diminuição do número de matrículas destes alunos em escolas especializadas. (Fonte: MEC/Inep/Deed. BRASIL, 2014).

apropriado a cada aluno constitui um dos aspectos mais relevantes da educação especial.

Para pensar a verdadeira inclusão é preciso movimentar-se em busca de repensar a escola a fim de que esta saia de um roteiro que considera todos de maneira homogênea e passe a considerar a heterogeneidade existente. É importante que esse seja o principal ideal de uma escola efetivamente inclusiva, que procura contemplar os limites e as potencialidades de todos os estudantes (Silva e Reis, 2011; Gomes, Souza e Soares, 2015).

Para Perlin e Strobel (2006), a educação para surdos deve basear-se na pedagogia surda, onde precisa ser destacada a diferença linguística, cultural, política em que esses sujeitos estão imersos. É através da experiência visual que ocorre a interação entre o indivíduo surdo e o meio que o cerca (Campello, 2008). Por isso é fundamental que os processos de ensino e aprendizagem de alunos com surdez envolvam atividades visuais, de forma a fazer com que esse possa ler imagens e delas extrair significados de forma interdependente à constituição do pensamento.

Dar ao conhecimento a ser ensinado um sentido visual é o desafio e vai ao encontro das necessidades educacionais dos alunos surdos e, embora estudos nesse campo de pesquisa ainda sejam escassos, já é fato ser a pedagogia visual um eficiente caminho para um bom trabalho junto a esses alunos. Buzar (2009) evidencia essa questão quando identifica a singularidade visuoespacial do sujeito com surdez. A autora destaca que aqueles que não ouvem percorrem outro caminho para se expressar, se comunicar e entender o mundo. Desse modo, as práticas que privilegiam a visualidade se mostram elementos importantes.

Um dos grandes obstáculos a ser vencido por nós professores de química, como revela o trabalho de Gabel (2000), está justamente no fato de ser a química uma ciência que

exige grande abstração. Exige que imaginemos o que não podemos ver, que criemos modelos mentais que represente o que ocorre em nível submicroscópico. Mas como desenvolver um pensamento abstrato na mente de nossos alunos? “Ensinar” química já não é uma tarefa fácil, independentemente de o aluno possuir alguma necessidade educacional especial ou não.

No processo de interpretação e sentido conceitual em aulas de química, a linguagem tem um importante papel. No que tange aos alunos surdos, verifica-se que o aprendizado não ocorre ou, ocorre de forma precária, sobretudo quando os professores recorrem somente à oralidade e escrita para intermediar o processo de ensino e aprendizagem do conhecimento científico (Queiroz *et al.*, 2010).

Ferreira *et al.* (2014) apontam que as principais dificuldades encontradas no ensino de química com foco no aluno surdo estão, principalmente, no desconhecimento do professor quanto às peculiaridades e identidade do seu aluno surdo; na falta de estratégias didáticas construídas com e para surdos; na frágil interação do professor regente com o intérprete no trabalho em sala de aula; e na carência de terminologias químicas em Libras, que compromete diretamente a construção do conhecimento.

Concordamos e reforçamos que o ensino de química para alunos surdos necessita da construção de estratégias didáticas visuais. Estratégias essas pensadas tendo recursos multimodais, imagéticos e o uso de materiais concretos, como eixo central da proposta pedagógica (Gomes, Souza e Soares, 2015).

Assim, nosso principal objetivo ao produzir um trabalho como este foi cruzar as duas vertentes: a educação de alunos surdos e o ensino de química. Nossa inquietação inicial consistia em responder à seguinte questão: existe uma maneira responsável e eficiente para trabalhar a química junto a esses alunos, atendendo da melhor maneira possível suas peculiaridades? Pensando nisso é que desenvolvemos, junto a surdos, seqüências didáticas para o ensino dos conteúdos de balanceamento de reações químicas e estequiometria.

Vale salientar aqui que a proposta elaborada não tem a pretensão de substituir, ou ser mais completa, que outros materiais já disponíveis na literatura educacional para o ensino desses conteúdos. Mas sim, objetiva auxiliar a prática docente frente aos desafios e peculiaridades do processo de aprendizagem do aluno surdo.

Procedimentos Metodológicos

Para definir qual o conteúdo a ser trabalhado no desenvolvimento da proposta didática inclusiva, decidimos fazer um levantamento aplicando um questionário semiestruturado para alunos surdos, ouvintes e seus professores de química,

No processo de interpretação e sentido conceitual em aulas de química, a linguagem tem um importante papel. No que tange aos alunos surdos, verifica-se que o aprendizado não ocorre ou, ocorre de forma precária, sobretudo quando os professores recorrem somente à oralidade e escrita para intermediar o processo de ensino e aprendizagem do conhecimento científico (Queiroz *et al.*, 2010).

de sete escolas estaduais de uma cidade de Minas Gerais, com cerca de 530 mil habitantes. Apenas sete escolas deste município possuíam alunos surdos matriculados no Ensino Médio, segundo a Superintendência Regional, em 2014.

Como resultado, obtivemos os conteúdos de balanceamento de reações químicas e estequiometria como os mais assinalados pelos participantes da pesquisa: dos oito professores de química, 62,5% votaram nesses tópicos; dos 170 alunos ouvintes, 50,6%; e dos 11 alunos surdos, 72,7% apontaram também esses conteúdos.

Definido o conteúdo químico, quatro surdos foram por nós convidados a participarem da etapa de construção da proposta didática: Ana, Maria e João - todos já formados no Ensino Médio. Pudemos contar também com uma professora surda do departamento de Letras-Libras de nossa universidade.

Os encontros para o trabalho dos conteúdos supracitados ocorreram durante os meses de setembro a dezembro de 2014, perfazendo um total de oito encontros de frequência média semanal com duração de aproximadamente duas horas cada. Pode-se esquematizar o que foi trabalhado em todos os encontros do grupo de pesquisa formado em quatro momentos principais (Figura 1).

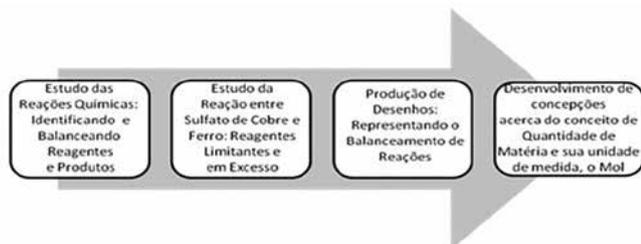


Figura 1: Os principais momentos do desenvolvimento das didáticas inclusivas realizadas durante os encontros do GPEQIS. (Fonte: Dados de pesquisa)

Nesses encontros nós pesquisadoras, na condição de professoras de química, buscamos trabalhar os conceitos empregando diferentes estratégias que explorassem a potente visualidade do surdo, a experimentação, a produção de desenhos, uso de analogias e materiais concretos. Preocupando-nos sempre em atender ao que os surdos apontavam como eficiente, ou não, para sua aprendizagem.

Posteriormente, aplicamos as estratégias didáticas construídas pelo grupo em uma turma de 2º ano do ensino médio de duas escolas de ensino regular onde, em cada turma, haviam dois surdos matriculados. Desse modo, a estratégia de ensino foi aplicada a um total de quatro estudantes surdos e a seus colegas de classe ouvintes, somando quarenta e quatro alunos ouvintes, durante seis aulas de 50 minutos cada, no mês de abril de 2015.

Todas as etapas do desenvolvimento da pesquisa aconteceram com o intermédio de um intérprete de Libras na mediação da comunicação. Cada sala de aula alcançada possuía um profissional intérprete para o atendimento do aluno surdo ali matriculado. Nos encontros do grupo de pesquisa que objetivou a construção das estratégias de ensino contamos com a

colaboração de intérpretes, cedida pela própria universidade. Esse apoio do profissional intérprete de Libras durante todo o desenvolvimento do trabalho foi essencial, visto que, tanto os professores de química das escolas, quanto as pesquisadoras, não possuíam fluência em Libras para trabalhar diretamente com os surdos participantes.

Resultados e Discussão

A Construção das Sequências Didáticas Junto aos Surdos

1º momento: Estudo das Reações Químicas - identificando e balanceando reagentes e produtos

No primeiro encontro, discutimos inicialmente o aspecto das equações químicas serem representações simbólicas dos fenômenos que observamos na natureza e no dia a dia. Com fotos de pregos enferrujados e combustão de uma folha de papel, trabalhamos as equações químicas referentes a esses fenômenos.

No segundo encontro o tema foi a Lei da Conservação das Massas. Trabalhamos os fundamentos da lei de conservação das massas, tendo como ponto de partida a expressão, muito repetida pelo senso comum e atribuída a Lavoisier (1743-1794) “na natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma”. Falamos um pouco sobre esse estudioso e exemplificamos um dos trabalhos realizados por ele com a reação que ocorre entre nitrato de prata e cloreto de sódio (Lavoisier, 1790). Em tubos de ensaio, observamos, qualitativamente, a formação do sólido cloreto de prata.

Trabalhamos a reação executada com massinhas de modelar e palitos, para representar os átomos e as ligações, a concepção de que ocorre um rearranjo entre os reagentes para formar os produtos. Foi enfatizado que o motivo de haver um rearranjo é que regia a ideia de ter espécies em mesma quantidade nos dois lados da reação.

No terceiro encontro, resgatamos as ideias que envolvem o balanceamento de equações químicas, enfatizando que é preciso verificar sempre se o número de átomos é o mesmo em ambos os lados da equação. Desenhamos em uma folha de papel a reação de combustão do metano, onde a principal problemática trabalhada nessa ocasião foi a necessidade de colocarmos mais uma molécula de O_2 nos reagentes e mais uma molécula de H_2O nos produtos, para obtermos um balanceamento correto, conforme consta na Figura 2.

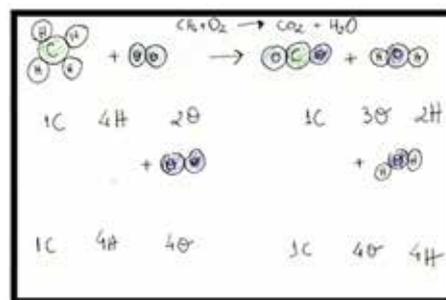


Figura 2: Dinâmica do balanceamento da reação de combustão do metano. (Fonte: Dados de pesquisa)

Simulamos ainda essa mesma reação em modelos de bolinhas de isopor, onde foi possível explicar por que não podemos retirar átomos das moléculas durante o balanceamento, uma vez que se procedêssemos assim, estaríamos alterando a natureza da molécula. Também utilizamos as bolinhas de isopor para simular e balancear a reação de produção da água e do gás amônia a partir das respectivas substâncias elementares. Para sanar a necessidade de visualizar os compostos envolvidos nessas reações separadamente - necessidade apontada pelos próprios surdos - utilizamos imagens de lixão, que é uma das fontes de gás metano, foto do incêndio de um balão dirigível que utilizava hidrogênio como fluido ascensional, foto sobre aplicação dos gases nitrogênio e amônia.

2º momento: Estudo da Reação entre Sulfato de Cobre e Ferro: Reagentes Limitantes e em Excesso

O objetivo do quarto encontro foi trabalhar a questão do balanceamento de reações químicas adentrando nos conceitos de reagentes limitantes e reagentes em excesso. Para esta abordagem, preparamos quatro tubos de ensaio com quantidades iguais de sulfato de cobre, porém com quantidades variadas de palha de aço. Optamos por trabalhar com essa reação por ser de fácil entendimento e visualmente interessante. Conforme a reação se processava trabalhamos a equação química no quadro enquanto comparávamos com as mudanças que estavam ocorrendo.

No momento, eles sentiram a necessidade de visualizar o cobre, o ferro, o sulfato separadamente e aplicados em materiais do dia a dia. Então, com uma moeda de cinco centavos fizemos uma comparação com a cor acobreada da palha gerada nos tubos. Discutimos que o mesmo cobre do qual estamos falando na reação é o cobre das moedas e dos fios de cobre. Bem como o ferro com o qual estamos trabalhando no quadro é o mesmo ferro que compõe a palha de aço, e tantos outros materiais que conhecemos à base de ferro. Porém, em cada caso, os átomos se arranjam de maneiras diferentes, bem como, combinam-se com outros átomos também diferentes, resultando nas mais diferentes formas e cores, como no caso do sulfato de cobre e do sulfato ferroso.

Passamos para a simulação dessa reação com bolinhas de isopor. Trabalhamos o que ocorre em nível submicroscópico na reação, onde podemos representar como se o “átomo” de ferro “deslocasse” o “átomo” de cobre e se ligasse ao aglomerado iônico de sulfato e os “átomos” de cobre se depositassem na palha de aço.

Cada um dos participantes foi instruído a representar, com bolinhas de isopor, o aglomerado iônico de sulfato de cobre e, para cada um, foram disponibilizadas quantidades diferentes de bolinhas que representavam o “átomo” de ferro. Discutimos assim o fato de que, para essa reação de proporção 1:1, quando houver a mesma quantidade de cada um dos reagentes, a reação se processará por completo.

Diferentemente, se houver um excesso de um dos reagentes quem determinará a quantidade de produtos formados será o reagente em menor quantidade. Ainda foi possível salientar que mesmo que um determinado reagente esteja em

excesso, este não ‘desaparece’, mas sim continua no meio reacional, como era possível identificar nos tubos de ensaio quando havia excesso de um dos componentes.

3º momento: Produção de Desenhos - Representando o Balanceamento de Reações

No quinto encontro o objetivo principal foi avaliar o que os participantes surdos interiorizaram de tudo o que foi trabalhado até então e, principalmente, qual a memória ou impressão imagética que o conceito de balanceamento de reações produziu em cada um (Benite e Benite, 2013). Distribuímos papéis e lápis de cor e pedimos que escolhessem e representassem como quisessem o balanceamento das seguintes reações:

- I) $\text{CuSO}_4(\text{aq}) + \text{Fe}(\text{s}) \rightarrow \text{FeSO}_4(\text{aq}) + \text{Cu}(\text{s})$
- II) $\text{N}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{NH}_3(\text{g})$ e
- III) $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

A produção dos desenhos no contexto dessa etapa atuou como um mecanismo que possibilitou a representação de situações empíricas que foram recentemente estudadas (Benite e Benite, 2013). Nesse sentido, o desenho permitiu que o sujeito demonstrasse como transita seu conhecimento do nível representacional ou simbólico para o submicroscópico. E, como podemos observar através das Figuras 3, 4 e 5 os integrantes surdos conseguiram desenvolver um raciocínio satisfatório na tentativa de balancear as reações químicas propostas.

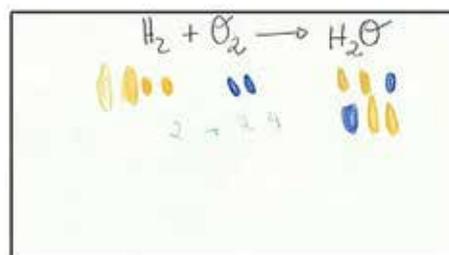


Figura 3: Desenho feito pela integrante Maria para executar o balanceamento da reação de produção de água. (Fonte: Dados de pesquisa)

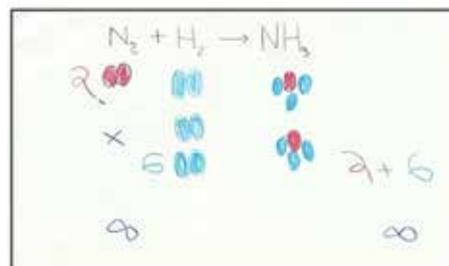


Figura 4: Desenho produzido pela integrante Ana para simular o balanceamento da reação de obtenção do gás amônia. (Fonte: Dados de pesquisa)

Destaca-se nesses desenhos o uso das distintas cores que representam os diferentes átomos e o rearranjo entre

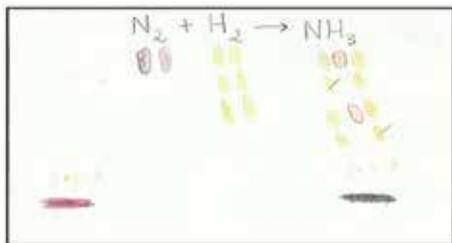


Figura 5: Desenho elaborado pelo integrante João para balancear a reação de obtenção do gás amônia. (Fonte: Dados de pesquisa)

eles, observado nos produtos. Outro aspecto que também é possível notar é a associação do balanceamento das equações com números e quantidades, evidenciando que os surdos entenderam que existe uma relação numérica que precisa ser obedecida.

O trabalho anteriormente realizado com os modelos de massinha e bolinhas de isopor auxiliou na construção de um raciocínio submicroscópico do que ocorre durante uma reação química, podendo ser claramente observado que todos os três estudantes levaram em conta em suas representações o rearranjo/interação que ocorre entre os reagentes.

Sem forçá-los a mostrarem suas aprendizagens de maneira inapropriada à sua condição de ser surdo, o desenho tornou possível que eles expressassem de forma natural o que assimilaram e como executam um balanceamento de uma reação. Além disso, se mostrou também um mecanismo interessante na medida em que pode denunciar dificuldades e erros conceituais.

4º momento: Desenvolvimento de Concepções acerca da quantidade de matéria e sua unidade de medida - o Mol.

Nos três últimos encontros que se seguiram desenvolvemos a adaptação do conhecimento trabalhado sobre balanceamento agora para concepções acerca do conceito de quantidade de matéria. No sexto encontro, começamos por estimular a imaginação do quão submicroscópicos são os átomos e moléculas a ponto de ser necessário sextilhões delas para mensurarmos em gramas de massa.

Trabalhamos a ideia do diminuto tamanho do átomo, de que quanto menor o volume, ou tamanho da entidade, maior é a quantidade necessária para a ocupação de um mesmo volume de espaço, e que é possível conter toda essa gigantesca quantidade de unidades em apenas alguns gramas de matéria.

Como estratégia visual, colocamos à mostra três copos de 200 mL e em cada um pusemos bolinhas de isopor de raios diferentes (Figura 6). A estratégia ajudou a levá-los a imaginar quantas inúmeras moléculas de água deveria haver no copo cheio com água. Passamos agora a falar em quantidades molares. Explicitamos que 1 mol representa 6×10^{23} unidades, e abrimos a notação científica em 600 000 000 000 000 000 000 000.

Usamos analogias para facilitar o entendimento. Com fotos de dúzias de ovos, dúzias de garfos e dúzias de grampos, discutimos que toda dúzia possui doze unidades. Levamos também fotos com cento de salgadinhos e cento de um real



Figura 6: estratégia visual utilizada para estimular a imaginação da possibilidade de haver um número extremamente grande de partículas em um pequeno volume. (Fonte: Dados de pesquisa)

para mostrar que todo o cento possui 100 unidades. E assim, como a dúzia e como o cento, a unidade de medida mol, representa 6×10^{23} unidades.

No sétimo encontro retomamos a concepção de o mol ser uma grandeza a qual representa 6×10^{23} unidades de determinada entidade. Mais uma vez, associando às fotos das dúzias e centos. Executamos a reação entre sódio sólido e água, em presença de fenolftaleína. Lançamos a equação da reação no quadro e discutimos a causa da mudança de coloração da solução de incolor para rosa, bem como ser essa uma reação que libera muita energia. Novamente, trabalhamos a ideia de que a reação não ocorre apenas entre um átomo de sódio metálico e uma molécula de água, pois se assim fosse, seria impossível observarmos a reação.

Informamos que a constante de Avogadro possibilita fazer uma conexão entre o que não enxergamos e o que conseguimos enxergar. Ou seja, é uma constante de proporcionalidade que permite relacionar quantidade de matéria com o número de entidades (Silva e Rocha-Filho, 2013). Trabalhamos essa ideia junto às imagens associadas na Figura 7. Chegamos então à concepção de que a massa de uma porção de alguma substância cuja quantidade de matéria (unidades) é um mol (6×10^{23}) chamamos de massa molar.



Figura 7: Estratégia visual utilizada para trabalhar a concepção de uma molécula ser submicroscópica e um mol de moléculas macroscópico - mensurável. (Fonte: Dados de pesquisa)

No último encontro, novamente deixamos em exposição o esquema dos copos preenchidos com bolinhas de diferentes raios (Figura 06). Lançamos um questionamento ao grupo: Seria possível calcularmos quantas moléculas de água existem nesse copo com água?

Calculamos juntos aproximadamente quantas moléculas de água existiriam em diferentes massas de água. Para tal, usamos béqueres e uma balança onde pesamos 0,18g de água, 1,8g, 18g e 180g. Juntos, desenvolvemos os cálculos e, após analisarem os resultados, chegaram a uma conclusão:

dentre as quatro medidas, existem mais moléculas em 180g de água. Assim, perceberam que é possível estimar a quantidade de matéria presente em uma massa pré-determinada de qualquer substância.

Com a discussão desses cálculos concluímos a etapa de construção de estratégias didáticas. Na opinião dos integrantes surdos, os encontros os faziam pensar e pensar é importante para entender. Para eles, aula com experimentos é muito melhor, porque é possível ver as mudanças acontecendo e relacionar com a reação química do quadro:

“Eu gostar! Faz parte ensinar química. Fazer assim ajudar aprender. Foi bom! A parte com palha de aço, ver cores, muito legal!” (Maria)

Foi possível identificar também, através do que expressou Maria, que o uso da experimentação foi além da mera motivação. Os surdos demonstravam a todo o momento que gostavam das aulas com experimentos.

Percebíamos conforme o desenvolvimento do trabalho junto aos surdos que o grande desafio era tornar possível que o conhecimento fizesse sentido visual a eles. Sem dúvida, transpor o conhecimento a ser ensinado para o nível visual é desiderato e ao mesmo tempo nada trivial. Por isso mesmo, foi interessante que o desenvolvimento dessas estratégias de ensino tenha acontecido junto a surdos, pois assim eles puderam opinar e revelar o que fazia sentido ou não para eles.

Além da explicação com respaldo visual, notamos que era essencial colocá-los para montar as estruturas das moléculas, executar os rearranjos, desenhar o que entenderam, pois através desses momentos é que identificávamos as dificuldades e quais pontos ainda precisavam ser mais bem trabalhados.

A utilização de modelos no ensino das ciências se mostra muito eficiente para facilitar a visualização, fundamentar e elaborar testes de novas ideias e explicar comportamentos e propriedades do sistema modelado (Gilbert, Boulter e Elmer, 2000; Justi e Gilbert, 2002). Assim sendo, a compreensão das estruturas e dos processos que ocorrem em nível submicroscópico é essencial e as representações em modelos acabam por conferir certa noção de concretude às entidades abstratas.

Explorar o visual, além de ser essencial na educação de surdos, se mostra também muito eficaz na retenção da aprendizagem do ouvinte. Em um estudo sobre retenção mnemônica, Ferreira e Silva Júnior (1975) apontam a visão como o maior responsável de tudo aquilo que aprendemos. Pereira, Benite e Benite (2011) e nós, as pesquisadoras, também corroboramos essa ideia.

A Aplicação da Proposta Didática em Sala de Aula do Ensino Regular com alunos surdos incluídos

Esta etapa consistiu na aplicação das estratégias de ensino desenvolvidas durante os encontros do grupo relatado acima. Além da importância de se construir a estratégia de ensino junto a surdos, existe também a necessidade de analisar o quanto a estratégia é verdadeira no auxílio da construção do saber de alunos ouvintes e surdos em uma sala de aula

do ensino médio regular. A seguir, expomos os resultados provenientes das atividades realizadas.

A primeira aula foi destinada ao trabalho de reações químicas como representações dos fenômenos que nos cercam. Buscamos sondar, inicialmente, os saberes que os alunos já detinham sobre identificar reagentes, produtos, estados físicos, etc. Nenhuma atividade fora desenvolvida e a conversa em sala de aula revelou que grande parte dos alunos já detinha conhecimentos suficientes para o desenvolvimento do trabalho que se seguiria.

Na segunda aula foi trabalhada a reação entre nitrato de prata e cloreto de sódio. A execução da prática despertou grande interesse dos alunos, que se sentaram mais próximos e ficaram mais atentos ao que ocorreria. Antes da execução da reação, foi distribuída aos alunos uma atividade que buscava trabalhar as concepções relacionadas à Lei da Conservação das Massas, sistematizada por Lavoisier. Nessa atividade, era proposto o seguinte:

“Representar o que ocorre (em nível atômico) na reação entre nitrato de prata (AgNO_3) e cloreto de sódio (NaCl). Atenção ao considerar os estados físicos dos reagentes e produtos envolvidos na reação”.

Aplicamos a atividade em questão na tentativa de averiguar o que os alunos interiorizaram do experimento realizado. As Figuras 8 e 9 são ilustrações da ideia que grande parte dos alunos desenvolveu nessa atividade. A presença da balança, indicando a relação com massa e os rearranjos entre as moléculas, foram traços recorrentes.

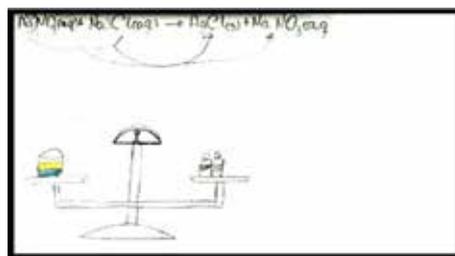


Figura 8: Produção de imagem feita por uma dupla de ouvintes sobre a reação entre nitrato de prata e cloreto de sódio. (Fonte: Dados de pesquisa)

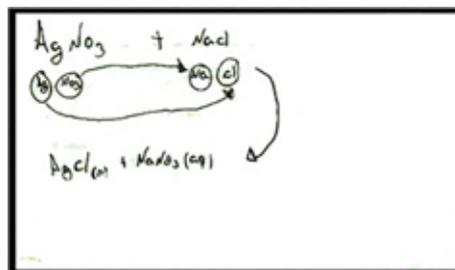


Figura 9: Produção de imagem feita pelo aluno surdo e sua dupla ouvinte, retratando a reação entre nitrato de prata e cloreto de sódio. (Fonte: Dados de pesquisa)

Na terceira aula foram trabalhadas as concepções acerca dos reagentes limitantes e em excesso utilizando como estratégia o estudo da reação que ocorre entre sulfato de cobre

e ferro (em diferentes quantidades). No quadro trabalhamos a representação do rearranjo que ocorre entre os reagentes formando os produtos.

Orientamos aos alunos que observassem detalhadamente a diferença entre os tubos de ensaio (que continham diferentes quantidades de reagentes), apontando o que estava em excesso em cada caso. Nesse momento, solicitamos a formação de grupos e distribuimos quantidades pré-determinadas de bolinhas coloridas de isopor. Cada grupo detinha bolinhas suficientes para montagem de dois aglomerados iônicos de sulfato de cobre e quantidades variadas (1 a 5) de bolinhas que representava o “átomo” de ferro.

Era preciso que os alunos simulassem a reação entre o aglomerado iônico sulfato de cobre e o “átomo” de ferro e depois desenhassem na mesma folha o que obtiveram, respeitando sempre as quantidades (Figura 10). Cada grupo também deveria escrever em uma folha a reação na forma molecular, desenhar os modelos construídos com as bolinhas e ainda indicar quais espécies estavam em excesso (Figuras 11 e 12).



Figura 10: A simulação, por grupo de alunos, da reação entre sulfato de cobre e ferro. Na segunda imagem, os esquemas foram montados por dois alunos surdos em parceria com mais dois colegas ouvintes. (Fonte: Dados de pesquisa)

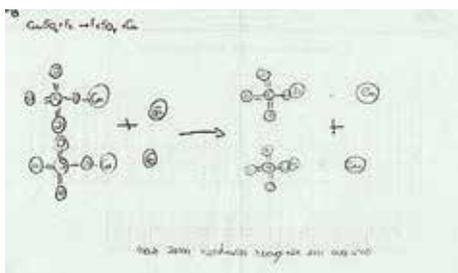


Figura 11: Produção de desenho feito por um grupo de alunos. Na parte inferior central lê-se: ‘não tem reagente em excesso’. (Fonte: Dados de pesquisa)

A dinâmica da tarefa gerou mobilização e discussão entre os alunos na medida em que trocavam opiniões e ensinavam um ao outro. Essa atividade permitiu trabalhar em curto espaço de tempo aspectos macroscópicos, submicroscópicos e representacionais do fenômeno em questão. Vale ressaltar que a questão de geometria molecular não foi trabalhada por não ser, no momento, o nosso objetivo.

Na quarta aula trabalhamos as ideias iniciais dos conceitos relacionados ao número de mol. Discutimos que, por ser o mol uma unidade de medida, cuja grandeza representacional envolve sextilhões de moléculas, era possível mensurar essa

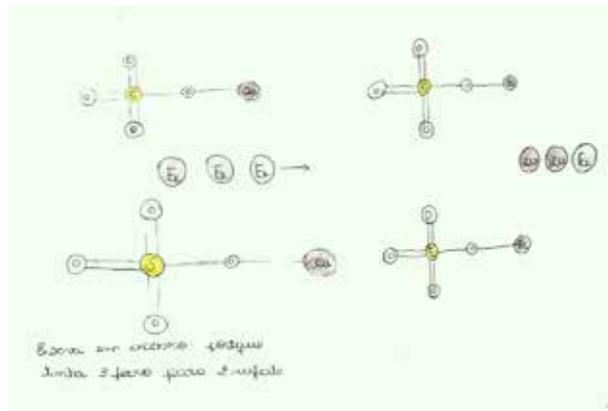


Figura 12: Produção de desenho feito por um grupo de alunos. Na parte inferior central entende-se: ‘Ferro estava em excesso porque tinha 3 ferros para 2 sulfatos’. (Fonte: Dados de pesquisa)

quantidade de átomos ou de moléculas, em gramas. Um questionamento foi lançado à turma: qual massa corresponde a um mol das diferentes substâncias?

Nesse momento ninguém soube responder. Então, solicitamos que pegassem a tabela periódica e atentassem para a massa que cada átomo possui. Assim, 1 átomo de ouro (Au) tem massa correspondente a 170 unidade de massa atômica (u), mas 1 mol de átomos de ouro (Au) tem massa correspondente a 170 gramas. Nesse sentido, vários outros exemplos foram dados.

Duas atividades (Apêndices 1 e 2, respectivamente) foram distribuídas aos alunos para que desenvolvessem individualmente. Foi satisfatório observar que, nessas atividades, os alunos surdos conseguiram pensar e executar sozinhos a relação correta que foi pedida. A frequência de acertos dos alunos foi de 93,2%, saindo dessa margem apenas três (6,8%) alunos ouvintes do total de 44 alunos somando as duas turmas que participaram dessa atividade.

Na quinta aula colocamos em exposição os quatro copos com bolinhas de diferentes raios (Figura 06). Mostrou-se importante esse trabalho sobre a matéria ser constituída de partículas submicroscópicas, pois, somente depois de entenderem esse fato, os alunos admitiram que no copo com água existiam inúmeras moléculas de água e não somente uma, como de início alguns alegaram. Logo foi proposto aos alunos que calculassem quantas moléculas de água existiam nos volumes de 10 mL, 200 mL e 500 mL. Os resultados foram agrupados no quadro e discutidos.

Na sexta e última aula o foco foi trabalhar as relações matemáticas existentes entre massa, quantidade de matéria e número de entidades. Durante a execução dos cálculos propostos foi possível notar que a principal dificuldade dos alunos estava em montar a regra de três corretamente. A dinâmica e as discussões que permearam o desenvolvimento desses exercícios foram muito ricas.

Ao final do trabalho e em conversa informal, os professores disseram ter gostado da dinâmica de sala de aula, que conceitos tão difíceis de serem ensinados como esses precisam ser o foco de pesquisas que facilite a ação docente. Alegaram que, por falta de recursos e tempo, fica difícil levar

experimentos para as aulas, mas que inegavelmente é um recurso que desperta muito interesse nos alunos.

Os profissionais intérpretes também foram ouvidos e apontaram a necessidade de didáticas pautadas em linguagem visual, desabafaram as muitas lutas que precisam superar com surdos que chegam ao ensino médio quase sem saber ler e escrever. Apontaram também a influência (positiva ou negativa) que a postura do professor, em sala de aula diante do aluno surdo, exerce no bom ou mau desenvolvimento da aprendizagem desse aluno.

Algumas Considerações

Esta pesquisa, com foco no desenvolvimento de estratégias de ensino, teve o propósito de averiguar quão eficiente se mostra o uso de recursos visuais aliados à experimentação no ensino de química com vistas no aluno surdo. Durante o desenvolvimento das metodologias junto a surdos e a aplicação dessas em sala de aula regular, com alunos surdos incluídos, nos deparamos com a imensa vontade de aprender e de adquirir novos conhecimentos por parte desses sujeitos.

Explorar o visual, além de ser essencial na educação dos indivíduos com surdez, se mostra também muito eficiente na retenção da aprendizagem do ouvinte. Desse modo, acreditamos que toda a prática pedagógica voltada para o trabalho com alunos surdos - de igual modo eficiente para ouvintes - deve estar pautada no uso de recursos visuais e de materiais concretos. A pedagogia visual aparece como forte paradigma frente à educação de surdos. Ela é definida como sendo a pedagogia que se ergue sobre os pilares da visualidade, ou seja, que tem no signo visual seu maior aliado no processo de ensinar e aprender (Campello, 2008).

Considera-se que a presente pesquisa indica a viável e promissora possibilidade de se pensar em recursos facilitadores da aprendizagem do surdo e, nesse sentido, a adoção

de recursos visuais junto à experimentação pode ser um deles. Explorar a experimentação no ensino de química, além de motivar o aluno, permite a reformulação da concepção que muitos deles têm com respeito à disciplina: complexa, difícil, abstrata.

Também se mostra extremamente importante nos preocuparmos com o planejamento de exercícios de avaliação para serem utilizados como ferramenta na averiguação dos conhecimentos construídos. Esses precisam estar condizentes com o discurso da inclusão e a realidade do aluno. No planejamento dos exercícios, é conveniente a utilização de diversos recursos de estímulos visuais, tais como: apresentação de figuras, produção de desenhos, modelos didáticos concretos, experimentação, dentre outros.

No viés da inclusão, o direito à aprendizagem e o acesso a níveis mais elevados de educação fazem parte do que está posto como igualdade de direitos e de oportunidades educacionais para todos. Ainda existe muito a ser feito em prol da educação das pessoas surdas. É preciso desenvolver uma melhor conscientização em todos os âmbitos da sociedade e, principalmente, na formação do professor. Evidencia-se que o surdo necessita de estratégias de ensino e processos de avaliação escolares condizentes com suas peculiaridades de ser surdo.

Jomara Mendes Fernandes (jomarafernandes@yahoo.com.br) graduada em Química-Licenciatura e Bacharelado Interdisciplinar em Ciências Exatas pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Vinculada ao programa de pós-graduação em química da mesma universidade como mestranda na área de Educação em Química. Juiz de Fora, MG – BR. **Ivoni de Freitas Reis** (ivonireis@gmail.com) graduada em Química pela Universidade Federal de Viçosa – UFV, mestre e doutora em História da Ciência pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUCSP. Atualmente é professor permanente, adjunta IV, da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), onde coordena o PIBID desde 2012. Juiz de Fora, MG – BR.

Referências

BENITE, A. M. C.; BENITE, C. R. M. Ensino de química e surdez: análise da produção imagética sobre transgênicos. *Journal of Science Education*, v. 14, p. 37-39, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. Política Nacional de Educação Especial: livro 1. Brasília: MEC/SEESP, 1994.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). Censo Escolar da Educação Básica 2013 Resumo Técnico. Brasília, 2014.

BUZAR, E. A. S. A singularidade visuo-espacial do sujeito surdo: implicações educacionais. Dissertação. Faculdade Educação da Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

CAMPELLO, A. R. S. Aspectos da visualidade na educação dos surdos. Tese. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

CANDAU, V. M. F. Direito à Educação, Diversidade e Educação em Direitos Humanos. Educação e Sociedade, Campinas, v.33, n.120, p. 715-726, 2012.

FERREIRA, W. M.; NASCIMENTO, S. P. F.; PITANGA, A. F. Dez Anos da Lei da Libras: Um Conspecto dos Estudos

Publicados nos Últimos 10 Anos nos Anais das Reuniões da Sociedade Brasileira de Química. *Química Nova na Escola*, v. 36, n. 3, p.185-193, 2014.

FERREIRA, O. M. C.; SILVA JÚNIOR, P. D. Recursos Audiovisuais para o Ensino. São Paulo: EPU, 1975.

GABEL, D.L. The complexity of chemistry and implications for teaching. In: FURIÓ, C.; FURIÓ, C. Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos. *Educación Química*, v. 11, n. 3, p. 300-308, 2000.

GILBERT, J. K.; BOULTER, C. J.; ELMER, R. Positioning models in science education and in design and technology education. In: J. K. Gilbert; C. J. Boulter (Eds.), *Developing Models in Science Education*. Dordrecht: Kluwer, 2000, p. 3-18.

GOMES, E. A.; SOUZA, V. C. A.; SOARES, C. P. Articulação do conhecimento em museus de Ciências na busca por incluir estudantes surdos: analisando as possibilidades para se contemplar a diversidade em espaços não formais de educação. *Experiências em Ensino de Ciências*, UFRGS, v. 10, p. 81-97, 2015.

JUSTI, R.; GILBERT, J. K. Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the educations of modellers. *International Journal os Science Education*, v. 24, n.

4, p. 369-387, 2002.

LAVOISIER, A.L. Elements of Chemistry. Trad. R. Kerr. Edinburgh: Willian Creech, 1790.

PEREIRA, L. L. S.; BENITE, C. R. M.; BENITE, A. M. C. Aula de Química e Surdez: Sobre Interações Pedagógicas Mediadas pela Visão. Química Nova na Escola, v. 33, n. 1, 2011.

PERLIN, G. STROBEL, K. Fundamentos da Educação de Surdos. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

SILVA, L. R. S.; REIS, M. B. F. Educação Inclusiva: o desafio da formação de professores. REVELLI - Revista de Educação, Linguagem e Literatura, UEG-Inhumas, v.3, n.1, p.07-17, 2011.

SILVA, R. R.; ROCHA-FILHO, R. C. Cálculos Básicos da Química. EdUFSCar, 3ª edição, São Carlos, 2013.

SKLIAR, C. A surdez: um olhar sobre as diferenças. Porto

Alegre: Mediação, 1998.

QUEIROZ, T. G. B. Estudos sobre o papel da linguagem no ensino de ciências/química para o aluno surdo. Anais da 33ª SBQ - Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. Águas de Lindóia: 2010.

Para saber mais

LACERDA, C. B. F; SANTOS, L. F. Tenho um aluno surdo, e agora? Introdução à Libras e educação dos surdos. São Carlos: Edufscar. 2013.

GOLDFELD, M. A criança surda: linguagem e cognição numa perspectiva sociointeracionista. São Paulo: Plexus. 2001.

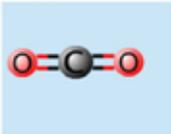
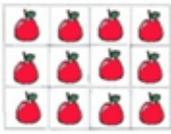
Abstract: *Inclusive Teaching Strategy to Deaf Students for Teaching the Concepts of Balancing Chemical Equations and Stoichiometry in High School.* In general, little research on inclusion are found directly related to chemistry teaching. In the teaching of science, which makes use of symbols (models, formulas and equations) to explain phenomena starting from abstract concepts, there is an urgent necessity of development of differentiated teaching, geared to meet the particularities of learning, especially the deaf student. In this bias, visual pedagogy emerges as a strong ally to the teaching and learning process not only these students, but also to listeners. Today, we must be prepared in every sense to the diversity we find in the classroom. Aiming to help teachers in their work with their deaf students, this paper aims to report the construction and application of didactic sequences constructed with and for deaf students for the teaching of concepts such as balancing of chemical reactions and stoichiometry.

Keywords: Deafness; Visual Pedagogy; Chemistry Teaching.

Apêndice 1

Atividade: Ligue corretamente os quadrados da esquerda com seus respectivos correspondentes à direita:

Aluno:

18 gramas ou 6×10^{23} moléculas de H ₂ O	1 molécula
	1 dúzia
	1 Mol

Apêndice 2

Atividade: Ligue corretamente os quadrados da esquerda com seus respectivos correspondentes à direita:

Aluno:

600 000 000 000 000 000 000 000 moléculas de CO ₂	$6,02 \times 10^{23}$
	32 g de O ₂
Constante de Avogadro	1 Mol de CO ₂
2 Mols de átomos	1 Dúzia de Moléculas de H ₂ O
6×10^{23} moléculas de O ₂ 	$2 \times 6 \times 10^{23}$ átomos

Ensino de química para deficientes visuais: a importância da experimentação num enfoque multissensorial

Tatyane Caruso Fernandes, Fabiana R. G. Silva Hussein e Roberta C. P. Rizzo Domingues

Há alguns anos está acontecendo no Brasil a transferência dos alunos com necessidades especiais das Escolas Especiais para o Ensino Regular, mas ainda falta preparo dos educadores e estrutura para as escolas realizarem este processo de inclusão. Na literatura científica já existem vários recursos didáticos, porém ainda há muito a se fazer. Considerando a teoria de Vigotski, em que os alunos com necessidades especiais devem aprender os mesmos conteúdos com o mesmo grau de exigência que os demais e, utilizando uma metodologia multissensorial, foi desenvolvida uma sequência de experimentos com a finalidade de facilitar o processo de ensino e aprendizagem do conteúdo de reações químicas por parte de alunos com ou sem problemas de visão. A pesquisa foi realizada com alunos de segundo ano do Ensino Médio. As atividades propostas se mostraram eficientes na melhora da aprendizagem não só dos deficientes visuais como também contribuiu com a aprendizagem dos videntes e na inclusão efetiva desses estudantes em sala de aula.

► deficiência visual, experimentação, reações químicas ◀

Recebido em 05/10/2015, aceito em 09/09/2016

195

O termo educação inclusiva se refere ao ensino para alunos com ou sem necessidades especiais, com condições igualitárias para que todos possam desenvolver suas potencialidades, respeitando as individualidades (Hontangas, 2010). O passo fundamental para que a inclusão se tornasse uma realidade foi a Conferência Mundial de Educação Especial, em 1994, na qual foi elaborada a Declaração de Salamanca, que recomenda uma pedagogia centrada no aluno, ou seja, que atenda a suas necessidades, especiais ou não. O desafio é realmente grande, mas seria o ideal e, por esta abordagem, se poderia diminuir os índices de evasão e de reprovação, pois em vez de denotar as dificuldades de aprendizagem do estudante, valorizaria seus potenciais.

É importante não permitir as formas assistencialistas, protecionistas e que anulam os sujeitos com necessidades especiais; ao contrário, incentivar e desafiar-los seria o caminho correto, pois a única maneira de gerar um incômodo e a necessidade de superar a deficiência é a mediação, interação, enfrentamento e ação (Ross, 2006). Portanto, ao professor cabe o papel de mediar o conhecimento, reconhecendo a individualidade de cada aluno e ter o constante desafio de superar os obstáculos que se apresentam, modificando a sua realidade e melhorando as suas condições.

Os recursos didáticos são muito importantes na educação especial, em específico aqui, as pessoas com deficiência

visual, que apresentam dificuldade de contato com o ambiente físico e carência de material adequado. Da mesma forma que os demais alunos, necessitam de motivação para aprendizagem, o que pode ser feito pelo aproveitamento da sua percepção tátil e a consequente facilitação da descoberta de detalhes (Nascimento *et al.*, 2010).

De acordo com o censo escolar de 2010, existem 75.289 alunos com deficiência visual matriculados na rede regular de ensino no Brasil, sendo 6.274 cegos e 69.042 com baixa visão. Mesmo assim, em uma pesquisa de Mól *et al.* (2010), observa-se que ainda são poucas as dissertações e teses relacionadas ao ensino de ciências e à inclusão de alunos com deficiência visual (ADV). Os autores denotam que existe a necessidade de mais estudos nesta área, principalmente os que os professores sejam sujeitos ativos dessas investigações.

Assim, o objetivo desta pesquisa foi elaborar, desenvolver e verificar se a experimentação, com enfoque multissensorial, associada aos recursos didáticos computacionais adaptados são eficientes no ensino e aprendizagem dos conceitos relacionados a reações químicas pelos ADV.

A teoria da Zona de Desenvolvimento Proximal

A teoria de Vigotski (1991) defende a visão de que num grupo heterogêneo as condições de aprendizagem são

favorecidas, pois os alunos mais adiantados podem auxiliar os colegas a desenvolver seu potencial. Ou seja, focar o processo ensino aprendizagem não nas funções cognitivas já existentes, mas nas que estão em desenvolvimento, de modo que se possibilite ao aluno atingir o potencial para desenvolver o conhecimento. Vigotski acreditava que a história pessoal do aluno e da sociedade na qual ele se desenvolve são cruciais para sua forma de pensar e de aprender.

A interação do ADV, tanto com seus pares quanto com alunos videntes, é imprescindível para uma educação completa e que forneça a ele possibilidades de aprendizagem de maneira igualitária, construindo o conhecimento de maneira rica. Da mesma forma para os demais alunos, a convivência com deficientes de qualquer ordem (física, visual, auditiva, mental, etc.) propicia aprendizagem diferenciada, tanto na questão do conhecimento escolar, quanto na questão sociocultural.

Portanto, a pessoa deficiente não é considerada menos desenvolvida, apenas se desenvolve de uma maneira diferente e, como todo ser humano, é um indivíduo diferente dos outros. As adaptações das metodologias e recursos didáticos, adotando uma pedagogia centrada no aluno acabam sendo necessárias em qualquer classe, mesmo naquela que não tenha alunos deficientes, mas que sempre acaba apresentando uma grande heterogeneidade.

Metodologia da pesquisa

A pesquisa qualitativa considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, em que o vínculo entre a objetividade do mundo e a subjetividade do sujeito é indissociável. Desta forma, traduzir o resultado da pesquisa social em números seria impossível (Silva e Menezes, 2005).

Neste tipo de pesquisa, a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são a verdadeira base, sendo que o uso de ferramentas estatísticas não é necessário, uma vez que o ambiente natural é a fonte da coleta de dados, e o pesquisador é o instrumento-chave.

As informações aqui trazidas construíram-se por meio de diferentes instrumentos de expressão oral ou escrita. Para observar as interações e o desenvolvimento da pesquisa, os dados foram registrados em gravação em vídeo associada com questionários e atividades escritas para avaliar os resultados.

Carvalho (1996) observa que a utilização do vídeo permite ver e rever os episódios de aprendizagem de interesse do pesquisador, podendo-se extrair informações que não foram observadas no momento da aplicação do projeto em sala de aula. Para conseguir extrair o máximo de dados deste tipo de coleta, sugere-se separar os episódios inicialmente

de maneira bruta, para depois tentar classificá-los, discutir com os pares a classificação feita, analisar os episódios e, finalmente, triangular os dados com os demais, obtidos por meio de outros instrumentos.

A pesquisa foi realizada em uma turma de 2º ano do Ensino Médio, de uma escola estadual em Curitiba. De um total de 27 alunos, 3 são cegos e 1 tem baixa visão. Doravante, os 3 alunos cegos serão chamados de aluno A, aluno B e aluno C, e o aluno com baixa visão aluno D. Foram utilizadas 8 aulas de 50 minutos para a aplicação de todas as etapas do projeto, no qual a experimentação com enfoque multissensorial, que será detalhada posteriormente neste texto, foi a base. Para isso aplicou-se um questionário inicial, a fim de identificar concepções que os alunos já tinham sobre as reações químicas, seguido da aplicação de uma unidade didática, conforme será explicado mais adiante, finalizando com questionário para todos os alunos e entrevista com os alunos com deficiência visual.

Identificando as concepções prévias

Para diagnosticar o conhecimento que todos os alunos da turma já têm sobre o assunto e identificar suas dificuldades, foi aplicado um pré-questionário.

O primeiro questionamento foi “De acordo com o que você já sabe do assunto, qual a diferença entre transformações físicas e químicas?”. Constatou-se que a maioria dos alunos videntes (11) não sabia a diferença entre transformações química e física. Os que responderam a questão também não tinham uma definição clara, dizendo que transformações físicas são as que ocorrem naturalmente, enquanto que as transformações químicas são artificiais. Apenas um aluno citou mudança de fase como transformação física.

Dentre os alunos DV, a aluna A foi a única que deu uma definição mais acertada: “As transformações químicas ocorrem com base nas reações que ocorrem entre os elementos químicos que geram novas substâncias, já as transformações físicas não se baseiam nessas reações.”

Os alunos B, C e D não conseguiram identificar as diferenças, considerando apenas que química tem reações, e física, não. Aparentemente, eles diferenciaram mais as disciplinas de física e química do que as transformações. Isto indica que os ADV têm uma diferenciação um pouco melhor destas transformações, visto que a maioria dos videntes sequer tentou escrever qual seria a diferença, enquanto todos os ADV responderam a questão.

A respeito da identificação de uma reação química, 11 alunos relacionaram mudanças macroscópicas do sistema, e 2 citaram até mesmo mudança de estado físico como reação, ratificando a ideia da dificuldade dos estudantes em identificar reações químicas, pois se prendem ao aspecto

As informações aqui trazidas construíram-se por meio de diferentes instrumentos de expressão oral ou escrita. Para observar as interações e o desenvolvimento da pesquisa, os dados foram registrados em gravação em vídeo associada com questionários e atividades escritas para avaliar os resultados.

visual, chegando mesmo a dizer que mudanças de fase são transformações químicas (Mortimer e Miranda 1995).

Apenas um aluno citou que a observação é o que permite identificar uma reação, enquanto que outro aluno escreveu que é a “troca de moléculas”.

A aluna A escreveu que a reação ocorre “quando os elementos existentes antes da reação se modificam”. O aluno C não respondeu, e os alunos B e D disseram que quando misturamos produtos acontece reação.

Uma lista de fenômenos foi dada para que os alunos opinassem se representavam reações químicas ou não. Os fenômenos constantes do questionário e os resultados estão na Figura 1 a seguir.

Mais uma vez pode-se observar que ainda não existe uma distinção clara do que é uma reação química, pois dissolução de sal e derretimento do gelo foram citados muitas vezes como reações. Além disso, novamente vemos o obstáculo da experiência primeira, como a limitação da observação baseada apenas em evidências visuais, sem considerar o que realmente acontece com os átomos e moléculas na reação (Chagas 2007). Fato este que também fica claro quando os alunos citam adição de açúcar ao refrigerante e mistura de tintas como reação química. Ainda mais indicativo do pouco conhecimento do conteúdo de reação química é quando muitos alunos não consideram a queima de uma vela como uma reação química.

Com a finalidade de analisar qual a definição que os

alunos têm de reações químicas, foi solicitado que citassem três reações que acontecessem no seu dia a dia. Dentre os alunos DV, o aluno C não soube responder, os alunos A e B citaram exemplos que correspondiam, na verdade, a mudanças de estado físico. O aluno D escreveu algumas fórmulas, como a da água. Somente a aluna A citou “aparecimento do fogo”. Com os normovisuais (alunos que não têm deficiência visual) não foi diferente, desde que seis alunos citaram situações que estavam dadas na questão anterior, seis não souberam responder, cinco citaram transformações físicas, e muitos citaram apenas produtos que acreditavam conter reagentes, como, por exemplo, cosméticos, refrigerante, produto de limpeza, mas não reações em si. Apenas cinco alunos citaram a fermentação de pão ou bolo, quatro mencionaram acender o fogo e um citou a adição de efervescente na água.

Mortimer e Miranda (1995) também constatam que os alunos do Ensino Médio e Fundamental encontram dificuldades ao estudar as reações químicas devido à grande extensão e generalidade desse conceito. Tal fato foi comprovado com este questionamento inicial, indicando que não somente os ADV, mas todos os alunos ainda encontram dificuldades de compreensão deste conteúdo.

O questionário deixou claro que os alunos têm dificuldade em interpretar o que ocorre no nível submicroscópico em uma reação química, visto que 12 deles (44%) não souberam responder o que ocorre com os átomos e moléculas na reação de um composto efervescente com a água. As respostas mais

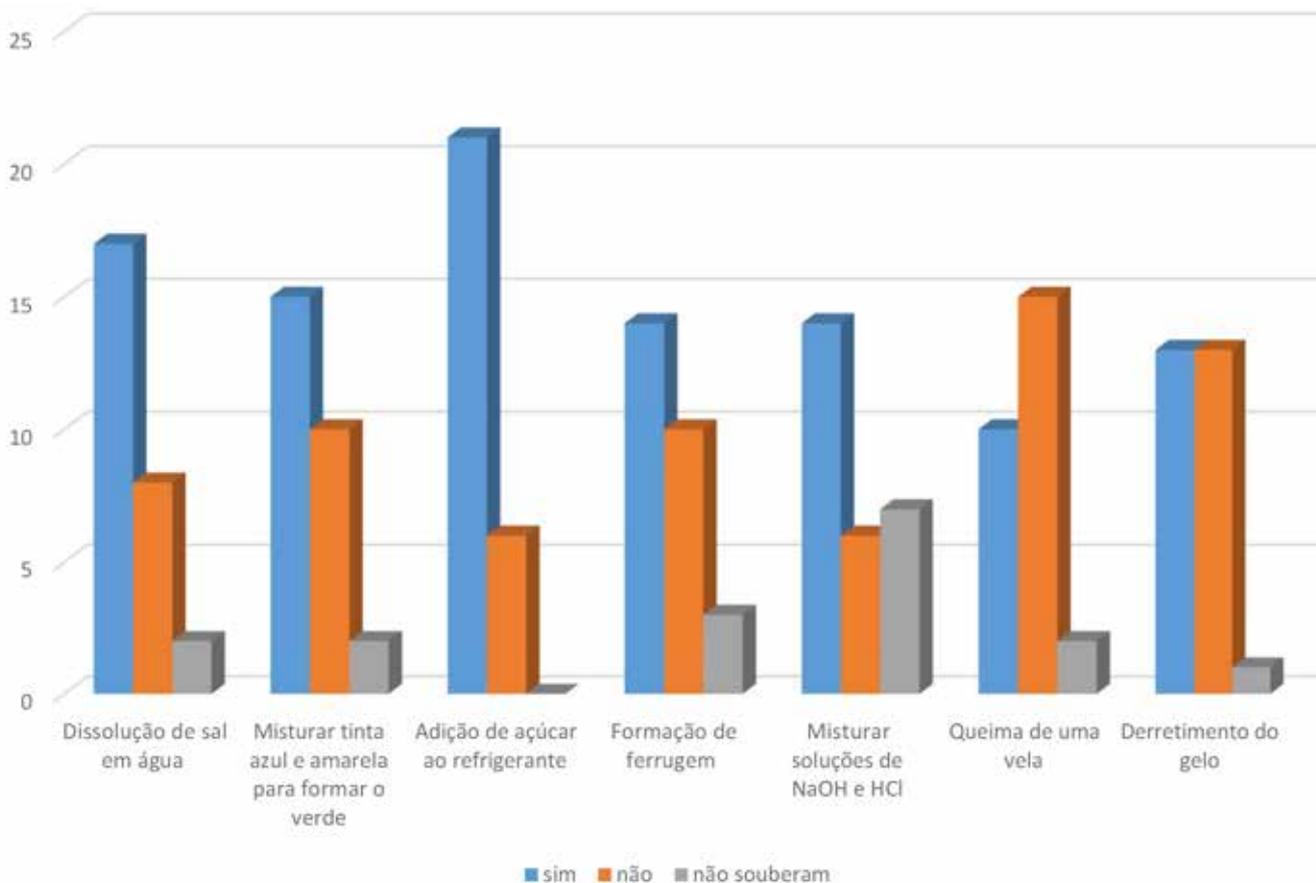


Figura 1: Fenômenos identificados como reações químicas ou não.

comuns foram que ele passa do estado sólido para o gasoso ou que ele se dilui. Apenas 3 alunos disseram que os átomos “se separam”, como nos trechos a seguir.

“O que ocorre é que a água os divide e o comprimido se torna aberto, e as moléculas cedem, se misturando com a água.”

“Quando o comprimido efervescente é dissolvido em água os átomos e moléculas se dividem durante a reação”.

Tal resposta dá a entender mais um processo de diluição do que de uma reação química, pois, apesar de dizerem que os átomos se separam, os discentes não comentam que eles se reagrupam num arranjo diferente, formando outra substância.

Muitas vezes os estudantes confundem termos como mistura e reação, diluir e dissolver, além de apresentarem dificuldades em diferenciar transformações química e física (Filho e Celestino, 2010). Eles também demonstraram, algumas vezes, que a visão microscópica de solução é muito vaga ou inexistente.

Aqui, vê-se claramente que esse tipo de confusão persiste, e os alunos têm dificuldades de entender o que ocorre no nível submicroscópico, definindo reação química como se fosse apenas uma diluição.

Os alunos DV - A, B e D responderam que durante a reação os átomos se rompem e as moléculas se separam umas das outras. O aluno C disse que as moléculas vão se misturar umas com as outras, o que foi surpreendente se comparado com as respostas dos outros alunos. Esse resultado se deve ao fato de que, como Vigotski propõe, os alunos DV desenvolvem melhor a criatividade, a memória e a atenção a fim de compensar a falta da visão. Soler (1999) descreve que a audição estimula nos ADV a adoção de atitudes de atenção, ou seja, eles realmente escutam e atentam ao que lhes é explicado. Portanto, possivelmente eles já tiveram esse conteúdo e conseguiram lembrar-se da explicação para os fenômenos; além disso, esta pesquisa indica que eles têm mais criatividade para imaginar o mundo molecular, realizando a abstração que é tão necessária à explicação submicroscópica dos fenômenos químicos, enquanto que os alunos videntes muitas vezes ficam limitados àquilo que enxergam, tendo dificuldades de imaginar a parte microscópica, como comprovado nos estudos de Soler (1999).

Os recursos mais utilizados nas aulas de química são textos, imagens, gráficos e tabelas, fórmulas, equações e modelos. Os alunos videntes consideram difícil ou muito difícil compreender as fórmulas e equações, bem como os modelos (atômicos, moleculares, etc.) e consideram fácil ou muito fácil as figuras e imagens. Já os ADV consideram fácil ou médio os textos e representações, enquanto os modelos

são difíceis (todos responderam difícil). Os gráficos, tabelas e figuras foram considerados difíceis ou muito difíceis, o que é esperado, já que são representações sobremaneira visuais.

O que se percebeu na observação e nas filmagens durante a aula foi que os ADV demoravam um pouco mais que os outros para fazerem as mesmas atividades. Enquanto eles não terminavam a tarefa, os videntes ficavam ociosos, e a sala de aula ficava tumultuada, prejudicando a aplicação dos trabalhos propostos. Outra observação relevante neste estudo foi que o grupo de ADV é separado dos outros, sentam nas duas primeiras carteiras das filas do meio, próximos entre si, mas interagindo pouco com o restante da classe. Dentre os ADV, o aluno com baixa visão é o mais partici-

pativo durante as explicações.

Apesar dos esforços e das leis criadas nos últimos anos para incentivar a inclusão, sabe-se que este é um processo que não se faz por decreto e que exige tempo e mudanças estruturais na cultura e na postura pedagógica (Bernardo, Lupetti e de Moura, 2013).

Em uma conversa gravada após as atividades didáticas, os alunos com deficiência disseram que existe uma exclusão velada e que por mais que eles participem e que os colegas videntes e os professores sejam receptivos, ainda assim eles acabam ficando num grupo à parte, separado dos colegas. Disseram ainda que acreditavam que isso era uma coisa que acontecia naturalmente, sem intenção. Mesmo assim observaram que se sentiram bem quando estavam fazendo atividades em grupos misturados de ADV e vidente, pois puderam interagir mais e trocar experiências com seus colegas.

A experimentação num enfoque multissensorial

É discutido e reconhecido por muitos pesquisadores que as práticas laboratoriais motivam e estimulam o interesse dos alunos, promovem a construção de diversos conceitos e intensificam a aprendizagem de conhecimentos científicos. No caso de ADV, essas atividades devem ser adaptadas, valorizando o tato, olfato, audição e, em alguns casos, o paladar (Pires, 2010).

Soler (1999) descreve diversas atividades que podem ser realizadas nas aulas de ciências da natureza, detalhando a importância de se valorizar todos os sentidos humanos para uma observação mais completa e relevante, tanto para cegos quanto para videntes. A isto o autor dá o nome de didática multissensorial.

As reações químicas, neste trabalho, foram escolhidas devido à sua importância na compreensão de outros

Em uma conversa gravada após as atividades didáticas, os alunos com deficiência disseram que existe uma exclusão velada e que por mais que eles participem e que os colegas videntes e os professores sejam receptivos, ainda assim eles acabam ficando num grupo à parte, separado dos colegas. Disseram ainda que acreditavam que isso era uma coisa que acontecia naturalmente, sem intenção. Mesmo assim observaram que se sentiram bem quando estavam fazendo atividades em grupos misturados de ADV e vidente, pois puderam interagir mais e trocar experiências com seus colegas.

conteúdos desta ciência. Mortimer e Miranda (1995) o consideram como um conceito central para o aprendizado da química, pois abrangem diversos conteúdos, sendo que seu entendimento depende do reconhecimento de que a matéria é formada por átomos e que esses átomos são conservados nessas transformações.

A elaboração do conhecimento científico é intrínseca a uma abordagem experimental, pois sua organização ocorre preferencialmente nos entremeios da investigação (Giordan, 1999). Ou seja, a elaboração de hipóteses e explicações para fenômenos observados durante as investigações experimentais aproximam os alunos da construção do conhecimento científico.

Portanto, para superar os obstáculos de aprendizagem das reações químicas, atividades experimentais multissensoriais permitirão discussões das explicações que os estudantes fornecem a algumas transformações químicas simples, bem como a reinterpretção pelo professor em termos atômico-moleculares, como sugerem Mortimer e Miranda (1995). Assim, o estudante promoverá o estabelecimento de relações entre as observações e interpretações para o fenômeno e a explicação no nível submicroscópico. Para isto, foram desenvolvidos, adaptados e aplicados oito (8) experimentos químicos, os quais serão apresentados e discutidos a seguir. Ressalta-se o devido cuidado tomado nos experimentos ao selecionar e planejar experimentos simples que não envolvessem nenhum risco aos alunos DV nem aos videntes.

Os materiais utilizados não apresentavam riscos, e as vidrarias são as normalmente usadas em um laboratório de Ensino de Química, já que os alunos com deficiência visual podem sentir através do tato quais materiais estão utilizando. Sempre que necessário, esses alunos poderiam recorrer ao auxílio de seus pares para identificação dos materiais. Considerando que os experimentos eram qualitativos, para fazer a medida de volume, os alunos utilizaram béqueres de diferentes graduações, e as medidas de massa foram feitas com o número aproximado de espátulas.

Experimento 1 – Dissolução de comprimido efervescente em água

- ❖ Em um béquer adicione aproximadamente 50 mL de água;
- ❖ Ao mesmo béquer adicione uma pastilha efervescente e observe.

Experimento 2 – bicarbonato de sódio e vinagre

- ❖ Em um béquer adicionem aproximadamente 50 mL de uma solução de bicarbonato de sódio 1,0 mol.L⁻¹;
- ❖ A esta solução adicionem aproximadamente 20 mL de vinagre comercial.

Experimento 3 – Ácido clorídrico e hidróxido de sódio

- ❖ Coloque 10 mL de solução de hidróxido de sódio (NaOH) 1,0 mol.L⁻¹ em um béquer;
- ❖ Adicione a esta solução 10 mL de solução de ácido clorídrico (HCl) 1,0 mol.L⁻¹.

Em todos os experimentos os alunos respondiam às seguintes questões:

- 1) Descrevam as características macroscópicas do sistema inicial antes da mistura.
- 2) Descrevam as características macroscópicas do sistema quando vocês misturam os reagentes.
- 3) Qual a evidência de que ocorreu uma transformação?

Além das evidências visuais, esperava-se que os alunos identificassem os sons da liberação de gás, o tato para sentir o desprendimento das bolhas e a mudança de temperatura, a mudança do odor devido ao consumo do vinagre e também observassem que algumas reações não apresentam mudanças macroscópicas no sistema.

Além das evidências visuais, esperava-se que os alunos identificassem os sons da liberação de gás, o tato para sentir o desprendimento das bolhas e a mudança de temperatura, a mudança do odor devido ao consumo do vinagre e também observassem que algumas reações não apresentam mudanças macroscópicas no sistema.

Nos experimentos em que havia evidência, os alunos tinham facilidade em reconhecer porque houve reação química. O último experimento realizado gerou uma dúvida, surgindo a dúvida se estava ou não ocorrendo a reação química. Para confirmar que acontecia reação, a mistura foi refeita utilizando-se fenoltaleína como indicador, para que os videntes comprovassem que

havia mudança de substâncias, mesmo quando não conseguimos perceber isso através de uma evidência, e eles descreviam aos colegas cegos o que estava sendo visualizado. Este fato auxiliou a aprendizagem, pois, de acordo com a teoria socioconstrutivista de Piaget (1977), quando acontece um desequilíbrio no sistema cognitivo, ou seja, o conhecimento prévio do aluno não consegue explicar o fenômeno que está sendo observado, ele precisa assimilar e acomodar os novos fatos, criando um novo estado de equilíbrio, modificando o esquema mental anterior, que tinha algumas ideias incorretas.

Experimento 4 – Dissolução de ureia e sulfato de magnésio em água

- ❖ Identifique dois béqueres com números 1 e 2;
- ❖ No béquer 1, adicione uma pequena quantidade de ureia (5,0 g);
- ❖ Ao béquer 2, adicione a mesma quantidade de sulfato de magnésio;
- ❖ Adicione água aos béqueres até completar aproximadamente 40 mL, efetuando a dissolução das substâncias.

Questões:

- 1) O que você notou quando fez as dissoluções das duas substâncias?
- 2) Você acredita que foram formadas novas substâncias?

- 3) Se deixarmos a água dos dois sistemas evaporar, é possível obter novamente os sólidos iniciais?

Experimento 5 – Bala de menta no refrigerante.

- ❖ Abra uma garrafa de refrigerante (de preferência zero ou light);
- ❖ Rapidamente coloque 3 balas do tipo mentos® dentro da garrafa e observe.

Questões:

- 1) Quais mudanças você observou no sistema?
- 2) O gás liberado foi produzido por uma reação ou já existia no sistema inicial?
- 3) Neste sistema foi produzida alguma nova substância?

Alguns alunos ainda acreditaram que as dissoluções de hidróxido de sódio e ureia poderiam ser reações devido à mudança de temperatura, mas no caso do refrigerante todos identificaram que não houve reação porque o gás não foi formado, mas já estava lá. Muitas vezes os alunos do Ensino Médio e Fundamental encontram dificuldades ao estudar as reações químicas devido à grande extensão e generalidade desse conceito; há confusão entre mudança de estado físico e transformação química e obstáculos para reconhecer a reação como interação entre as substâncias (Mortimer e Miranda, 1995).

Em seguida, foi feita a explicação e discussão para reforçar que uma reação química representa a recombinação e formação de novas ligações entre os elementos químicos dos reagentes para formar os produtos, o que não implica mudanças visíveis ou irreversibilidade como alguns livros didáticos apresentam. De acordo com Mortimer e Machado (2011), as reações químicas são geralmente acompanhadas de transformações físicas, que permitem evidenciar sua ocorrência. O que podemos reconhecer são as transformações físicas, pois não há uma evidência direta de que o fenômeno ocorrido caracteriza uma reação química. É o nosso conhecimento empírico acumulado que permite identificar, por meio dessas transformações, os casos em que há produção de novos materiais e, portanto, reações químicas.

Experimento 6 – reação entre hidróxido de sódio e sulfato de cobre (II)

- ❖ Em um béquer adicionar 10 mL de solução de hidróxido de sódio $0,2 \text{ mol.L}^{-1}$;
- ❖ Em outro béquer adicionar 10 mL de solução de sulfato de cobre (II) $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$;
- ❖ Pesar os dois béqueres juntos e anotar a massa inicial (m_i);
- ❖ Adicionar a solução de um béquer no outro, observar;
- ❖ Pesar novamente o sistema com o béquer da mistura e o béquer vazio e anotar a massa final (m_f).

Experimento 7 – reação entre bicarbonato de sódio e vinagre

- ❖ Em um béquer coloque uma pequena quantidade de bicarbonato de sódio;

- ❖ Em outro béquer adicione aproximadamente 20 mL de vinagre;
- ❖ Pese o sistema com os dois copos e anote a massa (m_i);
- ❖ Adicione o vinagre ao béquer que contém bicarbonato de sódio e aguarde o fim da efervescência;
- ❖ Pese o sistema final (m_f) e anote.

Experimento 8 – queima de uma palha de aço

- ❖ Pese uma palha de aço e anote a massa (m_i);
- ❖ Com auxílio de um isqueiro ou fósforo queime a palha;
- ❖ Pese após a queima (m_f) e anote.

As questões respondidas a cada experimento foram as seguintes:

- 1) A massa foi alterada antes e após a reação?
- 2) Explique por que isso ocorre.

Os ADV utilizavam balanças de dois pratos para visualizar manualmente se haveria desequilíbrio no sistema, observando assim a mudança de massa. Já os alunos videntes utilizaram uma balança digital.

Para a primeira reação, os alunos observaram que a massa se manteve a mesma, sem alteração, antes e depois da reação. No segundo caso a massa diminuiu devido à perda de gás carbônico para o ambiente, proveniente da efervescência. Um dos grupos justificou que o comprimido efervescente “sumiu” na água. Quatro grupos, incluindo o dos ADV, afirmaram que o gás saiu do sistema, e dois grupos não explicaram.

No último experimento a massa aumentava devido à reação do ferro com o oxigênio do ar. Somente um grupo de alunos videntes e o grupo dos ADV observaram o aumento de massa, os demais grupos acabaram manuseando em excesso a esponja, perdendo um pouco de material. Nenhum grupo conseguiu explicar por que a massa aumentava.

Para concluir esta aula, foi feita a discussão coletiva, retomando a lei da conservação da massa, levando os alunos a concluir que a massa não se altera porque os átomos envolvidos na reação são os mesmos antes e depois. Foi dado destaque ao fato de que se o sistema fosse fechado a massa se manteria igual nas reações 7 e 8, porém, como as reações envolviam gases, houve diminuição ou aumento de massa.

A classe em que a pesquisa foi aplicada era, segundo os professores e as observações nas filmagens, extremamente agitada. Segundo a equipe pedagógica da escola, foi formado um grupo com mais dificuldades de aprendizagem para ficar junto com os ADV, para que o ritmo nas aulas fosse reduzido em relação às demais turmas.

Alguns pontos valem destacar aqui, como, por exemplo, no início notou-se certa resistência por parte de alguns alunos videntes no que dizia respeito aos alunos DV realizarem experimentos, entendendo que eles não conseguiriam fazer, nem observar nada. Essa visão foi logo superada na primeira prática, pois eles viram que havia diversas maneiras para se observar uma reação química.

Foi interessante observar que nas aulas em que o grupo de deficientes visuais foi dividido, ou seja, cada um deles

em um grupo de colegas videntes, a aula foi mais produtiva, a agitação foi menor, e eles estavam ajudando e tentando observar os fenômenos na perspectiva dos cegos. Já na aula em que havia um grupo de ADV e outros grupos com alunos videntes, a agitação era bem maior, e a atividade de alguns grupos não foi feita da maneira correta. A importância de encontrar estratégias que favoreçam a participação dos alunos com deficiência visual pôde ser constatada aqui, pois ensinar ciências para alunos videntes e não videntes promove não somente a inclusão e a igualdade, mas também uma melhora na aprendizagem de todos os alunos, gerando qualidade de vida (Barbosa-Lima e Castro, 2012).

Soler (1999) afirma que atividades conjuntas, nas quais os videntes auxiliam e descrevem fenômenos para os DV, diminuem os efeitos produzidos pela distração nos alunos que têm problemas de concentração. Isso pôde ser observado claramente nesta etapa da pesquisa.

Após a primeira sequência de experimentos, os alunos videntes fizeram um relato escrito de como acharam que foi a interação com os colegas DV. Todos os grupos relataram que a participação e interação foi boa e que os ADV ajudaram a perceber evidências não visuais, ajudando na compreensão dos fenômenos.

Portanto, a inclusão em alguns casos pode ser boa não só para os alunos com necessidades especiais, mas para o grupo de maneira geral. No presente caso, isso foi um fator positivo, pois se criou uma mediação, na qual os alunos com mais facilidade auxiliavam os que tinham dificuldades, e os alunos cegos mostravam aos videntes como podiam enxergar aquela reação de outra maneira. Isto pode ser explicado pela teoria de Zona de Desenvolvimento Proximal, de Vigotski (1991), pois foi observado que os alunos desenvolveram seu intelecto dentro da intelectualidade daqueles que os cercam, ou seja, para conseguir desenvolver o conhecimento esperado, eles precisaram do apoio do professor, e os alunos que conseguiam esta apropriação auxiliavam seus colegas.

Os questionários finais foram feitos com questões abertas ou em escala Likert respondidos por 21 alunos videntes e 4 ADV. Com relação aos experimentos, a maioria dos alunos videntes (16) afirmaram que gostaram de realizar os experimentos, sendo que 15 deles concordaram plenamente ou parcialmente que conseguiram relacioná-los com as teorias e equações vistas na sala de aula. Somente 6 alunos disseram não ter conseguido fazer esta relação, e 2 não responderam. A aluna A concordou parcialmente que conseguiu relacionar as práticas experimentais com a teoria, enquanto os alunos B, C e D concordaram plenamente, e todos disseram ter gostado de fazer os experimentos.

Após o término do trabalho realizado, com a sequência de atividades, apenas 2 alunos mantiveram a concepção de que reação química é aquela em que ocorrem mudanças

Foi interessante observar que antes das atividades os alunos não tinham uma clara distinção do que era reação química e o que era apenas um fenômeno físico, sendo que pouquíssimos (2) conseguiram explicar corretamente o que acontecia com os átomos e moléculas durante uma reação.

macroscópicas, 1 aluno utilizou o critério reversível x irreversível. Os demais (22), incluindo os DV, responderam que as formações e quebras de ligações numa reação química não são observáveis a olho nu, que nelas há formação de novas substâncias e que as transformações físicas são o que podemos visualizar, sem necessariamente modificar a natureza do material.

Foi interessante observar que antes das atividades os alunos não tinham uma clara distinção do que era reação química e o que era apenas um fenômeno físico, sendo que pouquíssimos (2) conseguiram explicar corretamente o que acontecia com os átomos e moléculas durante uma reação.

No questionário final, o resultado foi positivo, pois 15 alunos videntes e os 4 ADV afirmaram que reação química ocorre quando os átomos se encontram e originam novas substâncias, 3 relacionaram com mudanças físicas e somente 2 citaram o critério de irreversibilidade. Desta forma, a aplicação da sequência didática foi eficaz para todos, pois a maioria modificou as concepções incorretas que tinham no início. A Figura 2 mostra os conceitos relacionados à reação química por parte dos alunos videntes.



Figura 2: Definição dos alunos sobre reação química.

Isto se confirmou na questão seguinte, em que eles identificaram se rasgar ou queimar uma folha de papel seria reação química. O resultado foi que 20 alunos, incluindo 3 dos DV, disseram que rasgar o papel não era reação, e 17 afirmaram que queimar o papel era uma reação. Somente o aluno C trocou os conceitos. Novamente, observou-se que os poucos alunos que não responderam conforme o esperado ainda relacionavam a reação química com fatores macroscópicos ou com irreversibilidade.

Ainda para ratificar esta análise, os alunos foram questionados sobre o que acontece quando adicionamos sal à água. 18 deles, incluindo 3 dos DV, escreveram que o sal apenas se dissolve, e que isso era uma transformação física. Apenas 4 videntes e a aluna A acreditaram que havia reação química.



Figura 3: Reação feita através do programa Braille Fácil com cola 3D.

Logo, em alguns alunos permaneceu o obstáculo da experiência primeira, que são espécies de generalizações pré-científicas, que acabam tornando o conhecimento muito vago (Bachelard, 1971). Dizer que um fenômeno físico era reversível e o químico irreversível é um conceito que fazia parte dos livros didáticos até pouco tempo, portanto alguns estudantes podem ter fixado esse conceito, criando este tipo de obstáculo epistemológico.

De modo geral, porém, conseguiu-se atingir o objetivo, pois a maioria dos alunos transformou ou retificou seus conhecimentos sobre as reações, passando a considerá-las primeiramente como quebra de ligações e reorganização de átomos em moléculas diferentes das iniciais e, depois, observando as consequências macroscópicas disso, ou seja, as evidências físicas perceptíveis.

Além disso, outros pontos positivos foram observados, como a inclusão dos ADV durante as aulas nos experimentos em grupo, um trabalho em equipe mais efetivo e o desenvolvimento da colaboração entre os alunos.

Trabalho com a grafia química Braille

Para facilitar a escrita em braille para o professor, existe um programa de computador disponibilizado no site do Instituto Benjamin Constant, chamado Braille Fácil (<http://www.ibc.gov.br/Nucleus/?catid=79&blogid=1&itemid=387>, acesso em fevereiro de 2014). Ao instalá-lo, a fonte BrailleKiama ficará disponível no *word* e o professor poderá digitar e imprimir os pontos que desejar. Podem-se cobrir os pontos com cola para deixá-los em relevo. A seguir, apresenta-se na figura 3 um exemplo de reação química representada por este programa computacional.

Na aula seguinte, uma semana depois, foi feita a leitura do texto “Reações químicas e as evidências”, seguida de uma recapitulação do que foi trabalhado nos experimentos. Na sequência, expõe-se como foram representados os fenômenos através de equações, utilizando as mesmas reações feitas no laboratório na aula anterior, trabalhando a grafia química Braille com os alunos cegos, para que pudessem acompanhar as equações junto aos alunos videntes.

Os alunos DV não conheciam a grafia química Braille, mas não tiveram dificuldades em utilizá-la. A aluna A comentou que

“Devido ao fato de ainda não ter conhecido a grafia Braille, a compreensão das fórmulas foram possíveis apenas após a explicação dada sobre como ela é montada.”

Portanto, para que seja possível o uso da grafia química Braille, é necessário que o professor a conheça e entenda,

pois sem orientação os alunos não conseguiriam assimilar alguns detalhes. A principal dificuldade foi o fato de não existir o sinal indicativo de número antes dos índices inferiores das fórmulas, o que fez surgir o comentário dos alunos de que poderiam confundi-los com letras, visto que em braille o numeral 1 tem o mesmo sinal da letra A, o numeral 2 da letra B, e assim por diante.

Mesmo assim, após um pouco de prática, eles demonstraram ter entendido e conseguiam ler sozinhos as equações químicas, compreenderam o que eram reagentes e produtos, os estados físicos das substâncias, relacionando assim a teoria com o que foi visto anteriormente na prática.

Considerações Finais

As atividades desenvolvidas, bem como os materiais e metodologias criados, conduziram os alunos com ou sem deficiência visual à aprendizagem do conteúdo de reações químicas, de maneira igualitária, participativa e inclusiva.

A sequência didática e os materiais podem ser utilizados em qualquer escola, pois são propostas de baixo custo, com materiais comuns, sendo que os experimentos podem ser feitos até mesmo em sala de aula, caso a escola não possua laboratório de ciências. Portanto, os resultados indicam que as propostas são viáveis para qualquer professor utilizar em suas aulas, tendo ou não ADV na turma.

A intenção de promover a real inclusão dos ADV durante as aulas foi concretizada, mostrando que precisamos inicialmente ter a vontade de fazer e a iniciativa de realizar. A observação da interação e a troca de experiências entre cegos e não cegos durante a aplicação e desenvolvimento desta pesquisa foi satisfatório, mostrando que é possível a inclusão de alunos com necessidades especiais em turmas de ensino regular, indicando, assim, que projetos desta natureza são possíveis. Portanto, esperamos que esta experiência se multiplique no ensino e aprendizagem de Química.

Fabiana Roberta Gonçalves e Silva Hussein (fabianah@utfpr.edu.br) bacharel em Química pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), mestre e doutora em Química Inorgânica pelo Programa de Pós Graduação em Química da UFPE, e docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, PR – BR. **Tatyane Caruso Fernandes** (taty_caruso@yahoo.com.br) licenciada em Química pela UFPR, mestre em Ensino de Ciências pelo Programa de Formação Científica, Educacional e Tecnológica da UTFPR. Professora da Educação Básica na Rede Pública Estadual do Paraná. Curitiba, PR - BR. **Roberta Carolina Pelissari Rizzo Domingues** (robertac@utfpr.edu.br) engenheira Química pela UEM, mestre e doutora em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Maringá (UEM), é docente da UTFPR. Curitiba, PR – BR.

Referências

- BACHELARD, Gaston (1971). Epistemologia. Lisboa, Edições 70, 2006.
- BARBOSA-LIMA, M.C.A.CASTRO, G.F. Formação inicial de professores de física: a questão da inclusão de alunos com deficiências visuais no ensino regular. *Ciência e Educação (UNESP. Impresso)*, v. 18, p. 81-98, 2012.
- BERNARDO, A. R. ; LUPETTI, K. O.; DE MOURA, A. F. . Vendo a vida com outros olhos: o ensino de ecologia para deficientes visuais. *Ciências & Cognição (UFRJ)*, v. 18, p. 172-185, 2013.
- CARVALHO, A. M. P. O uso do vídeo na tomada de dados: pesquisando o desenvolvimento do ensino em sala de aula. *Pro-Posições*, v.19, n.1, p.5-13, 1996.
- CHAGAS, J. A. S. das. Obstáculos encontrados no processo de compreensão do conceito de reação química. *Dissertação (Mestrado em Educação)*. UFPE. 2007.
- FILHO, J.R.F. CELESTINO, R.M.C.S. Investigação da construção do conceito de reação química a partir dos conhecimentos prévios e das interações sociais. *Ciências & Cognição*, vol. 15 (1), p. 187-198, 2010.
- GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. *Química Nova na Escola*. São Paulo. n.10, p.43-49. 1999.
- HONTANGAS, N.A. Puente, J.L.B. Atención a la diversidad y desarrollo de procesos educativos inclusivos. *Prisma Social: revista de ciencias sociales*, Madrid, n.4, jun. 2010.
- MÓL, G.S. RAPOSO, P.N. SANTOS, G.A. NETO, J.D. BRITO, A.G. A inclusão de alunos com deficiência visual como tema em dissertações e teses nos Programas de Pós-Graduação da Área de Ensino de Ciências e Matemática da Capes. In: XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ), 2010, Brasília.
- MORTIMER, E. F.; Machado, A. H. Química para o ensino médio: volume 1. São Paulo, Scipione, 2011.
- MORTIMER, E. F. MIRANDA, L. C. Transformações: Concepções de estudantes sobre Reações Químicas. *Química Nova na Escola*, n. 2, p. 23-26, nov.1995.
- NASCIMENTO, C.C. COSTA, S.S.L. AMIN, L.H. Repensando o ensino de química: Uma proposta para deficientes visuais. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE, 4., 2010, Laranjeiras. Anais... Laranjeiras, 2010.
- PIAGET, J. O Desenvolvimento do Pensamento - Equilíbrio das estruturas cognitivas. *Publicações D Quixote*. Lisboa. 1977.
- PIRES, R.F.M. Proposta de guia para apoiar a prática pedagógica de professores de Química em sala de aula inclusiva com alunos que apresentam deficiência visual. 2010. *Dissertação – UnB*. Brasília – DF.
- ROSS, P. R. Aprendizagem e conhecimento: fundamentos para as práticas inclusivas. *Revista Perspectiva*, v. 24, n. Especial, p. 273-299, 2006.
- SILVA, E.L.; MENEZES, E.M. Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação. 4ª ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino à Distância da UFSC, 2005.
- SOLER, Miquel-Albert. Didáctica multisensorial de las ciencias: Un nuevo método para alumnos ciegos, deficientes visuales, y también sin problemas de visión. Barcelona: Paidós, 1999.
- UNESCO. Declaração de Salamanca e linha de ação sobre necessidades educativas especiais. Salamanca – Espanha, 1994. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/salamanca.pdf>, acessada em março 2014.
- VIGOTSKI, L. S. Obras Escogidas V: Fundamentos de defecología. Madrid: Visor, 1997.
- VIGOTSKI, L.S. Pensamento e linguagem. 3ª ed. São Paulo, Martins Fontes, 1991.

Abstract: *Teaching chemistry for visually impaired students: the importance of experiments focusing on a multisensory approach.* In the last few years in Brazil, students with special needs have been transferred from specialized institutions to the regular educational system. However, the architectural infrastructure of the schools and the teachers are generally not prepared for this encounter, and barriers are prevailing against proper inclusion of these students. According to Vigotski, where students with disabilities must learn the same content at the same level as other students. We used a multisensory approach, developing a sequence of experimental activities to facilitate the teaching and learning of chemical reactions, for students with or without vision problems. The research was made with students from the second grade of high school. The activities and materials showed the effective improved learning and also showed the effective inclusion of the visually impaired students.

Keywords: Visual impairment, experimental activities, chemical reactions

A Educação Química em discurso: uma análise a partir da revista Química Nova na Escola (1995-2014)

Chemical Education in discourse: an analysis from Química Nova na Escola (1995-2014)

Bruno S. Pastoriza e José Claudio Del Pino

204

Resumo: Em função da recente comemoração dos 20 anos da revista Química Nova na Escola (QNEsc), este texto visa compartilhar com a comunidade da Educação Química os resultados de um estudo de doutorado que analisou o discurso produzido nessa área a partir das investigações publicadas na QNEsc de 1995 a 2014. Utilizando bases teóricas e metodológicas da Análise de Discurso na pesquisa, desenvolvidas por meio de Análise Temática dos documentos, o artigo aponta a emergência de um enunciado produzido e produtor de um discurso da Educação Química cuja centralidade das ações, dos planejamentos e operações estaria em um sujeito aluno tomado, sistematicamente, a partir de seu nível cognitivo. Compartilhar essa pesquisa com a comunidade da Educação Química visa a trazer uma análise distinta das usuais, em função de seu campo teórico, apresentar outros modos de compreender o próprio discurso objeto de estudo e, assim, potencializar diferentes formas de operar, atuar e produzir nessa área.

Palavras Chave: Educação Química, Análise de Discurso, Enunciado.

Abstract: From the celebration of 20th year of Química Nova na Escola (QNEsc), results of a doctoral analysis of the discourse produced in the field of Chemical Education are presented. The study was developed on QNEsc publications from 1995 to 2014. Theoretical and methodological bases of Discourse Analysis are assigned by the Thematic Analysis and the results are presented as the production of a statement that emphasizes the necessity of a student subject and his cognitive level. The study highlights a different way to comprehend the Chemical Education field by a specific theoretical background. The knowledge of this discussion about the Chemical Education discourse is presented as an outcome that provides more control over school chemistry education itself and its productions.

Keywords: Chemical Education, Discourse Analysis, Statement.

Bruno dos Santos Pastoriza (bspastoriza@ufpel.edu.br) é doutor e mestre em Educação em Ciências e licenciado em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Professor Adjunto da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) e coordenador do Laboratório de Ensino de Química ((LABEQ-UFPEL), Pelotas, RS – BR. **José Claudio Del Pino** (delpinojc@yahoo.com.br), é pós-doutor em Ensino de Ciências pela Universidade de Aveiro, doutor em Engenharia de Biomassa e mestre em Bioquímica pela UFRGS e licenciado em química Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) e Professor da Universidade Integrada Vale do Taquari de Ensino Superior (UNIVATES), colaborador da Área de Educação Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), pesquisador 1D CNPq, ex-editor da Revista Química Nova na Escola e consultor ad hoc de outras instituições. Porto Alegre, RS – BR. Recebido em 24/08/2016, aceito em 09/01/2017

A seção “Cadernos de Pesquisa” é um espaço dedicado exclusivamente para artigos inéditos (empíricos, de revisão ou teóricos) que apresentem profundidade teórico-metodológica, gerem conhecimentos novos para a área e contribuições para o avanço da pesquisa em Ensino de Química.

Em 2015, a Revista Química Nova na Escola (QNEsc) completou seus 20 anos de publicação. Mais do que isso, essa data marcou 20 anos de constituição, desenvolvimento e legitimação de uma comunidade preocupada com os processos de ensino, aprendizagem, teorização, problematização e pesquisa dos modos de se produzir conhecimentos e saberes escolares, pedagógicos, técnicos, docentes, dentre tantos outros correlatos ao universo do educar em Química. Como forma de celebração, a QNEsc publicou, em dezembro de 2015, uma edição especial comemorativa, na qual se fazem presentes tanto análises gerais acerca das produções da revista quanto proposições e direcionamentos para avanços da área em níveis nacional e internacional (Revista Química Nova na Escola, 2015).

Centrada na divulgação de pesquisas no campo da Educação Química, com vistas ao aprimoramento das práticas de sala de aula e da formação de professores e professoras da área da Química (Revista Química Nova na Escola, 2013; 1995), a QNEsc é publicada ininterruptamente desde 1995. Ela foi idealizada inicialmente em 1994, no VII Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), momento em que a conjuntura da época colocava como urgente a necessidade de se pensar a respeito das práticas da sala de aula de Química. A partir de seu foco, em sua existência, a revista já publicou, além dos números usuais, uma série de oito Cadernos Temáticos e um conjunto de vídeos (que totalizam cerca de quatro horas de duração) com a intenção de serem distribuídos massivamente às escolas da Educação Básica para qualificar a Química escolar.

Em sua constituição, a QNEsc consubstancia um ambiente que tanto busca uma identidade para a Química trabalhada na escola quanto propõe um modo de falar acerca dessa escola, da formação de professores, de metodologias, de conceitos químicos, de ensaios de laboratórios, de adaptações, transposições, recontextualizações, entre outros componentes da prática da Química escolar. Isso a diferencia dos antigos projetos de educação científica, que, conforme alguns estudos (Krasilchik, 2000), tinham por base qualificar as ciências na escola e aproximá-las mais às noções de redescoberta e de cientificidade. Aliado a isso, a QNEsc também se distingue de outras revistas científicas já existentes à época de sua inauguração, uma vez que os focos destas não estavam especificamente na formação de professores em nível básico no Brasil (Bejarano e Carvalho, 2000). Conforme apontam Santos e Porto (2013), o perfil organizado pela QNEsc, destinado à ação de formação de professores na Educação Básica, trouxe um diferencial às publicações periódicas e contribuiu significativamente com a discussão do conhecimento químico e seus processos de ensino e aprendizagem. Tal importância é notada, segundo os mesmos autores, quando se percebe que a QNEsc também contribuiu como inspiração à organização de outras revistas no campo da Educação Química fora do Brasil e, ainda, de outros campos, como do Ensino de Física.

Reiterando esse cenário de destaque da QNEsc na ação e problematização da Química trabalhada no espaço da escola,

Schnetzler (2002, p. 20) aponta que, embora uma revista como a Química Nova já apresentasse sua seção de “Educação” desde 1980, já em seus primeiros sete anos de existência a QNEsc “(...) publicou e divulgou 177 artigos, contrastando com 173 publicados na seção de educação da revista Química Nova durante 24 anos”.

Desse modo, a QNEsc emerge como um acontecimento importante na constituição e legitimação da área da Educação Química, cujo foco e ênfase a destacam entre as outras revistas existentes no campo e a permitem ser um dos marcos das discussões brasileiras no tocante ao ensino da Química no contexto escolarizado. Em seu percurso de consolidação e ampliação, é necessário marcar, ainda, que, embora grande parte dos estudos remeta à Educação Básica, é crescente nessa revista, nos últimos anos, a publicação de pesquisas focadas no Ensino Superior da Química (Castro *et al.*, 2015; Santos *et al.*, 2014; Braibante e Wollmann, 2012).

Com essa multiplicidade de propostas voltadas à produção de saberes e conhecimentos no campo da Química e, particularmente, da Química na escola, a QNEsc foi ganhando destaque no campo da Educação Química, de modo que, em geral, autores que com ela contribuem reconhecem:

(...) a troca de idéias entre químicos e educadores químicos é de fundamental importância para a produção de novas compreensões do que é básico e importante a ser ensinado no campo da Química para as novas gerações (...) [e, ainda,] a atenção e seriedade que dão os químicos às questões educacionais e os educadores químicos às questões da Química nos deixa [educadores químicos] convictos que aquilo que publicamos é a melhor compreensão sobre determinado assunto ou tema, em cada uma das seções, e que aquilo é adequado sob o ponto de vista da Química e da Educação em Química (Revista Química Nova na Escola, 2008, p. 1).

Destacada por essas características, a revista ainda se sobressai por sua atuação política e inserção nas questões correlatas à educação nacional. Basicamente, as políticas educacionais, nacionais, regionais e, inclusive, internacionais, para o campo das ciências e, em especial, da Química, tiveram como articuladores, em certo ponto, algum autor da revista e, também, em vários de seus editoriais, ela marca sua presença política ao colocar questões importantes à educação, como financiamento, currículo, propostas governamentais, dentre outros aspectos.

É necessário assinalar que a emergência da área da Educação Química não se dá unicamente a partir da constituição da QNEsc. Conforme apontam Santos e Porto (2013), Nardi (2007), Cachapuz *et al.* (2005), Mortimer (2004), dentre outros, percebemos a proposição e desenvolvimento da área aliados ao movimento de intensificação de encontros, eventos e pesquisas

nesse campo. Dessa forma, a QNEsc se configura como um modo diferenciado, identitário, abrangente e disperso de uma revista atuante e mobilizadora de ações e processos no campo da Educação Química. Sua presença no cenário educacional desde 1995, sua publicação contínua, os diferentes materiais produzidos, o espaço de participação de químicos e educadores químicos e sua atuação política fazem notar que a revista apresenta uma força bem consolidada e uma grande abrangência em nível nacional e internacional (Ramos *et al.*, 2015; Cachapuz, 2015; Caamaño; 2015; Santos e Porto, 2013; Mortimer, 2004).

Esse conjunto amplo de publicações, colaboradores e outros modos de produções, torna a revista Química Nova na Escola um material potente de análise da Educação Química na atualidade, particularmente a brasileira, bem como um instrumento de produção de saberes em Educação Química que merece ser, cada vez mais, divulgado.

No conjunto dessas comemorações e produções que visam, por um lado, valorizar e comemorar o que o campo da Educação Química brasileira vem produzindo ao longo de mais de duas décadas de trabalho e, por outro, problematizar essa produção no sentido de sempre qualificar os debates e investigações, buscamos com este texto colaborar com as discussões a partir de uma análise empreendida durante os estudos de doutorado do primeiro autor. Tomando como foco a Educação Química, foi investigada a produção do discurso dessa área, buscando evidenciar e assinalar a emergência de enunciado(s) que a organizasse(m) (Foucault, 2011). De modo geral e conforme explicitaremos, evidenciamos que, para o campo da Educação Química, sistematicamente se faz presente e ronda as práticas um enunciado que remete à necessária existência de um centramento no sujeito aluno do processo, dando-se destaque a seu nível cognitivo. Esses elementos marcam a ação de algo que, por conta de sua constituição enunciativa, organiza as práticas, regula os ditos e encaminha ações desse campo que constitui e do qual é, imanentemente, constituído.

Neste texto, para dar conta de analisar a produção do discurso e do enunciado que emerge no campo da Educação Química, realizaremos um caminho que passará pela explicitação da escolha de utilização da análise de discurso ao longo da investigação, pela constituição do *corpus* da pesquisa e os pressupostos teóricos tomados e, efetivamente, pelos elementos analíticos que emergiram. Desse modo, colaboramos, por um lado, com a valorização e comemoração do desenvolvimento dessa área, assim como, por outro, realizamos uma reflexão e análise daquilo que se consubstancia numa comunidade que atua, milita e produz junto e a partir da revista Química Nova na Escola.

A escolha de um modo particular de olhar para o estudo: a análise de discurso

Não é estranha à comunidade da Educação em Ciências, e da Educação Química em particular, a utilização da análise

de discurso como uma ferramenta teórica para o desenvolvimento das pesquisas (Nardi, 2007; Martins, 2007). Em função de ser uma proposta plural e difundida a partir de diferentes vieses teóricos, existem múltiplas linhas de pensamento que tratam sobre ela (Caregnato e Mutti, 2006; Pinhão e Martins, 2009). No campo geral de investigações em Educação e no campo linguístico, a variação entre um grupo e outro se faz, sistematicamente, a partir de como estes compreendem a noção de discurso.

Em relação à Educação Química, seguidamente há apropriação da análise de discurso a partir de linhas teóricas tais como, por exemplo, as defendidas por Orlandi (Ferreira e Queiroz, 2011; Santos e Queiroz, 2007; Nardi e Almeida, 2007) e Bakthin (Cirino; Souza, 2008; Sepulveda; El Hani, 2006). Ainda, tal é a multiplicidade de modos de trabalho com as noções de discurso que, na atualidade da Educação Química, é crescente a utilização da integração de uma vertente da análise do discurso com outra da análise de conteúdo a partir daquilo denominado como Análise Textual Discursiva (Galiuzzi e Ramos, 2013; Moraes e Galiuzzi, 2007; Galiuzzi e Moraes, 2006; Moraes, 2003).

Dada a reconhecida importância da análise de discurso, nossa pesquisa também se localiza nesse campo teórico-analítico. Partindo de questões como: quais seriam e como se construiriam as *regras do jogo* que é traçado quando nós trabalhamos numa aula de química? O que se entende e como se organizam o que se diz serem *conteúdos básicos* no trabalho de uma química pensada para a escola? Quais seriam esses? Como cada sujeito é inserido nesse espaço e nele deverá atuar? De que aula de Química efetivamente nós aprendemos a falar, falamos e buscamos que nossos alunos falem ao longo de suas/nossas aulas? Em suma, podemos coagular essas questões de pesquisa em: como, na atualidade, descrever e explicar um jogo que age em cada cena vivenciada, em cada aula realizada, que (re)atualiza conceitos, propõe novas práticas, explode ou concentra diferentes posicionamentos?

Tendo em vista essas questões, percebemos a potencialidade de utilização da análise de discurso em nossa investigação. Todavia, em face da pluralidade de noções e conceituações a utilizar, vimos como apropriado a essas questões um modo particular de pesquisa, traçada com base nas ideias de Michel Foucault e autores associados. Estes nos possibilitaram compreender nosso objeto de pesquisa, a Educação Química, e os elementos de sua constituição num nível arqueológico e genealógico. Isso porque, diferentemente das análises de discurso usualmente empreendidas, a análise com base no ferramental foucaultiano permite analisar as regras de produção de um discurso, suas relações com outros discursos e sua dispersão, bem como permite enfatizar as lutas de nível microfísico (Foucault, 2013), afastando-se, ao mesmo tempo, de questões semióticas, ideológicas, de mediação ou centradas num imaginário. Esse tipo de investigação propõe não apenas dar destaque a “grandes” pesquisas ou “pesquisadores

representativos” (Nardi e Almeida, 2007), mas evidenciar uma dispersão das falas, dos ditos, dos tempos nos quais o discurso é produzido. Isso permite considerar diferentes sujeitos, ditos e falas dispersas, que se organizam a partir de um ponto de controle do discurso, que nos possibilita discutir e nos apropriar de um enunciado que ordene esse campo, que trace suas regras e encadeamentos. Se, de uma perspectiva, Nardi e Almeida (2007) investigaram a constituição da área de Ensino de Ciências e Pinhão e Martins (2008) analisaram as propostas de análise de discurso empreendida no Brasil entre 1998 e 2008, as conceituações foucaultianas nos permitiram diferenciar-nos de estudos como estes ao pôr em evidência os elementos a partir dos quais o campo da Educação Química se organiza e, assim, se constitui, dando destaque à produção do(s) seu(s) enunciado(s).

Isso se relaciona com a possibilidade de estranhamento entre aquilo que sistematicamente vem sendo produzindo e o olhar que esse tipo de pesquisa estabelece, pois tal perspectiva exige o rompimento de metanarrativas, ou seja, exige uma explosão das verdades transcendentais assumidas de pronto. Essas verdades podem ser definidas como algo tratado como se já fosse válido mesmo antes de sua proposição; seriam verdades em si. E vimos isso ser recorrente tanto nos trabalhos citados quanto nas análises que efetivamos nas produções da comunidade, que traziam falas a respeito dos conteúdos escolares de Química, das estratégias utilizadas, dos próprios sujeitos dessa área (alunos, professores, pesquisadores, autores, etc.), dentre outros elementos. A cada momento que investigávamos as questões propostas e seus desdobramentos, nos deparávamos com *verdades* que, ao serem postas de chofre com um aparato histórico (às vezes ainda recente), se viam problematizadas.

Num sentido geral, esse tipo de destaque, afastamento, negação e problematização de metanarrativas não são encontrados na grande maioria das bases conceituais de análise de discurso usualmente empregadas, uma vez que estas, em certo ponto, partem, justamente, de noções empregadas numa coletividade, as quais têm por base uma noção transcendental.

A partir do referencial utilizado (ainda de emprego incipiente no campo da Educação em Ciências), evidenciamos um modo de olhar distinto para os acontecimentos, ações, organizações, verdades e dinâmicas que ocorrem e que são marcados nos trabalhos publicados dessa área, não compreendendo estes apenas como inseridos num campo, mas como acontecimentos que partilham, reforçam e produzem determinadas verdades constituidoras desse campo.

A análise de discurso aqui utilizada permite olharmos de um modo distinto de outros já recorrentes e estabelecidos no campo no qual nos inserimos. Isso implica, em vez de contradições e exclusões, em uma colaboração, por diferentes pontos de ataque e investigação, de nosso estudo com as discussões já presentes e vindouras, mesmo que em outros referenciais analíticos, no campo que analisamos e nos integramos.

Discurso e poder: bases para uma análise

Uma vez explicitadas as ideias gerais que assumimos para a análise de discurso com base nos estudos foucaultianos, cabe desenvolver, brevemente, alguns elementos conceituais centrais com os quais operamos ao longo da pesquisa – que não são ainda tão usuais no campo da Educação em Ciências – o discurso e o poder.

Discurso

Nosso trabalho considerou o discurso como prática – e isso é fundamental. A ideia de que não há nada por detrás ou por debaixo dele, mas apenas em seu nível de existência, em seu nível de prática, é a base deste trabalho. Em Foucault, tomamos o discurso como algo complexo, de modo que

(...) gostaria de mostrar que os “discursos”, tais como podemos ouvi-los, tais como podemos lê-los sob a forma de texto, **não são**, como se poderia esperar, um puro e simples entrecruzamento de coisas e palavras: trama obscura das coisas, cadeia manifesta, visível e colorida das palavras; gostaria de mostrar que o discurso **não é** uma estreita superfície de contato, ou de confronto, entre uma realidade e uma língua, o intrincamento entre um léxico e uma experiência; (...) Certamente os discursos são feitos de signos; mas o que fazem é mais que utilizar esses signos para designar coisas. É esse *mais* que os torna irredutíveis à língua e ao ato de fala. É esse “mais” que é preciso fazer aparecer e que é preciso descrever (Foucault, 2009, p. 54-55, grifos nossos).

Quando fala do discurso, Foucault pinta um cenário que vai além daquilo que está somente na relação entre as coisas e as palavras; que não se limita numa simplicidade ingênua, mas que se desenvolve sobre um processo complexo.

Assumir isso implicou em esclarecer algumas condições para a constituição dos discursos: primeiramente, o discurso em nível de prática apresenta uma temporalidade, porém sua cronologia não é exatamente cumulativa, isto é, o discurso nesse viés tem uma relação com o tempo que não é de direta acumulação ou sobreposição, mas de ocorrências, retiradas, novas proposições e esquecimentos.

Em segundo lugar, desde a consideração da formação de uma teia discursiva, de uma temporalidade e das questões que mobilizam a pesquisa, é necessário conceber a existência de regras de formação como condição para o discurso. Ele é controlado, selecionado, organizado e redistribuído, pois necessita ser pensado segundo determinados jogos que tornam possível sua constituição (Foucault, 2011). Conforme bem sumariza Fischer (1996, p. 106):

A formação discursiva deve ser vista, antes de qualquer coisa, como “princípio de dispersão e re-partição” dos enunciados (idem, p. 124), segundo o qual se “sabe” o que se pode e o que deve ser dito, dentro de um determinado campo e de acordo com uma certa posição que se ocupa neste campo. Ela funcionaria como uma “matriz de sentido”, e os falantes nela se reconheceriam, porque as significações ali parecem óbvias, naturais.

Utilizar essas conceituações de discurso neste estudo marca a necessidade de alguns elementos do discurso da Educação Química estarem presentes para se considerar um dito incluído em suas fronteiras. Ou seja, é necessário que qualquer pronúncia ou ato, para serem incluídos neste campo, sigam determinadas regras de formação. Assumir isso para o discurso é colocar, nesta pesquisa, suas questões iniciais e referencial teórico lado a lado; é espreitar os *jogos* que desejamos estudar na constituição da Educação Química.

Terceira condição: em nosso trabalho, o discurso será compreendido e definido a partir de um de seus elementos centrais, o enunciado. Isso implica em dizer que, para demarcar o discurso acerca da Química trabalhada na escola, cuja centralidade de investigação está na atual Educação Química, investigada por meio da revista Química Nova na Escola, esquadrinhá-lo será um estudo sobre o enunciado que o sustenta.

A partir dessa ideia, nosso estudo colocou em evidência a produção de um enunciado que reiteradamente vimos se dispersar e aparecer nas falas e propostas da Educação Química analisada. Isso implicará na constituição de relações possíveis de se estabelecer nesse conjunto discursivo, uma vez que, segundo Foucault (2009), nos referiremos à raridade dos enunciados e sua dinâmica.

Essas apropriações realizadas sobre a conceituação de discurso fizeram nossa discussão e estratégia de trabalho se dirigirem à investigação desse enunciado a partir de algumas perguntas: como ele se materializa no campo da Educação Química? Quais seriam sua forma e efeitos em outros elementos do discurso da Educação Química? Quais cruzamentos ele perpassa e sustenta nesse campo? A partir de Foucault (2009) sondamos a constituição desse enunciado, compreendendo que ele exigia quatro elementos: i) apresentar um espaço de diferenciação de outros enunciados, ii) ter uma materialidade, iii) abrir um espaço a ser ocupado por posições subjetivas e iv) possuir um campo no qual ele se associe a outros enunciados. Essas exigências se relacionam diretamente com os domínios que investigamos nos materiais analisados: i) o domínio das posições subjetivas, ii) das escolhas estratégicas, iii) da formação dos conceitos e iv) da formação dos objetos (Foucault, 2009).

Poder

Enquanto, de um lado, o discurso será prática, de outro, as

relações que essa prática exige correspondem, também, à ideia de poder. Para compreender isso, cabe dizer que tomaremos o poder a partir de uma série de negações gerais. São elas: O poder não será i) um conjunto de instituições que garantem a sujeição de uns e outros; ii) algo que possui um ponto central, origem ou elemento principal; iii) algo que se possua ou possa ser trocado; iv) algo global ou unitário, que dê conta de tudo do mesmo modo; v) algo que se desdobra sobre uma idealidade totalmente abstrata ou imaterial.

Essas cinco ideias se relacionam profundamente com a questão do discurso, uma vez que em todas as relações que estabelecemos neste estudo, há uma ação de poder. Assim, ao negar a localização ou emanção de instituições, colocamos o pressuposto de que, ao falar da Educação Química, não analisaremos uma relação e o discurso produzido *na escola* ou *na universidade*. Pela perspectiva discursiva adotada, não estudamos a prática dada em um local. Ao contrário, o que há é um processo analítico que apreende relações que constituirão essa escola, esse lugar. Assim, nossos estudos tomam a existência de poderes que percorrem, atravessam e constituem essa escola, os sujeitos, a Educação Química etc., e isso marca mais uma diferença de nossa pesquisa e referencial em comparação àquelas já usuais nesse campo.

Com isso, nossa pesquisa teve por base um poder que se espalha e atravessa vários níveis, ou seja, ele não possui um ponto central, origem ou elemento principal, mas circula. Isso implica em assumir um aspecto *relacional* a respeito dele. “Rigorosamente falando, o poder não existe; existem práticas ou relações de poder” (Machado, 2013, p. 17) e, se assim for entendido, não é mais viável levá-lo estaticamente para fora dessas práticas e localizá-lo num ponto original, seja este um indivíduo, uma instituição, um acontecimento, uma ideologia, uma situação econômica etc.

Onipresença do poder: não porque tenha o privilégio de agrupar tudo sob sua invencível unidade, mas porque se produz a cada instante, em todos os pontos, ou melhor, em toda a relação entre um ponto e outro. O poder está em toda parte; não porque englobe tudo e sim porque provém de todos os lugares (Foucault, 1988, p. 103).

O poder é ato; somente existe em ação. Com isso, percebe-se que o poder não é único, não se desenvolve ou se aplica de modo igual a diferentes espaços ou sujeitos. Isso significa que ele possui diferentes nuances. De modo resumido: o poder é heterogêneo. Se ele é relação, se ele se vincula ao discurso como prática, as diferentes práticas e relações requerem formas diferentes de poder.

A última negativa que marca a localização teórica deste estudo se refere à necessária materialidade do poder. Embora os discursos, poderes, conhecimentos, saberes, etc. não sejam materiais, não sejam possíveis de serem comprimidos,

repartidos ou mensurados, só é possível analisá-los nos processos, e, aí sim, esses processos produzem materialidades, efetivamente físicas, como, por exemplo, uma pesquisa materializada nas páginas de uma revista. Segundo Foucault (2011, p. 57-58),

Certamente o acontecimento não é nem substância nem acidente, nem qualidade, nem processo; o acontecimento não é da ordem dos corpos. Entretanto, ele não é imaterial; é sempre no âmbito da materialidade que ele se efetiva, que é efeito; ele possui seu lugar e consiste na relação, coexistência, dispersão, recorte, acumulação, seleção de elementos materiais; não é ato nem a propriedade de um corpo; produz-se como efeito de e em uma dispersão material. Digamos que a filosofia do acontecimento deveria avançar na direção paradoxal, à primeira vista, de um materialismo do incorporal.

Trazer em voga tais elementos significa olhar para as questões iniciais da pesquisa, readequá-las ao desenvolvimento do trabalho e compreender como elas são mobilizadas e envolvem as discussões referentes ao discurso e sua integração necessária ao poder.

Metodologia da pesquisa

O modo como este estudo compreendeu a análise de discurso, associada às propostas de Michel Foucault e autores próximos a ele, evidencia uma forma particular de constituir a pesquisa como um todo. É nesse sentido que, consoante com os pressupostos gerais apresentados acima e buscando em outras investigações de mesma linha teórica possibilidades de constituição da pesquisa, encontramos na Análise Temática uma potente estratégia analítico-metodológica (Álvarez-Gallego, 2014; 2013; Marín-Díaz, 2012; 2009). Ela evidencia um modo de organizar e fazer emergir, num procedimento só, elementos próprios ao problema de pesquisa, os quais vimos como estando relacionados tanto a questões arqueológicas (Foucault, 2011; 2009; 1987) quanto genealógicas (Foucault, 2013; 2011), sendo a primeira responsável por evidenciar principalmente o discurso e seu elemento fulcral, o enunciado (Foucault, 2008), enquanto a segunda permitiu estabelecer distintas relações no campo estudado e, principalmente, evidenciar relações de poder.

De acordo com Marín-Díaz (2012), a Análise Temática possibilita quebrar com a suposta unidade de cada material, desarticulando-o nas ideias principais que o constituem. Esse processo permite, num momento posterior, identificar recorrências, dispersões, inaugurações e continuidades, fazendo emergir daí possíveis enunciados. Estes permitem rearticular interna e externamente os diferentes materiais analisados, organizando

os modos e as forças que agem na elaboração dos ditos, das falas, das práticas do discurso que se analisa.

Uma organização possível do trabalho com a Análise Temática pode ser dada em três grandes movimentos de pesquisa: a) seleção, ordenação e pré-leitura dos materiais; b) tematização dos documentos e; c) leitura crítica e cruzamentos (Álvarez-Gallego, 2014; 2013; Marín-Díaz, 2012; 2009).

Na primeira etapa há o processo de seleção dos materiais que busquem dar conta da própria problematização que se impõe à pesquisa. Em nosso caso, a problematização inicial buscava compreender e evidenciar o modo de produção de um educar em Química. Desejávamos esquadrihar o enunciado que animava esse campo e os modos como ele era (re)produzido e posto em prática. Ao realizar a primeira etapa de seleção a partir do problema de pesquisa, muitos materiais surgiram, mas, conforme se destacou acima e as primeiras leituras indicaram, a abrangência, a importância e a constante ação da QNesc no cenário da Educação Química possibilitaram que ela fosse eleita como material de análise.

Após selecionado o primeiro recorte do corpus, pela Análise Temática há a proposta de realização de uma nova leitura ampla daqueles materiais selecionados a fim de criar uma visão da dimensão na qual se projeta a pesquisa. Dessa ampla leitura, do volume de materiais publicados na QNesc e das etapas de análise, evidenciamos uma quantidade de documentos a analisar para além do necessário a esse tipo de estratégia. Dessa forma, esse processo exigiu a realização de novos recortes, de modo que, neste estudo, foram consideradas para o *corpus* duas seções da revista: *Conceitos Científicos em Destaque* e *Relatos de Sala de Aula*. Embora, em um primeiro momento, pareça haver uma redução da pluralidade de textos apresentados pela revista, salientamos que ambas as seções compreenderam a maior parte de textos publicados no período analisado. Ainda, é mister reforçar que nossa investigação buscou elementos que se organizam no nível da prática discursiva, ou seja, assumiu-se a ideia de dispersão do discurso e, portanto, que as seções incluídas na análise, por estarem num conjunto de uma revista, têm elementos que se cruzam, articulam e colaboram com as seções excluídas do processo analítico. Nesse recorte há, assim, elementos mais basais e construtores do próprio discurso no qual esses textos foram produzidos, que evidenciamos da leitura ampla dos textos da revista. Isso mostra porque nos preocupamos menos com quais conceitos eram problematizados, do que, por exemplo, com o destaque à recorrência, seja numa ou noutra seção, sempre dos mesmos conceitos e, junto a eles, elementos discursivos comuns que os sustentavam. Aliada a essa definição teórica do recorte, a escolha da primeira seção também se pauta em valorizar os modos como a comunidade da Educação Química fala e recebe o próprio campo conceitual da Química e sua existência como disciplina, enquanto a da outra refere-se à Química que se produz na escola, seus temas, conceitos e pressupostos que se relatam. Complementarmente, os editoriais

também foram analisados em função de sua característica de marcar o contexto de cada número da revista.

Constituído o grande *corpus*, o segundo processo, de tematização dos documentos, permitiu trabalhar com a dispersão do discurso e com a extensão das relações das forças. Para isso, operamos o fichamento dos textos selecionados para compor o *corpus* analítico. A proposta de sua organização em fichas busca permitir ao analista a realização de sua explosão em unidades, as quais, ao serem produzidas, não correspondem mais ao texto (embora haja sua referência), mas constituem unidades anônimas, que não pertencem mais a determinado autor e que se inserem num espaço puramente da prática discursiva (Álvarez-Gallego, 2014)¹.

Uma vez desconstruído o texto, ou seja, postas como dispersão discursiva as unidades criadas, cabe ao analista organizá-las e tematizá-las. Nesse processo, recorrências, repetições e sentidos compartilhados vão compondo um grupo de discursividades. Não apenas estas, as inovações ou, ainda, as exclusões ou rupturas também são importantes à análise, de modo que a articulação de todos esses elementos permite criar uma cartografia do espaço em análise. De modo geral, um exemplo da tematização realizada às unidades fichadas pode ser observado na tabela 1.

Após as etapas de organização, seleção, pré-leitura e tematização, a última fase do processo metodológico corresponde à leitura crítica das tematizações realizadas e ao cruzamento dos diversos elementos discursivos e das relações de poder constituídas. É nesse ponto que surge a construção do próprio texto-analítico e dos confrontos que nele se apresentam para mostrar o que emerge como resultados da pesquisa.

Embora esse processo seja, à primeira vista, similar a outros já empregados no campo da Educação em Ciências, destacamos que sua diferenciação se dá muito mais no sentido teórico-analítico do que no sentido metodológico-operacional. De modo geral, a ênfase que a Análise Temática traz está sempre voltada ao estabelecimento de relações, à evidência da dispersão de um discurso, da regularidade ou modificação repentina de ideias. Esses elementos são fulcrais para o mapeamento das relações discursivas e se diferenciam dos processos de análise de discurso usualmente empregado no campo da Educação Química, como em Ferreira e Queiroz (2011), Sepulveda e El Hani (2006), dentre outros – principalmente por não requerer e nem ser necessário uma discussão quantitativa das frequências ou recorrências, mas sim uma explicitação de suas relações e ação no campo discursivo, a exemplo de Marín-Díaz (2012). Essa análise, ao produzir

Tabela 1: Exemplo de uma unidade de análise para o tema Estratégias e Metodologias. São apresentados o código do tema, o tema ao qual a unidade faz parte, os elementos do tema e dois excertos comentados que deram origem ao tema.

Fichamento do Espaço Dizível – Conceitos e Objetos Discursivos			
Cód.	Tema	Elementos do tema	Excertos (antes de cada trecho ou série de trechos é indicado o número do Documento original de que foi retirado; cada parágrafo indica um trecho diferente)
EDCO10	Estratégias e metodologias	<ul style="list-style-type: none"> -Centralidade das estratégias de ensino; -Estratégias e metodologias são as “responsáveis” pela aprendizagem dos conceitos e conteúdos químicos; - Sucesso do trabalho com os conceitos químicos buscado por meio da estratégia empregada; -Pensar nas estratégias é fazer um esforço para se distanciar do ensino tradicional; -Estratégias e metodologias como elementos que reforçam os conteúdos (ao não problematizá-los); 	<p>72</p> <p>Reflete-se sobre as metodologias e estratégias, não sobre os possíveis conhecimentos que seriam mais produtivos: “Além de refletir sobre as metodologias e estratégias utilizadas para efetivar a inclusão, eles também romperam preconceitos e expandiram horizontes e possibilidades”. (p. 32)</p> <p>165</p> <p>A estratégia é complexa e aberta, mas tem-se de voltar aos conteúdos tradicionais de ensino: “O conhecimento proporcionado pelo enfrentamento de problemas autênticos demanda uma construção coletiva paulatinamente pensada, por meio do ativo envolvimento do aprendiz e da mediação do professor, além de estratégias particulares de ensino. A própria definição de temas deve ser pensada no âmbito de cada contexto em que a escola está inserida, segundo o interesse dos alunos e de forma que permita uma convergência para os tópicos do conteúdo tradicionalmente planejados”. (p. 7)</p>

os cruzamentos, explicita uma ordem discursiva do próprio conjunto que se investiga.

Em termos de estabelecimento do *corpus*, de acordo com as conceituações trazidas na pesquisa, os editoriais e as duas seções escolhidas foram analisados desde o primeiro volume da revista (1995), até o momento de composição do *corpus* (agosto de 2014), compreendendo um período de 19 anos e resultando em 198 documentos (equivalentes a mais de um terço dos artigos publicados). A cada um deles foi atribuído um número entre 2 e 199, de modo que as análises que aparecerão no texto farão referência a esse número de identificação.

Por fim, cabe destacar que, no processo de construção da pesquisa, em função das conceituações mobilizadas, também foi preciso buscar um espaço de diferenciação do discurso analisado. Um campo discursivo, ao ser pesquisado, pode ser evidenciado em sua diferenciação a outro campo discursivo. Dessa forma, é essa a função que outro dos materiais utilizados em nosso estudo tem: o de marcar a diferenciação de um espaço de discursividade para outro, salientando suas distâncias, regras e, em certa medida, recorrência. Embora não seja o foco deste texto assinalar com tamanha intensidade essas diferenciações, é preciso reiterar a importância ao processo analítico que esse espaço de diferenciação tem. Assim, buscamos no livro de Arnaldo Carneiro Leão, de 1936, intitulado *Química: iniciação ao estudo dos fenômenos químicos – de acordo com o programa oficial para a terceira série* a constituição desse espaço. A escolha desse livro se justifica por sua presença (historicamente localizada) fora do eixo demarcado pela Educação Química. Em termos dos critérios utilizados para elegê-lo como espaço de diferenciação, destacaram-se: 1) a acessibilidade do tipo de material escolhido (livro didático); 2) a autoria, disponibilidade e distribuição nacional; 3) a apresentação de uma relação com as questões oficiais de sua época, como o programa oficial apresentado, a política nacional, etc.; 4) a presença, em algum momento, de uma preocupação em ensinar química e discuti-la no espaço da escola. Assim, embora outros materiais apresentassem esses elementos, apenas o livro selecionado expôs todos eles de modo integrado. Ainda, uma análise global nos demais materiais encontrados evidenciou que eles apresentavam os mesmos conteúdos, no sentido de que *continham* tanto conceitos, quanto modos de falar, de propor ideias, muito semelhantes.

As estratégias utilizadas de leitura geral, pré-análise, desconstrução, tematização e diferenciação possibilitaram evidenciar a emergência de cinco grandes temas que vimos recorrentes e constituintes de um discurso da Educação Química. Ao estudar esses temas gerados na Análise Temática, pudemos identificar uma *ideia* geral que os reunia sob um mesmo aspecto e, de certo modo, os regulava, sendo esta compreendida como o próprio enunciado. Sobre os temas, eles podem ser caracterizados como: a recorrência de uma formação para cidadania, o centramento em estratégias didáticas, a necessidade da presença de uma interdisciplinaridade, a profunda relação entre

a disciplina de química e a cognição e, por fim, a emergência de um determinado tipo de aluno que se forma ou se deseja formar nesse espaço. Todos esses temas, ao serem analisados, encaminham a um núcleo comum que os organizava, o qual compreendemos ser a função enunciativa desse discurso. Tal função pode ser expressa a partir de um tipo muito especificado de sujeito aluno, o qual apresentará uma estrutura cognitiva determinada, sendo tomado como ponto segundo o qual os demais sujeitos e as próprias práticas desse processo deverão se organizar.

O discurso da Educação Química: a emergência de um enunciado

Todo o caminho analítico buscou, na pesquisa realizada, esquadriar o discurso produzido e efeito de um *fazer* Educação Química (sua prática) a partir de um espaço reconhecido de investigações e publicização de ações, a revista Química Nova na Escola. Nesse processo, os temas constituídos puseram em evidência determinado enunciado organizador do discurso desse campo. Para melhor compreendê-lo, faz-se necessário apresentar cada tema que emergiu na análise e como estes contribuíram para a marcação do enunciado e, assim, do próprio discurso.

A cidadania

De que modo podemos afirmar que a cidadania é um tema que se faz presente no discurso da Educação Química e é um dos elementos que o organiza? Percebemos que o chamamento à formação cidadã, à produção de um sujeito cidadão, à preocupação com a vida, com a tomada de decisão e o posicionamento de sujeitos atuantes é recorrente em grande parte dos textos. Obviamente, isso não ocorre somente na Educação Química analisada, mas a perpassa e se coloca como tema de seu discurso.

De modo geral, identificamos que a noção da cidadania passa a ser objeto de problematização a partir de meados do século XX. Em termos de episódios globais, há o fim da Segunda Guerra Mundial; surge um grande número de novas proposições científicas que invertem uma série de crenças – particularmente aquelas referentes às noções relativísticas e quânticas –, bem como o encaminhamento à cientificação alavancado pela Guerra Fria; novos modelos estéticos passam a vigorar, os desdobramentos do que posteriormente se chamará globalização passam a ter efeitos mais intensos; a informatização dá novas dinâmicas às relações das pessoas com as coisas e com os acontecimentos, etc. No contexto brasileiro, o final do período de ditadura, a valorização dos princípios democráticos, a conclamação da população a ser ativa nos processos decisórios da administração do Estado, a expansão dos modos de comunicação no território, a modificação das relações e modelos econômicos adotados, dentre

muitos outros elementos, contribuem para a produção de determinado modo de sujeito e de formas como esse sujeito lida com os saberes e conhecimentos produzidos.

Nas diversas modificações que ocorrem no mundo nessa segunda metade do século XX, uma delas é fundamental para o campo das Ciências – embora nunca isolada – para a intensificação do destaque e chamamento dessa cidadania. Conforme Lopes (1998, p. 128), “situa-se, então, no período pós-guerra, o início de uma fase de valorização do ensino de Ciências, especialmente associado à possibilidade de desenvolvimento científico e tecnológico”. As guerras auxiliaram nesse destaque a partir do ponto em que os próprios sujeitos ocupantes do lugar de mais *iluminados*, os cientistas, viabilizaram uma preocupação com a manutenção da vida na face da Terra a partir dos desenvolvimentos científicos (nomeadamente, as armas de destruição em massa, os novos métodos produtivos, o consumo exacerbado, o gasto energético e não renovável, dentre outros). Não apenas aí, a própria conquista de outros lugares pelo ser humano (como as profundezas do oceano, ou a lua e outros planetas do sistema solar), muito incentivada pelas preocupações bélicas, promoveu a emergência de discussões acerca dos limites éticos, dos direitos humanos, do alcance aceitável para tais desenvolvimentos². Segundo nossa investigação pôde constatar, esse processo de deslocamento de uma visão centrada no conhecimento iluminado para um conhecimento mais atuante e implicado vai marcando a emergência do discurso da Educação Química.

Esse conglomerado de acontecimentos possibilitou um movimento de valorização da vida, cujo principal argumento estava na existência de determinados direitos (não só humanos) que deveriam ser introjetados nos indivíduos. Não bastam somente cultura, polidez, cortesia ou urbanidade – elementos básicos à vida civilizada –, mas faz-se necessário, nessa temporalidade ainda recente de pensamento, o foco na própria objetivação de direitos e deveres – que balizam a noção de cidadania (Santos e Schnetzler, 2014).

Sendo assim, se uma parcela significativa desse deslocamento estava relacionada aos avanços científicos, nada mais natural (na concepção que vai emergindo nesse momento histórico) do que buscar nas próprias ciências um modo de responsabilização pelos desdobramentos daquilo que produziram, e nada mais intenso e menos custoso do que operar por meio da instituição escolar essa formação cidadã. É justamente aqui que a Química ganha seu destaque; é nesse bojo que há uma proveniência (Foucault, 2013) daquilo que emergirá enquanto discurso de uma Educação Química.

É nesse sentido que a prática discursiva dessa área irá se repartir nos vários documentos analisados e reatualizar, seguidamente, a questão cidadã. Neles ela aparecerá ora como um movimento indivíduo-coletividade, ora como compromisso (social, ambiental, ético, etc.), ora como direito (implicado com deveres) dos sujeitos que estão no mundo, ora como a necessária tomada de decisão e posicionamento desses sujeitos.

Trechos como os citados abaixo, aliados aos demais analisados, permitem identificar tais elementos:

A partir da compreensão de conceitos científicos relacionados à temática proposta, tem-se o desenvolvimento das habilidades básicas relativas à formação da cidadania, como a participação e a capacidade de tomada de decisão, pois trazem para a sala de aula discussões de aspectos sociais relevantes, que exigem dos alunos posicionamento crítico quanto a sua solução (Documento 69, p. 34).

Trata-se de formar o cidadão-aluno para sobreviver e atuar de forma responsável e comprometida nesta sociedade científico-tecnológica, na qual a Química aparece como relevante instrumento para investigação, produção de bens e desenvolvimento sócio-econômico e interfere diretamente no cotidiano das pessoas (Documento 123, p. 18).

Se, ao esboçar a questão do discurso, trouxemos a ideia de que sua análise busca evidenciar algo *a mais*, note-se que a questão que se coloca aqui não é a definição ou o detalhamento que qualquer um dos trechos acima opera sobre o conceito de *cidadania*, ou mesmo se o termo aparece ou não. O que se coloca em pauta é *mais* do que isso. Do ponto de vista trazido em nossa pesquisa, ressalta-se que a noção geral de cidadania se constitui como um dos elementos para se produzir a Educação Química. Ensinar Química estará reiteradamente posto como uma ação “que contribua para a formação de cidadãos cada vez mais críticos e bem informados” (Documento 3, p.88). Nesse sentido, a cidadania opera quase como um objetivo desse campo, tal é a sua constância nas falas, de modo que não causam estranhamento trechos que afirmam que “o ensino de Química no Ensino Médio deveria ter como foco as ‘explicações químicas’ necessárias à vida do aluno/cidadão” (Documento 105, p. 19).

Mas a cidadania não é o único tema que é possível constituir ao longo da análise do discurso da Educação Química e na sondagem de seus enunciados. No movimento complexo que há na produção de uma cidadania nesse campo, cada vez mais há a incidência de outros elementos que atuam no nível da proveniência a esse discurso. Tal será também o caso da (re) afirmação da centralidade de se pensarem estratégias didáticas na Educação Química.

As estratégias didáticas como objetos do discurso da Educação Química

Inicialmente, é preciso que explicitemos dois elementos fundamentais do discurso: seus objetos e seus conceitos. Em termos gerais, o primeiro seria definido como um elemento discursivo que não necessitará de qualquer explicação; será,

em certa medida, *naturalizado* em dado discurso e aparecerá nele como algo inerente a ele. O segundo, por sua vez, seria organizado a partir da ideia de ser um componente do discurso que abarca ou congloera outros elementos (Álvarez-Gallego, 2014; Foucault, 2009). É desse modo que os conceitos usualmente virão acompanhados de outras noções que os expliquem – e talvez esta seja a maior oposição de diferenciação entre objeto e conceito: este deve ser explicado, tem de contemplar em sua existência outros elementos mais, enquanto aquele, quanto mais incólume passar, mais solidificado estiver, mais intensamente será um objeto do discurso.

É a partir dessa assunção que poderemos discutir como as estratégias didáticas (também entendidas como metodologias) cada vez mais formam um tema nesse discurso, pois evidenciamos um sistemático recurso a elas enquanto algo não questionado, não problematizado, ou seja, as estratégias operando como um objeto discursivo.

Embora tenhamos percebido que se problematizem as estratégias em si (por exemplo, se proponha ora uma atividade laboratorial, ora uma dinâmica de grupo, ora uma atividade de visitação), a centralidade de sempre recorrer a algum tipo de estratégia didática para aprimorar as aprendizagens não perfez qualquer problema para a Educação Química. Basta ver, em várias pesquisas, que,

(...) ao organizar as atividades a serem desenvolvidas, utilizei estratégias de ensino que favorecessem a participação ativa dos estudantes no processo de construção de conceitos e de (re)significação dos temas trabalhados. Com base nesse pressuposto, no ano letivo de 1996 procurei estruturar atividades a serem desenvolvidas em torno de dois temas centrais: “Propriedades específicas dos materiais” e “Transformações Químicas”. Para os dois temas, priorizei abordagens que privilegiassem o nível macroscópico do conteúdo (...) (Documento 156, p. 16).

Cruzando esse trecho com muitos mais construídos por meio da Análise Temática, as estratégias cada vez mais se ratificaram como uma forma *natural* e mais potente de trabalhar e organizar a química escolar. Ainda, e por implicação quase direta, recebem boa parte da fatia de responsabilidade pela aprendizagem de seus alunos:

(...) sabemos que a escola deve trabalhar a realidade dos alunos e transformá-los em cidadãos conscientes e que o processo de aprendizagem pode ser mediado pela ação do professor com o uso de novas metodologias, que podem despertar o interesse em aprender a cada dia (Documento 19, p. 189).

Com isso, o sucesso do trabalho com os conceitos químicos será buscado por meio da estratégia empregada – a qual deverá

ser, por questão de ordem discursiva, diferente daquela entendida como *tradicional* (memorística, não dialógica, bancária, uniplataforma, etc., que estaria inserida numa racionalidade já superada – tal como a do livro de Arnaldo Carneiro Leão tomado como espaço de diferenciação). Outros trechos reiteram:

Experiências envolvendo a utilização de computador, internet, sistemas multimídia, televisão e cinema na educação em química também são escassas e não devido à falta de equipamentos e recursos nas escolas, mas devido à falta de uma formação didática e tecnológica que permita aos professores conhecer, dominar e integrar essas ferramentas e elementos culturais em suas aulas. É preciso, portanto, formar professores que saibam lidar com essas ferramentas em sala de aula (Documento 21, p. 175).

No movimento de análise, evidenciamos que o centrimento recorrente das ações de sala de aula nas estratégias tem por efeito algo muito interessante: a quase inexistência de trabalhos que, por um lado, questionem qualquer conceito químico³ ou, por outro, que não apresentem alguma proposição de aprimoramento do ensino ou aprendizagem passando por meio de estratégias didáticas⁴. E aqui nos limitaremos apenas a comentar (por conta do espaço deste texto) que, a todo o momento, os conceitos químicos também não são questionados, ou seja, também são tomados como objetos discursivos. Sistemáticamente, se há algum questionamento de que determinado grupo de sujeitos-alunos não compreenderam algo da Química, usualmente opta-se, nesse campo de discursividade, por alterar a estratégia didática utilizada para que tal conceito seja aprendido. Em nenhum momento opta-se por questionar a validade ou a importância desse conceito químico. Isso não tem relação com as seções da revista incluídas ou excluídas da análise, pois, nas primeiras leituras do conjunto geral de textos publicados na QNEsc, também identificamos tais elementos. Dessa questão, um pensamento que construímos ao final da análise – reforçado por discussões como as de Lopes (2013; 2004), que tratam de elementos curriculares nas políticas públicas e sua relação com os processos complexos de seleção e exclusão de saberes válidos – remete a uma conjectura de que, talvez, na ordem discursiva que se apresente, não caiba à escola ou às práticas que nela se constituem discutir os conceitos químicos; a escola não seria autorizada a isso.

Se, conforme já apontou Díaz (2012), a visibilidade total é um sonho, havendo sempre o visibilizável e, portanto, parte sombreada, quando falamos das estratégias enquanto objeto do discurso as colocamos no nível do visível (ainda que nunca totalmente) no discurso da Educação Química. É desse modo que, operando como objeto discursivo, as estratégias colocam sempre uma questão de não evidênciação de outros problemas

que não sejam de método. No Documento 26, por exemplo, depois de se referir a uma série de pesquisas que apontam problemas de compreensão dos conceitos de elemento, substância e mistura, finaliza-se com a solução: há que se “introduzir em sala de aula abordagens diferenciadas que tratem o conhecimento de forma contextualizada e que provoquem mobilização, motivação e aprendizagem nos alunos” (p. 76).

Há outros objetos discursivos na Educação Química, isso é certo. Evidenciamos outras nuances, ocorrências e aparições. Todavia, no tênue limite entre cegueira e não-visibilidade discursiva, as estratégias desempenham sua função de objetos discursivos de modo intenso: elas não são objeto de problematização. Embora se repitam e se reatualizem, elas não são problematizadas a partir do ponto em que não se considera possível outra solução à não-aprendizagem ou ao insucesso e à desmotivação do que a produção de mais e mais estratégias. Mesmo que os conceitos químicos possam ser problemáticos, estes também não se questionam, mas acreditamos que isso somente funcione por que há sempre a recorrência inquestionada à alteração, adaptação ou proposição de novas estratégias. Embora se criem múltiplos modos de operar em sala de aula, é sempre à noção geral de estratégia que se recorre; é sempre pelas estratégias que passam as preocupações com a formação dos alunos e com sua (não-)aprendizagem; é, portanto, nelas que evidenciamos mais um tema que percorre o discurso da Educação Química, forma-o e dele é efeito. Mas ainda nem estratégias, nem cidadania se bastam na produção desse discurso. Sigamos com mais temas evidenciados.

A necessária interdisciplinaridade

O outro tema que percorre e constitui o discurso da Educação Química pode ser determinado como uma *necessária interdisciplinaridade*. Em sua ação, evidenciamos que a interdisciplinaridade é posta em prática tanto como um tipo especial de estratégia (ao lado de outras que evidenciamos) quanto uma lógica que se organiza e é legitimada a partir de determinada leitura possível do mundo. Se a organização disciplinar das coisas, sua integração, expansão e distribuição constituem a lógica que, na atualidade da escola, ainda se opera (Gallo, 1997; Veiga-Neto, 1996), não menos se espera que a interdisciplinaridade seja colocada como necessidade de compreensão e articulação desse mundo fragmentário.

O principal objetivo é construir o conceito de interdisciplinaridade, e de que fatos, acontecimentos históricos e desenvolvimento tecnológico, assim como qualquer atividade humana, não podem ser analisados sob um único ponto de vista, mas relacionando todas as áreas do conhecimento (Documento 52, p. 90).

É, então, agindo pelo modo de ver o mundo e pela potência

de organizar uma série de conteúdos que circulam nessa Educação Química, que a interdisciplinaridade urge nas falas desse campo.

(...) a prática docente está comprometida com um currículo rígido, que prestigia conteúdos desconectados entre si, numa ausência de interdisciplinaridade e, sobretudo, da realidade dos alunos, situação que cria a desvalorização da aula como um local de construção e mudança, tanto dos alunos como dos professores (Documento 16, p. 220).

A apresentação dos conteúdos relacionados às Ciências Naturais durante o Ensino Médio ocorre de maneira fragmentada, provocando o fracionamento do conhecimento em disciplinas isoladas. A configuração e o âmbito dessas disciplinas são frequentemente estabelecidos pelos livros didáticos, que delimitam os conteúdos e a seqüência dos tópicos (Krasilchik, 1998). Nesse contexto, a discussão de temas complexos, como as questões ambientais e os problemas de saúde, fica prejudicada devido à necessidade de combinar conhecimentos de diferentes disciplinas (Morin, 2002) (Documento 121, p. 19).

Dos trechos acima, vê-se que as falas requerem o fazer interdisciplinar (mesmo sem explicitar o termo). Ainda assim, mais do que requerer e indicar a interdisciplinaridade como desejável, essas falas marcam sua prevalência principalmente a partir do contraponto com determinadas formas e práticas diferentes dela (como a disciplinaridade) e, sob o jogo de verdade que se estabelece nesse discurso, estas seriam menos produtivas do que uma proposta interdisciplinar (mais abrangente). Esses elementos constituem, então, um posicionamento disperso e difundido nos trabalhos que assumem a interdisciplinaridade como necessária à Educação Química. Caso essa lógica não seja empregada, não apareça ou se o que se desenvolve não tem abertura a ela, tal prática será criticada ou, num extremo, não estará incluída nesse campo.

Quando esses elementos são tornados visíveis, põe-se a questão de que, se algo é tido como *melhor* e mais *abrangente*, então deverá ser buscado com todas as forças. Considerar isso é se colocar no jogo estabelecido; é perceber os poderes em circulação e sua potencialidade produtora nesse e desse discurso; é compreender que uma fala como “o mundo do vivido, do analógico, do imediato, são contextos que a atividade interdisciplinar precisa atingir, para dissolvê-los e transformá-los em estruturas de pensamento, de ciência, de conhecimento” (Documento 131, p. 30) torna visibilizável, por meio de uma força, o poder que age e se coloca na imanência da Educação Química, integrando no feixe de seu discurso a necessidade dessa interdisciplinaridade. O conjunto dessas ideias indica a proeminência que há do movimento que vê a necessidade de realizar a ampliação da disciplina.

A partir do ponto em que a questão da cidadania aparece no campo da Educação em Ciências e a ela se coaduna um centramento nas estratégias, surgindo modos considerados mais *potentes* de ler e integrar o mundo, aos poucos a análise encaminha elementos que serão recorrentes e que determinarão um perfil de ação do discurso de uma Educação Química.

Disciplina e Cognição

Outro tema que emerge articulado aos demais já assinalados é a relação entre a aprendizagem da disciplina Química (no contexto da Educação Química) e sua relação com a noção de cognição. Este tema pode ser evidenciado a partir da emergência, conjunta, de um sujeito do processo de produção de saberes e conhecimentos.

Tal problematização pode ser compreendida quando, a partir da segunda metade do século XX, destaca-se uma preocupação com a forma como os sujeitos organizam seu pensamento para pensar. Nesse sentido, se, anteriormente, as proposições de Descartes já apontavam um humano que *pensa e existe*, os desdobramentos que ocorreram na episteme moderna trazem o próprio pensamento como objeto de saber. Emergem questões que a resposta cartesiana já não dava conta: como o pensamento se organiza? Como ele se estrutura ou poderia se estruturar? Como poder trabalhar de modo a potencializar a ação desse pensamento? No caso de pensarmos a Química e seus processos educativos, entender o pensamento é um recurso plausível? Em resumo, e jogando com a proposição de Descartes, as perguntas que surgem em dado momento e que terão efeitos no campo da Educação Química podem ser assumidas como: *posto que eu penso, como eu penso e organizo meu pensamento?*

É importante marcar que tais questionamentos emergem de modo interessado a partir de vários campos do conhecimento, o que resulta, em dado momento, em uma busca por destrinchar esse pensamento para sobre ele operar. Os efeitos disso são extremamente potentes e produtivos, pois conhecer esse pensamento pode ser útil para várias finalidades, tais como a de buscar as formas de determinado sujeito expandir melhor seus modos de pensar, de qualificar esse pensamento e de melhor confrontá-lo.

Essas ideias são caras ao campo da Educação porque, a partir da segunda metade do século XX, um de seus intuitos passou a ser buscar modos de possibilitar mais e mais a qualificação do pensamento. Isso implica na própria constituição da aula de química, que tenderá a organizar-se “para ensinar conceitos químicos de forma integrada à estrutura cognitiva dos alunos e à sua realidade” (Documento 76, p. 15) ou que buscarão distanciar, por exemplo, o estudo da química de “um simples processo mecânico de reorganização de fórmulas, que em nada contribuem para o desenvolvimento cognitivo do aluno” (Documento 104, p. 15).

É assim que, centrando o foco neste campo, produz-se uma vontade de saber sobre essa mente e seu pensamento, que

implica, claro, em uma questão de poder, pois, como diria Silvio Gallo (1997, p. 117), “o saber está intimamente relacionado com o poder: conhecer é dominar” e, desse modo, conhecer a mente que pensa, como ela funciona, para a Educação, é algo extremamente desejável, e isso por dois motivos: se conhecer é dominar, se busca aumentar a eficiência daquilo que se domina; ainda, se conhecer é dominar, pode-se exercer de algum modo um controle sobre o que se domina; assim, ao produzir e conhecer a mente, o pensamento e sua estrutura, pode-se exercer sobre esse pensamento um poder capaz de limitá-lo ou reencaminhá-lo para dado direcionamento.

Primeiro, para ensinar significativamente, é necessário conhecer o que o aluno já sabe, embora o saber pertença à estrutura cognitiva do sujeito e seja de natureza idiossincrática. Isso significa que não é um processo simples avaliar o que o sujeito sabe para em seguida agir de acordo. No entanto, é possível encontrar vestígios dos conhecimentos existentes na estrutura cognitiva do sujeito que aprende (Documento 63, p. 199).

No que tange à Educação Química, está claro que tais noções e vontade de saber sobre o pensamento também estão em sua organização. Dadas algumas qualidades evidenciadas acerca do conhecimento químico (abstrato, numenal, teórico, conceitual, etc.), conhecer, dominar e se apropriar dos modos como esse pensamento sobre ele funciona aparece na análise, sistematicamente, como um modo de potencializar sua ação e produzir um entendimento químico objetivado e mais direto. Requer-se nesse discurso quase que uma materialização do imaterial para que se compreendam os aspectos abstratos da ciência Química e, mais ainda, para que seja possível articular tal abstração com o nível fenomenológico e com as experiências vividas a cada dia. É assim que, nos documentos da QNEsc, em relação a um espaço de diferenciação, essas questões próprias ao funcionamento da mente se coordenarão na Educação Química, problematizando questões do tipo: como não trazer os aportes que conhecem como a mente funciona para a produção dos saberes e dos conhecimentos escolares de Química? Como compreender a relação entre o numenal e fenomenológico próprios à Química? Das várias questões possíveis, se evidencia que, em todas elas, encaminha-se uma ordem nesse discurso que não autoriza a qualquer proposta se encaixar no campo da Educação Química se ela não assumir a existência de uma estrutura mental, centrada na cognição. Tal estrutura organiza e dá condições à produção dos saberes e conhecimentos da Química na escola, pois se assume que “é uma construção única, própria de cada um deles [sujeitos do processo de aprendizagem]” (Documento 85, p. 5).

Em termos dos aportes que balizam tais ideias, notamos a forte proeminência de teorizações de nível cognitivo na Educação Química, particularmente aquelas direcionadas

à aprendizagem. É nesse sentido que serão imensamente recorrentes e articuladoras da grande maioria dos processos analisados duas propostas: a da aprendizagem significativa e a do posicionamento sócio-histórico. Embora fundamentalmente distintas em suas ideias iniciais, nossa análise evidenciou que elas são sistematicamente apropriadas pela comunidade da Educação Química, que faz um uso hibridizado (Lopes, 2005) delas:

(...) os alunos chegam às salas de aula com ideias pré-concebidas sobre vários fenômenos e conceitos químicos desenvolvidos nas inúmeras situações que se defrontam em suas vidas. Para os alunos, suas concepções prévias ou alternativas fazem sentido e, por esse motivo são, muitas vezes, tão resistentes a mudanças. Dessa forma, acreditamos que essas concepções poderiam determinar o desenvolvimento de atividades em sala de aula, num processo mediado, de forma a promover a evolução destas. Assim, a aprendizagem é entendida como reorganização, desenvolvimento ou evolução das concepções dos alunos, ou seja, como uma evolução conceitual (Documento 70, p. 24).

Vygotsky (1993) trata a aprendizagem como uma constante negociação de significados. Em muitos casos, percebemos que os estudantes já têm uma noção sobre solubilidade e que esse processo de “negociação” deveria continuar para que a aprendizagem se consolidasse (Documento 70, p. 30).

Analisar isso implica em não trazer aqui a discussão da correção ou apropriação do uso integrado de tais propostas, pois a questão fundamental da pesquisa está em tanto uma quanto outra proposta serem pautadas na cognição e tal centramento mobilizar as condições que modulam e organizam o discurso do campo da Educação Química. Essa dinâmica tem alguns efeitos, um dos quais se articula com outro tema na produção do enunciado sondado.

Aluno como Desejo

Todos os quatro temas da análise trazidos até aqui não poderiam ser mobilizados, tal qual evidenciamos atualmente, sem a presença de outro tema: o do aluno que emerge como desejo. Mas o que isso significa? Evidenciamos nas análises que, quando a Educação Química traz qualquer elemento de como trabalhar conceitos, conteúdos, estratégias ou outros, aparece uma *vontade de formar na aula de Química* um aluno que seja consciente, participativo, que leia o mundo de modo aberto, que tenha condições mentais de associar diferentes conceitos e, por meio da interação, qualificar tais conceitos juntamente com outros sujeitos.

Ao falar dos alunos na Educação Química, não se faz referência a um ser presente nessa disciplina que se corre atrás para modificar, mas que ela cria e não cansa de produzir uma projeção, uma vez que este é seu objeto objetivado, o efeito de seu saber. Sempre se busca algo futuro aos alunos, como “criar o hábito e a atitude de encarar a aprendizagem como um problema, para o qual deve-se encontrar alternativas plausíveis e adequadas” (Documento 104, p.17).

O sujeito-aluno da Educação Química (e talvez de outros campos) é um ser que se objetiva participativo, ativo, com argumentos, interessado, dinâmico, etc. É desse modo que várias dinâmicas, estratégias, conteúdos, lógicas de pensamento e conhecimento de como o próprio pensamento é operado são postos em ação para dar conta de buscar esse aluno-objetivado, esse aluno-desejado. É assim que as práticas desse discurso propõem, por exemplo, que se proporcione aos estudantes um modo de compreender a importância da Química “de forma a conscientizá-los sobre a necessidade de uso correto dos agrotóxicos, e também favorecer o seu desenvolvimento intelectual, despertando-lhes espírito crítico, para que, dessa forma, possam interferir nos seus cotidianos” (Documento 56 p. 31).

Com esses elementos, verificamos, a todo o momento, que, ao se falar dos alunos, fala-se de uma função subjetiva no nível de sua virtualidade, de *vir a ser*. Não se fala ou se pratica aquele aluno que se tem, mas aquele que se deseja formar continuamente. Tais elementos, articulados aos demais temas apontados, modulam e permitem organizar a noção da prática de um discurso da área da Educação Química.

Considerações finais: a Educação Química, a emergência de um discurso e contribuições à área

Do ponto de vista analítico, visibilizamos que, sem haver prevalência de um ou outro tema construído na análise, eles se articulam e se interpelam, requisitando-se mutuamente. É desse modo que, seguindo o caminho lógico construído até então, o chamamento de uma produção cidadã, a construção de um entendimento químico por meio de estratégias diversas, conteúdos pouco variáveis e a articulação desses conteúdos, estratégias e formação numa relação plural e interdisciplinar têm efeitos na produção do próprio sujeito que atuará no campo em que tais elementos ocorrem. É nesse sentido que as relações entre práticas e poderes requerem a acentuação de uma figura subjetiva ao longo da produção da Educação Química. Tal figura será centrada num sujeito-aluno e, particularmente, será dado destaque ao nível cognitivo desse sujeito aluno.

No momento de construirmos a teia discursiva que dará condições à existência do discurso da Educação Química, a partir das produções publicizadas na QNEsc, percebemos que esses cinco temas contribuem na produção de uma ordem

discursiva. É preciso notar, então, que trazeremos isso como um dos resultados da análise não implica em reafirmar elementos que seriam consensuais no campo investigado ou que apresentariam certos tipos de objetos comumente estudados, mas que, mais profundamente, tais elementos efetivamente moldam, organizam, limitam, regulam e produzem esse campo, assinalando o que faria parte e o que não faria parte dele. Isso nos possibilita indicar, na constituição do enunciado sondado, que o discurso da Educação Química, em seu nível de materialidade, função subjetiva, espaço correlato e complementar (Foucault, 2009) passará por um sujeito-aluno, seu nível cognitivo e mobilizará estratégias, lógicas, conteúdos e posicionamentos para produzi-lo e, assim, produzir o próprio campo. É nesse ponto que esse estudo se difere dos demais já apresentados e, assim, contribui em pensar nossa área de pesquisas.

Associado ao conjunto das produções do campo da Educação Química, este texto se coloca como um modo distinto de olhar para o que vem sendo produzido nessa área, seja por seu viés teórico, seja pelo próprio objeto de estudo. Muitos elementos colaboram com a constituição de um campo, mas, em estudos como este, tornamos visível o visibilizável, atuando na evidência da pluralidade das práticas e na negação de verdades *a priori*. Verdades e ordens são produzidas, sim, mas sempre localizadas em determinada complexidade e feixe de ações historicamente engendradas e não postas de início. Isso, por um lado, permite compreender a mobilidade e mutabilidade de um campo, constituindo áreas ao mesmo tempo em que estas cessam e se transformam e, por outro, marca um modo de negação às metanarrativas e valorização das contingências históricas. Nem sempre a área da Educação Química existiu, muito menos há garantias de sua perpetuação infinita. O que este estudo encaminha aponta que, na atualidade, podemos falar dela e de um discurso que a constitui a partir de elementos discursivos compartilhados e que marcam sua ordem.

Assim, entendemos que conhecer e sondar o enunciado do campo em análise, reconhecer a centralidade da figura subjetiva de um aluno que se deseja formar e cujo centro é seu nível cognitivo a partir do qual todas as práticas, estratégias, conceitos e lógicas são propostas e balizam as ações, é tanto problematizá-lo, quanto expandi-lo e pensá-lo a partir de elementos distintos de si, possibilitando-nos sermos mais donos do seu futuro e, assim, do nosso próprio, como diria Álvarez-Gallego (1994).

Por fim, após nos colocarmos na conjuntura de um momento festivo de celebração dos já passados 20 anos de publicações da QNEsc, pensamos ser pertinente seguir apresentando pesquisas que contribuam com as análises desse campo, de suas produções e ações com o objetivo de sempre qualificar os debates e movimentos seguintes e, nesse sentido, é com esse foco que compartilhamos nosso trabalho com a comunidade à qual pertencemos.

Notas

1. Em razão da noção de rarefação da função autor num discurso que se analisa, optou-se por operar com códigos referentes a cada documento utilizado originalmente na pesquisa. Entretanto, respeitando os direitos de propriedade intelectual, é possível acessar a referência completa de cada documento, a partir da tese de doutorado do primeiro autor.

2. Muitos desses pontos constam no famoso Relatório Delors, produzido pela Comissão Internacional de Educação da UNESCO. O texto completo pode ser acessado em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0010/001095/109590por.pdf> (acessado em 29/12/2016).

3. Apenas os documentos 107 e 154 colocaram em xeque a ordem de vigência dos conceitos químicos. Todavia, somente o primeiro marcou com ênfase sua posição. Sob o título de *Por que não estudar entalpia no Ensino Médio*, o texto mobilizou questionamentos profundos a esse conceito (extremamente estável atualmente).

4. Apenas os editoriais (e nem todos) se esquivaram de traçar uma estratégia metodológica ou, ainda, alguns artigos acerca dos conceitos químicos escritos por pesquisadores com formação preponderante na área da ciência química aplicada.

Referências

- ÁVAREZ-GALLEGO, A. Enfoque arqueológico-genealógico: orientaciones metodológicas para la lectura de fuentes primarias. [arquivo de texto em mensagem pessoal] Mensagem recebida por: <bspastoriza@gmail.com>. em: 18 set. 2014. p.1-8.
- _____. Las ciencias sociales en Colombia: genealogías pedagógicas. Bogotá: IDEP, 2013.
- BEJARANO, N. R.R.; CARVALHO, A. M. P. A Educação Química no Brasil: uma visão através das pesquisas e publicações da área. *Educación Química*, v. 11, n. 1, p. 160-167, 2000.
- BRAIBANTE, M. E. F.; WOLLMANN, E. M. A influência do PIBID na formação dos acadêmicos de Química Licenciatura da UFSM. *Química Nova na Escola*, v. 34, n. 4, p. 167-172, 2012.
- CAAMAÑO, A. Química Nova na Escola: su impacto en España y su relación con las revistas españolas *Alambique* y *Educación Química EduQ*. *Química Nova na Escola*, v. 37, n. esp. 2, p. 127-132, 2015.
- CACHAPUZ, A. F. Química Nova na Escola: um caso de sucesso. *Química Nova na Escola*, v. 37, n. esp. 2, p. 121-126, 2015.
- CACHAPUZ, A. F.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A.M.P.; VILCHES, A. A Necessária Renovação do Ensino das Ciências. São Paulo: Cortez, 2005.
- CAREGNATO, R. C. A.; MUTTI, R. Pesquisa qualitativa: análise de discurso versus análise de conteúdo. *Texto e Contexto Enfermagem*, v. 15, n. 4, p. 679-684, 2006.
- CASTRO, P. M.; FERREIRA, L. N. A. Representações sociais de calor por estudantes de graduação em Química. *Química Nova na Escola*, v. 37, n. esp. 1, p. 26-34, 2015.

- CIRINO, M. M.; SOUZA, A. R. O discurso de alunos do Ensino Médio a respeito da “camada de ozônio”. *Ciência & Educação*, v. 14, n. 1, p. 115-134, 2008.
- DÍAZ, E. A filosofia de Michel Foucault. São Paulo: Editora Unesp, 2012.
- FERREIRA, L. N. A.; QUEIROZ, S. L. Autoria no Ensino de Química: análise de textos escritos por alunos de graduação. *Ciência & Educação*, v. 17, n. 3, p. 541-558, 2011.
- FISCHER, R. Adolescência em discurso: mídia e produção de subjetividade. Porto Alegre: [s.n.], 1996. Tese (doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação. 1996.
- FOUCAULT, M. *Microfísica do Poder*. São Paulo: Graal, 2013.
- _____. *A Ordem do Discurso*. São Paulo: Edições Loyola, 2011.
- _____. *A Arqueologia do Saber*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2009.
- _____. Michel Foucault explica seu último livro. In: FOUCAULT, M. *Arqueologia das ciências e história dos sistemas de pensamento*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2008. p. 145-152.
- _____. *História da Sexualidade 1: A vontade de saber*. Rio de Janeiro: Edições Graal, 1988.
- GALIAZZI, M. C.; MORAES, R. *Análise Textual Discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces*. *Ciência & Educação*, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.
- GALIAZZI, M. C.; RAMOS, M. G. Aprendentes do aprender: um exercício de Análise Textual Discursiva. *Indagatio Didactica*, v. 5, p. 868-883, 2013.
- GALLO, S. Conhecimento, transversalidade e educação: para além da interdisciplinaridade. *Revista de Ciências Sociais*, v. 10, n. 21, p. 115-133, 1997.
- KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. *São Paulo em Perspectiva*, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.
- LOPES, A. C. Teorias pós-críticas, política e currículo. *Educação, Sociedade e Culturas*, v. 39, p. 7-23, 2013.
- _____. Políticas curriculares: continuidade ou mudança de rumos? *Revista Brasileira de Educação*, n. 26, p. 109-118, 2004.
- _____. Tensões entre recontextualização e hibridismo nas políticas de currículo. In: XXVIII Reunião Anual da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Educação. Caxambu: ANPED, p. 1-15, 2005.
- _____. A disciplina química: currículo, epistemologia e história. *Episteme*, v. 3, n. 5, p. 119-142, 1998.
- MACHADO, R. Por uma genealogia do poder. In: FOUCAULT, M. *Microfísica do Poder*. São Paulo: Graal, 2013. p. 7-34.
- MARÍN-DÍAZ, D. Autoajuda e educação: uma genealogia das antropotécnicas contemporâneas. 2012. 491f. Tese (doutorado) - Programa de Pós Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2012.
- _____. *Infância: discussões contemporâneas, saber pedagógico e governamentalidade*. 2009. 199f. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2009.
- MARTINS, I. Quando o objeto de investigação é o texto: uma discussão sobre as contribuições da Análise Crítica do Discurso e da Análise Multimodal como referenciais para a pesquisa sobre livros didáticos de Ciências. In: NARDI, R. (org.). *A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil: alguns recortes*. São Paulo: Escrituras Editora, p. 53-94, 2007.
- MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela Análise Textual Discursiva. *Ciência & Educação*, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. *Análise Textual Discursiva*. Ijuí: UNIJUÍ, 2007.
- MORTIMER, E. F. Dez Anos de Química Nova na Escola: a consolidação de um projeto da Divisão de Ensino da SBQ. *Química Nova na Escola*, v. 20, p. 3-10, 2004.
- NARDI, R. *A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil: alguns recortes*. São Paulo: Escrituras, 2007.
- NARDI, R.; ALMEIDA, M. J. P. M. Investigação em Ensino de Ciências no Brasil segundo pesquisadores da área: alguns fatores que lhe deram origem. *Pró-Posições*, v. 18, n. 1, p. 213-226, 2007.
- PINHÃO, F.; MARTINS, I. A análise do discurso e a pesquisa em ensino de ciências no Brasil: um levantamento da produção em periódicos entre 1998 e 2008. In: *Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)*, Florianópolis, 2008.
- Qnesc. Editorial. *Química Nova na Escola*, v. 37, n. esp. 2, p. 115, 2015.
- _____. Editorial. *Química Nova na Escola*, v. 35, n. 4, p. 227, 2013.
- _____. Editorial. *Química Nova na Escola*, v. 30, p. 1, 2008.
- _____. Editorial. *Química Nova na Escola*, v. 1, p. 1, 1995.
- RAMOS, M. G.; MASSENA, E. P.; MARQUES, C. A. Química Nova na Escola – 20 anos: um patrimônio dos educadores químicos. *Química Nova na Escola*, v. 37, n. esp. 2, p. 116-120, 2015.
- SANTOS, G. R.; QUEIROZ, S. L. Leitura e interpretação de artigos científicos por alunos de graduação em química. *Ciência & Educação*, v. 13, n. 2, p. 193-209, 2007.
- SANTOS, K.; NETO, J. M. M.; SOUZA, P. A. A. Química e educação ambiental: uma experiência no Ensino Superior. *Química Nova na Escola*, v. 36, n. 2, p. 119-125, 2014.
- SANTOS, W. L. P.; PORTO, P. A. A pesquisa em Ensino de Química como área estratégica para o desenvolvimento da Química. *Química Nova*, v. 36, n. 10, p. 1570-1576, 2013.
- SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. *Educação em Química: compromisso com a cidadania*. Ijuí: UNIJUÍ, 2014.
- SCHNETZLER, R. P. A pesquisa em Ensino de Química no Brasil: conquistas e perspectivas. *Química Nova*, v. 25, supl. 1, p. 14-24, 2002.
- SEPULVEDA, C.; EL-HANI, C. N. Apropriação do discurso científico por alunos protestantes de Biologia: uma análise à luz da teoria da linguagem de Bakhtin. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 1, n. 1, p. 29-51, 2006.
- VEIGA-NETO, A. *A ordem das disciplinas*. Porto Alegre: [s.n.], 1996. 322p. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Educação. Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. 1996.

Para saber mais

ÁLVAREZ-GALLEGO, A. ...Y la escuela se hizo necesaria... En busca de un sentido actual de la escuela. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio, 1994.

VEIGA-NETO, A. Foucault e a Educação. Belo Horizonte: Autêntica, 2007.

PASTORIZA, B. S.; DEL PINO, J. C. Para Falar de disciplina, corpos e conhecimentos entre os muros da escola. Revista Eletrônica de Educação, v. 9, n. 1, p. 301-317, 2015.

Preparação dos Manuscritos

Os trabalhos deverão ser digitados em página A4, espaço duplo, tipo Times Roman, margens 2,5, devendo ter no máximo o número de páginas especificado para a seção da revista à qual são submetidos. Na primeira página deverá conter o título do trabalho e um resumo do artigo com, no máximo, 1000 caracteres (espaços incluídos) e a indicação de três palavras-chave, seguidos de suas traduções para a linha inglesa, incluindo o título.

Não deve haver indicação dos autores no documento com o manuscrito e nenhum dado ou marcas em qualquer parte do texto que conduzam à sua identificação, durante a avaliação como, por exemplo: nome e filiação institucional; nomes de projetos e coordenadores de projetos (quando não são indispensáveis); referências e citações (utilizar "Autor1, ano", "Autor2, ano"... para manter o anonimato); local, título ou local de defesa de mestrado ou doutorado; agradecimentos etc. Os autores devem eliminar auto-referências. As informações dos autores devem estar descritas na carta de apresentação aos editores, e esta deverá conter o título do trabalho, o(s) nome(s) do(s) autor(es), sua(s) formação(ões) acadêmica(s), a instituição em que trabalha(m) e o endereço completo, incluindo o eletrônico. Verifique as propriedades do documento para retirar quaisquer informações. As referências citadas devem ser relacionadas ao final do texto, segundo exemplos abaixo:

- **Para livros** referência completa (citação no texto entre parênteses): AMBROGI, A.; LISBÔA, J.C. e VERSOLATO, E.F. *Unidades modulares de Química*. São Paulo: Gráfica Editora Hamburg, 1987. - (Ambrogi et al., 1987).

KOTZ, J.C. e TREICHEL Jr., P. *Química e reações químicas*. Trad. J.R.P. Bonapace. 4ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002. v. 1. - (Kotz e Treichel Jr., 2002).

- **Para periódicos** referência completa (citação no texto entre parênteses):

TOMA, H.E. A nanotecnologia das moléculas. *Química Nova na Escola*, n. 21, p. 3-9, 2005. - (Toma, 2005).

ROSINI, F.; NASCENTES, C.C. E NÓBREGA, J.A. Experimentos didáticos envolvendo radiação microondas. *Química Nova*, v. 26, p. 1012-1015, 2004. - (Rosini et al., 2004).

- **Para páginas internet** referência completa (citação no texto entre parênteses):

<http://qnesc.s bq.org.br>, acessada em Março 2008. - (Revista Química Nova na Escola, 2008).

Para outros exemplos, consulte-se número recente da revista.

Os autores devem, sempre que possível, sugerir outras leituras ou acessos a informações e reflexões a respeito dos temas abordados no texto, para serem incluídos em "Para Saber Mais".

As legendas das figuras devem ser colocadas em página à parte, ao final, separadas das figuras. A seguir devem ser colocadas as figuras, os gráficos, as tabelas e os quadros. No texto, apenas deve ser indicado o ponto de inserção de cada um(a).

Os autores devem procurar seguir, no possível, as normas recomendadas pela IUPAC, inclusive o Sistema Internacional de Unidades.

Condições para Submissão dos Artigos

- 1) Os manuscritos submetidos não devem estar sendo analisados por outros periódicos.
- 2) Os autores são responsáveis pela veracidade das informações prestadas e responsáveis sobre o conteúdo dos artigos.
- 3) Os autores devem seguir as recomendações das Normas de Ética e Más Condutas constantes na página da revista <http://qnesc.s bq.org.br/pagina.php?idPagina=17>.
- 4) Os autores declaram que no caso de resultados de pesquisas re-

lacionadas a seres humanos eles possuem parecer de aprovação de um Comitê de Ética em pesquisa.

- 5) No caso de envio de imagens, os autores devem enviar cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado pelo(s) sujeito(s) (ou seus responsáveis), autorizando o uso da imagem.
- 6) Os autores declaram a inexistência de conflito de interesses na submissão do manuscrito.
- 7) É responsabilidade dos autores garantirem que não haja elementos capazes de identificá-los em qualquer parte do texto.

Submissão dos Artigos

Química Nova na Escola oferece aos autores a submissão on line, que pode ser acessada por meio do registro de Login e Senha. É possível registrar-se em nossa página na internet (<http://qnesc.s bq.org.br>) usando a opção Novo Usuário. Usuários das plataformas do JBOS e QN já estão cadastrados na base, devendo utilizar o mesmo Login e Senha. Após estar cadastrado no sistema, o autor pode facilmente seguir as instruções fornecidas na tela. Será solicitada a submissão de um único arquivo do manuscrito completo, em formato PDF. Está disponível uma ferramenta para gerar o arquivo .pdf, a partir de arquivo .doc ou .rtf, com envio automático para o endereço eletrônico do autor. Tão logo seja completada a submissão, o sistema informará automaticamente, por correio eletrônico, o código temporário de referência do manuscrito, até que este seja verificado pela editoria. Então será enviada mensagem com o número de referência do trabalho.

Se a mensagem com código temporário de submissão não for recebida, por algum motivo, a submissão não foi completada e o autor terá prazo máximo de 5 (cinco) dias para completá-la. Depois desse prazo, o sistema não permite o envio, devendo ser feita nova submissão. O autor poderá acompanhar, diretamente pelo sistema, a situação de seu manuscrito.

Ao fazer a submissão, solicita-se uma carta de apresentação, indicando a seção na qual o artigo se enquadra, que deverá ser digitada no local indicado, sendo obrigatória a apresentação dos endereços eletrônicos de todos os autores.

Manuscritos revisados

Manuscritos enviados aos autores para revisão devem retornar à Editoria dentro do prazo de 30 dias ou serão considerados como retirados. A editoria de Química Nova na Escola reserva-se o direito de efetuar, quando necessário, pequenas alterações nos manuscritos aceitos, de modo a adequá-los às normas da revista e da IUPAC, bem como tornar o estilo mais claro - respeitando, naturalmente, o conteúdo do trabalho. Sempre que possível, provas são enviadas aos autores, antes da publicação final do artigo.

Todos os textos submetidos são avaliados no processo de duplo-cego por ao menos dois assessores. Os Editores se reservam o direito de julgar e decidir sobre argumentos divergentes durante o processo editorial.

Seções / Linha Editorial

Química Nova na Escola (Impresso)

Serão considerados, para publicação na revista Química Nova na Escola (impresso), artigos originais (em Português) que focalizem a área de ensino de Química nos níveis fundamental, médio ou superior, bem como artigos de História da Química, de pesquisa em ensino e de atualização científica que possam contribuir para o aprimoramento do trabalho docente e para o aprofundamento das discussões da área.

Química Nova na Escola (On-line)

Serão considerados, para publicação na revista Química Nova na Escola (on-line), além dos artigos com o perfil da revista impressa, artigos inéditos (empíricos, de revisão ou teóricos) em Português, Espanhol ou Inglês que apresentem profundidade teórico-metodológica, gerem conhecimentos novos para a área e contribuições para o avanço da pesquisa em Ensino de Química. Estes artigos deverão atender aos critérios da seção “Cadernos de Pesquisa”.

Os artigos são aceitos para publicação nas seguintes seções:

● QUÍMICA E SOCIEDADE

Responsável: Roberto Ribeiro da Silva (UnB)

Aspectos importantes da interface química/sociedade, procurando analisar as maneiras como o conhecimento químico pode ser usado - bem como as limitações de seu uso - na solução de problemas sociais, visando a uma educação para a cidadania. Deve-se abordar os principais aspectos químicos relacionados à temática e evidenciar as principais dificuldades e alternativas para o seu ensino.

Limite de páginas: 20

● EDUCAÇÃO EM QUÍMICA E MULTIMÍDIA

Responsável: Marcelo Giordan (USP)

Visa a aproximar o leitor das aplicações das tecnologias da informação e comunicação no contexto do ensino-aprendizado de Química, publicando resenhas de produtos e artigos/notas 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

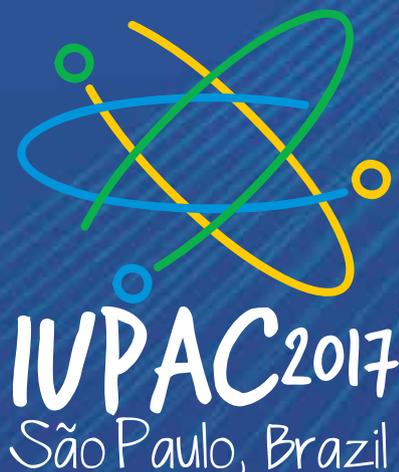
● CADERNOS DE PESQUISA

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.

#IUPAC2017



46th World Chemistry Congress & 49th General Assembly

SAVE THE DATE

July 9 – 14, 2017

WTC Convention Center
São Paulo - SP

For the first time in South America, we can bring an entire continent of chemists closer to the global IUPAC community.

[f/iupac2017](#) | [/iupac2017](#) | www.iupac2017.org

Realização:



tabelas periódicas da SBQ

Todas as informações de que você precisa em uma única tabela

Formatos A4, para uso pessoal
(29,7 cm x 21,0 cm,
impressão no verso),
e de parede (65 cm x 96 cm).

Coloridas e laminadas!

Tamanho A4

Avulsa R\$ 2,50

Pacotes com 50 R\$ 110,00

Pacotes com 100 R\$ 190,00

Pacotes com 200 R\$ 340,00

Pacotes com 500 R\$ 720,00

Pacotes com 1000 R\$ 1.200,00

Tamanho de parede

Avulsa R\$ 15,00

De acordo com as últimas recomendações da IUPAC

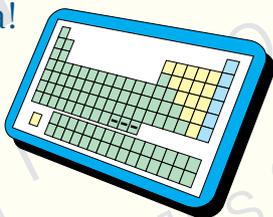
Classificação Periódica dos Elementos

Mouse pad com a tabela periódica!

Preço por unidade:

R\$ 5,00.

*grande quantidade, consulte preço



Edições especiais para colégios,
cursinhos, etc. Consulte-nos!

camisetas da SBQ

Vista a 'camisa' da química com as camisetas da SBQ. São sete modelos exclusivos!
Cores: branca (algodão), e cinza (algodão + sintético), em tamanhos P, M, G e GG.

Logomarca da SBQ



Logomarca grande, centralizada. Estampa em prata e azul sobre branco.



Logomarca pequena, à esquerda. Estampa em prata e azul sobre branco.



Logomarca grande, centralizada. Estampa em azul sobre cinza.



Logomarca pequena, à esquerda. Estampa em azul sobre cinza.



Estampa com os dizeres "Sou Pura Química" em vermelho sobre cinza.



Estampa colorida mostrando a tabela periódica - números atômicos e símbolos.

Preços por unidade*: na sede da SBQ R\$ 20,00.

*grandes quantidades, consulte preços

Adquira os produtos da SBQ

Na sede da SBQ: Av Prof. Lineu Prestes, 748, Instituto de Química da USP (bloco 3 - superior), Cidade Universitária - São Paulo (SP)

Pelo Correio*: Sociedade Brasileira de Química, C.P. 26037, 05599-970 São Paulo - SP

*Para saber o valor de envio pelo correio, por favor, consulte-nos.

Informações: Fone (11) 3032-2299, Fax: (11) 3814-3602, E-mail: sbqsp@iq.usp.br

A Divisão de Ensino da Sociedade Brasileira de Química tem o prazer de anunciar mais um produto,
Programas de TV Química Nova na Escola no formato DVD.

Nesta edição dos **Programas de TV QNEsc**, você encontrará:

- Visualização Molecular
- Nanotecnologia
- Hidrosfera
- Espectroscopia
- A Química da Atmosfera
- A Química dos Fármacos.
- Polímeros Sintéticos
- As Águas do Planeta Terra
- Papel: origem, aplicações e processos.
- Vidros: evolução, aplicações e reciclagem.
- Vidros: origem, arte e aplicações.
- Látex: a camisinha na sala de aula.

São **12 títulos temáticos** em formato digital que totalizam cerca de 4 horas de programação.
Para outras informações e aquisição,
acesse www.sbq.org.br em Produtos da SBQ.

