

química nova

NA ESCOLA

VOLUME

42

Nº 1, FEVEREIRO 2020

- 4 Leite em “mama” África e a Educação para as Relações Étnico-Raciais (ERER) no Ensino de Química¹
Juvan P. da Silva, Gustavo A. A. Faustino, Antônio C. B. Alvino, Claudio R. M. Benite e Anna M. C. Benite
- 13 *Stop motion* no Ensino de Química
Bruno S. Leite
- 21 Concepções de Ciência e de Conhecimento Científico nos Cadernos do Cárere¹
Lilian R. Rios e Agustina R. Echeverría
- 30 Explorando os conceitos de oxidação e redução a partir de algumas características da história da ciência
Camila R. D. de Oliva, Amary C. Ferreira, Simone F. B. Tófani e Fernando C. Silva
- 37 Um Jogo Didático para Revisão de Conceitos Químicos e Normas de Segurança em Laboratórios de Química
Edemar Benedetti Filho, Alexandre D. M. Cavagis e Luzia P. S. Benedetti
- 45 *Escape Room* no Ensino de Química
Maria das G. Cleophas e Eduardo L. D. Cavalcanti
- 56 Contribuições do PIBID para a formação inicial de licenciandos em Química: análise de Teses e Dissertações
Thaiana M. Pereira, Caian C. Receputi, Pedro H. Maraglia, Marcos Vogel e Daisy B. Rezende
- 68 Práticas docentes que podem contribuir para a inclusão de alunos com **síndrome de Asperger**: uma abordagem alternativa para o ensino de química
Marcelo Godoi, Patrícia Ignácio e Jéssica Soares
- 77 Experimentação no ensino de células galvânicas para o Ensino Médio
Bruno P. Diniz, Alice S. Alves, Leandro C. Lemes, Luís A. da Silva e Valéria A. Alves
- 88 Categorias analíticas para a caracterização de ideias prévias de professores sobre o planejamento de ensino: contribuições para a formação de professores de Química críticos e autônomos
Francisco O. C. Ferrarini e Amadeu M. Bego

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 Lisboa (GEPEQ-USP - São Paulo, SP - Brasil)
Lenir Basso Zanon (UNIJUÍ - Ijuí, RS - Brasil)
Luiz Henrique Ferreira (UFSCar - São Carlos, SP - Brasil)
Marcelo Giordan (FE-USP - São Paulo, SP - Brasil)
Otávio Aloísio 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

Telma Rie Doi Ducati
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 -
Av. Prof. Lineu Prestes, 748, Bloco 3 superior, sala 371
05508-000 São Paulo - SP, Brasil
Fone: (11) 3032-2299,
Endereço-e: sbqsp@iq.usp.br

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

Correspondência deve ser enviada para:

Química Nova na Escola
Av. Prof. Lineu Prestes, 748
05508-000 São Paulo - SP, Brasil
Fone: (11) 3032-2299
Fax (11) 3814-3602
Endereço-e: qnesc@sbq.org.br

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

Copyright © 2020 Sociedade Brasileira de Química

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

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

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

diagramação/capa

Hermano Serviços de Editoração

Sumário/Contents

Química e Sociedade / Chemistry and Society

- 4 Leite em “mama” África e a Educação para as Relações Étnico-Raciais (ERER) no Ensino de Química¹
Milk in “mama” Africa and Education for Ethnic-Racial Relations (ERER) in Chemistry Education
Juvan P. da Silva, Gustavo A. A. Faustino, Antônio C. B. Alvino, Claudio R. M. Benite e Anna M. C. Benite

Educação em Química e Multimídia / Chemical Education and Multimedia

- 13 *Stop motion* no Ensino de Química
Stop motion in chemistry teaching
Bruno S. Leite

Espaço Aberto / Issues/Trends

- 21 Concepções de Ciência e de Conhecimento Científico nos Cadernos do Cárcere¹
Conceptions of Science and Scientific Knowledge in Prison Notebooks
Lilian R. Rios e Agustina R. Echeverría

Conceitos Científicos em Destaque / Scientific Concepts Highlighted

- 30 Explorando os conceitos de oxidação e redução a partir de algumas características da história da ciência
Exploring the concepts of oxidation and reduction from some characteristics of the history of science
Camila R. D. de Oliva, Amary C. Ferreira, Simone F. B. Tófani e Fernando C. Silva

Relatos de Sala de Aula / Chemistry in the Classroom

- 37 Um Jogo Didático para Revisão de Conceitos Químicos e Normas de Segurança em Laboratórios de Química
A Didactic Game for Review of Chemical Concepts and Safety Rules in Chemistry Labs
Edemar Benedetti Filho, Alexandre D. M. Cavagis e Luzia P. S. Benedetti

- 45 *Escape Room* no Ensino de Química
Escape Room into Chemistry Teaching
Maria das G. Cleophas e Eduardo L. D. Cavalcanti

Ensino de Química em Foco / Chemical Education in Focus

- 56 Contribuições do PIBID para a formação inicial de licenciandos em Química: análise de Teses e Dissertações
The PIBID's contribution on the chemistry teachers' initial education: a study of the academic production of Theses and Dissertations
Thaíara M. Pereira, Caian C. Recepti, Pedro H. Maraglia, Marcos Vogel e Daisy B. Rezende

O Aluno em Foco / The Student in Focus

- 68 Práticas docentes que podem contribuir para a inclusão de alunos com síndrome de Asperger: uma abordagem alternativa para o ensino de química
Teaching practices which can contribute to the inclusion of students with Asperger syndrome: an alternative approach to chemistry education
Marcelo Godoi, Patrícia Ignácio e Jéssica Soares

Experimentação no Ensino de Química / Practical Chemistry Experiments

- 77 Experimentação no ensino de células galvânicas para o Ensino Médio
Experimentation in the teaching of galvanic cells for high school
Bruno P. Diniz, Alice S. Alves, Leandro C. Lemes, Luis A. da Silva e Valéria A. Alves

Cadernos de Pesquisa / Research Letters

- 88 Categorias analíticas para a caracterização de ideias prévias de professores sobre o planejamento de ensino: contribuições para a formação de professores de Química críticos e autônomos
Analytical categories for the characterization of teachers' prior beliefs on lesson planning: contributions to critical and autonomous chemistry teacher education
Francisco O. C. Ferrarini e Amadeu M. Bego

ENEM, a vítima da vez

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), com mais de vinte anos de existência, é porta de acesso para as instituições de ensino superior públicas no Brasil. A edição de 2019, cujos resultados das notas individuais foram divulgados em 17 de janeiro do corrente ano, muito longe de ser a melhor “de todos os tempos”, conforme alardeou o ocupante formal do cargo de ministro da educação, Abraham Weintraub, foi marcada por erro na correção. A falha no processo, que causou aflição aos estudantes, foi atribuída pelo governo à gráfica Valid Soluções e supostamente teria afetado 0,15% das 3,9 milhões de provas. Embora, em termos estatísticos, o número de prejudicados não tenha sido grande (supondo que o número divulgado seja verdadeiro), o erro não deixa de ser grave, pois diz respeito não somente à logística ou segurança do exame, mas a seus próprios fundamentos, que têm a correção como um dos seus elementos fulcrais.

Outra ação oriunda do Ministério da Educação que também causou grande apreensão, desta vez aos cientistas de todo o país, foi a publicação da portaria 2.227, de 31 de dezembro de 2019. Esta limitava fortemente a participação de servidores públicos em eventos científicos nacionais e internacionais, o que fragilizaria o sistema de produção e circulação do conhecimento no Brasil. A exigência de revisão da portaria, feita por várias entidades, dentre as quais a Sociedade Brasileira de Química (SBQ), surtiu efeito, sendo a mesma revogada este mês – repetindo o recorrente padrão de medidas escandalosas ou absurdas tomadas e, em seguida, canceladas pelo atual governo federal.

O fato é que aflições e apreensões como essas atingem a nós, educadores, quase diariamente nos dias que correm no Brasil. O que dizer sobre o memorando da Secretaria de Educação de Rondônia, com ordem para recolher das escolas estaduais obras literárias clássicas, de autoria de Machado de Assis, Euclides da Cunha e Mário de Andrade, dentre outras do mesmo naipe? O que pensar ao ouvir as seguintes palavras do governador do Estado mais rico do país: “São Paulo não remunera professores para ficarem em casa tomando suco de laranja e sendo preguiçosos”?

Quando conquistas culturais e respeito aos educadores e cientistas passam a ser vistos como artigos de pouca relevância, faz-se necessário que ainda mais esforços sejam envidados na formação de cidadãos críticos e cientes de que somente repúdio merecem ações de censura à literatura e de pouco caso com a educação, assim como com a geração e difusão do conhecimento.

Este número da *Química Nova na Escola*, mais uma vez, contribui para a concretização dos esforços rumo à formação cidadã, trazendo aos leitores um amplo leque de artigos, dentre os quais estão aqueles acerca de atividades didáticas que possibilitam a realização de práticas docentes pautadas na história e cultura africana, na história da ciência e na abordagem inclusiva.

A cultura africana está presente no artigo “Leite em ‘Mama’ África e a Educação para as Relações Étnico-raciais (ERER) no ensino de química”, enquanto a história da ciência aparece no artigo “Explorando os conceitos de oxidação e redução a partir

de algumas características da história da ciência”. A educação inclusiva, que traz desafios ao ensino de química, tendo em vista a abstração do conhecimento a ele inerente, é abordada no artigo “Práticas docentes que podem contribuir para a inserção de alunos com síndrome de Asperger: uma abordagem inclusiva para o ensino de química”. A síndrome de Asperger é alvo de atenção pela primeira vez em QNEsc, e o texto disponibiliza elementos que servem de subsídio ao professor quanto ao entendimento das individualidades dos educandos com Transtorno do Espectro Autista (TEA).

A aprendizagem baseada em jogos é assunto único na seção *Relatos de Sala de Aula*, na qual são abordados recursos que propiciam a integração da criatividade e colaboração nos ambientes de ensino. Enquanto o artigo “Um jogo didático para revisão de conceitos químicos e normas de segurança em laboratórios de química” é inspirado no tradicional “jogo dos sete erros”, o artigo “*Escape room* no ensino de química” relata experiência ainda pouco usual no contexto brasileiro, pautada no emprego de salas de fuga. Os jogadores precisam escapar dessas salas e só conseguem fazer isso após a resolução conjunta de determinados enigmas.

O caráter inovador também está presente, agora com relação aos recursos didáticos digitais, no artigo “*Stop motion* no ensino de química”. O *stop motion*, técnica de animação quadro a quadro, teve a sua apropriação por parte de licenciandos investigada, bem como as suas percepções na elaboração e na proposição de estratégias nela baseada. Os resultados indicaram que os estudantes se tornaram produtores de conteúdo e atuaram ativamente em todo o processo.

Na seção *Experimentação no Ensino de Química*, os leitores irão encontrar o artigo “Experimentação no ensino de células galvânicas para o ensino médio”, que relata experimentos elaborados a partir de uma questão de eletroquímica integrante da prova de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do ENEM de 2017. Os experimentos são executados por meio de dois *kits* contendo pilhas comerciais e células galvânicas alternativas. O material utilizado para montagem dos *kits* é acessível e de baixo custo, de modo a que possam ser facilmente reproduzidos nas escolas de educação básica.

Três artigos de cunho teórico ainda compõem este número: o primeiro trata das contribuições do PIBID para a formação inicial de licenciandos em química, a partir da análise de dissertações e teses; o segundo propõe e valida categorias que explicitam e caracterizam concepções prévias de professores sobre o planejamento de ensino; e o terceiro apresenta as concepções de ciência e conhecimento científico expresso por Antonio Gramsci nos *Cadernos do Cárcere*, em seus aspectos epistemológico, social e político.

Ótima leitura a todos!

Paulo Alves Porto
Salete Linhares Queiroz
Editores de QNEsc



Leite em “mama” África e a Educação para as Relações Étnico-Raciais (ERER) no Ensino de Química¹

Juvan P. da Silva, Gustavo A. A. Faustino, Antônio C. B. Alvino, Claudio R. M. Benite e Anna M. C. Benite

Nessa pesquisa apresentamos resultados de uma Intervenção Pedagógica (IP) na qual foi discutido o papel da Química na descoberta de produção leiteira ocorrida no norte da África no século V antes da era cristã, além da resignificação dessa prática em outras regiões de África e na diáspora africana no Brasil. A IP visa o cumprimento da Resolução CNE/CP 01/2004 e o Parecer CNE/CP 03/2004 no ensino de Química. Os motivos que levam os/as produtores/as a fraudarem o leite foram discutidos. Ensaio qualitativos que permitem a detecção de substâncias estranhas ao leite, como o amido, ácido bórico, ânion salicilato e chumbo (II), foram realizados. Por fim, foi avaliado se existe ou não autoria nos textos produzidos pelos alunos/as após aula prática nas confecções de relatórios e preparação/apresentação de seminários.

► ERER, leite, química ◀

Recebido em 31/03/2019, aceito em 30/05/2019.

A Resolução CNE/CP 01/2004 e o Parecer CNE/CP 03/2004 que instituíram as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para a Educação das Relações Étnico Raciais (ERER) e para o ensino de história e cultura afro-brasileira e africana estabelecem no § 1º que as Instituições de Ensino Superior (IES) deverão incluir em seus conteúdos “disciplinas e atividades curriculares dos cursos que ministram a ERER, [...] nos termos explicitados no Parecer CNE/CP 3/2004” (p.1), além de preverem que o cumprimento dessas DCN por parte das IES que oferecem cursos de graduação presencial ou a distância “será considerado na avaliação das condições de funcionamento do estabelecimento” (p.1) [...] (Brasil, 2004). Quando se faz uma busca nos documentos oficiais (Resolução CNE /CP n. 01/2004 do MEC) sobre as principais ações das IES, o que encontramos é:

a) incluir conteúdos e disciplinas curriculares relacionados à ERER nos cursos de graduação do Ensino Superior, conforme expresso no §1º do art. 1º, da Resolução CNE /CP n.01/2004;

c) dedicar especial atenção aos cursos de licenciatura e formação de professores [...];

d) desenvolver nos estudantes de seus cursos de licenciatura e formação de professores as habilidades e atitudes que os permitam contribuir para a ERER com destaque para a capacitação dos mesmos na produção e análise crítica do livro, materiais didáticos e paradidáticos que estejam em consonância com as DCN para ERER e para o Ensino de História e Cultura Afro-brasileira e Africanas e com a temática da Lei 11645/08 (Brasil, 2013, p.38).

Baseados nesses pressupostos, se tornam urgentes a discussão da temática cultura africana e brasileira de matriz africana nas universidades e em todos os seus cursos de graduação e pós-graduação. Falar de cultura negra no Brasil é falar de cultura da maioria quantitativa, contudo não de direitos, pois 54,9% da população brasileira se autodeclara negros/as, sendo 8,2% de pretos/as e 46,7% de pardos/as, segundo a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (IBGE, 2017).

Entendemos que a história das lutas e culturas dos povos que para cá vieram para serem escravizados, seus descendentes e suas tecnologias, bem como os conhecimentos na agricultura, na pecuária, na forja do ferro e na lida com as

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.

plantas são contextos de apresentação para os conceitos químicos nos ensinos superior, médio e fundamental em acordo com a lei 10.639/03, pois segundo o parecer CNE/CP 03/2004 é dever do Estado “fazer justiça à história e culturas provenientes do continente africano, em contínuo desenvolvimento e transformação na diáspora negra”. Isso significa recontar a história do/a negro/a no Brasil de uma forma positiva, colocando-o/a como protagonista no desenvolvimento cultural, social, tecnológico e político do país.

Dessa maneira, apresentamos nesta investigação uma Intervenção Pedagógica (IP) que versou sobre a descoberta de produção leiteira em África no século V antes da era Cristã (a.C.), bem como o papel da Química na validação dessas descobertas por meio de suas técnicas analíticas e, a partir desses temas, de maneira multidisciplinar, como isso se relaciona com os conteúdos contemplados na ementa de um curso de graduação. Avaliamos, também, a existência ou não de autoria nos textos/discursos produzidos pelos sujeitos da investigação (SI) em forma de seminários e relatórios.

Aspectos Metodológicos

Esta investigação se caracteriza como uma pesquisa participante (PP) com um enfoque de investigação social, por meio da qual se busca a participação da comunidade na análise de sua própria realidade com o objetivo de promover ações coletivas para o benefício da comunidade escolar. Trata-se, portanto, de uma atividade educativa de investigação e ação social (Brandão, 1984).

Cabe esclarecer que a participação em uma PP, segundo Demo (2008), está para além de pertencer a essa comunidade, mas dar voz à mesma. Neste caso, assumimos as duas posições, pois representamos as/os professoras/es de Ciências que ensinam para a sociedade brasileira que é multicultural e multirracial e, também, os membros desta sociedade. Isto é, representa-se a sala de aula de Ciências condicionada pela heterogeneidade de sua constituição identitária a partir de posições definidas e legitimadas nessa estrutura social: professor/a negro/a de Química. Ainda conforme Demo (2008), a PP alia simultaneamente o conhecimento e a participação, buscando dar autonomia e capacidade de emancipação cidadã aos envolvidos no processo, especificamente no trato com o se situar dentro de uma sociedade composta por diferentes etnias.

Foram sujeitos desta investigação (SI): uma professora pesquisadora (PQ), um professor formador (PF), um professor em formação continuada que é aluno de doutorado e técnico de laboratório (PFD), um professor em formação continuada que é aluno de mestrado (PFM) e um professor em formação inicial que é aluno do programa de iniciação à docência (PIBID), todos membros de um coletivo de pesquisadores/as, professores/as e estudantes negros/as do Instituto de Química, além de 12 alunos/as (A1 a A12) do Curso de Engenharia de Computação da mesma IES pública do Estado de Goiás. A ementa da disciplina cujo título é Química Geral Experimental se encontra no Quadro 1.

Quadro 1: Ementa da disciplina Química Geral Experimental

Experimentos de laboratório relacionados aos seguintes temas: correlações entre propriedades elétricas da matéria (sólidos, líquidos e soluções) e comportamento/estrutura química, equilíbrio químico, reações de oxidorredução, células galvânicas e equação de Nernst.

A IP tratou sobre “As primeiras produções leiteiras no continente africano e os testes qualitativos para a detecção de fraudes no leite” e se deu em cinco momentos. O Quadro 2 mostra as etapas desta IP.

Quadro 2: Etapas e desenvolvimento das Intervenções Pedagógicas/Pesquisa

Etapas	Desenvolvimento
1ª	Disposição por parte de PF e PFD do artigo intitulado: “ <i>First dairying in green Saharan Africa in the fifth millennium BC</i> ” e do roteiro experimental.
2ª	Divisão dos SI em quatro grupos para a realização, discussão e produção de vídeos dos experimentos.
3ª	Criação de um grupo em rede social para gerir dúvidas sobre os conceitos envolvidos, a produção de vídeos e a formatação dos seminários.
4ª	Apresentação de seminários contendo os seguintes itens: i) resumo/resenha do artigo; ii) apresentação dos vídeos; e iii) discussão dos experimentos.
5ª	Avaliação dos discursos produzidos pelos alunos, tanto em áudio como escritos, segundo a análise de discurso (AD) de Bakhtin e verificação de existência ou não de autoria nos textos produzidos pelos SI.

O *corpus* de análise foi formado pelo planejamento da IP e pela transcrição de 2h17min provenientes de gravação em áudio e vídeo. Os dados obtidos foram agrupados por unidades de significação e analisados segundo a técnica de Análise do Discurso (AD) de Bakhtin. A escolha desta técnica de análise de dados significou um empreendimento em tentar explicar e entender “como se constrói o sentido de um texto e como esse texto se articula com a história e a sociedade que o produziu” (Gregolin, 1995, p.13). Por sua vez, o discurso como objeto de análise é, ao mesmo tempo, linguístico e histórico, e sua análise é movimento de compreensão desses dois aspectos. Nessa perspectiva, os SI são interpretados como sujeitos essencialmente ideológicos e históricos, cuja “palavra está sempre carregada de um conteúdo ou de um sentido ideológico ou vivencial” (Bakhtin, 2006, p.99).

O Quadro 3 mostra o planejamento simplificado da aula.

Os experimentos foram adaptados da Apostila de Aulas Práticas de Farmacognosia (UFBA, 2012). O Quadro 4 mostra o procedimento experimental.

Cabe ressaltar que o que se pretende nesta investigação não é uma repetição de testes qualitativos para a verificação de substâncias estranhas ao leite. Trata-se de uma pesquisa

Tema	Conteúdo/abordagem conceitual	Contextualização/Abordagem Cultural
Reações químicas com o leite.	Separação de substâncias, reações ácido-base e reações de óxido-redução.	Surgimento da produção leiteira no norte da África e sua ressignificação na diáspora africana no Brasil.

Quadro 4: Procedimento experimental

Objetivo	Realizar testes qualitativos para verificação de substâncias estranhas no leite.
Materiais	Chapas de aquecimento, tubos de ensaio, béquer de 250 mL, provetas de 10 mL, bureta de 25 mL, erlenmeyer de 125 mL e pedaços de pano branco.
Reagentes	Solução de lugol, cloreto férrico a 1% m/v, NaOH 0,1 mol/L, KI 0,5 mol/L, glicerina PA, formol PA, vinagre comercial, solução alcoólica de fenolftaleína a 1% m/v, leite previamente contaminado com amido, ácido salicílico, ácido bórico e Pb^{2+} .
Teste para amido	Coloque 5mL de leite em um tubo de ensaio e aqueça-o ligeiramente. Adicione 5 a 6 gotas de solução de lugol. Se o leite contiver amido, aparecerá uma coloração que pode ser azul, roxa ou quase preta.
Teste para ácido salicílico e salicilatos	Acrescente de 4 a 5 gotas de solução de cloreto de ferro (III) em 10 mL de soro obtido no teste para extração da caseína. O aparecimento de uma coloração que vai do rosa até o violeta indica a presença do ânion salicilato.
Teste para o ácido bórico	Em um erlenmeyer acrescente 3 gotas de fenolftaleína em 5 mL de leite. Adicione NaOH 0,1 mol/L gota a gota, até o aparecimento de uma leve coloração rósea. Acrescente, então, 1mL de glicerina. Se a cor rósea desaparecer pode ser indicio da presença de ácido bórico. (H_3BO_3 , que é um ácido muito fraco em soluções aquosas, apresenta maior grau de ionização em glicerina, o suficiente para fazer desaparecer a coloração rósea.)
Identificação de Pb^{2+}	Adicione gotas de KI até a formação de um precipitado amarelo.

sobre como o/a professor/a do ensino superior de Ciências, em especial o de Química, a partir de elementos diaspóricos, neste caso, a produção leiteira no norte da África por volta de cinco mil anos antes da era cristã (a.C.), pode fazer o deslocamento epistêmico do currículo e tecer representatividades sobre quem se é e para quem se ensina.

Desvelando as tramas

No Brasil e em alguns países da América espanhola e

Caribe, o colonizador sempre fez questão de invisibilizar os conhecimentos e as culturas dos povos colonizados. Os povos pré-colombianos que aqui existiam antes da chegada do colonizador e os escravizados/as africanos/as já possuíam, ainda em suas terras, conhecimentos em diferentes áreas antes de terem suas mãos de obra especializadas exploradas e escravizadas no desenvolvimento destas terras.

Sobre isso, a Química tem contribuído sobremaneira com os arqueólogos para que as histórias dos povos que viviam no continente africano antes da chegada do europeu naquele lugar sejam recontadas. Um exemplo consiste nos discursos sobre a produção leiteira praticada pelos povos do norte da África, região da atual Líbia, no século V a.C., mostrados no extrato 1, que corroboram essa assertiva. Cabe ressaltar que os extratos aqui apresentados são partes dos discursos produzidos pelos SI durante a pesquisa tanto na forma falada como na forma escrita, e que cada fala corresponde a um turno representado no texto por T, enumerados de acordo com a sequência da IP.

Extrato 1 - Discursos sobre a produção leiteira em África no século V a.C.

T.29 – A5: *A produção de cerâmica começa cedo no norte da África. Esse potencial surgiu para suprimir as práticas alimentares e de subsistência. Foram utilizadas análises moleculares e isotópicas.*

T.44 – A6: *[...] a gente estuda pegando o ponto de vista europeu. [...] surge primeiro a agricultura e depois o pastoreio. E do pastoreio, o leite e a própria carne. Mas no estudo falou que na África elas (as comunidades), inicialmente, eram sedentárias, a prática comum de usar o pastoreio, apesar de não ter o registro do uso da carne. Eles acharam registro de consumo do leite [...].*

T.62 – A8: *[...] foi possível demonstrar a existência da criação de gado, porque eles guardavam os produtos advindos do gado dentro dessas cerâmicas. Essas cerâmicas conservavam muitas partes das proteínas e gorduras de leite animal por vários anos e quando essas cerâmicas foram encontradas, através de alguns experimentos realizados, acabou de distinguir que essas proteínas eram de leite de vaca ou outros animais ruminantes.*

T.63 – A9: *[...] foram extraídas 81 amostras de cerâmicas para passarem por diversas técnicas de análises, por presença de gordura. E destas, 29 passaram por análises de cromatografia gasosa, infravermelho e espectrometria de massas, onde 18 apresentaram evidências de gorduras de origem ani-*

mal e 11 tinham perfis de lipídios providos da mistura de gordura animal e vegetal.

T.65 – A9: *E só para completar: a partir desses resultados obtiveram evidências que o leite era praticamente a dieta deles, da população.*

A cerâmica é citada nos turnos **T.29**, **T.62** e **T.63** como evidência da presença humana no norte da África no século V a.C. Silva (2013) afirma que “a mais antiga cerâmica africana datada provém do Saara Central de cerca de 6100 a.C.” (p. 200). No entanto, nesse mesmo trabalho, Silva afirma que “em algumas regiões da África como o Air, ao norte do Níger, a cerâmica tem mais de 9 mil anos” (p. 207).

Nos resultados mostrados no **T.63**, A9 cita as técnicas de cromatografia gasosa (CG), análise de espectroscopia na região do infravermelho (IV) e espectrometria de massas (MS) usadas na confirmação da prática leiteira no norte da África. Ainda no **T.63**, A9 afirma que, de 29 amostras estudadas, 18 apresentavam evidências da presença de gordura animal e 11 apresentavam perfis de lipídios oriundos da mistura de gordura animal e vegetal. Sobre os diversos materiais arqueológicos existentes que ajudam a recontar a história da África, “alguns deles, como alimentos, unguentos, resinas, óleos e ceras, são total ou parcialmente orgânicos. Outros, como metais, pigmentos, cerâmicas, vidro e gesso, são inorgânicos” (Iskander, 2010, p.215).

Esses materiais são identificados e determinados por meio das técnicas estudadas nas disciplinas de Química Analítica e Análise Instrumental nos diferentes cursos de graduação em Química e afins, chamadas pelos arqueólogos de arqueometria, como a absorção atômica, a difração e a fluorescência de raios X, a cromatografia, a ativação por nêutrons, a microscopia, a radiografia e outros.

Os materiais orgânicos são geralmente submetidos a combustão, saponificação, dissolução, radiação infravermelha, análise térmica e cromatográfica. Os materiais inorgânicos são submetidos às análises normais em meio aquoso, à espectrometria, à fluorescência de raios X, à difração de raios X ou à ativação por nêutrons, conforme o tipo de informação procurada (Iskander, 2010, p.215).

As técnicas arqueométricas citadas anteriormente nos permitem dizer que existiu, no norte da África, uma criação de gado para a produção leiteira, como mostrado nos turnos **T.44** por A6 (A6:[...] mas no estudo falou que na África [...] eles acharam registro de consumo do leite [...]), em **T.62** por A8 (A8: [...] foi possível demonstrar a existência da criação de gado, porque eles guardavam os produtos advindos do

gado dentro dessas cerâmicas. Essas cerâmicas conservavam muitas partes das proteínas [...] que essas proteínas eram de leite de vaca ou outros animais ruminantes) e no **T.65** por A9 (A9: a partir desses resultados obtiveram evidências que o leite era praticamente a dieta deles, da população.).

Importa dizer que a domesticação e o pastoralismo do gado “tiveram uma função determinante em grande parte das culturas africanas redundando em implicações sociais decisivas” (Silva, 2013, p.221) para diferentes povos. Dentre esses, podem ser citados: os Ba-ila do nordeste da Rodésia, atual Zimbábue; os Herero de Angola, Namíbia e Botsuana; os

Fula da Nigéria, Guiné, Senegal e Mali; e os Bigajó da Guiné-Bissau. “Para alguns desses povos, por exemplo, os herero, [...] o número de cabeças de gado que um herero possui determina toda a sua vida social” (Silva, 2013, p.221-222). Isso não é diferente do que acontece, guardadas as devidas proporções, com os grandes pecuaristas goianos e de outras partes do Brasil, porém com um

viés totalmente capitalista. Os primeiros exemplares de gado que originaram essa grande expansão pecuária conhecida hoje no nosso país foram provenientes de Cabo Verde, já no século XVI (Lopez Mota, 2008 *apud* Silva, 2013, p.223).

Mais tarde, em 1582, as duas ilhas principais, Fogo e Santiago, contarão 1600 brancos, 400 negros livres e 13700 escravos. A economia das ilhas no século XVI baseava-se na criação de gado, na cultura do algodão e na tecelagem através de técnicas africanas. Logo, não mais contentes com importar escravos para uso próprio, as ilhas passaram a exportá-los para a América (Niane, 2010, p.356).

No entanto, a criação de gado em campo aberto, típica de várias regiões africanas, diferentemente do que acontecia nas regiões de mineração e nas comunidades açucareiras no Brasil Colônia, não recebeu uma influência africana tão expressiva por parte dos/as negros/as escravizados/as. A criação de gado em campo aberto era exercida por negros/as pobres livres. Isso se explica pelo fato de ser muito mais fácil controlar o negro escravizado em um espaço circunscrito (comunidade açucareira e região mineradora) do que em campos abertos de criação de gado (Silva, 2013, p.223). Mesmo assim, nota-se, em todo o país, influências diretas e indiretas das tradições vaqueiras vindas de África. Passamos a elencar algumas:

i) nas tradições festivas brasileiras, como os cordões, os ranchos, nas confrarias negras, nos maracatus do Nordeste e em elementos do bumba-meu-boi; ii) o arado puxado por boi, comum ainda hoje em algumas regiões do Brasil, tem origem egípcia, mas já era usado na África Central em cerca de 3 mil a.C.; iii) conhecimento de técnicas de criação e manejo

[...] a criação de gado em campo aberto, típica de várias regiões africanas, diferentemente do que acontecia nas regiões de mineração e nas comunidades açucareiras no Brasil Colônia, não recebeu uma influência africana tão expressiva por parte dos/as negros/as escravizados/as. A criação de gado em campo aberto era exercida por negros/as pobres livres.

de gado; iv) conhecimento popular e superstições diversas relacionadas ao aumento da fertilidade, contenção da prenha e aumento da produção do leite; v) conserva e melhoramento do sabor da carne a partir de métodos tradicionais de secagem, defumação e salga (Silva, 2013). Existem registros que vinculam as tradições africanas com a sertaneja brasileira relacionadas à criação de gado.

Sabe-se, por exemplo, que o esterco é utilizado como combustível de fogueira para a preparação de alimentos, como fertilizante na agricultura e no contexto de uso medicinal. Fala-se ainda na utilização da gordura, banha e sebo contra queimaduras. As parteiras e benzedeiras sertanejas e africanas fizeram uso de gordura animal a ser colocada na vagina para facilitação do parto. Ainda dentro deste campo medicinal, o uso da pata de porco e de vaca contra cólica infantil, febre, etc., podem ser, juntamente com a jóia protetiva da fita de couro usada como colar no pescoço e utilizada como proteção contra coqueluche, são alguns dos exemplos de convergência cultural Brasil-África no quesito da tradição vaqueira (Silva, 2013, p.224).

No **T.65**, A9 afirma, sobre evidências do leite ter sido a dieta da população do norte da África, que essa dieta de consumo do leite caprino e bovino é um hábito há bastante tempo arraigado na cultura brasileira e africana. Em países como a Tanzânia, onde a carne ou outras fontes de proteína são escassas, o leite bovino se torna um dos principais produtos consumíveis de origem animal. No entanto, esse leite precisa ser aquecido e resfriado para que sirva ao consumo. Para contornar tal problema, é realizada a sua liofilização, tornando-o pó. Pelo fato de existir apenas algumas fábricas de leite em pó na África Subsaariana (onde se localiza a Tanzânia), esse alimento é suprido pelo leite em pó importado (Sager *et al.*, 2018).

A demanda é tal que até 55% da produção mundial de leite em pó é vendida para o continente africano a cada ano (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura, 2013). [...] O leite em pó importado não é apenas uma ajuda alimentar para milhões de africanos desnutridos, também é recomendado como um substituto do leite materno para bebês saudáveis de mulheres com HIV / AIDS. De forma alarmante, cerca de 30% a 50% de todas as infecções por HIV em crianças africanas resultam da amamentação de mães infectadas (OMS, 2010, *apud* SAGER *et al.*, 2018, p.366, tradução dos autores).

No Brasil, a substituição do leite materno pelo leite bovino ou caprino fez com que o leite se tornasse uma substância de importância considerável na cadeia produtiva da economia. Com o intuito de aumentar a sua margem de lucro, tal como na África, não é raro ver nos noticiários relatos de adição de substâncias estranhas ao leite com o objetivo de fraudar ou mascarar algumas dessas fraudes por parte do empresariado da indústria láctea brasileira.

Essa alta demanda por leite importado fez com que surgisse na Tanzânia um mercado informal de leite em pó. As mesmas técnicas analíticas citadas neste trabalho que indicam a produção de leite no Norte da África, há cerca de sete mil anos têm sido usadas para detectar contaminantes no leite em pó vendido no mercado informal na Tanzânia e em outros países africanos. Em artigo publicado em 2018, por meio de técnicas de espectrometria de massas acoplada com plasma (ICP-MS), verificou-se que 2,3% do leite em pó vendido no mercado informal na Tanzânia estava contaminado com uma concentração de 240 µg/kg de peso seco de chumbo, superior ao limiar europeu de 130 µg/kg de peso seco (Sager *et al.*, 2018).

No Brasil, a substituição do leite materno pelo leite bovino ou caprino fez com que o leite se tornasse uma substância de importância considerável na cadeia produtiva da economia. Com o intuito de aumentar a sua margem de lucro, tal como na África, não é raro ver nos noticiários relatos de adição de substâncias estranhas ao leite com o objetivo de fraudar ou mascarar algumas dessas fraudes por parte do empresariado da indústria láctea brasileira. Segundo Souza (2005), “produtos lácteos inseguros, a partir de leite cru, são encontrados a venda em todo o território nacional ameaçando a saúde da população em geral, em especial as crianças e idosos” (p.18-19). O Extrato 2 mostra os textos produzidos pelos SI a respeito da adição de amido, ânion salicilato e ácido bórico com o objetivo de fraudar o leite.

Extrato 2 - Discursos sobre as substâncias estranhas ao leite.

T.36 – A6: [...] o amido vem sendo utilizado na fraude do leite. Como esse composto possui baixo custo, ele está sendo adicionado de forma fraudulenta com o objetivo de aumentar o volume e o peso do alimento. No caso de leite fluido, ele pode ser usado com finalidade de disfarçar a adição de água, pois corrige a densidade original do leite.

T.57 – A7: O ânion salicilato [...] é usado na dermatologia e tem a característica, também, antimicrobiana. Essa característica é utilizada para fraudar o leite, pra deixar durar mais e passar do prazo de validade. E ele está lá para o consumo. Em algumas indústrias pode ser feita essa utilização para manter como conservante.

T.84 – A10: [...] o ácido bórico [...] é usado por causa do seu efeito antisséptico. A gente vê isso em produtos antissépticos de uso de limpeza; a gente vê também até na limpeza ocular, colírio; para determinadas reações, não são todas né, e por causa disso

ele serve na conservação do leite evitando a ação de microrganismos aumentando a longevidade.

No discurso de A6, retirado de um dos *slides* da apresentação do seminário proferido pelo seu grupo, existe a afirmação de que o amido é adicionado ao leite, após a adição de água, com o objetivo de corrigir sua densidade original. Afirmo ainda, no **T.36**, que o amido aumenta o volume e o peso do alimento.

Inicialmente, nota-se uma confusão bastante comum tanto nos discursos científicos quanto nos populares: a substituição da palavra massa pela palavra peso. Na realidade, o amido aumenta a massa do leite e, com isso, aumenta sua densidade, fazendo-a atingir o valor próximo daquele que antecede a adição da água. O peso, como se sabe, é uma medida de força exercida por um corpo sobre a atração gravitacional e é medido por meio da equação $P = m \cdot g$, onde P é peso, m é massa em gramas e g é a aceleração da gravidade, que na Terra é de $9,8 \text{ m/s}^2$. Portanto, o peso de um corpo vai depender da aceleração da gravidade de um determinado local. Assim, uma pessoa de massa igual a 80 kg terá pesos diferentes na Terra e na Lua.

Nota-se também que não existe autoria no texto produzido por A6 no **T.36**, pois este é encontrado numa rápida busca na internet. A Figura 1 traz uma captura de tela do texto copiado por A6 e colocado em seu slide.

Para além da preocupação ética que a universidade precisa ter para com seus(suas) alunos(as) quanto a plágios em seus trabalhos acadêmicos e científicos, é preciso que saibam utilizar a internet em prol de seus aprendizados. Hoje é muito comum ouvirmos reclamações de professores/as que ministram aulas práticas quanto à presença do chamado “Ctrl C” “Ctrl V” nos relatórios de seus alunos/as. Dessa maneira, em relação a ter a internet como fonte de pesquisa, entendemos que:

[...] O leitor precisa traçar, frente a um universo de possibilidades, um caminho coerente com seus objetivos que o permita dialogar com diferentes textos para construir dialogicamente um novo texto [...]. Para que o espaço digital seja produtivo para a pesquisa escolar é necessário que o leitor tenha habilidade de ir além da cópia, ou seja, é preciso atualizar sentidos, revelar autoria diante da produção materializada no gênero pesquisa escolar (Cardoso, 2017, p.23).

Entendemos, também, que, numa construção dialógica, A6 poderia e deveria consultar o *site* referenciado na Figura 1, pois nesse caso estaria presente a atmosfera do “já dito”. Então, esse discurso poderia lhe orientar para um discurso-resposta (Bakhtin, 1993). Assim, seria possível a produção de um texto próprio marcado por suas histórias, vivências culturais, seus pontos de vistas e sua subjetividade. Para Bakhtin (2003), a subjetividade:

que perpassa a autoria não é uma subjetividade solitária, individual, uma vez que o sujeito falante é sempre um ser social, constituído dialogicamente pelo(s) outro(s). Assim, a autoria ao mesmo tempo em que é marcada pela subjetividade também é marcada pelo social, pelo diálogo travado por diferentes vozes, por diferentes pontos de vista (Cardoso, 2017, p.26).

Nos **T.57** e **T.84**, A7 e A10 falam da adição do ânion salicilato e do ácido bórico como conservantes para que o leite fraudado se conserve por mais tempo. Diferente do que aconteceu no discurso de A6, nos discursos de A7 e A10 notamos a presença de autoria em seus textos, já que ambos indicam, dentre outras referências, o artigo “Experiências Lácteas”, em que as enunciações em relação ao ânion salicilato e ao ácido bórico são de que servem para “conservar o leite, evitando a ação de microrganismos” (Lisboa e Bossoiani, 1997, p.31).

No **T.57**, a autoria do texto de A7 é verificada quando este faz alusão às características antimicrobianas do ânion salicilato com o uso desse ânion na fraude do leite com a enunciação, como mostrado no turno **T.57** (A7:[...] é usado na dermatologia e tem a característica, também, antimicrobiana. Essa característica é utilizada para fraudar o leite, pra deixar durar mais e passar do prazo de validade.). Por essa enunciação, ainda que truncada, pode se afirmar que o discurso (texto) de A7 foi formado pela atmosfera do já dito (uso do artigo “Experiências Lácteas”) e outros *sites* mencionados em suas referências bibliográficas. A partir daí, A7 forma o seu próprio texto, marcado pelo seu ponto de vista, por exemplo, como mostrado no turno **T.57** (A7: pra deixar durar mais e passar do prazo de validade). Portanto, ouve-se a voz de A7 nas diferentes vozes presentes nos resultados dessa pesquisa. A Figura 2 é uma captura de tela de um dos *slides* utilizados por A10 e seu grupo na apresentação do seminário, como parte da IP que originou esta pesquisa.

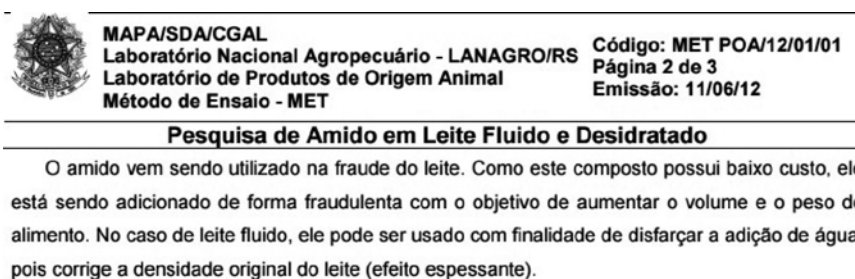


Figura 1: Captura de tela do texto copiado por A6. Fonte: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/laboratorios/legislacoes-e-metodos/arquivos-metodos-da-area-poa-iqa/met-poa-12-01-amido.pdf>. Acesso: 30/05/2018.

PORQUE ADICIONAR ÁCIDO BÓRICO NO LEITE?

- Conservação do leite, evitando a ação de microorganismos.
- Ácido bórico tem efeito antisséptico.
- Porém, é bastante absorvido pelo trato intestinal e seu excesso pode prejudicar a saúde.

Figura 2: Captura de tela de um dos slides apresentados nos seminários.

Para responder à questão “porque adicionar ácido bórico no leite?”, as enunciações presentes são em forma de enumeração. Na transcrição da fala de A10, vemos que o mesmo utilizou essa enumeração apenas para “catalisar” o seu discurso, ou seja, a produção do seu texto. Nas enunciações de A10, o mesmo fala dos diversos usos do ácido bórico em produtos antissépticos e de limpeza, por exemplo, o colírio, como mostrado no turno **T.84** (A10: por causa disso ele serve na conservação do leite evitando a ação de microorganismos aumentando longevidade). Portanto, assim como no discurso de A7, houve autoria de texto, houve a formação de conceitos por parte de A10 e de seus colegas de grupo quando da apresentação do seminário. Vemos, novamente, a presença de diferentes vozes no discurso de A10, o que Bakhtin chama de polifonia.

O ácido bórico e outras substâncias estranhas ao leite podem ser detectadas qualitativamente em laboratório por meio de ensaios rápidos, eficientes e de baixo custo, e se presta à discussão de diferentes conceitos químicos e bioquímicos, tanto em nível básico quanto superior. O Extrato 3 mostra os textos discursivos referentes aos testes de determinação do amido.

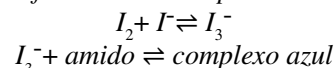
Extrato 3 - Discursos sobre a determinação de amido presente em amostras de leite.

T.32 – A6: [...] O lugol é uma solução de iodo (1%) em equilíbrio com KI (2%), em água destilada. Este reagente reage com o amido [...] formando um complexo [...] que se caracteriza por ser colorido [...]. Com o amido a coloração típica é o azul escuro [...]. O aquecimento promove a abertura da cadeia helicoidal da molécula de amido, permitindo a adsorção do iodo à amilose. O complexo formado possui coloração azul característica após o resfriamento.

T.33 – A5: Essa abertura da cadeia que ele fala é o que permite a reação do iodo, lugol, com o amido presente no leite. Então, é necessário aquecer pra que haja a reação e ter o resultado esperado do teste.

T.34 – A6: Bem, com o amido dissolvido observamos que ao adicionar gotas da solução de lugol ocorre a formação de uma coloração azul escuro. Este azul é o produto da reação entre o íon triiodeto e o amido, formando um complexo que possui esta coloração característica. E aí tem a ionização do iodo que reage com o iodeto, formando o I_3^- e reage

com o amido formando o complexo.



T.35 – A5: Azul. Eu até procurei o nome e só achei complexo azul, esse deve ser o nome.

Baseados nos estudos de Johnstone (1993) sobre a classificação dos níveis do conhecimento químico – macroscópico, microscópico e simbólico – Mortimer e colaboradores (2000) redimensionam esses aspectos e passam a denominá-los de fenomenológico, teórico e representacional, respectivamente. O nível teórico se refere ao “conhecimento de natureza atômico-molecular, envolvendo, portanto, explicações baseadas em modelos abstratos e que incluem entidades não diretamente perceptíveis, como átomos, moléculas, íons, elétrons, etc.” (Mortimer *et al.*, 2000, p.276). Esse nível está presente nos nossos resultados na enunciação de A6 no turno **T.34** (A6: E aí tem a ionização do iodo, que reage com o iodeto formando o I_3^- e reage com o amido formando o complexo.). O nível representacional compreende informações características do pensamento e linguagem química, como as fórmulas e equações químicas. Diante disso:

É possível pensar que a equação química e a linguagem química sejam instrumentos para a elaboração do pensamento químico, ou seja, com e pela linguagem química, no movimento de significação dessas representações uma certa forma de pensar vá constituindo-se (Machado, 2004, p.170).

Esse nível também aparece nos nossos resultados na enunciação de A6, ainda no **T.34** (A6: $I_2 + I^- \rightleftharpoons I_3^-$; $I_3^- + \text{amido} \rightleftharpoons \text{complexo azul}$). No entanto, A6 não escreve a fórmula química do amido nem a do complexo azul formado, como relatado no turno **T.35** por A5 (A5: eu até procurei o nome e só achei complexo azul, esse deve ser o nome). Ou seja, no seu material de pesquisa (o já dito) para resolver essa questão não foi encontrado o nome do complexo formado (A5: complexo azul). Todavia, se considerarmos que o amido é “constituído por dois polímeros que diferem na estrutura da molécula: a amilose (10-20%) e a amilopectina (80-90%)” (MAPA/SDA/CGAL, 2012, p.1), e fazendo uma extrapolação para a nomenclatura dos complexos metálicos, podemos inferir, salvo melhor juízo, que o complexo tenha a nomenclatura de poliamilato de tri-iodo.

A coloração azul típica desse complexo de amido com o iodo, mostrada nos discursos de A5 e A6 nos turnos T.32, T.33 e T.35, se refere a um dos aspectos do conhecimento químico: o fenomenológico. Esse aspecto se refere ao campo perceptível do nosso sistema sensorial quando da ocorrência de alguma reação química, como a visualização de mudança de cor, a formação de um precipitado, a percepção de um determinado odor, a liberação ou absorção de calor, ou ainda a interação radiação-matéria que não pode ser visualizada, mas que pode ser medida, como a análise de infravermelho, medida de concentração de algum elemento por emissão ou absorção atômica (AA), etc.

A técnica de (AA) pode, por exemplo, determinar a concentração de íons Pb^{2+} em amostras de leite, desde que esses íons estejam dentro da faixa de detecção. Diferente do que aconteceu na Tanzânia, reportado por Sager e colaboradores (2018), no Brasil a contaminação por chumbo se dá pela intoxicação de bovinos por exposição ambiental ou ingestão de ração contaminada com esse metal (Okada *et al.*, 1997). Uma análise desse tipo é trabalhosa para se fazer em uma aula prática de química geral ou no ensino médio, que foram objetivos deste artigo.

No entanto, análises qualitativas de identificação de Pb^{2+} em amostra de leite previamente contaminado com esse metal podem ser realizadas a partir de reações com KI em excesso ou K_2CrO_4 (Oliveira *et al.*, 2006, p.31). A título de ilustração, para essa pesquisa fizemos a primeira reação. A Figura 3 mostra duas fotos da amostra de leite, antes e depois da reação com o KI, bem como a equação que representa essa reação química.

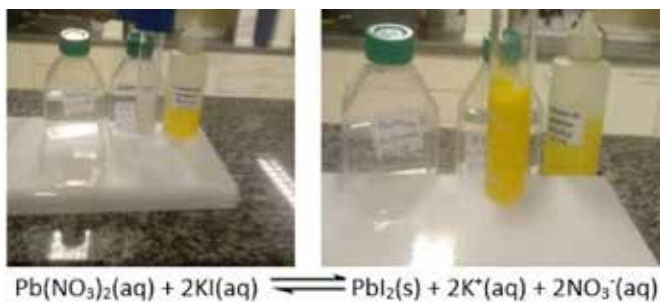


Figura 3: Foto de uma amostra de leite contaminado com Pb^{2+} antes e após reação com o KI

Nessas duas situações ocorrerão as formações de precipitados amarelos de PbI_2 e $PbCrO_4$, respectivamente. Discussões sobre os conceitos de Kps, de reagente limitante (ensino superior) ou de reações de precipitação (ensino médio) podem ser suscitadas a partir desses experimentos. Importa ressaltar que a coloração amarela desses precipitados caracteriza o aspecto fenomenológico do conhecimento químico que está presente, também, nas relações sociais que se estabelecem por meio da química. Assim:

[...] falar sobre o supermercado, sobre o posto de gasolina é, também, uma recorrência fenomenológica. Neste caso o fenômeno está materializado na

atividade social. E é isso que vai dar significado para a Química do ponto de vista do aluno. São as relações sociais que ele estabelece através da Química que mostram que a Química está na sociedade, no ambiente (Mortimer *et al.*, 2000, p.276).

Por isso defendemos que, ao falar da produção leiteira que aconteceu no norte da África há cinco mil anos a.C, indicada por ensaios químicos, e que ensaios químicos também podem ser usados para detectar substâncias estranhas presentes no leite e, a partir dessas análises se pode explorar e desenvolver vários conceitos químicos, estamos dando outro significado para o/a aluno/a que estuda química em nível superior e na educação básica.

Algumas Considerações

Nossos resultados demonstram que o ensino de química nos permite utilizar contextos particulares, como a produção leiteira de cinco mil anos a.C. por comunidades do norte da África, a ressignificação dessa prática em outras regiões da África e a diáspora africana no Brasil, neste caso, relacionando-os com a indústria láctea brasileira e goiana e os problemas advindos dessa produção (fraude no leite) com vistas à implementação e ao cumprimento da lei 10.639/03 e de outros documentais legais (pareceres, diretrizes, orientações, resoluções) originados a partir dessa lei.

Consideramos, também, que quando professores/as negros/as se sentem convocados por sua condição étnica (construção social, histórica e econômica num país colonizado) temos de fato a representatividade em ação. Essa IP foi realizada em aula prática de nível superior, mas pode ser realizada, sem maiores problemas, na educação básica tanto em aula prática como em teórica.

Notas

¹Este texto é uma versão revisitada do trabalho apresentado no XIX Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), realizado em Rio Branco, AC, em julho de 2018.

Juvan Pereira da Silva (juvanquimico@yahoo.com.br), bacharel, licenciado e mestre em Química pela Universidade Federal de Goiás, doutorando em Química pela Universidade Federal de Goiás. Técnico do Instituto de Química da Universidade Federal de Goiás (UFG). Goiânia, GO – BR. **Gustavo Augusto Assis Faustino** (gustavoaugusto531@gmail.com), técnico em Química pelo IFG Inhumas. Licenciando em Química e bolsista PROLICEN da Universidade Federal de Goiás. Goiânia, GO – BR. **Antônio César Batista Alvino** (alvinoufg@gmail.com), licenciado e mestre em Química pela Universidade Federal de Goiás, doutorando em Química pela Universidade Federal de Goiás. Goiânia, GO – BR. **Cláudio Roberto Machado 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. **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.

Referências

- BAKHTIN, M. M. *Estética da criação verbal*. São Paulo: Martins Fontes, 1992.
- BAKHTIN, M. M. *Marxismo e Filosofia da Linguagem*. 12ª ed. São Paulo: Hucitec, 2006.
- BRANDÃO, C. R. *Pesquisa Participante*. São Paulo: Brasiliense, 1984.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Plano Nacional de Implementação das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação das Relações Étnico-raciais e para o Ensino de História e Cultura Afro-brasileira e Africana*. Brasília: MEC, p.38, 2013.
- CARDOSO, G. F. *A pesquisa escolar e a leitura hipertextual: autoria ou cópia*. Monografia (Curso de Licenciatura em Linguagens e Códigos). Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2017.
- DEMO, P. *Pesquisa participante: saber pensar e intervir juntos*. Brasília: Liber, 2008.
- GREGOLIN, M. R. A análise do discurso: conceitos e aplicações. *Alfa*, v. 39, p. 13-21, 1995.
- IBGE. Censo demográfico 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/>, acessado em janeiro 2018.
- IBGE. *População chega a 205,5 milhões, com menos brancos e mais pardos e pretos, 2017* Disponível em: agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/18282-pnad-c-moradores, acessado em fevereiro de 2019.
- JOHNSTONE, A. H. The development of chemistry teaching. *University Chemistry Education*, v. 70, n. 9, p. 701-705, 1993.
- ISKANDER, Z. A Arqueologia da África e suas técnicas – Processos de datação. In: KI-ZERBO, J. *História geral da África I: Metodologia e pré-história da África*. Brasília: UNESCO, 2010.
- MACHADO, A.H. *Aula de química: discurso e conhecimento*. 2ª ed. Ijuí: Unijuí, 2004.
- MAPA/SDA/CGAL. *Pesquisa de Amido em Leite Fluido e Desidratado*. 2012. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/laboratorios/legislacoes-e-metodos/arquivos-metodos-da-area-poa-iqa/met-poa-12-01-amido.pdf>, acessado em maio 2018.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. e ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: Fundamentos e pressupostos. *Química Nova*, v. 23, n. 2, p. 273-283, 2000.
- OLIVEIRA, I. M. F.; NASCENTE, C. C.; FORTES, I. C. P.; SILVA, M. J. S. F. e TÓFANI, S. F. B. *Análise Qualitativa*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006.
- OKADA, I. A.; SAKUMA, A. M.; MAIO, F. D.; DOVIDAUSKAS, S e ZENEBO, O. Avaliação dos níveis de chumbo e cádmio em leite em decorrência de contaminação ambiental na região do Vale do Paraíba, Sudeste do Brasil. *Revista de Saúde Pública*, v. 31, n. 2, p.140-143, 1997.
- PERSON, Y. Os povos da costa – primeiros contatos com os portugueses – de Casamance às lagunas da costa do Marfim. In: NIANE, D.T. *História geral da África IV: África do século XII ao século XVI*. 2ª ed. revisada. Brasília: UNESCO, 2010.
- SAGER, M.; McCULLOCH, C. R.; SCHODER, D. Heavy metal content and element analysis of infant formula and milk powder samples purchased on the Tanzanian market: International branded versus black market products. *Food chemistry*, v. 255, p. 365-371, 2018.
- SILVA, R. A. *Isto não é Magia; é Tecnologia: subsídios para o estudo da cultura material e das transferências tecnológicas africanas ‘num’ novo mundo*. São Paulo: Ferreavox, 2013.
- SOUSA, D. D. P. *Consumo de produtos lácteos informais, um perigo para a saúde pública: estudo dos fatores relacionados a esse consumo no município de Jacareí - SP*. Dissertação de Mestrado (Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- UFBA. *Apostila de Aula Prática de Farmacognosia UFBA*, 2012. Disponível em: http://www.sbfagnosia.org.br/Ensino/quimica_do_leite.html, acessado em janeiro 2018.

Abstract: *Milk in “mama” Africa and Education for Ethnic-Racial Relations (ERER) in Chemistry Education.* This paper presents the results of a Pedagogical Intervention discussing the role of chemistry in the discovery of milk production in North Africa in the fifth century before the Christian era and the re-signification of this practice in other regions of Africa and in the African diaspora in Brazil. This intervention was aimed at complying with decrees CNE/CP 01/2004 and CNE/CP 03/2004 in chemistry education. The reasons that led dairy producers to milk fraud were addressed. Qualitative tests for the detection of substances foreign to milk, such as starch, boric acid, salicylate anion and lead (II) were performed. Finally, the authorship of texts produced by students after practical classes was evaluated, regarding reports and the preparation/presentation of seminars.

Keywords: ERER, milk, chemistry



Stop motion no Ensino de Química

Bruno S. Leite

O *stop motion* (SM) é uma técnica de animação quadro a quadro que pode auxiliar no ensino de Química de maneira significativa, estimulando os estudantes a construírem seu conhecimento através das informações visualizadas. O presente trabalho apresenta a apropriação do SM por 134 estudantes em um curso superior de licenciatura em química. As percepções dos estudantes, coletadas por meio do questionário e da apresentação do seminário realizado em grupo, revelam que eles consideraram a atividade positiva, indicando uma postura favorável ao uso do SM como estratégia para o ensino de Química. Ademais, os resultados apontam que a elaboração do SM possibilitou aos estudantes experimentarem diferentes contextos de aprendizagem, principalmente por considerarmos que a atividade proposta está relacionada ao uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação.

► *stop motion*, ensino de química, TDIC ◀

Recebido em 08/04/2019, aceito em 27/08/2019

13

Tecnologias Digitais no Ensino de Química

As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) podem ser consideradas como um dos suportes mais comumente utilizados na Educação, principalmente quanto ao uso dos recursos disponíveis na web e às inúmeras possibilidades de adaptações aos usuários. O significado que se atribui ao termo TDIC na educação abrange um leque de dispositivos (*tablets*, *smartphones*, etc.), serviços (conectividade), conteúdos e aplicativos digitais. Segundo o relatório do comitê gestor da Internet no Brasil (CGI.br) o uso das TDIC é um dos fatores que define a oferta de educação de qualidade (Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2018).

As TDIC têm potencial para contribuir na melhoria da qualidade da educação e proporcionar modos de

As TDIC têm potencial para contribuir na melhoria da qualidade da educação e proporcionar modos de aprendizagem mais participativos. Sua inserção nas escolas e universidades, associada ao uso crítico por estudantes e professores, pode potencializar o processo de ensino e aprendizagem.

aprendizagem mais participativos. Sua inserção nas escolas e universidades, associada ao uso crítico por estudantes e professores, pode potencializar o processo de ensino e aprendizagem. Todavia, muitos professores não têm formação adequada para lidar com

tecnologias em rápida evolução. É preciso uma formação que (re) pense a presença das TDIC na construção do conhecimento e que estas são importantes na produção e divulgação dos Recursos Didáticos Digitais (RDD).

Os RDD “são todos os objetos de aprendizagem, produzidos com o uso das tecnologias digitais, que auxiliam no processo de aprendizado do indivíduo” (Leite, 2015, p. 239). Esses recursos podem incorporar diversas mídias (visual, escrita e sonora), possibilitando a apresentação de conteúdos de modos distintos, facilitando a construção do conhecimento – em alguns casos envolvendo conceitos considerados abstratos, difíceis de serem entendidos apenas a partir da leitura de um texto ou da explicação oral do professor.

Dentro de uma perspectiva construtivista, os RDD

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

podem contribuir para o processo de ensino e aprendizagem auxiliando os estudantes em seus estudos a revisar conceitos previamente estudados e também a participarem mais ativamente das aulas. Entretanto, a utilização dos RDD requer a compreensão sobre criação e uso das tecnologias digitais, além de propostas pedagógicas que contemplem tais recursos.

No âmbito do ensino de Química observamos que os RDD têm sido utilizados em diferentes contextos no processo de construção do conhecimento. Ao longo dos anos, diversas pesquisas têm apresentado o potencial de *softwares* (Eichler e Del Pino, 2000), hipermídias (Meleiro e Giordan, 1999), jogos didáticos digitais (Melendez *et al.*, 2017), aplicativos para dispositivos móveis (Nichele e Schlemmer, 2014), vídeos educativos (Arroio e Giordan, 2006) no ensino de Química. Essas pesquisas revelam algo em comum: não basta apenas utilizar os RDD, é preciso que sejam incorporadas estratégias didáticas que valorizem a construção do conhecimento e a autonomia dos estudantes.

Nesse sentido, um dos RDD que podem favorecer essa construção e autonomia no processo de ensino e aprendizagem da Química é o *Stop Motion* (SM), principalmente quando sua elaboração vem acompanhada de uma profunda discussão e análise das estratégias metodológicas, contribuindo para a aprendizagem do estudante. Além disso, o nível de interatividade entre as informações presentes nos SM e os estudantes (usuários) pode contribuir para a construção do conhecimento de forma mais ativa. Dessa forma, este trabalho tem como objetivo investigar a apropriação do *stop motion* por estudantes do curso de licenciatura em Química de uma universidade pública brasileira, apresentando suas percepções na elaboração e na proposição de estratégias que possam contribuir para o processo de ensino e aprendizagem da Química.

Stop motion

Com o advento das tecnologias digitais, concordamos com Mills (2011) ao afirmar que uma parte da comunicação que ocorre entre as pessoas fora do ambiente educativo baseia-se em imagens. A imagem é inequivocamente uma representação de qualquer outra coisa. Ela sempre será um processo de mediação, ou seja, uma representação (a imagem) de algo (a “coisa”). Segundo Flusser (1985, p. 7) as imagens “são códigos que traduzem eventos em situações, processos em cenas”. Para Cunha (2018, p. 234), uma imagem “é um espaço aberto a interpretações que nem sempre condizem com o que está registrado”. Uma classificação inicial destaca a existência de dois tipos de imagens: as técnicas e as tradicionais (Flusser, 1985). As imagens técnicas são aquelas produzidas por aparelhos. Já as imagens

tradicionais são aquelas produzidas pelas pessoas de forma artesanal. Santaella e Nöth (1998) ampliam essa discussão ao classificarem as imagens como: imagem pré-fotográfica, fotográfica e pós-fotográfica.

A técnica de captação de imagens fotográficas a partir de um objeto qualquer de forma sequenciada é conhecida como *stop motion* (que, se traduzido literalmente, resultaria na expressão “movimento parado” ou “movimento estático”). O SM é uma técnica de animação que ocorre quando realizamos várias fotografias de objetos quadro-a-quadro (cada imagem registrada é nomeada como quadro) que, ao serem exibidos em alta velocidade, causam a ilusão de movimento no observador.

Algumas características (Figura 1) são observadas no *stop motion*: a) deve ocorrer por intermédio da manipulação direta dos objetos durante a captação das imagens; b) a manipulação de imagens vetoriais não se configuram como SM, pois essas imagens são virtuais e só se realizam quando renderizadas e atualizadas em uma tela; c) os objetos que irão compor a imagem animada devem existir fisicamente; d) a animação em SM deve respeitar uma média de 15 a 30 quadros por segundo. Quanto mais quadros forem utilizados, mais suave será o resultado do vídeo.



Figura 1: Características de um stop motion.

Além das câmeras fotográficas digitais e profissionais, um dos aparelhos mais comumente utilizados para o registro de imagens é o *smartphone*. Nele é possível captar imagens estáticas necessárias para a produção de um SM. Além disso, existem diversos aplicativos (por exemplo, *Media Converter*, *Stop Motion Studio*, *Magisto*, *VideoShow* - Editor de Vídeo e *AndroVid* - Editor de Vídeo) que permitem sua elaboração e edição de forma simples. O uso de câmeras de baixo custo e *softwares* livres de edição, como o *Lightworks*, *VSDC free video editor*, *Jahshaka* e *Avidemux*, permitem que algumas formas de *stop motion* sejam produzidas de forma muito barata. Assim sendo, como os materiais necessários para tal tarefa são de fácil

acesso (celular com câmera, editor de vídeo e, em alguns casos, o computador), por que não utilizar o SM nas aulas de Química? A força comunicativa que os *stop motions* podem apresentar permitem trazer para a sala de aula assuntos que seriam difíceis de serem demonstrados, além de possibilitarem uma característica lúdica.

A elaboração de SM em sala de aula pode contribuir para a construção do conhecimento químico. Por mais que a produção do *stop motion* não seja tão usual entre os jovens, eles consomem e até produzem vídeos de outros diversos conteúdos, ou seja, por que não mudar a situação e propor que o estudante produza seu próprio conteúdo educativo? Nesse sentido, quando o professor permite que seus estudantes realizem atividades que envolvam a elaboração de SM, ele possibilita uma participação mais ativa deles; e quando o professor utiliza o SM em sua prática pedagógica ele pode obter resultados satisfatórios no processo de ensino e aprendizagem.

Delineamento metodológico

Realizamos uma pesquisa qualitativa de cunho interpretativo, em que os dados foram “obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada” (Lüdke e André, 1986, p. 13), enfatizando mais o processo do que o produto e nos preocupando em retratar a perspectiva dos participantes. Entretanto, consideramos também a quantificação de alguns dados, com o objetivo de expressá-los de forma mais objetiva e clara. Além disso, a pesquisa se trata de um estudo de caso, pois compreende uma investigação sobre algo que tem valor em si (Lüdke e André, 1986), ou seja, as concepções dos estudantes em relação à produção e utilização do *stop motion* no ensino de Química.

Como unidade de análise da pesquisa participaram 134 estudantes do curso de licenciatura em Química de uma Universidade Federal brasileira, sendo oitenta e três (83) da disciplina Informática, Química e Educação (IQE) de quatro turmas (cada uma pertencente aos semestres 2017.1, 2017.2, 2018.1 e 2018.2), e cinquenta e um (51) estudantes da disciplina Instrumentação para o Ensino de Química (IEQ) de três turmas (dos semestres 2016.2, 2017.1 e 2017.2). No total participaram oitenta e uma (81) estudantes do sexo feminino e cinquenta e três (53) do sexo masculino.

A pesquisa foi realizada em três etapas: (i) Elaboração dos *stop motion* para o ensino de Química. Nesse momento, foram formados grupos (com no mínimo dois e no máximo quatro estudantes por grupo) para a produção dos SM, totalizando 36 grupos; (ii) Aplicação do questionário estruturado com os participantes. Cada grupo elaborou um SM (36 no total) e os relatos dessa experiência foram coletados por meio de um questionário com sete

perguntas (Quadro 1), respondidos individualmente; (iii) Apresentação de um seminário pelos grupos, explicitando os objetivos do *stop motion* produzido, justificando o uso

das imagens e textos, além de destacarem como os conceitos químicos seriam introduzidos em sua futura prática docente. Esse momento foi registrado em áudio. Ademais, nesse momento os professores da disciplina realizaram intervenções sobre os SM produzidos. Os seminários ocorreram com a presença do pesquisador que se baseou na “escuta sensível” proposta por

Barbier (2002). Resumidamente, segundo uma abordagem rogeriana, a escuta sensível busca compreender o sentido que existe em uma situação. O pesquisador deve “saber sentir o universo afetivo, imaginário e cognitivo do outro para poder compreender de dentro suas atitudes, comportamentos e sistema de ideias, de valores, de símbolos e de mitos” (Barbier, 2002, p. 1), além do observador perceber os gestos, os silêncios, as pausas e as emoções dos seus interlocutores.

Quadro 1: Perguntas do questionário aplicado aos estudantes.

- 1) Qual estratégia você indica para utilização do *stop motion* elaborado no ensino de Química?
- 2) Quais os aspectos positivos e negativos na elaboração do *stop motion*?
- 3) Houve dificuldades na elaboração do *stop motion*?
- 4) O *stop motion* produzido alcançou os objetivos iniciais?
- 5) Por qual motivo você utilizaria o *stop motion*?
- 6) Por qual motivo você não utilizaria o *stop motion*?
- 7) Como seu *stop motion* contribuiria em uma aula de Química?

As respostas do questionário, quando subjetivas, foram apresentadas conforme escrito pelos estudantes, preservando-se os erros de redação de texto. Entendemos que essas respostas refletem aquilo que eles consideram legítimo dizer e dizem. A categorização das respostas do questionário foi realizada a partir da proposta de Creswell (2010, p. 214) que “envolvem questões não estruturadas e em geral abertas, que são em pequeno número e se destinam a suscitar concepções e opiniões dos participantes”.

De modo a manter a fidedignidade das narrativas, as transcrições foram realizadas após os seminários. Para a identificação dos sujeitos, foram adotados nomes de cientistas que contribuíram no campo da Química. Após a transcrição das falas, foram analisadas interlocuções dos sujeitos quanto à potencialidade para contribuir na constituição de saberes aliados ao uso do *stop motion* na prática pedagógica desses estudantes.

Um dos pontos importantes que devemos destacar na elaboração dos SM pelos estudantes é o fato deles terem deixado a condição passiva na sala de aula, tornando-se produtores de conteúdo, atuando ativamente conforme os pressupostos da aprendizagem tecnológica ativa (Leite, 2018). Práticas pedagógicas que fazem uso da aprendizagem tecnológica ativa possibilitam em sala de aula propostas de ensino e aprendizagem inovadoras que, por sua vez, fogem das práticas que são corriqueiramente abordadas no ambiente educacional.

Durante a elaboração do *stop motion* (etapa 1), os estudantes foram instruídos pelos professores das disciplinas a seguir cinco critérios, conforme descritos no Quadro 2.

Os estudantes tiveram prazo de quarenta e cinco dias para elaborarem os SM. Ao todo foram produzidos trinta e seis (36) *stop motions*, dos quais 13,9% (5 SM) utilizavam imagens de pessoas para a captação das imagens, 55,5% (20 SM) utilizavam recortes e figuras em papel e 30,5% (11 SM) usavam imagens de objetos inanimados (por exemplo, urso

de pelúcia e bonecos de massa de modelar). Diversos conteúdos foram propostos na elaboração dos SM pelos estudantes, desde conteúdos mais fundamentais (“Evolução dos modelos atômicos”, “Fenômenos físicos e químicos”, entre outros) até os mais avançados (“Nanotecnologia”, “autoprotólise da água”, etc.). A título de ilustração, podemos observar uma cena do *stop motion* produzido pelos estudantes (Figura 2) que fizeram uso de recortes e figuras em papel.

A situação relatada neste SM descreve, de forma resumida, a história da tabela periódica, os elementos químicos, os períodos da tabela, as famílias e as propriedades periódicas.

É importante destacar que os estudantes, ao construírem suas animações dentro de várias possibilidades narrativas (histórias reais ou fictícias, lendas, anedotas, provérbios, poesias, romance, etc.), podem explorar os conceitos aprendidos nas disciplinas, apresentando através do SM. Para Fossati (2011), a narrativa é uma associação entre o conteúdo e a expressão, composta de um roteiro que vai dar forma à história que será contada. Ao criarem os *stop motion*, os estudantes estão motivados e se apropriam do conhecimento científico, podendo associar imagens, palavras e ideias.

Quadro 2: Critérios para a elaboração do *stop motion*.

Critérios	Orientação
1) O <i>stop motion</i> deve ter no mínimo 60 segundos	Sem considerar apresentação, créditos etc. Deve-se obedecer as características principais do SM.
2) Investigar quais SM de Química estão disponíveis no Youtube®	Antes da produção do SM, os estudantes devem investigar no Youtube® quais conteúdos de química são pouco abordados (ou nunca foram abordados), no intuito de não apresentarem SM com conteúdos repetidos e comuns, de modo a estimular a criatividade e inovação.
3) Conteúdo presente nos Parâmetros Curriculares de Química	O conteúdo escolhido para elaborar o <i>stop motion</i> deve estar relacionado aos Parâmetros Curriculares de Química para o Ensino Médio do Estado.
4) Elaborar o roteiro	Escrever um roteiro detalhado do SM produzido.
5) Disponibilizar o SM	Após a produção do SM, deve-se disponibilizá-lo no Youtube®.

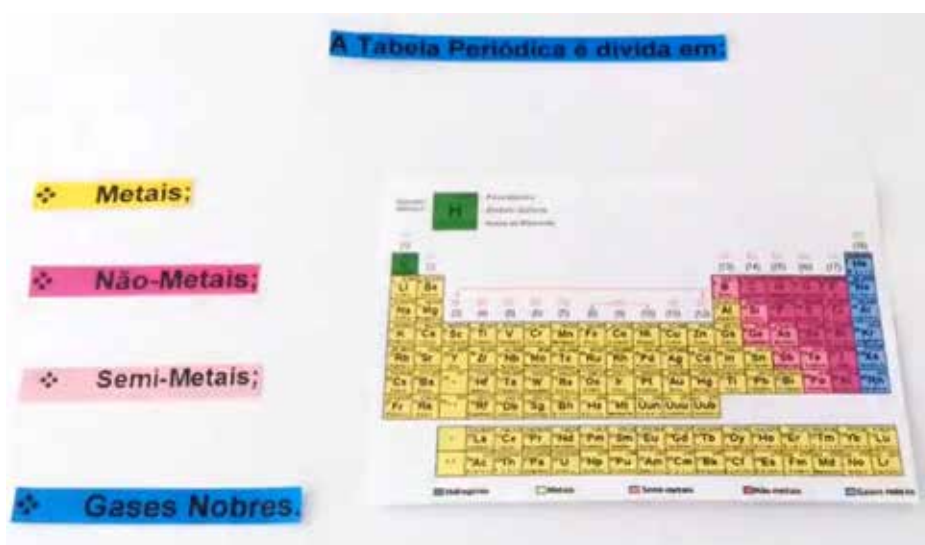


Figura 2: Stop motion produzido por estudantes da disciplina de IQE.

Ao analisarmos as respostas do questionário (Quadro 1), observamos que, em relação ao primeiro questionamento sobre “Qual estratégia você indica para utilização do *stop motion* elaborado no ensino de Química?” (Gráfico 1), muitos estudantes sugeriram que o SM fosse utilizado como revisão de conteúdo (35,1% || 47E, onde E significa Estudantes). Um dos estudantes (aqui denominado de Lavoisier) afirmou que “*seria melhor aproveitado ao término da explicação de um conteúdo, usando ele como ferramenta de revisão do conteúdo ensinado em aula*”. A segunda estratégia mais indicada pelos estudantes foi a utilização do SM como material complementar posterior à discussão em sala de aula (21,6% || 29E), seguida da proposta de uso como uma introdução ao conteúdo no início da aula (19,4% || 26E). Outras propostas foram apresentadas, como a utilização durante a aula (não no início) em momento definido pelo professor (10,4% || 14E) e o uso do SM como uma “pré-aula”, para que os estudantes fossem introduzidos ao assunto antes da aula (13,4% || 18E). Em relação a esta proposta, observamos os pressupostos da estratégia da Sala de Aula Invertida (Bergmann e Sams, 2016; Uzunboyly e Karagözlü, 2017), em que, resumidamente, o estudante se apropria do conteúdo em casa e vai para a escola no intuito de revisar ou tirar dúvidas do assunto com o professor.

Ao responderem à pergunta 2 (“Quais os aspectos positivos e negativos na elaboração do *stop motion*?”) observamos uma convergência de ideias nas considerações dos estudantes. O aspecto da criatividade foi um dos mais citados (58,2% || 78E) por eles como um ponto positivo, seguido da motivação (30,6% || 41E). Por exemplo, para o estudante Bohr a elaboração possibilita “*pensar em diversas formas para discutir o assunto, eu tive ideias criativas que não deram para ser feitas nesse [SM], mas já estou fazendo outro por conta própria*”. Os estudantes são capazes de criar modelos explicativos para determinados fenômenos, o que consideramos como uma competência importante a ser mantida no processo de ensino e aprendizagem. A estudante Rosalind Franklin afirmou que a elaboração do SM “*despertou o interesse pela leitura e facilitou diversificar estratégias de avaliação e de construção do conhecimento na escola*”. Na criação

Os estudantes são capazes de criar modelos explicativos para determinados fenômenos, o que consideramos como uma competência importante a ser mantida no processo de ensino e aprendizagem

de um SM é preciso que o estudante leia e compreenda os conceitos científicos envolvidos e utilize adequadamente a norma padrão. Ademais, no processo de elaboração de um SM, o estudante deve selecionar, analisar, criticar, comparar, avaliar, sintetizar, comunicar, informar. Esses são processos de pensamento complexos, que contribuem para que a informação se torne conhecimento (Leite, 2015).

Os relatos dos estudantes indicam que, para 88,2% deles (118E), um dos pontos negativos na elaboração do SM foi a técnica do quadro-a-quadro. Por exemplo, Marie Curie destacou que é “*uma técnica trabalhosa ter que tirar mais de 15 fotos iguais*” o que, segundo ela, dificultou a elaboração do SM com qualidade. Para Pauling, o tempo de edição também representa um ponto negativo. Ele justifica que a elaboração do SM “*leva muito tempo para produzir, principalmente na edição. Reunir todas as imagens de forma sequenciada requer atenção*”. Outras dificuldades apontadas na elaboração do SM foram: elaboração dos desenhos; a falta de recursos como tripé, cenário apropriado, iluminação, etc., para a captação das imagens; utilização de programas de edição (devido à pouca experiência com o uso desses programas); entre outras.

Em relação aos objetivos dos SM produzidos (pergunta 4), quase todos os estudantes (95,5% || 128E) responderam que os objetivos foram alcançados. Alguns trechos das respostas dos estudantes são destacados a seguir: “*nosso*

grupo ao ver o stop motion produzido ficou animado, pois foi possível contar como ocorre as mudanças de estados físicos da água de modo interativo em forma de animação” (Berzelius); “*consequimos de forma rápida e direta representar através de*

uma prática simples o conceito e exemplos de misturas homogêneas e heterogêneas com materiais presentes no dia a dia” (Wöhler); e “*eu acho que sim, pois explica de forma clara os conceitos além de apresentar experimentos simples*” (Lavoisier). Dos estudantes que afirmaram não terem conseguido alcançar os objetivos iniciais (4,4% || 6E), Becquerel justificou dizendo que “*Não era isso que queríamos, faltou algumas cenas que melhorariam na compreensão dos conceitos envolvidos, ficou amador*”. É

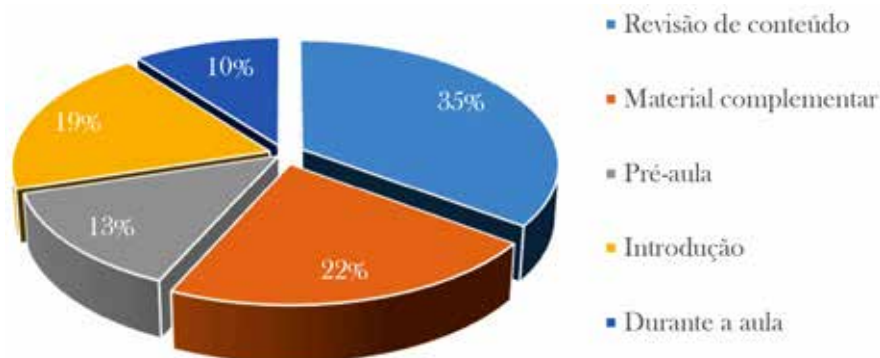


Gráfico 1: Estratégias propostas pelos estudantes para utilização do stop motion.

válido sublinhar que, embora o SM não tenha alcançado o objetivo esperado na percepção deste estudante, houve trocas de conhecimentos e discussões entre os membros do grupo, com isso contribuindo para que esses estudantes refletissem sobre os conceitos envolvidos no SM.

No que se refere aos motivos que levariam os estudantes a utilizar ou não o SM (perguntas 5 e 6), Gibbs afirmou que um dos motivos para utilizar seria *“por ser uma forma interativa de trazer conhecimento”* e acrescentou que *“a interatividade que envolve os educandos no processo de aprendizagem é uma boa justificativa”* (Gibbs). Para Marie Curie, o motivo seria *“por ele facilitar a introdução de um conteúdo, como ele é dinâmico meus alunos iriam adorar e prestar atenção ao conteúdo”*. Para Wöhler, *“por se tratar de uma ferramenta que limita muito a aplicação dos conceitos e serve muitas vezes como uma ferramenta ilustrativa ou para facilitar a memorização, eu não o utilizaria”*. Ida Noddack não utilizaria o SM *“por ele conter, normalmente, pouco conteúdo”*. Concordamos em parte com a estudante, pois o SM, além de necessitar de tempo para sua elaboração, é geralmente muito curto, com tempo de duração entre 1 e 5 minutos (conforme constatamos em nossa análise prévia realizada no Youtube® sobre SM de Química). Entretanto, o SM deve ser entendido como um RDD que pode contribuir para a construção do conhecimento do estudante e não como um “substituto” do professor que irá “ensinar” o conteúdo. Em resumo, das respostas analisadas, a maioria dos estudantes (91,1% || 122E) apresentou motivos para utilizar o SM no ensino de Química, e 47,0% (63E) expuseram alguma razão para sua não utilização.

Quando questionados sobre *“Como seu stop motion contribuiria em uma aula de química?”* (pergunta 7), os estudantes retomaram as afirmações observadas na pergunta 1, ampliando para uma explicação detalhada de como seria a contribuição. Segundo Bohr, o SM contribuiria *“ao acrescentar definições e observações sobre o conteúdo discutido em sala de aula”*. Para alguns estudantes, o SM pode ser mais bem aproveitado quando utilizado fora do ambiente escolar, pois ele é mais apropriado *“para ver em casa como complemento da aula, pois o estudante irá ter mais tempo para compreender seu conteúdo”* (Pauling) e *“após uma explicação sobre o conteúdo, poderia ser exposto o stop motion para complemento da explicação docente”* (Berzelius). Considerando a premissa de que o SM é uma animação, podendo envolver áudio (diálogos), sons e, principalmente, movimentação, é interessante fazer o uso desse RDD no processo de ensino e aprendizagem, por ser uma maneira inovadora e diferente de construir o conhecimento químico dos estudantes.

Percepções dos estudantes

Após a elaboração dos SM (etapa 1) e das respostas ao

questionário (etapa 2), os estudantes realizaram debates sobre suas produções por meio de um seminário (etapa 3). Para o seminário, foi solicitado que os estudantes expusessem a temática abordada, a construção do roteiro, os equipamentos utilizados, o processo de produção e edição do SM e as estratégias para utilização no ensino de Química. Apresentamos a seguir alguns dos resultados mais interessantes para as discussões, considerando não ser necessário destacar os trinta e seis SM, nem repetir informações já relatadas no questionário.

As análises dos seminários ministrados pelos estudantes mostram que, para a maioria dos grupos (97,2%), o SM é uma boa estratégia para inovar no processo de ensino e aprendizagem. Para Hess, *“o professor deve inovar em sala de aula, deixar de dar as mesmas aulas tradicionais e o stop motion é uma forma de sair da rotina, de envolver o aluno”*. Tal afirmação concorda com as ideias de Castilho, Silveira e Machado (1999) e Rosa, Suart e Marcondes (2017) sobre a necessidade dos professores modificarem algumas de suas práticas no ensino da Química.

Durante o seminário, observamos nas falas dos estudantes que a animação em SM é uma maneira interessante para ser usada em ambiente educacional, pois valoriza o fazer por parte do estudante, na tentativa de conectar as experiências cotidianas com o pensamento reflexivo.

A percepção de como os estudantes se sentiram ao realizar o trabalho pode ser observada nos seguintes comentários: *“é uma grande estratégia e a maioria dos alunos têm mais facilidade em aprender com recursos visuais”* (Priestley); *“Numa aula de química bem planejada, o stop motion pode aumentar o rendimento da classe”* (Gay-Lussac); e *“é uma estratégia de ensino lúdico, capaz de despertar e desenvolver novas formas de aprender”* (Lewis).

Em relação ao roteiro, os estudantes relataram durante o seminário que a escrita dos roteiros do SM proporcionou grande participação e envolvimento de todos, pois ao escreverem coletivamente seus roteiros foi necessário alinhar os objetivos do SM com as estratégias para sua utilização em sala de aula, além de discutirem como os conceitos científicos poderiam ser abordados de forma que não gerassem obstáculos epistemológicos. Para um dos estudantes, o SM pode ser inserido numa sequência didática, desde que o professor o incorpore como *“uma estratégia pedagógica dinâmica, que pode gerar questionamentos, problematizações, discussões e buscar respostas e explicações dos conceitos observados”* (Boyle). O SM pode ser concebido como uma ajuda na compreensão dos conhecimentos educacionais, pois proporciona momentos de indagação, contestação, organização do pensamento, construção e socialização de argumentos. É uma estratégia que subsidia a compreensão dos conhecimentos científicos.

Considerando a premissa de que o SM é uma animação, podendo envolver áudio (diálogos), sons e, principalmente, movimentação, é interessante fazer o uso desse RDD no processo de ensino e aprendizagem, por ser uma maneira inovadora e diferente de construir o conhecimento químico dos estudantes.

A proposição dos SM pode contribuir na construção do conhecimento dos estudantes promovendo novas ideias e o entendimento dos conceitos químicos, além de possibilitar sua contextualização, despertando a curiosidade dos estudantes. Ademais, viabiliza novas maneiras de visualização dos conteúdos por diferentes ângulos e possibilidades.

Os resultados apontados pelos estudantes indicam grande contribuição da produção audiovisual no ensino de Química e de possibilidades de utilização do *stop motion* no processo de ensino e aprendizagem, valorizando o trabalho em grupo e integrando diferentes capacidades e inteligências.

Algumas considerações

As estratégias propostas para a utilização do *stop motion* no ambiente educacional indicam que é uma tecnologia que pode proporcionar práticas pedagógicas criativas e motivadoras. Além disso, a elaboração e posterior utilização pode possibilitar a todos os agentes envolvidos uma experiência rica e significativa de conhecimentos no ensino de Química.

Os SM produzidos viabilizam um cenário para a reflexão dos conteúdos científicos propostos pelos estudantes. Quando o professor permite que seus estudantes realizem atividades como esta, está depositando confiança e incentivo neles, obtendo assim bons resultados. É importante que o professor reflita, elabore e utilize estratégias no uso do SM, de maneira a contribuir para a formação de seu estudante.

O conhecimento sobre as potencialidades do *stop motion* viabiliza o julgamento do professor a seu respeito, possibilitando a disseminação de práticas pedagógicas criativas e motivadoras, facilitadas pelas tecnologias digitais. O uso do SM pode auxiliar o professor no processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos de Química. Todavia, é importante destacar que a mera utilização em sala de aula não irá impactar na construção do conhecimento dos estudantes. É preciso que esta utilização no ensino de Química seja acompanhada de estratégias que possibilitem uma aprendizagem mais ativa, respeitando o desenvolvimento cognitivo de cada estudante no processo de construção de seu conhecimento.

A implementação de uma estratégia como o SM vai requerer que o professor encontre o equilíbrio entre o uso e suas limitações. Nesse sentido, algumas limitações foram observadas neste estudo: nem sempre é possível assegurar de que o SM se adéqua ao contexto e às competências que se pretende ensinar; sua elaboração necessita de tempo e dedicação; pode gerar obstáculos epistemológicos.

A implementação de uma estratégia como o SM vai requerer que o professor encontre o equilíbrio entre o uso e suas limitações. Nesse sentido, algumas limitações foram observadas neste estudo: nem sempre é possível assegurar de que o SM se adéqua ao contexto e às competências que se pretende ensinar; sua elaboração necessita de tempo e dedicação; pode gerar obstáculos epistemológicos. Por outro lado, algumas implicações na construção e utilização do SM no ensino de Química podem ser destacadas: promoção de uma aprendizagem ativa e participativa; aumento da aprendizagem personalizada, quando o estudante se envolve no processo de elaboração do SM; ilustrar aspectos relevantes do conteúdo; revisar ou sintetizar pontos ou conceitos importantes do conteúdo; destacar e organizar temas e assuntos relevantes do conteúdo químico. Diversas possibilidades de apropriação do SM pelos estudantes também foram observadas, como, por exemplo: aprender conceitos; adquirir habilidades e competências que não são desenvolvidas em atividades corriqueiras; motivá-los durante sua elaboração e utilização; socialização nos grupos, pois, em geral, sua elaboração pode ser realizada em conjunto com os colegas; aprender “fazendo coisas” com a tecnologia.

Por fim, ressaltamos que a incorporação de um RDD no processo de ensino e aprendizagem dependerá da forma como esse recurso será utilizado pelo professor. Recursos que visam a participação ativa do estudante, que o deixe engajado e desperte seu interesse, são significativos no processo da construção do conhecimento. Ademais, a produção dos SM proporcionou protagonismo e independência. Os estudantes compartilharam conhecimento e criaram parcerias de trabalhos em equipe, estabelecendo uma relação empática com intuito de atender às necessidades de todos que estavam envolvidos.

Referências

ARROIO, A.; GIORDAN, M. Vídeo educativo: aspectos da organização do ensino. *Química Nova na Escola*, n. 24, p. 8-11, 2006.

BARBIER, R. *Escuta sensível na formação de profissionais de saúde*. Conferência na Escola Superior de Ciências da Saúde. Anais... 2002. Disponível em <http://www.barbier-rd.nom.fr/ESCUTASENSIVEL.PDF>, acessado em março 2019.

BERGMANN, J.; SAMS, A. *Sala de aula invertida: uma*

metodologia ativa de aprendizagem. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

CASTILHO, D. L.; SILVEIRA, K. P.; MACHADO, A. H. As aulas de Química como espaço de investigação e reflexão. *Química Nova na Escola*, v. 9, p. 14-17, 1999.

COMITÊ GESTOR DA INTERNET NO BRASIL [CGI.br]. *TIC educação: pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras*. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2018.

CRESWELL, J. W. *Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto*. 3a. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

Bruno Silva Leite (brunoleite@ufrpe.br) é licenciado em Química e mestre em Ensino das Ciências pela UFRPE e doutor em Química pela Universidade Federal de Pernambuco. É professor da Universidade Federal Rural de Pernambuco/UFRPE, onde coordena o Laboratório para Elaboração e Utilização das Tecnologias no Ensino de Química (LEUTEQ). Recife, PE – BR.

- CUNHA, M. B. A Fotografia Científica no Ensino: Considerações e Possibilidades para as Aulas de Química. *Química Nova na Escola*, v. 40, n. 4, p. 232-240, 2018.
- EICHLER, M. L.; DEL PINO, J. C. Carbópolis, um software para educação química. *Química Nova na Escola*, v. 11, p. 10-12, 2000.
- FLUSSER, V. *Filosofia da caixa preta*: ensaios para uma futura filosofia da fotografia. São Paulo: Hucitec, 1985.
- FOSSATTI, C. L. *Cinema de Animação*: um diálogo ético no mundo encantado das histórias infantis. Porto Alegre: Sulinas, 2011.
- LEITE, B. S. Aprendizagem Tecnológica Ativa. *Revista Internacional de Educação Superior*, v. 4, n. 3, p. 580-609, 2018.
- LEITE, B. S. *Tecnologias no ensino de química*: teoria e prática na formação docente. Curitiba: Appris, 2015.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em educação*: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.
- MELEIRO, A.; GIORDAN, M. Hiperfídia no ensino de modelos atômicos. *Química Nova na Escola*, v. 10, p. 17-20, 1999.
- MELENDEZ, T. T.; MENESES, A. R.; EICHLER, M. L. Produção de jogos digitais nos Institutos Federais: uma análise das possibilidades e potencialidades. *Revista Liberato (Novo Hamburgo)*, v. 18, p. 19-28, 2017.
- MILLS, K. 'Now I Know Their Secrets': Kineikonic Texts in the Literacy Classroom. *Australian Journal of Language and Literacy*, v. 34, n. 1, 2011.
- NICHELE, A. G.; SCHLEMMER, E. Aplicativos para o ensino e aprendizagem de Química. *RENOTE*, v. 12, n. 2, p. 1-9, 2014.
- NÖTH, W.; SANTAELLA, L. *Imagem*: Cognição, Semiótica, Mídia. São Paulo: Iluminuras, 1998.
- ROSA, L. M. R.; SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. Regência e análise de uma sequência de aulas de química: contribuições para a formação inicial docente reflexiva. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 23, n. 1, p. 51-70, 2017.
- UZUNBOYLU, H.; KARAGÖZLÜ, D. The Emerging Trend of the Flipped Classroom: A Content Analysis of Published Articles between 2010 and 2015. *Revista de Educación a Distancia*, n. 54, p. 1-13, 2017.

Para saber mais

SHAW, S. *Stop Motion*: técnicas manuais para animação com modelos. 2a. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

Acesse os *stop motions* disponíveis no canal do grupo de pesquisa LEUTEQ na *playlist Leumotion* do Youtube, no link <http://bit.ly/2Qff5xw>. Nessa *playlist*, o leitor poderá encontrar os *stop motions* que foram objeto de estudo deste artigo e outros produzidos por estudantes da licenciatura em Química, sendo o primeiro SM produzido por eles.

Abstract: *Stop motion in chemistry teaching.* Stop motion is a frame-by-frame animation technique that can significantly support the teaching of chemistry, stimulating students to build their knowledge through visualized information. This paper presents the appropriation of the stop motion by 134 students in an upper-year undergraduate chemistry course. Student perceptions, collected by means of a questionnaire and the presentation of group seminar, reveal that students have experienced the activity positively, indicating a favorable posture to the use of stop motion as a strategy for chemistry teaching. Furthermore, results show that the creation of stop motion allowed students to experience different learning contexts, mainly because the proposed activity is related to the use of Digital Information and Communication Technologies.

Keywords: stop motion, chemistry teaching, DICT.

Concepções de Ciência e de Conhecimento Científico nos Cadernos do Cárcere¹

Lilian Rodrigues Rios e Agustina Rosa Echeverría

O presente estudo tem como objetivo apresentar as concepções de ciência e conhecimento científico expressas por Antonio Gramsci nos Cadernos do Cárcere, em seus aspectos epistemológico, social e político. Para tanto, buscou-se uma discussão do tema apresentado, principalmente, nos Cadernos Especiais 10 e 11 (Cadernos do Cárcere - Volume 1), a partir dos pensamentos, análises e críticas de obras que Gramsci analisa. A partir da filosofia da práxis, Gramsci interpreta a ciência como superestrutura e como ideologia.

► ciência, ideologia, filosofia da práxis ◀

Recebido em 31/08/2018, aceito em 19/01/2019

21

Introdução

Antonio Gramsci foi um pensador marxista e político italiano que nasceu em 1891 na Sardenha, Itália, e morreu aos 46 anos de idade, após passar 11 anos no cárcere. Como consequência de “medidas excepcionais” que foram adotadas pelo regime fascista após um atentado sofrido por Mussolini em Bolonha, sua prisão ocorreu no dia 8 de novembro de 1926, quando era deputado do Parlamento Italiano, eleito em 1924 pelo Partido Comunista da Itália (PCI).

Com intensa vida intelectual e em meio a um cenário de efervescência social e política que marcou a Europa e, consequentemente a Itália, desde o final do século XVIII, Gramsci aos 18 anos já militava no Partido Socialista e foi o responsável pela organização e redação da única edição de *La Città Futura*, da Federação da Juventude Socialista do Piemonte, região localizada no norte da Itália. Nesse mesmo ano, assumiu a direção e iniciou suas publicações no jornal *Il grido del Popolo* que foi substituído pelo *Avanti!*, e posteriormente, pelo *L'Ordine Nuovo*.

Mas a escrita do seu grande legado intelectual, os Cadernos do Cárcere (CC), foi iniciada em 1929, quando já se encontrava encarcerado e continuou até 1935, quando

sua debilitada saúde lhe impediu de continuar escrevendo. Durante esse período Gramsci escreveu um total de 33 cadernos escolares que iam sendo-lhe entregues conforme solicitação feita à direção do presídio. Dos 33 cadernos, quatro foram utilizados para exercícios de tradução, principalmente do alemão e do inglês. Os demais 29 cadernos foram publicados, por decisão de Palmiro Togliatti, em total de seis volumes temáticos: *O materialismo histórico e a filosofia de Benedetto Croce* (1948), *Os intelectuais e a organização da cultura* (1949), *O Risorgimento* (1949), *Notas sobre Maquiavel, a política e o Estado moderno* (1949), *Literatura e vida nacional* (1950) e *Passado e presente* (1951)².

Em 1950 foi criada em Roma a Fundação Antonio Gramsci. Em 1954 essa fundação foi renomeada de Instituto Gramsci. Seu objetivo principal foi o de coletar documentos relativos ao trabalho e ao pensamento de Antonio Gramsci para estimular pesquisas sobre a história do movimento operário italiano e internacional.

Ainda nos anos 1950, a partir dos estudos realizados, surgiu a necessidade de organizar e editar os escritos carcerários. O novo projeto de publicação, do qual o estudioso Valentino Gerratana ficou encarregado, juntamente com uma equipe de pesquisadores, só foi concluído em 1975. Essa “edição crítica” ou “edição Gerratana” é composta por quatro volumes. Os três primeiros retomam os 29 cadernos numa sucessão cronológica e divididos em dois tipos: “cadernos

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

miscelâneos” (cadernos de 1 ao 9, 14, 15 e 17) e “cadernos especiais” (cadernos de 10 a 13, 16, e de 18 a 29). No quarto volume estão as referências e fontes utilizadas por Gramsci em seus escritos, referências aos autores utilizados, índice analítico e onomástico, além de uma “tábua de correspondências” entre a edição temática e a nova edição crítica.

Nos “cadernos miscelâneos”, Gramsci inseriu notas sobre variados temas, muitos dos quais iniciados por títulos idênticos ou semelhantes (“Passado e presente”, “Noções enciclopédicas”, “Introdução ao estudo da filosofia” etc.), que se repetem tanto dentro de cada caderno quanto ao longo do conjunto. Nos “cadernos especiais”, por sua vez, foram reunidos apontamentos sobre assuntos específicos, com títulos dados pelo próprio Gramsci. [...] Gerratana propôs também, em sua edição, a distinção das notas gramscinianas em Textos A (de primeira redação, incluídas nos “cadernos miscelâneos” e depois reagrupadas, com modificações maiores ou menores, em Textos C, que compõem os “cadernos especiais”) e Textos B, de redação única, que aparecem, sobretudo, nos “cadernos miscelâneos” (LIGUORI; VOZA, 2017, p. 17).

A tradução brasileira de *Cadernos do Cárcere* é constituída por seis volumes.

A edição brasileira reproduz integralmente os “cadernos especiais” tal como se encontram na edição Gerratana, mas não apresenta os “cadernos miscelâneos” na ordem material legada por Gramsci. Em vez disso, suas notas foram desagregadas e alocadas tematicamente após cada “caderno especial”. [...] Além da integralidade dos Textos C, contidos nos “cadernos especiais”, a edição reproduz também todos os Textos B, ou seja, os de redação única, quase sempre contidos nos “cadernos miscelâneos”, e substitui o amplo aparato crítico elaborado por Gerratana por outro, mais modesto. (LIGUORI; VOZA, 2017, p. 18).

Gramsci escreveu sobre diversos assuntos, de maneira não ordenada, criando conceitos novos ou promovendo discussões e críticas a conceitos já existentes e explicitando sua interpretação em relação aos mesmos.

Militante político com olhar sensível às condições e necessidades da classe operária de sua época, Gramsci compreendia o partido político como parte constituinte da sociedade civil e, por isso, possuía a obrigação de educação das massas, como possibilidade de superação de uma condição de subalternidade: “O Partido Comunista é o instrumento e a forma histórica do processo de libertação interior pelo

qual o operário passa de executor a iniciador, deixa de ser massa para tornar-se líder e guia, deixa de ser braço para se converter em cérebro e vontade” (Gramsci, 2004, p. 419).

Para Gramsci o Estado Integral é constituído pelas sociedades civil e política. A sociedade civil é um conceito que assume, na esfera da superestrutura³, o *lôcus* da “hegemonia política e cultural de um grupo social sobre toda a sociedade, como conteúdo ético do Estado” (CC, 3, p. 225), compreendendo assim, o *lôcus* de lutas e resistências, uma instância de transformação social.

Os subalternos são os “grupos que sofrem sempre a iniciativa dos grupos dominantes, mesmo quando se rebelam e insurgem” (CC, 5, p. 135). Embora os grupos dominantes possuam uma estrutura ideológica, isto é, dispositivos institucionais e culturais para difundir seus valores e concepções de mundo, a superação da subalternidade só pode ser alcançada por meio de luta contra o poder existente e conquista da autonomia.

Segundo Liguori e Voza (2017), Gramsci não conheceu *A Ideologia Alemã* de Karl Marx e Friedrich Engels que foi publicado postumamente na década de 1930 em que o termo ideologia

possui um significado de “consciência invertida do mundo real”, assim como, também não faz uso da definição utilizada por Engels como “falsa consciência” (p. 399). A ideologia, a partir do pensador italiano, é definida como “unidade de fé entre uma concepção de mundo e uma norma de conduta adequada a ela” (CC, 1, p. 96). Quando historicamente orgânica, isto é, quando necessária a uma estrutura, possui a validade de organização das “massas humanas”.

É a partir desses conceitos que o presente texto apresenta as concepções de ciência e de conhecimento científico expressas por Gramsci nos *Cadernos do Cárcere*, em seus aspectos epistemológico social e político.

Embora não tenha se proposto a escrever uma “teoria da ciência”, Gramsci expõe, nos *Cadernos Especiais* 10 e 11⁴, seus pensamentos, análises e críticas a diversas obras que permitiu o estudo em questão.

A concepção de ciência moderna

O século XIX foi marcado por um enorme desenvolvimento do capitalismo e grandes mudanças nas relações sociais no mundo, além de grande crescimento científico e tecnológico, com destaque para a química, dado o interesse das forças produtivas por essa área do conhecimento:

De todas as ciências, esta foi a mais íntima e imediatamente ligada à prática industrial, especialmente aos processos de tingimento e branqueamento da indústria têxtil. [...] No século XIX, a química viria a ser uma das mais vigorosas de todas as ciências, e consequentemente foi uma ciência que atraiu, como

Gramsci escreveu sobre diversos assuntos, de maneira não ordenada, criando conceitos novos ou promovendo discussões e críticas a conceitos já existentes e explicitando sua interpretação em relação aos mesmos.

acontece com todo assunto dinâmico, uma massa de homens capazes (Hobsbawm, 2004, p. 389).

A Revolução Industrial tornou possível a produção em massa, reduzindo o número de trabalhadores artesãos, aumentando o número de operários em fábricas e provocando também uma revolução nos processos de trabalho.

A introdução das máquinas, além de permitir a substituição da força humana nas fábricas, limitou as funções dos operários a vigiarem essas máquinas e gerou, assim, um excesso de mão de obra. O trabalho passou a ser especializado e o trabalhador teve sua função reduzida à realização de tarefas simples. Com isso o trabalhador se tornou estranho aos resultados ou produtos da sua própria atividade.

As ciências da natureza, a partir da segunda metade do século XIX, desprendidas da metafísica, passaram a se desenvolver em bases firmes, marcadas por características experimental, quantificada, racional e positiva e buscando leis universais que fossem capazes de governar tanto os fenômenos naturais quanto os sociais.

Todo esse cenário de transformações sociais e científicas possibilitou a elaboração de correntes filosóficas e epistemológicas que refletiam as preocupações e análises que o contexto requeria. Este também foi um terreno favorável à construção de sistemas filosóficos que dessem sustentação às classes em luta.

O Positivismo foi um movimento de pensamento iniciado por Auguste Comte na França na primeira metade do século XIX que colocou o conhecimento produzido pelas ciências da natureza acima de qualquer outro conhecimento, pois se tratava de um conhecimento sempre certo, preciso, útil, livre de juízos de valores e, por isso, não admitia conjecturas. O papel das ciências da natureza era o de estabelecer leis de fenômenos, traduzindo fielmente os acontecimentos naturais e buscando-se conhecer para que se pudessem fazer previsões (Andery *et al*, 2004).

O Positivismo exerceu forte influência nos pensamentos dos séculos XIX, XX e continua exercendo no século XXI. Essa influência ocorreu principalmente, porque o Positivismo deu importância à ciência para o progresso da humanidade; criticou o pensamento metafísico e, portanto, não provado; estabeleceu o método das ciências naturais como um método único de conhecimento e posicionamento quanto ao valor cognoscitivo e não apenas prático da ciência.

A partir dos anos de 1840, já com o Positivismo elaborado e difundido, Karl Marx desenvolveu uma intensa atividade política e intelectual marcada por seu envolvimento com movimentos operários e com a luta que buscava transformações na sociedade.

Foi nesse contexto que Marx buscou construir um caminho epistemológico e bases metodológicas nos quais pudesse

fundamentar suas interpretações da história e da sociedade. Embora o pensamento dialético de Hegel tenha influenciado a formação teórica de Marx, ele foi além ao articular materialismo histórico e materialismo dialético.

A partir da segunda metade do século XIX, Marx viveu um momento histórico em que a classe trabalhadora começa a ter suas propostas colocadas “em níveis mais elaborados de organização, como a Primeira Internacional, e mesmo tentativas revolucionárias imediatas, como a Comuna de Paris” (Andery *et al*, 2004, p. 396).

É importante salientar que ideias positivistas de neutralidade exerceram influências sobre o marxismo e, segundo Löwy (2003, p. 118) tornaram-se o “apanágio de correntes revisionistas ou ecléticas da Segunda Internacional”, bem

como acabaram modelando o “marxismo ortodoxo” e objetivaram fazer do marxismo uma teoria que fosse “puramente científica”. Kautsky, um dos representantes do marxismo ortodoxo, acreditava que “eliminar a ideologia (aqui considerada sob o ângulo ‘ético’) ou a utopia do conhecimento científico da sociedade”, tratava-se de “uma questão de esforço (‘boa

vontade’) do investigador” (p. 119). Para Löwy (2003), Kautsky estava “distante de compreender a investigação marxista” (p. 120).

Para o marxismo, as relações econômicas formam o alicerce para a compreensão da sociedade. O homem é um ser genérico, social e histórico que transforma a natureza de acordo com suas necessidades, organizando-se e criando novas necessidades, de acordo com as condições objetivas do momento histórico.

Assim, “não é senão por uma análise sócio histórica, em termos de classes sociais, que se pode compreender a evolução de uma ciência social, seus avanços ou seus recuos do ponto de vista científico” (LÖWY, 2003, p. 105). Isso significa que a construção de conhecimento, ou seja, a compreensão de um fenômeno, não pode estar reduzida à coleta de dados empíricos, mas deve ser realizada a partir de, e na realidade concreta à qual esse homem pertence, envolvendo prática e teoria e não sendo possível a construção de um conhecimento imparcial.

A visão de ciência em Gramsci

No Caderno 11, fundamentado em referências marxistas, Gramsci discute as ciências da natureza a partir de notas críticas ao “Ensaio Popular de Sociologia”, referindo-se ao livro “A Teoria do Materialismo Histórico. Manual Popular de Sociologia Marxista”, de Bukharin, publicado em 1921 em Moscou.

Nikolai Ivanovitch Bukharin foi um intelectual, revolucionário e político soviético ao lado de Lenin e Trotsky. Nascido em 1888, formou-se em Economia pela

As ciências da natureza, a partir da segunda metade do século XIX, desprendidas da metafísica, passaram a se desenvolver em bases firmes, marcadas por características experimental, quantificada, racional e positiva e buscando leis universais que fossem capazes de governar tanto os fenômenos naturais quanto os sociais.

Universidade de Moscou. Atuando como ativista estudantil na Revolução Russa de 1905, que foi o marco inicial para a Revolução Socialista de 1917, passou a integrar o bolchevismo e se tornou um de seus principais teóricos marxistas. Em 1920 formulou os princípios da economia soviética. As principais publicações literárias e políticas do partido e do governo soviético estiveram sob sua responsabilidade enquanto redator-chefe do jornal soviético Pravda, por mais de 20 anos.

Gramsci inicia sua desaprovação ao livro “A Teoria do Materialismo Histórico. Manual Popular de Sociologia Marxista” pelos conceitos que o mesmo utiliza, sem a retomada histórica de cada um deles, sem conhecer suas origens e, até mesmo as críticas que já tinha sofrido:

Do Ensaio Popular e de outras publicações do mesmo gênero, pode-se extrair a demonstração de modo acrítico pelo qual determinados conceitos e conexões de conceitos foram recolhidos dos desenvolvimentos mais díspares e contraditórios das filosofias tradicionais (CC, 1, p. 262).

Para Gramsci a tentativa de Bukharin de defender o caráter científico do marxismo o fez esquecer-se da práxis, e por isso, considerou essa obra determinista, pois nela a história é desenvolvida segundo leis causais, como as utilizadas nas ciências da natureza. A utilização vaga de conceitos, a impossibilidade de submeter conceitos e enunciados a uma discussão crítica, sem precisar os limites de sua validade fez com que, segundo Gramsci, essa publicação não extrapolasse uma condição de isolamento subjetivo da realidade.

Sobre a concepção subjetivista da realidade, marcada por uma postura dogmática e acrítica de senso comum, incluído o conhecimento religioso, Gramsci afirma:

Dado que todas as religiões ensinaram e ensinam que o mundo, a natureza, o universo, foi criado por Deus antes da criação do homem e, portanto, que o homem já encontrou o mundo pronto e acabado, catalogado e definido de uma vez por todas, esta crença tornou-se um dado férreo do “senso comum”, vivendo com a mesma solidez ainda quando o sentimento religioso está apagado e adormecido (CC, 1, p. 130).

Na citação, Gramsci salienta o fato de que o conhecimento de senso comum, por seu baixo poder de crítica objetiva, por possuir viés imediatista ou utilitarista e limitado a convicções subjetivistas, acaba sendo aceito por períodos longos de tempo, provocando assim, “uma luta pela objetividade

(para libertar-se das ideologias parciais e falazes)” (CC, 1, p. 134) e que, a própria ciência passou por períodos em que foi “obscurecida por uma outra ideologia dominante, a religião” (p. 175).

No parágrafo 15 do Caderno 11, intitulado O conceito de “ciência”, Gramsci alerta para o fato de que o conceito de ciência apresentado no Ensaio Popular deve ser “criticamente destruído”, pois foi recolhido das ciências naturais, com um sentido explícito que “ciências tem nas investigações físicas”, “como se essas fossem a única ciência, ou ciência por excelência, tal como acreditava o positivismo” (CC, 1, p. 122).

Gramsci critica o posicionamento ingênuo de Bukharin, que reduz a filosofia da práxis⁵ ao positivismo, afirmando:

Deve-se deixar estabelecido que toda investigação tem um método determinado e constrói uma ciência determinada, e que o método desenvolveu-se e foi elaborado conjuntamente ao desenvolvimento e à elaboração daquela determinada investigação e ciência, formando com ela um todo único. Acreditar que se pode fazer progredir uma investigação científica aplicando-lhe um método tipo, escolhido porque deu bons resultados em outra investigação ao qual estava relacionado, é um equívoco estranho que nada tem em comum com a ciência (CC, 1, p. 123).

E explica porque considera esse posicionamento uma deterioração da filosofia da práxis:

A filosofia da práxis não estuda uma máquina para conhecer e estabelecer a estrutura atômica do material, as propriedades físico-químico-mecânicas dos seus componentes naturais (objeto de estudo das ciências exatas e da tecnologia), mas enquanto é momento das forças materiais de produção, enquanto é objeto de propriedade de determinadas forças sociais, enquanto expressa uma relação social e esta corresponde a um determinado período histórico (CC, 1, p. 160).

Em agosto de 1931, Gramsci recebe o livro em inglês *Scienza al bivio*⁶ que reúne todas as contribuições da delegação soviética, representada por Bukharin, no II Congresso Internacional de História da Ciência e da Tecnologia, realizado entre 29 junho e 3 de julho de 1931, em Londres.

Para Gramsci, o Ensaio Popular já apresentava problemas com relação ao tratamento da dialética, que era apenas

Para Gramsci a tentativa de Bukharin de defender o caráter científico do marxismo o fez esquecer-se da práxis, e por isso, considerou essa obra determinista, pois nela a história é desenvolvida segundo leis causais, como as utilizadas nas ciências da natureza. A utilização vaga de conceitos, a impossibilidade de submeter conceitos e enunciados a uma discussão crítica, sem precisar os limites de sua validade fez com que, segundo Gramsci, essa publicação não extrapolasse uma condição de isolamento subjetivo da realidade.

“pressuposta muito superficialmente, mas não exposta” e, no qual a ausência de um “tratamento da dialética” poderia ser explicada por duas origens:

A primeira pode ser constituída pelo fato de se supor que a filosofia da práxis esteja cindida em dois elementos: uma teoria da história e da política entendida como sociologia e, isto é, a ser construída segundo os métodos das ciências naturais (experimental no sentido vulgarmente positivista), e uma filosofia propriamente dita, que seria o materialismo filosófico ou metafísico ou mecânico (vulgar) (CC, 1, p. 143).

Após a leitura de *Scienza al bivio*, Gramsci continua suas críticas aos escritos de Bukharin por não “ter mudado a posição do problema filosófico”: “Ele continua a considerar que a filosofia da práxis seja cindida em duas: a doutrina da história e da política e a filosofia, que ele diz, porém, ser o materialismo dialético, não mais o velho materialismo filosófico”. Pensar na filosofia da práxis como subordinada a outra filosofia impede a compreensão de uma nova dialética. O conhecimento sobre a função e o significado da dialética só será possível se

[...] a filosofia da práxis for concebida como uma filosofia integral e original, que inicia uma nova fase na história e no desenvolvimento mundial do pensamento, na medida e que supera (e, superando, integra em si os seus valores vitais) tanto o idealismo quanto o materialismo tradicionais, expressões das velhas sociedades (CC, 1, p. 143).

Gramsci observa que no Ensaio Popular não há a compreensão do que seja estrutura, superestrutura ou instrumento técnico: “todos os conceitos gerais são nebulosos e vagos” e explica que “tudo isso é um desvio infantil da filosofia da práxis, determinado pela convicção barroca de que, quanto mais se recorre a objetos ‘materiais’, tanto mais se é ortodoxo” (CC, 1, p. 159).

Embora reconheça que as ciências naturais ofereceram “o terreno no qual uma tal unidade atingiu o máximo de extensão”, que “foi ela o elemento de conhecimento que mais contribuiu para unificar o ‘espírito’, para fazê-lo se tornar mais universal” e se tornou “a subjetividade mais objetivada e universalizada concretamente” (CC, 1, p. 134); Gramsci faz os seguintes questionamentos: “Entende-se por ciência a atividade teórica ou a atividade prático-experimental dos cientistas? Ou a síntese das duas atividades?” (CC, 1, p. 166).

Nesse sentido, se o conhecimento produzido pela ciência é sempre certo, preciso, útil, livre de juízos de valor, não

admitindo conjecturas, esse conhecimento é objetivamente verdadeiro e definitivo? Para Gramsci, a resposta é não, pois,

Se as verdades científicas fossem definitivas, a ciência teria deixado de existir como tal, como investigação, como novas experiências, reduzindo-se a atividade científica à repetição do que já foi descoberto. O que não é verdade, para felicidade da ciência (CC, 1, p. 174).

Ele reconhece a importância que o método experimental teve para iniciar, além do “desenvolvimento de um pensamento moderno”, um “processo de dissolução da teologia e da metafísica”, cuja filosofia da práxis foi o seu “coroamento” e afirma, ainda, que a “união ativa” entre o homem e a natureza ocorreu por meio da atividade científica já que esta foi “a primeira célula do novo método de produção” (CC, 1, p. 166).

Essa relação é exemplificada por Gramsci ao discutir sobre a eletricidade:

A eletricidade é historicamente ativa, mas não como mera força natural (como descarga elétrica que provoca incêndios, por exemplo), e sim como um elemento de produção dominado pelo homem e incorporado ao conjunto das forças materiais de produção, objeto de propriedade privada. Como força natural abstrata, a eletricidade existia mesmo antes de sua redução a força produtiva, mas não operava na história, sendo um tema para hipóteses na ciência natural (e, antes, era o “nada” histórico, já que ninguém se ocupava dela e, ao contrário, todos a ignoravam) (CC, 1, p. 161).

Para compreender o exemplo dado por Gramsci, é preciso recordar que os conhecimentos científicos a respeito dos fenômenos elétricos e magnéticos foram impulsionados no século XVIII e passaram por grande desenvolvimento no século XIX. Cientistas como Benjamin Franklin, Charles Augustin de Coulomb, Alessandro Volta, Georg Simon Ohm,

Hans Christian Orsted, André-Marie Ampère, Michael Faraday, William Thomson, James Clerk Maxwell, Thomas Alva Edison, Alexander Graham Bell e outros, contribuíram com seus estudos e invenções para esse desenvolvimento e, a partir da aplicação desses conhecimentos nas indústrias, nos transportes e nas comunicações, houve o crescimento econômico e a melhoria das condições de vida de parcelas da população.

As ciências da natureza, enquanto força produtiva colocada a serviço do capitalismo e atendendo às suas exigências, afetaram as relações humanas e de trabalho – organização, divisão, instrumentos técnicos, etc. – afetando ainda, as

Se as verdades científicas fossem definitivas, a ciência teria deixado de existir como tal, como investigação, como novas experiências, reduzindo-se a atividade científica à repetição do que já foi descoberto. O que não é verdade, para felicidade da ciência (CC, 1, p. 174)

relações homem-natureza. Nesse sentido, Gramsci analisa as ciências da natureza, tendo como referencial a filosofia da práxis. Ele argumenta que as ciências naturais são uma superestrutura, “assim como todas as hipóteses e opiniões científicas, são uma superestrutura” (CC, 1, p. 163) e, também, uma ideologia, cujas verdades não são definitivas e que, após o século XVIII passou a ocupar um importante lugar na opinião geral.

No estudo das superestruturas a ciência ocupa um lugar privilegiado, pelo fato de que sua reação sobre a estrutura tem um caráter particular, de maior extensão e continuidade de desenvolvimento, sobretudo após o século XVIII, a partir do momento em que a ciência ganhou um lugar à parte na opinião geral (CC, 1, p. 175).

Superestrutura porque Gramsci vê as ciências da natureza como uma categoria histórica, onde os conhecimentos são social e historicamente organizados pela produção:

Até que ponto não será verdade que a natureza não dá lugar a descobertas e a invenções de forças preexistentes, de qualidades preexistentes da matéria, mas somente a “criações” que são estritamente ligadas aos interesses da sociedade, ao desenvolvimento e às futuras necessidades de desenvolvimento das forças produtivas? (CC, 1, p. 160).

Ideologia porque as ciências da natureza acabam por determinar “o que é comum a todos os homens, o que todos os homens podem verificar da mesma maneira independentes uns dos outros, porque foram observadas igualmente as condições técnicas de verificação”, ou seja, “uma concepção particular do mundo” que identifica um grupo ou uma camada social (CC, 1, p. 173).

Mas, Gramsci ainda defende que, se a ideologia for historicamente necessária a uma estrutura, possuirá uma “validade psicológica” capaz de organizar “as massas humanas” e de formar um terreno que possibilita que “os homens se movimentem, adquiram consciência de sua posição, lutem, etc.” (CC, 1, p. 237), contra uma hegemonia burguesa.

E, a partir da relação entre os processos de construção de conhecimento utilizados pelas ciências da natureza, suas rupturas vivenciadas nos diferentes momentos históricos e seus produtos que acabam por influenciar nas condições materiais do ser humano, Gramsci conclui:

O conceito do equilíbrio entre ordem social e ordem natural com base no trabalho, na atividade teórico-prática do homem, cria os primeiros ele-

mentos de uma intuição do mundo liberta de toda a magia ou bruxaria, e fornece o ponto de partida para o posterior desenvolvimento de uma concepção histórica, dialética, do mundo, para a compressão do movimento e do devir, para a avaliação da soma de esforços e de sacrifícios que o presente custou ao passado e que o futuro custa ao presente, para a concepção da atualidade como síntese do passado, de todas as gerações passadas, que se projeta no futuro (CC, 2, p. 43).

A crítica de Gramsci às crenças na ciência para resolução de todos os problemas da sociedade, enquanto dogma, como método e como doutrina, comum no Positivismo e amplamente difundido no século XIX, pode ser observado, ainda, na afirmação:

A superstição científica traz consigo ilusões tão ridículas e concepções tão infantis que a própria superstição religiosa termina enobrecida. O progresso científico fez nascer a crença e a espera em um novo Messias, que realizará nesta terra o Eldorado; as forças da natureza, sem nenhuma intervenção do esforço humano, mas através de mecanismos cada vez mais perfeitos, darão em abundância à sociedade todo o necessário para satisfazer seus carecimentos e viver com fartura. [...] Na realidade, por se esperar muito da ciência, ela é concebida como uma bruxaria superior e, por isso, torna-se impossível valorizar com realismo o que a ciência oferece de concreto (CC, 1, p. 176).

Para Gramsci, adotar uma posição consensual a respeito do método científico que possui rigor científico, universalidade e infalibilidade, além de não considerar situações inesperadas, não significa fazer ciência e sim, que o cientista adota uma postura equivocada e que não é capaz de reconhecer as limitações e dificuldades apresentadas na ideia de um único método.

Deve-se deixar estabelecido que toda investigação tem seu método determinado e constrói uma ciência determinada, e que o método desenvolveu-se e foi elaborado conjuntamente ao desenvolvimento e à elaboração daquela determinada investigação e ciência, formando com ela um todo único (CC, 1, p. 122).

Mas, as discussões gramscianas não se detêm apenas nas ciências da natureza. No Caderno 10, a partir de uma discussão sobre economia, ele chama a atenção para a existência de diversos tipos de ciências. “Parece-me que a ciência

Para Gramsci, adotar uma posição consensual a respeito do método científico que possui rigor científico, universalidade e infalibilidade, além de não considerar situações inesperadas, não significa fazer ciência e sim, que o cientista adota uma postura equivocada e que não é capaz de reconhecer as limitações e dificuldades apresentadas na ideia de um único método.

economia é uma ciência única, já que é inegável que se trata de uma ciência, e não apenas no sentido metodológico, isto é, não apenas no sentido de que seus procedimentos são científicos e rigorosos” (CC, 1, p. 418).

Ao analisar que, na economia a “vontade humana” ou a “vontade coletiva” é um “elemento perturbador” e que esta pode variar de acordo com as condições nas quais o homem esteja vivendo, Gramsci afirma que não há premissas para que se criem determinadas “regularidades”, “cujo estudo dá origem, precisamente, à investigação científica” e, assim, esta não pode ser considerada uma ciência da natureza, “qualquer que seja o modo de conceber a natureza e o mundo exterior, subjetivista ou objetivista” (CC, 1, p. 418) e que também não pode ser considerada uma ciência histórica, tratando-se de uma ciência *sui generis*, “única em seu gênero”.

Em uma análise epistemológica da ciência, afirma que:

Uma nova ciência alcança a prova da sua eficiência e fecunda vitalidade quando demonstra saber enfrentar os grandes campeões das tendências opostas, quando resolve com os próprios instrumentos as questões vitais colocadas por estas tendências ou quando demonstra peremptoriamente que tais questões são falsos problemas (CC, 1, p. 141).

É preciso contextualizar a ciência e, por isso, Gramsci sugere que haja uma “rubrica permanente sobre as correntes científicas”. Sua intenção é que esse tipo de revista exponha, critique e enquadre “ideias científicas e suas repercussões sobre as ideologias e sobre as concepções de mundo”. Gramsci chama a atenção para a necessidade de “promover o princípio pedagógico-didático da história da ciência e da técnica como base da educação formativo-histórica na nova escola” (CC, 2, p. 226). Enxerga, a partir da filosofia da práxis, que “o ser não pode ser separado do pensar, o homem da natureza, a atividade da matéria, o sujeito do objeto”, pois se essas separações são feitas, “cai-se numa das muitas formas de religião ou na abstração sem sentido” (CC, 1, p. 175).

Em suas reflexões a respeito de um tratamento sistemático da filosofia da práxis, Gramsci discute que “não pode negligenciar nenhuma das partes constitutivas da doutrina do seu fundador”. Critica o fato de que, o Ensaio Popular fornece “noções gerais de cada momento ou parte constituinte”, mas que esses pontos “são mencionados de maneira caótica e indistinta” e ainda, “que inexistem qualquer conceito claro e preciso do que seja a própria filosofia da práxis” (CC, 1, p. 165). Mas, qual seria a forma correta de Bukharin desenvolver esse assunto? Para Gramsci, era necessário,

[...] *tratar de toda a parte geral filosófica, deve de-*

envolver, portanto, coerentemente, todos os conceitos gerais de uma metodologia da história e da política; e, além disso, tratar da arte, da economia, da ética, bem como deve encontrar, no nexo geral, um lugar para uma teoria das ciências naturais (CC, 1, p. 165).

Contrário à determinismos positivistas, para Gramsci, a “unidade dos elementos constitutivos do marxismo” é a práxis, isto é, a relação entre a vontade humana (superestrutura) e a estrutura econômica (CC, 1, p. 237).

Por fim, as obras carcerárias indicam que tanto as ciências da natureza quanto as humanidades, devem dirigir-se para a criação “de uma nova camada de intelectuais”, capaz de elaborar “criticamente a atividade intelectual” que possui, que seja “persuasores permanentemente” e não apenas “orador puro”, superior “ao espírito matemático abstrato, da técnica-trabalho” para conseguir chegar à “técnica-ciência e à concepção humanista histórica, sem a qual permanece ‘especialista’ e não se torna ‘dirigente’ (especialista + político)” (CC, 2, p. 53).

Considerações finais

Para Gramsci as ciências da natureza foram fundamentais para o desenvolvimento da burguesia no século XVIII que, ao fazer uso desses conhecimentos, aperfeiçoou as técnicas de produção, conquistando riquezas e mercados ao longo do século XIX, enquanto uma enorme massa de proletários passou a ser explorada.

Em um posicionamento antipositivista, discute que a adoção de um método universal, como o adotado pelas ciências da natureza, embora tenha sido importante, principalmente para o estabelecimento das diferenças entre a ciência e a teologia, por exemplo, mostra-se equivocado e incapaz de explicar fenômenos econômicos, sociais ou políticos.

Para Gramsci, o Manual Popular de Nikolai Bukharin, de 1921, tratava-se de uma corrupção do marxismo, ou seja, uma tentativa de modelá-lo segundo os critérios das ciências da natureza e acabou constituindo apenas “uma mecânica justaposição de elementos desconexos, que permanecem inexoravelmente desconexos e desligados” (CC, 1, p. 142). Ele critica, ainda, a redução do marxismo a uma sociologia da história e da política e afirma que Bukharin, “ao invés de uma metodologia histórica, de uma filosofia” construiu apenas “uma casuística de questões particulares, concebidas e resolvidas dogmaticamente” (CC, 1, p. 120).

Segundo Löwy (2003, p. 134), Gramsci foi responsável por uma das grandes contribuições “historicista-marxista ao debate sobre a relação ideologia-ciência”. Nas análises de Löwy, Gramsci partiu de uma “concepção rigorosamente historicista da filosofia da práxis” para afirmar que

Para Gramsci as ciências da natureza foram fundamentais para o desenvolvimento da burguesia no século XVIII que, ao fazer uso desses conhecimentos, aperfeiçoou as técnicas de produção, conquistando riquezas e mercados ao longo do século XIX, enquanto uma enorme massa de proletários passou a ser explorada.

“compreender a historicidade do marxismo significa reconhecer que ele pode – ou antes, deve – ser superado pelo desenvolvimento histórico, com a passagem do reino da necessidade ao reino da liberdade, da sociedade dividida em classes para a sociedade sem classes” e, ainda que “se as contradições sociais desaparecessem, a visão de mundo marxista, que é a expressão destas contradições, se tornaria ultrapassada”, mas “não se pode dizer sem cair no utopismo, qual será o conteúdo desta nova forma de pós-marxismo” (p. 137).

A partir das análises das concepções de ciência e de conhecimento científico apresentadas nos Cadernos do Cárcere, é possível afirmar que, tendo como referencial a filosofia da práxis, ele concebe a ciência como uma categoria histórica, uma forma de produção humana que é imposta sobre os fenômenos numa tentativa de interpretá-los e explicá-los.

E, enquanto construção humana pode estar a serviço do capitalismo exercendo influências nas relações humanas e de trabalho, bem como nas relações entre o homem e a natureza. Compreender essa relação de causa econômica implica, ainda, em entender as relações históricas, políticas e ideológicas próprias de um modo de produção e, também, que a construção de uma nova sociedade igualitária dar-se-á por meio de conflitos e contradições em que a ciência terá, certamente, um papel determinante.

Por fim, Gramsci defende que a ciência, enquanto ciência da natureza e ciência do homem tenha caráter político e revolucionário, uma ideologia, resultado de uma situação histórica ou de uma realidade prática, capaz de promover uma organização de massas humanas, de permitir e possibilitar que adquiram consciência de sua posição e que lutem contra uma hegemonia burguesa e dominante.

Notas

¹Este artigo foi apresentado em forma de Comunicação Oral no XIX Encontro Nacional de Ensino de Química.

²Tudo o relato de como ocorreu a organização e a publicação na Itália dos escritos carcerários de Antônio Gramsci está localizado no Volume 1 dos Cadernos do Cárcere da versão traduzida para o português por Carlos Nelson Coutinho.

³Holanda (2006, p. 34) ao analisar, a partir das ideias de Marx, os conceitos de base e superestrutura afirma que “a base é o conjunto das relações de produção que correspondem a um período determinado do desenvolvimento das forças produtivas. A superestrutura está constituída pelas instituições políticas e jurídicas e por determinadas formas de consciência social, que correspondem à base estabelecida”. Quaisquer modificações que venham ocorrer nas relações de forças produtivas, ou seja, na base econômica, serão refletidas na superestrutura. Em meio a essa relação

recíproca entre base e superestrutura, “a superestrutura política desempenha um papel revolucionário ativo no desenvolvimento da sociedade, da economia e das forças produtivas da sociedade” (p. 36).

⁴Os Cadernos Especiais 10 e 11 estão publicados no Volume 1 da tradução brasileira de Cadernos do Cárcere.

⁵Nos Cadernos do Cárcere Gramsci substituiu o termo “marxismo” pela expressão “filosofia da práxis”. De acordo com Vásquez (2011 p. 61), seu objetivo foi “ênfaticamente a oposição do marxismo tanto ao materialismo mecanicista como à filosofia especulativa em geral, desligada da história real e da atividade prática humana, particularmente da política. Em poucas palavras, pretendia acentuar o papel do fator subjetivo na história real, da consciência e da atividade revolucionária dos proletários e, ao destacar esse papel da subjetividade, reagia contra um marxismo ‘preguiçoso’ que transformava o papel dos fatores objetivos e, particularmente, o desenvolvimento das forças produtivas, na negação do papel da atividade prática revolucionária, o que se traduzia no mais vulgar reformismo e oportunismo”. Caracterizar o marxismo como filosofia da práxis é considerar sua “unidade indissolúvel”, isto é, como ciência e como ideologia do proletariado, condicionada historicamente.

⁶Em uma carta datada de 31 de agosto de 1931 Gramsci comunica à sua cunhada Tatiana o recebimento do livro *Scienza al bivio* (Cartas do Cárcere, Volume 2: 1931-1937, 2005).

⁷Para Gramsci, “o estudo da cultura filosófica de um homem como Marx é não só interessante, como necessário, contanto que não se esqueça de que tal estudo faz parte apenas da reconstrução de sua biografia intelectual e que os elementos de spinozismo, de feuerbachianismo, de hegelianismo, de materialismo francês, etc. não são de nenhum modo partes essenciais da filosofia da práxis, nem esta se reduz a eles, mas o que, sobretudo interessa é precisamente a superação das velhas filosofias, a nova síntese ou os elementos da nova síntese, o novo modo de conceber a filosofia, cujos elementos estão contidos nos aforismos ou dispersos nos escritos do fundador da filosofia da práxis, os quais, precisamente, devem ser investigados e coerentemente desenvolvidos” (CC, 1, p. 154).

Lilian Rodrigues Rios (lilianrios@gmail.com) é licenciada em Física e doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Goiás (UFG). É professora da Secretaria de Estado de Educação de Goiás (Seduc-GO) e da Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás). Goiânia, GO – BR. **Agustina Rosa Echeverría** (echeverria.ugf@gmail.com) é bacharel, licenciada e mestre em Química, doutora em Educação. É professora Titular do Instituto de Química da UFG. É professora dos Programas de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática e em Ciências Ambientais (Ciamb), ambos da Universidade Federal de Goiás (UFG).

Referências

ANDERY, M.A.; MICHELETTO, N.; SÉRIO, T.M.P.;

RUBANO, D.R.; MOROZ, M.; PEREIRA, M.E.; GIOIA, S.C.; GIANFALDONI, M.; SAVIOLI, M.R.; ZANOTTO, M.L. *Para compreender a ciência: uma perspectiva histórica*. 14. ed. Rio

de Janeiro: Garamond; São Paulo: EDUC, 2004.

GRAMSCI, A. *Escritos Políticos*. vol. 1. org. e trad. Carlos Nelson Coutinho. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2004.

_____. *Cadernos do Cárcere*, vol. 1. Edição e tradução, Carlos Nelson Coutinho. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1999.

_____. *Cadernos do Cárcere*, vol. 2. Edição e tradução, Carlos Nelson Coutinho. 2 ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2001.

_____. *Cadernos do Cárcere*, vol. 3. Edição e tradução, Carlos Nelson Coutinho. 3 ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2007.

_____. *Cadernos do Cárcere*, vol. 5. Edição e tradução, Carlos Nelson Coutinho. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2002.

_____. *Cartas do Cárcere, Volume 2: 1931-1937*. Tradução, Luiz Sérgio Henriques. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2005.

HOBSBAWM, E. J. *A era das revoluções. 1789-1848*. 18 ed. São Paulo: Paz e Terra, 2004.

HOLANDA, M. J. B. Marx e a ideia de base e superestrutura. *Revista Filosofia Capital*, v. 1, n. 1, p. 33-37, 2006.

LIGUORI, G.; VOZA, P. (orgs.). *Dicionário Gramsciano (1926-1937)*. Tradução Ana Maria Chiarini, Diego Silveira Coelho Ferreira, Leandro de Oliveira Calastri e Silvia de Bernardinis; Revisão Técnica: Marco Aurélio Nogueira. 1ª ed. São Paulo: Boitempo, 2017.

LÖWY, M. *As aventuras de Karl Marx contra o Barão de Münchhausen: marxismo e positivismo na sociologia do conhecimento*. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2003.

SANCHEZ VÁSQUEZ, A. *Filosofia da Práxis*. 2 ed. Buenos Aires: Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales – Clacso: São Paulo: Expressão Popular, Brasil, 2011.

Abstract: *Conceptions of Science and Scientific Knowledge in Prison Notebooks*. The present study aims to present the conceptions of science and scientific knowledge expressed by Antonio Gramsci in the “Prison Notebooks”, in its epistemological, social and political aspects. In order to do so, we sought to discuss the theme presented mainly in Special Notebooks 10 and 11 (*Cadernos do Cárcere* - Volume 1) based on the thoughts, analyzes and criticisms of works that Gramsci presented in those books. From the philosophy of praxis, Gramsci interprets science as superstructure and as ideology.

Keywords: science, ideology, philosophy of praxis

Explorando os conceitos de oxidação e redução a partir de algumas características da história da ciência

Camila R. Dias de Oliva, Amary C. Ferreira, Simone F. B. Tófani e Fernando C. Silva

Os conceitos de oxidação e redução são fonte de diversas dificuldades para os estudantes. Por exemplo, em alguns casos a oxidação está relacionada ao ganho de alguma coisa, e em outros, à perda. Essa oposição para o mesmo processo leva os estudantes a memorizarem regras, distanciando-se da exploração das razões para isso. Considerando essa dificuldade, buscamos discutir os diferentes significados para esses conceitos, abordando também as relações desses significados com a teoria do flogisto. Dessa forma, a construção do texto se deu a partir dos estudos de Douglas Allchin, textos recentes sobre os conceitos de oxidação e redução, e referenciais de História da Ciência para a Educação. A partir desses estudos, trazemos algumas considerações importantes para o ensino dos conceitos de oxidação e redução, ao: i) abordar algumas características do contexto no qual os conceitos surgiram e ii) apresentar os diferentes significados dados para esses conceitos e a articulação que há entre eles. Dessa forma, entendemos poder contribuir para a minimização das dificuldades de aprendizagem apresentadas pelos estudantes, ao propormos que se desenvolva o conhecimento, a articulação e a compreensão dos diferentes significados para esses conceitos.

► educação em química, oxidação e redução, ensino médio ◀

Recebido em 22/03/2019, aceito em 14/10/2019

30

Em muitos livros didáticos são abordados múltiplos modelos para a discussão dos conceitos de oxidação e redução. Por exemplo, o que é oxidação? O ganho de oxigênio, perda de hidrogênio, perda de elétrons, aumento do número de oxidação ou todos esses? Os estudantes muitas vezes não conseguem entender porque os professores introduzem modelos que parecem indicar ações opostas – perda, ao invés de ganho – para o mesmo processo. Dessa forma, os estudantes tendem a memorizar as regras e resistem em explorar as razões para caracterizar a oxidação como ganho e perda (Harrison; Treagust, 2000).

Os professores devem deixar claro para os estudantes que os conceitos são constituídos por um nome e um significado. No entanto, à medida que a Ciência avança, o significado do conceito pode mudar, mas o nome pode permanecer o mesmo (Schmidt, 2000). Isso se aplica aos conceitos de oxidação e redução, para os quais os nomes permaneceram inalterados enquanto seus significados mudaram ao longo do tempo (Österlund *et al.*, 2010). A oxidação foi originalmente definida por Lavoisier como uma reação em que o oxigênio

estaria envolvido formando óxidos. Atualmente, as reações de oxidação são definidas por meio dos elétrons, visto que eles podem ser transferidos de uma espécie química para outra. Se a espécie cede elétrons, o número de oxidação aumenta e o processo é chamado de oxidação. Ao mesmo tempo ocorre uma redução, ou seja, outra espécie recebe os elétrons que foram cedidos, levando a uma diminuição no número de oxidação. Todo o processo tem sido descrito como uma reação redox, visto que oxidação e redução ocorrem ao mesmo tempo. Na oxidação, o oxigênio não estará necessariamente envolvido: a reação entre o magnésio metálico e uma solução aquosa de ácido clorídrico é um exemplo disso (Schmidt, 2000).

A partir dessas considerações, propomos uma reflexão para que os professores de Química busquem articular os diferentes significados para os conceitos de oxidação e redução. Para isso, trazemos alguns elementos da História da Ciência para nos auxiliar nessa reflexão.

Buscando alguns elementos da História da Ciência

Este trabalho foi baseado, principalmente, no artigo de Allchin (1997), no qual o autor apresenta a ideia do flogisto

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

no seu contexto histórico para ensinar as reações de oxidação e redução. Em seguida, Allchin (1997) busca mostrar como integrar a História, a Filosofia e a Sociologia da Ciência no ensino de conceitos científicos básicos. O autor finaliza argumentando que a sala de aula não é meramente um lugar para aplicar a História, a Filosofia ou a Sociologia, mas também um espaço para a pesquisa nessas áreas (Allchin, 1997). Não se pode dizer que esses significados sejam ultrapassados e, por isso, não precisariam ser discutidos em sala de aula. Em determinado contexto, eles foram úteis para o desenvolvimento de explicações para certos fenômenos químicos. Portanto, a apresentação dos diferentes significados para os conceitos de oxidação e redução em textos de Química pode facilitar o entendimento dos estudantes (Taber, 2015). Partindo dessas ideias, buscamos discutir sobre os diferentes significados para os conceitos de oxidação e redução. Dessa forma, a escrita do texto foi fundamentada em referenciais teóricos que discutem a História da Ciência para a Educação em Ciências. No entanto, é importante esclarecer que não pretendemos que este artigo seja uma referência historiográfica para historiadores da Ciência, mas como uma discussão importante para os professores de Química perceberem a articulação entre os diferentes significados construídos para os conceitos de oxidação e redução. Reconhecemos e salientamos algumas limitações deste trabalho: i) ausência dos nomes de alguns filósofos ou cientistas que defenderam ideias abandonadas pela ciência moderna, e ii) ausência de contextualização sociocultural, ou seja, a falta de destaque para as questões sociais, influências políticas ou de qualquer outra natureza a envolver os problemas ou perguntas que motivaram as pesquisas dos cientistas nos diferentes momentos históricos.

A teoria do flogisto

As reações de redução foram primeiramente conhecidas a partir das atividades metalúrgicas, quando da redução dos minérios aos correspondentes metais. Em geral, mineiros e metalúrgicos consideravam que as propriedades metálicas seriam conferidas por uma “substância do fogo”, ou seja, havia uma associação da superfície brilhante do metal à luz do fogo (Allchin, 1997). Provavelmente, os primeiros metais descobertos pela humanidade foram o ouro e o cobre. Os outros metais conhecidos na Antiguidade seriam a prata, o chumbo, o estanho, o ferro e o mercúrio. As ligas mais importantes desses metais foram o bronze (cobre e estanho) e o *electro* (ouro e prata). Os metais eram trabalhados para adquirirem as formas e propriedades desejadas (Mainz, 2015).

No início do século XVIII, tanto as reações de redução quanto as de oxidação foram relacionadas à noção de um “princípio material da inflamabilidade”, que ficou conhecido como flogisto (Allchin, 1997). Embora a estrutura conceitual

da hipótese do flogisto tenha sido proposta por Johann Joachim Becher na metade do século XVII, ela se tornou uma ideia central do pensamento químico especialmente por meio dos trabalhos de seu seguidor, Georg Ernst Stahl, que utilizou o termo *flogisto* para se referir ao princípio inflamável. O conceito de flogisto foi estabelecido sobre uma crença de que as propriedades das substâncias eram consequência dos “veículos” que as continham, chamados de “princípios”. Por exemplo, as substâncias que possuíam propriedades ácidas continham os “princípios” da acidez. Um único “princípio” poderia ser portador de uma ou mais propriedades, e a diversidade de substâncias foi explicada pelas diferentes proporções dos “princípios” que estavam presentes em cada uma (Labinger e Weininger, 2005).

Usando o conceito de flogisto, explicavam por que as coisas poderiam queimar e emitir luz e calor. Madeira, óleos, álcool, carvão, metais, enxofre e fósforo seriam ricos em flogisto. Na combustão (de materiais orgânicos) e calcinação (de metais) – ambas reações de oxidação – ocorria a liberação de flogisto, que era indicada pela luz e calor. Essa ideia do flogisto, teria “poderosamente” unificado o reino mineral com os reinos vegetal e animal, anteriormente considerados completamente distintos. A redução de metais foi relacionada a sua reação inversa (calcinação), na qual os minérios “ganham” flogisto para produzir os metais

(Allchin, 1997, p. 474; tradução nossa).

Em outras palavras, na oxidação ocorreria perda, e na redução ganho de flogisto. Cabe destacar que o panorama conceitual em que a teoria do flogisto fazia sentido era diferente daquele no qual os conceitos de oxidação e redução foram desenvolvidos. A teoria do flogisto se destacou dentre outras ideias e obteve alcance para explicar fenômenos observados nos laboratórios, que hoje seriam enquadrados como temas de estudo da Química, pois

[...] [as] discussões [sobre o flogisto] estavam ocorrendo no período em que se gestava a Revolução Industrial, quando a demanda por combustíveis era muito grande e buscava-se substituto para o carvão vegetal. Neste contexto, o flogístico – princípio considerado responsável pela combustibilidade e outras propriedades dos materiais – ganhou destaque entre todos os demais supostos elementos constituintes da matéria. Desenvolveu-se, assim, a teoria do flogístico, para explicar os fenômenos que envolvem a presença de fogo, mas também outros processos (Alfonso-Goldfarb *et al.*, 2016; p. 60).

Embora a estrutura conceitual da hipótese do flogisto tenha sido proposta por Johann Joachim Becher na metade do século XVII, ela se tornou uma ideia central do pensamento químico especialmente por meio dos trabalhos de seu seguidor, Georg Ernst Stahl, que utilizou o termo flogisto para se referir ao princípio inflamável.

Embora não se conhecesse a existência do gás oxigênio, já se percebia que a quantidade de ar limitava a queima de um material. E a imagem da fumaça saindo desse material sendo queimado levou à ampliação da noção de flogisto (Allchin, 1997).

Durante a combustão (conforme já discutido, há liberação de flogisto), o “ar” tornava-se “flogisticado” (esse “ar flogisticado” seria os gases que cessavam a queima, como por exemplo, o gás carbônico – CO_2), deixando de sustentar a queima. Da mesma forma, o “ar desflogisticado” (esse “ar desflogisticado” seria o gás que possibilitava a queima, atualmente, chamado de gás oxigênio) poderia sustentar a combustão por um tempo prolongado (Allchin, 1997, p. 475; *tradução nossa*).

A busca pela produção e identificação de “ares” (Alfonso-Goldfarb *et al.*, 2016) levou Henry Cavendish a anunciar que tinha isolado o flogisto. Ele teria tratado diversos metais com ácidos, obtendo em cada caso, segundo ele, “ar inflamável”. Para Cavendish, esse “ar inflamável” seria o flogisto, que atualmente é caracterizado como o gás hidrogênio. Por algum tempo, Antoine Laurent Lavoisier considerou que esse “ar inflamável” seria o monóxido de carbono (Feifer, 1964). Conforme discutido a seguir, ainda que Lavoisier tivesse apresentado objeções, os adeptos do flogisto continuavam defendendo suas ideias (Feifer, 1964).

As concepções e objetivos daqueles que defendiam a teoria do flogisto e os que compartilhavam das ideias seguidas por Lavoisier eram muito diferentes. No entanto, a teoria do flogisto não era uma teoria dos alquimistas, mas uma ideia central do pensamento químico (Alfonso-Goldfarb, 2001). Isso porque “grande parte das pessoas que desenvolviam atividades que hoje seriam enquadradas na área da química utilizavam [...] [a teoria do flogisto] para explicar o que acontecia em seus laboratórios (Alfonso-Goldfarb *et al.*, 2016). Na segunda metade do século XVIII, período abordado nesta discussão, a Química já estava muito bem caracterizada como um empreendimento distinto da alquimia (Alfonso-Goldfarb, 2001). Essa distinção rompe com a visão continuísta de que a Química seja uma derivação da Alquimia, conforme discutido por Alfonso-Goldfarb e colaboradores (2016, p. 9-10; *grifo nosso*):

Estudar e refletir sobre a matéria e suas transformações envolve a realização de operações práticas sobre os materiais. Em química, o refletir sobre a composição, as propriedades e as transformações da matéria geralmente ocorre juntamente com o operar a matéria. Nesse sentido, pode-se dizer que uma

característica particular da química é essa forma de “pensar com as mãos”.

Entretanto, essa forma de pensamento já se observava há muito tempo, entre os pensadores que se voltavam a estudar e explicar a composição da matéria e suas relações com o universo. Porém, vivendo em outras épocas e, portanto, tendo por base visões de mundo muito diferentes da nossa, esses pensadores não podem ser considerados químicos, no sentido atual da palavra. Foram magos, alquimistas, médicos e filósofos naturais que também “pensavam com as mãos”, mas com propósitos bastante diversos dos químicos de hoje.

Karl Wilhelm Scheele pode ter sido o primeiro a observar o oxigênio quando aqueceu óxido de manganês com ácido sulfúrico concentrado. Isso pode ter ocorrido três anos antes de Joseph Priestley ou Lavoisier fazerem observações semelhantes (Cassebaum e Schufle, 1975). A decomposição térmica de óxido de mercúrio levou a obtenção de “um ar respirável” (no caso o oxigênio), que sustentava a combustão e era muito melhor para os organismos vivos do que o “ar comum” (mistura de gases presentes na atmosfera). Para Priestley, esse “ar respirável” era “ar desflogisticado”, ou seja, “ar ordinário” isento de flogisto. Para Lavoisier, esse gás era “oxigênio” que combinava com materiais submetidos a combustão ou calcinação (Allchin, 1997). A explicação de Lavoisier para a combustão, como uma reação com o oxigênio,

foi considerada, no longo prazo, mais satisfatória que todas as outras usando flogisto. Para Lavoisier, o metal não era composto por flogisto, e o minério seria uma combinação entre o metal e o oxigênio. Decidir entre essas ideias envolvia a observação e a interpretação do comportamento de vários “ares” sob diferentes condições químicas e biológicas. As explicações de Lavoisier, por meio do gás oxigênio, reforçaram observações que já haviam sido feitas e publicadas no século XVII sobre as substâncias ganharem massa quando calcinadas. Esse ganho de massa era contraditório para os adeptos da teoria do flogisto, já que, para eles, na combustão e na calcinação as substâncias estariam perdendo flogisto. Labinger e Weininger (2005) afirmam que essa descoberta teria forçado os adeptos do flogisto a defenderem que o mesmo possuía peso negativo, o que não convenceu a todos. No entanto, Chang (2010) argumenta que é um equívoco assumir que adeptos da teoria do flogisto apenas desconsideraram as evidências, ou que eles simplesmente usaram a ideia do peso negativo do flogisto. Não pretendemos aprofundar essa discussão, mas sugerimos os trabalhos de Pyle (2000) e Chang (2010).

Embora os objetivos e concepções fossem diferentes, conforme já discutido anteriormente, a divergência entre as

As concepções e objetivos daqueles que defendiam a teoria do flogisto e os que compartilhavam das ideias seguidas por Lavoisier eram muito diferentes. No entanto, a teoria do flogisto não era uma teoria dos alquimistas, mas uma ideia central do pensamento químico (Alfonso-Goldfarb, 2001).

ideias contribui para o desenvolvimento dos diversos campos do conhecimento. De acordo com Duschl e Osborne (2002), a racionalidade da Ciência está fundamentada na habilidade de construir argumentos persuasivos e convincentes que justificam as teorias explicativas para os dados observados. A argumentação tem um papel central na Ciência, indicando que os avanços são conquistados, principalmente, pelo conflito de ideias (Duschl e Osborne, 2002).

A teoria do oxigênio

Os resultados de Davy com HCl e Cl₂ provocaram a preocupação de que pudesse ocorrer o retorno da teoria do flogisto. No entanto, a presença do oxigênio na combustão, a reforma da nomenclatura química e outros pilares da Revolução Química propiciaram a manutenção da teoria do oxigênio (Labinger e Weininger, 2005). Isso porque o conhecimento é negociado dentro de uma comunidade de cientistas por uma interação complexa de argumentos, evidências, e, também, na interpretação de cada um. Isso implica que a Ciência não é, totalmente, independente da sociedade em que está localizada. Os critérios de julgamento incluem fatores externos à lógica pura e adequação empírica, incluindo os fatores sociais, econômicos, políticos, morais e éticos que afetam os tomadores de decisão. Considerando que a Ciência é uma atividade comunitária e que as ideias particulares de cada cientista só são aceitas como conhecimento científico quando se obtém consenso nessa comunidade de cientistas, pressupõe-se que muitas das questões sociológicas, psicológicas, políticas e econômicas que influenciam cada cientista poderiam, de diferentes formas, influenciar as decisões dessa comunidade (Hodson, 1998).

Nas últimas duas décadas do século XVIII, os adeptos do flogisto forneciam apenas explicações dos resultados conhecidos, enquanto Lavoisier e os que concordavam com a teoria do oxigênio foram capazes de prever fenômenos ainda desconhecidos (Labinger e Weininger, 2005). A teoria do flogisto foi perdendo espaço nas décadas seguintes, mesmo com a dificuldade de Lavoisier em explicar adequadamente os aspectos do calor, luz e combustibilidade.

Os adeptos do flogisto criticaram essa dificuldade de Lavoisier, enfatizando os pontos fortes correspondentes ao conceito inicial do flogisto. Assim, muitos poderiam aceitar a descoberta do oxigênio, mantendo o conceito inicial do flogisto – por exemplo, para explicar o calor e a luz do fogo (Allchin, 1997; p.475; *tradução nossa*).

O processo de negação de uma teoria não implica, necessariamente, no abandono das teorias anteriores. O que pode ocorrer é uma reordenação dessas teorias, indo além de seus

pressupostos pela introdução de uma nova (Lopes, 1996).

Tanto no sistema original de Lavoisier (que definia ácidos em termos da quantidade de oxigênio) quanto em sua elaboração eletroquímica, efetuada posteriormente por Jöns Jacob Berzelius, os óxidos de não metais foram pensados como sendo ácidos e os de metais como bases. Nas reações entre eles se formariam os sais. Usando uma versão modernizada das fórmulas dualistas de Berzelius, percebe-se que a diferença entre sulfito de cálcio – $\text{CaO} \cdot \text{SO}_2 = \text{CaSO}_3$ – e sulfato de cálcio – $\text{CaO} \cdot \text{SO}_3 = \text{CaSO}_4$ – está no aumento da oxidação do átomo de enxofre no componente de óxido ácido, ao passo que a diferença entre sulfato ferroso – $\text{FeO} \cdot \text{SO}_3 = \text{FeSO}_4$ – e sulfato férrico – $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SO}_3 = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ – estaria na oxidação adicional do átomo de ferro no componente de óxido básico. Isso significa que o aumento de oxigênio, seja no óxido básico ou seja no ácido, levaria à oxidação, e o inverso, à redução. De acordo com Lavoisier, o oxigênio também seria fundamental para se compreender a composição dos sais (Jensen, 2007).

O erro é comum na prática científica, e quando não cometido por práticas de má conduta na pesquisa científica (falsificação de dados, por exemplo) não ameaça nem a busca de conhecimento confiável nem os fundamentos epistêmicos da Ciência. Esse erro devidamente documentado é uma forma de conhecimento, que pode até orientar produtivamente outras pesquisas (Allchin, 2001). Lopes (1996), discutindo as contribuições fundamentais da epistemologia histórica de Gaston Bachelard, afirma que, com esse filósofo, “o erro passa a assumir uma função positiva na gênese do saber e a própria questão da verdade se modifica” (p. 252). O erro é percebido como necessário na Ciência, visto que o conhecimento científico só se constroi pela retificação desses erros (Lopes, 1996). Se, ao longo do desenvolvimento dos conceitos científicos, os próprios cientistas cometeram erros, seria incoerente menosprezar os estudantes pelos erros cometidos na aprendizagem dos conceitos científicos. Nesse sentido, conforme afirma Capecchi (2013, p. 25), “é preciso que [os estudantes] tenham oportunidade de errar, não se atendo apenas a tentativas desprovidas de reflexão, mas, avaliando suas ações e formas de interpretação que levam a erros e acertos”.

O sentido original do termo oxidação estaria relacionado à reação com oxigênio. Já a redução estaria relacionada à extração de um metal de seu óxido pela reação com hidrogênio, carbono ou monóxido de carbono (Mainz, 2015). As descobertas de Davy e outros pesquisadores sobre sais que não continham oxigênio (sais de haletos, formados a partir de hidrácidos) propiciaram o questionamento das ideias de Lavoisier, de que o oxigênio formava o “laço de união” comum em todos os sais, conforme discutido anteriormente. No entanto, apesar dessas descobertas, os termos oxidação e redução continuaram sendo aplicados mesmo para reações de

O processo de negação de uma teoria não implica, necessariamente, no abandono das teorias anteriores. O que pode ocorrer é uma reordenação dessas teorias, indo além de seus pressupostos pela introdução de uma nova (Lopes, 1996).

saís e outros compostos que não continham oxigênio (Lopes, 1996). Isso vai ao encontro do que já foi discutido sobre o significado do conceito poder mudar, ou ser ampliado, mas o nome permanecer o mesmo (Schmidt, 2000). Assim, em 1884, o químico britânico Matthew Moncrieff Pattison Muir afirmou que o significado do termo oxidação já tinha sido consideravelmente alargado. Escrevendo mais de vinte anos depois, os químicos britânicos Robert Martin Caven e George Druce Lander chegaram às seguintes definições: na oxidação, ocorreria a adição de oxigênio, a adição de um átomo mais eletronegativo, ou a remoção de um átomo de hidrogênio; na redução ocorreria o inverso, ou seja, a remoção de oxigênio, a adição de átomo mais eletropositivo, ou a adição de hidrogênio (Lopes, 1996).

A teoria eletrônica

Enquanto isso, no campo da eletroquímica, os defensores da nova teoria iônica de dissociação começaram a forjar uma relação entre a oxidação e redução e as mudanças em cargas iônicas líquidas. Em 1893, Friedrich Wilhelm Ostwald observou que, fundamentalmente, os processos de oxidação e redução em eletrólitos (soluções formadas por íons) consistem na aquisição ou na liberação de cargas iônicas; os oxidantes são aquelas substâncias que adquirem cargas negativas ou liberam as positivas, os redutores são aqueles para os quais o oposto acontece (Jensen, 2007). Assim, o agente oxidante é a espécie que provoca a oxidação, ou seja, o que se reduz, adquirindo carga negativa ou liberando carga positiva. E o agente redutor é a espécie que provoca a redução, ou seja, o que se oxida, adquirindo carga positiva ou liberando carga negativa.

Com o desenvolvimento da teoria eletrônica de ligação no século XX, Caven e Lander, em 1907, definiram que a oxidação ocorre com um aumento da “valência ativa” do átomo central. Joel Henry Hildebrand, em 1918, escreveu que o termo oxidação é aplicado quando a “valência” assume um valor positivo. No processo oposto, de diminuição de “valência”, ocorreria a redução. Harry Shipley Fry veio a concluir, em 1915, que o desenvolvimento de uma “valência” positiva por um átomo, devido à perda de um elétron, corresponde à oxidação. Já o desenvolvimento de uma “valência” negativa, devido ao ganho de um elétron, corresponde à redução. Assim, na oxidação ocorreria um aumento da “valência ativa”, que levaria a um valor positivo ocasionado pela perda de elétron. Na redução ocorreria uma diminuição da “valência ativa”, que levaria a um valor negativo ocasionado pelo ganho de elétron (Jensen, 2007). Assim, os conceitos de oxidação e redução foram relacionados com a perda e o ganho de elétrons. Note-se que, atualmente, o termo “valência ativa” foi substituído por “número de oxidação” (Nox).

Em 1907, H. P. Talbot e A. A. Blanchard fizeram referência aos vários “estados de oxidação” de um elemento, mas usaram a palavra “valência” para descrever sua caracterização numérica, enquanto Hildebrand preferia o termo “número de valência”. Em 1913, G. Branch e W. C. Bray

sugeriram o uso do termo “número polar” e, em 1938, W. M. Latimer introduziu os termos “número de oxidação” ou “estado de oxidação”, juntamente com o termo paralelo “potencial de oxidação”. Embora houvesse controvérsia sobre a definição de oxidação e redução, por perda e ganho de elétrons, respectivamente, a literatura de Educação Química do século XX foi caracterizada pelo debate considerável sobre as duas questões relacionadas a: i) como seria a atribuição de números de oxidação e ii) como esses números seriam utilizados em equações redox (Jensen, 2007).

Em seu livro de 1835, *Unorganische Chemie*, Wöhler menciona a expressão “oxidationsstufe”, que pode ser traduzida por estado de oxidação. A expressão “número de oxidação” é comumente usada no contexto do balanceamento de equações redox. De acordo com a definição para o número de oxidação no *Livro de Ouro* da IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry* – União Internacional de Química Pura e Aplicada), o número de oxidação é definido como um algoritmo para determinar o estado de oxidação de um átomo central. São estabelecidos um conjunto de regras de estados de oxidação postulados para oxigênio e hidrogênio, principalmente, com algumas exceções, como, por exemplo (Karen, 2015):

1. Os átomos em uma substância simples possuem estado de oxidação 0.
2. A soma dos estados de oxidação de átomos em um composto neutro é 0.
3. Átomos de flúor em compostos possuem o estado de oxidação 1-.
4. Átomos de metais alcalinos em compostos possuem estado de oxidação 1+ e os metais alcalinos terrosos 2+.
5. Átomos de hidrogênio em compostos possuem o estado de oxidação 1+.
6. Átomos de oxigênio em compostos possuem o estado de oxidação 2-.

A definição de estado de oxidação ainda tem gerado debates. Em 2009, iniciou-se um projeto intitulado “Rumo à definição abrangente de estado de oxidação”, liderado por Pavel Karen, cujos resultados foram publicados em um extenso relatório técnico (Karen *et al.*, 2014; Karen, 2015). Em 2016, Karen e colaboradores (2016) publicaram um artigo intitulado “Definição abrangente do estado de oxidação (Recomendações IUPAC 2016)”, definindo estado de oxidação, apresentando e discutindo dois algoritmos para a sua determinação. Para Karen e colaboradores (2016), o estado de oxidação fornece o grau de oxidação de um átomo em termos de contagem de elétrons. Em uma nota de rodapé, esses autores ressaltam que o número de oxidação, termo alternativo e usado como sinônimo de estado de oxidação, pode ser utilizado quando o valor representa um mero parâmetro ou número. Já o estado de oxidação é um termo mais amplo que está relacionado à sistemática química ou a um estado do átomo em um composto químico (Karen *et al.*, 2016).

Podemos perceber que a Ciência é “viva”, visto que o conhecimento que se tem hoje ainda pode estar sujeito a

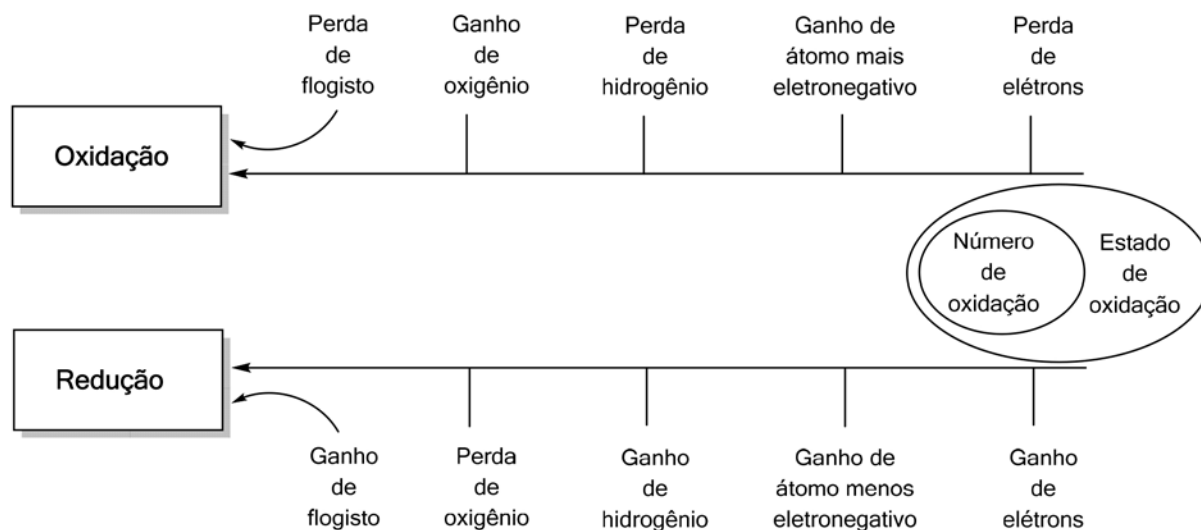


Figura 1: Apresentação e articulação dos diferentes significados para os conceitos de oxidação e redução. Fonte: os autores.

modificação (Nascimento, 2013). Além disso, os conhecimentos científicos não são produzidos por “gênios” isolados, sendo que o que ocorre é um trabalho coletivo e cooperativo entre diferentes equipes de cientistas: as ideias de um cientista ou de uma equipe não são suficientes para verificá-las, refutá-las ou validá-las (Gil-Pérez *et al.*, 2001).

Considerações Finais

Compreender a teoria do flogisto pode ser importante, apesar das críticas, para explorar concepções de oxidação e redução em um nível introdutório para a Educação em Química (Allchin, 1997). Diferentes significados de oxidação e redução podem ser apropriados em diferentes contextos de ensino, mas para isso os estudantes precisam conhecê-los e perceber que há uma articulação entre eles, conforme esquematizado na Figura 1.

As setas específicas para o ganho e perda do flogisto significam que o panorama conceitual dessa teoria é diferente daquele em que os conceitos de oxidação e redução em termos de oxigênio ou de elétrons foram desenvolvidos. No entanto, a discussão dessa relação da teoria do flogisto com os conceitos de oxidação e redução pode ser interessante para a abordagem de algumas características da história da ciência. Além disso, enriquece a articulação entre os diferentes significados. O número de oxidação que provém da discussão em torno da perda e ganho de elétrons, e que

representa um valor, se insere no conceito de estado de oxidação, que é mais amplo e está relacionado a um estado do átomo em um composto químico. O presente trabalho não apresenta um método de como os professores devam ensinar os conceitos de oxidação e redução, mas uma discussão para a reflexão sobre a articulação entre os diferentes significados para esses conceitos.

Certamente, a definição em termos de perda de elétrons ou de átomos de hidrogênio, ou de ganho de átomos de oxigênio, pode ser conveniente em alguns casos, mas em outros não (Silverstein, 2011). A apresentação, exploração e articulação desses significados favorece o processo de ensino e aprendizagem no qual os conceitos de oxidação e redução são problematizados. Essa abordagem pode favorecer também a exploração de aspectos da natureza da ciência dentro da sala de aula.

Camila Rosa Dias de Oliva (mila-oliva@outlook.com), licenciada em Química pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), leciona na Escola Excelência. Bocaiúva, MG – BR. **Amary César Ferreira** (yrara@ufmg.br), bacharel em Química pela UFMG, doutor em Físico-Química pela Uppsala Universitet, Suécia, e professor do Departamento de Química da UFMG. Belo Horizonte, MG – BR. **Simone de Fátima Barbosa Tófani** (simonephjv@gmail.com), bacharel em Química pela UFMG, doutora em Química Analítica pela UFMG, e professora do Departamento de Química da UFMG. Belo Horizonte, MG – BR. **Fernando César Silva** (fcsquimico@yahoo.com.br), licenciado em Química pela Universidade de Itaúna, doutor em Química pela UFMG, e professor da Faculdade de Educação da UFMG. Belo Horizonte, MG – BR.

Referências

- ALFONSO-GOLDFARB, A. M. *Da alquimia à química*. 2ª ed. São Paulo: Landy, 2001.
- ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; FERRAZ, M. H. M.; BELTRAN, M. H. R.; PORTO, P. A. *Percursos de História da Química*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.
- ALLCHIN, D. Rekindling Phlogiston: From Classroom Case Study to Interdisciplinary Relationships. *Science & Education*, v. 6, p. 473-509, 1997.

ALLCHIN, D. Error Types. *Perspectives on Science*, v.9, p. 38-59, 2001.

CAPECCHI, M. C. V. M. Problematização no ensino de Ciências. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). *Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 21-39.

CASSEBAUM, H.; SCHUFLE, J. A. Scheele's Priority for Discovery of Oxygen. *Journal of Chemical Education*, v. 52, n. 7, p. 442-444, 1975.

CHANG, H. The Hidden History of Phlogiston: How

Philosophical Failure Can Generate Historiographical Refinement. *HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry*, v. 16, n. 2, p. 47-79, 2010.

DUSCHL, R. A.; OSBORNE. Supporting and Promotion Argumentation Discourse in Science Education. *Studies in Science Education*, v. 38, p. 39-72, 2002.

FEIFER, N. Phlogiston revisited: chemical theories, new and old. *Science Education*, v. 48, n. 5, p. 460-467, 1964.

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

HARRISON, A. G.; TREAGUST, D. F. A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, v. 22, n. 9, p. 1011-1026, 2000.

HODSON, D. *Teaching and learning science: towards a personalized approach*. Berkshire: Open University Press, 1998.

JENSEN, W. B. The Origin of the Oxidation-State Concept. *Journal of Chemical Education*, v. 84, n. 9, p. 1418-1419, 2007.

LABINGER, J. A.; WEININGER, S. J. Controversy in Chemistry: How Do You Prove a Negative? – The Cases of Phlogiston and Cold Fusion. *Angewandte Chemie International Edition*, v. 44, p. 1916-1922, 2005.

LOPES, A. R. C. Bachelard: o filósofo da desilusão. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 13, n. 3, p. 248-273, 1996.

KAREN, P.; MCARDLE, P.; TAKATS, J. Toward a comprehensive definition of oxidation state (IUPAC Technical Report). *Pure and Applied Chemistry*, v. 86, n. 6, p. 1017-1081, 2014.

KAREN, P. Oxidation State, A Long-Standing Issue! *Angewandte Chemie International Edition*, v. 54, p. 2-13, 2015.

MAINZ, V. The Metals of Antiquity and Their Alloys. In: RASMUSSEN, S. C. (Ed.). *Chemical Technology in Antiquity*. Washington, DC: American Chemical Society Symposium Series, 2015. p.139-179.

NASCIMENTO, V. B. Sobre a natureza da Ciência e o ensino. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). *Ensino de Ciências por*

Investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 111-128.

ÖSTERLUND, L.-L.; BERG, A.; EKBORG, M. Redox models in chemistry textbooks for the upper secondary school: friend or foe? *Chemistry Education Research and Practice*, v. 11, n. 3, p. 182-192, 2010.

PYLE, A. The Rationality of the Chemical Revolution. In: NOLA, R.; SANKEY, H. (Eds.). *After Popper, Kuhn and Feyerabend*. Australasian Studies in History and Philosophy of Science, vol 15. Dordrecht: Springer, 2000. p. 99-124.

SCHMIDT, H.-J. Should chemistry lessons be more intellectually challenging? *Chemistry Education Research and Practice*, v. 1, n. 1, p. 17-26, 2000.

SILVERSTEIN, T. P. Oxidation and Reduction: Too Many Definitions? *Journal of Chemical Education*, v. 88, n. 3, p. 279-281, 2011.

TABER, K. Epistemic relevance and learning Chemistry in an academic context. In: EILKS, I.; HOFSTEIN, A. (Eds.). *Relevant Chemistry Education: From Theory to Practice*. Rotterdam: Sense Publishers, 2015. p. 79-100.

Para saber mais

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

Discussão sobre a construção do conceito de valência: Nogueira, H. S. A.; Porto, P. A. Entre tipos e radicais: a construção do conceito de valência. *Química Nova*, v. 42, n. 1; p. 117-127, 2019.

Discussão sobre o peso negativo do flogisto: CHANG, H. The Hidden History of Phlogiston: How Philosophical Failure Can Generate Historiographical Refinement. *HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry*, v. 16, n. 2, p. 47-79, 2010.

Abstract: *Exploring the concepts of oxidation and reduction from some characteristics of the history of science.* The concepts of oxidation and reduction are a source of several difficulties for students. For example, in some cases the oxidation is related to the gain of something and, in others, to a loss. This opposition in regard to the same process makes the students memorize rules rather than exploring the reasons for it. Considering this complexity, we seek to discuss the different meanings of these concepts by showing their connections to the phlogiston theory. The development of the text is based on the studies of Douglas Allchin, recent texts on the concepts of oxidation and reduction, and studies of History of Science for Education. From these sources, we propose some considerations for the teaching of the concepts of oxidation and reduction: i) addressing some characteristics of the context in which the concepts emerged and ii) presenting the different meanings given to these concepts and the articulation among them. Thus, we understand that we may contribute to the minimization of learning difficulties presented by students, by proposing to develop knowledge, articulation and understanding of the different meanings for the concepts of oxidation and reduction.

Keywords: chemical education, oxidation and reduction, high school.

Um Jogo Didático para Revisão de Conceitos Químicos e Normas de Segurança em Laboratórios de Química

Edemar Benedetti Filho, Alexandre Donizeti Martins Cavagis e Luzia Pires dos Santos Benedetti

O presente trabalho descreve a concepção e aplicação de um jogo didático, inspirado no tradicional “Jogo dos Sete Erros”, para revisão de normas de segurança em laboratórios de Química. A atividade foi aplicada para 108 alunos de 2º ano do Ensino Médio, em uma escola pública estadual do interior de São Paulo, propiciando uma aprendizagem diferenciada da perspectiva tradicional. Os resultados evidenciaram uma construção lúdica e coletiva de conhecimentos, por meio de discussões em grupo, mediadas pelo professor da disciplina de Química, que assumiu um papel de mediador da aprendizagem. Realizado no âmbito do estágio supervisionado, o presente trabalho também contribuiu na formação inicial de estudantes de licenciatura em Química, que participaram ativamente do planejamento e aplicação dessa atividade lúdica. Também ficou evidente a carência de atividades práticas experimentais na disciplina de Química, que representa o cenário da maioria das escolas públicas brasileiras.

► atividades lúdicas, ensino de química, laboratório de química ◀

Recebido em 02/05/2019, aceito em 17/08/2019

O processo de ensino e aprendizagem é sempre crucial para qualquer educador que realmente deseja despertar a curiosidade dos alunos para as Ciências. Nesse sentido, os professores dispõem de diversas ferramentas didáticas, porém, há alternativas metodológicas que podem propiciar maior engajamento dos alunos como participantes efetivos do processo. É importante que os docentes (re)pensem sua prática pedagógica, a fim de promover aulas mais atrativas e motivadoras, nas quais os alunos sintam-se estimulados a participar mais ativamente em sala de aula. Nessa perspectiva, o modelo tradicional de ensino é descrito por diversos pesquisadores da área de Educação como pouco eficaz à aprendizagem significativa, uma vez que se baseia na “transmissão unidirecional do conhecimento”, sendo os alunos figuras passivas, que praticamente não exercem a criticidade, ponto crucial à aprendizagem significativa (Ausubel *et al.*, 1980; Brasil,

1998; Krasilchik, 2004; Santana, 2008; Castro e Costa, 2011).

De acordo com Oliveira (2010), a desmotivação educacional pode estar relacionada a uma aprendizagem muito distante da realidade dos alunos, em um processo pedagógico predominantemente tradicional, promovido pela transmissão e recepção dos conceitos científicos, sem estabelecer correlação com o cotidiano dos estudantes. Em tal modelo, valoriza-se a memorização

de leis e teorias, como absolutas, verdadeiras e intocáveis, deixando de lado as discussões que levaram às suas descobertas e suas aplicações na sociedade. O emprego de jogos educacionais como atividades lúdicas de aprendizagem pode contribuir significativamente para melhorar tal cenário e promover maior interesse dos alunos pelas Ciências.

Segundo Chateau (1987) e Kishimoto (2011), o jogo é um importante instrumento de aprendizagem, fazendo parte de nossa natureza. Huizinga (2007) destaca também a relação do jogo e nosso comportamento: “[...] que a sociedade exprime sua interpretação da vida e do mundo [...]” (p.75), na qual o

O emprego de jogos educacionais como atividades lúdicas de aprendizagem pode contribuir significativamente para melhorar tal cenário e promover maior interesse dos alunos pelas Ciências.

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

nosso próprio desenvolvimento faz com que o jogo se altere de nível entre o divertimento e a ludicidade.

Oliveira (2010) e Leite (2016) descrevem que o desinteresse dos alunos pelas Ciências ocorre, principalmente, devido ao processo de transmissão-recepção de conteúdo, sem estabelecer a devida correlação com a realidade e o contexto social em que os alunos estão inseridos. A valorização da memorização de leis científicas, sem discussões sistematizadas de suas aplicações na sociedade, proporciona um distanciamento entre os conceitos e a realidade dos alunos. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (Brasil, 1998) indicam que os conteúdos devem ser abordados em sala de aula de maneira multidisciplinar e interdisciplinar, não limitando o processo de ensino somente à transmissão de conceitos, mas sim valorizando o contexto educacional do aluno.

A compreensão dos fenômenos naturais articulados entre si e com a tecnologia confere à área de Ciências da Natureza uma perspectiva interdisciplinar; pois abrangem conhecimentos biológicos, físicos, químicos, sociais, culturais e tecnológicos (Brasil, 1998, p. 36).

38

Tais parâmetros também propõem que o ensino deva ser voltado a uma aprendizagem dinâmica e lúdica, diversificando o processo tradicional, a fim de motivar os alunos. As atividades lúdicas são amplas e podem ser facilmente inseridas no contexto pedagógico, indo desde atividades experimentais a jogos eletrônicos. Outro termo usualmente empregado nesse contexto é a “ludoeducação”, que consiste na busca por atividades lúdicas que motivem os alunos para a construção do conhecimento (Santos, 2010).

Os PCNs relatam que o uso de atividades lúdicas é uma ferramenta que pode contribuir para o desenvolvimento e aprendizagem. Na perspectiva de atividades lúdicas envolvendo a utilização de jogos, diversos trabalhos vêm sendo publicados (Silva *et al.*, 2017; Perovano *et al.*, 2017; Neto e Moradillo, 2017; Lima e Sousa, 2017; Romano *et al.*, 2017; Benedetti-Filho *et al.*, 2017; Queiroz *et al.*, 2016).

A utilização de jogos pedagógicos, por sua vez, é uma alternativa ao processo de ensino e aprendizagem, enquanto metodologia interativa e simples para introduzir e discutir conhecimentos de Química. Esse recurso torna as aulas mais interativas, fazendo com que o aprendizado de conceitos seja menos exaustivo e monótono para os alunos, além de propiciar uma melhor integração dos estudantes na sala de aula. O desafio proporcionado pelos jogos catalisa uma maior assimilação dos assuntos trabalhados (Benedetti-Filho e Benedetti, 2015). De acordo com Saturnino *et al.* (2013), os jogos podem ser empregados em diversos momentos para a aprendizagem:

“[...] na apresentação de um conteúdo, na ilustração de aspectos relevantes ao conteúdo, na revisão ou síntese de conceitos importantes e na avaliação de conteúdos já desenvolvidos.” (Saturnino *et al.*, 2013, p.174).

Contudo, cumpre lembrar que, em muitos casos, os educadores propõem atividades práticas com intuito de aumentar o interesse e a satisfação dos estudantes, mas nem sempre as expectativas são atingidas.

De acordo com Soares (2013), os jogos relacionados ao processo de ensino e aprendizagem podem ser classificados como “educativos” ou “didáticos”. Os jogos educativos são aqueles nos quais as atividades estão relacionadas com o ensino de um determinado conteúdo pedagógico no momento da aplicação do jogo. Apresentam uma divergência dos jogos didáticos, pois estes envolvem as atividades pós-conteúdos pedagógicos e, geralmente, os jogos são empregados como um instrumentos de fixação, como suporte ao ensino tradicional.

Dessa forma, o presente trabalho teve por finalidade a concepção e aplicação, em sala de aula, de uma atividade lúdica, um passatempo semelhante ao tradicional “Jogo dos Sete Erros”, a fim de auxiliar na revisão de normas de segurança em laboratórios de Química.

Metodologia

O material didático foi obtido e confeccionado conforme as informações contidas no blog: <http://quimicaeludicidade.blogspot.com.br/>, no tópico: “8 erros em um laboratório”, mediante autorização pelo autor do blog para aplicação do material em sala de aula e publicação em revista científica.

As imagens do passatempo, depois de impressas, foram inicialmente avaliadas por um grupo de estudantes de licenciatura em Química, no âmbito da disciplina de Estágio Supervisionado II. A avaliação do material foi realizada por meio de uma discussão em grupo sobre as observações das imagens e identificação dos erros

presentes na figura. Os principais pontos discutidos foram: facilidade de encontrar os erros, qualidade da imagem, ludicidade envolvida, conteúdos didáticos abordados, opções para discussões em grupo envolvendo cuidados experimentais e o uso de materiais de proteção individual.

Posteriormente, as figuras foram impressas em impressora jato de tinta colorida e a atividade foi aplicada em uma escola pública de uma cidade do interior de São Paulo, para 108 alunos de 3 turmas do 2º ano do Ensino Médio, durante uma aula de 50 minutos. Toda a coleta de dados e registros da atividade foram feitos em diário de campo, gravações em áudio, e entrevistas pelos estudantes de licenciatura em Química. Cumpre destacar que essa atividade não se

[...] o presente trabalho teve por finalidade a concepção e aplicação, em sala de aula, de uma atividade lúdica, um passatempo semelhante ao tradicional “Jogo dos Sete Erros”, a fim de auxiliar na revisão de normas de segurança em laboratórios de Química.

trata de um jogo de sorte ou azar, mas sim uma forma de socializar os alunos e induzi-los ao questionamento e ao diálogo, promovendo-lhes as práticas da argumentação, do raciocínio e da lógica. Um ponto positivo desse material é considerar o conhecimento prévio do aluno sobre cuidados experimentais e postura no manuseio de reagentes químicos e/ou produtos perigosos. Dessa forma, o objetivo central foi promover uma discussão relacionada aos cuidados experimentais no manuseio de substâncias químicas em laboratório e rever alguns conceitos de Química envolvidos na imagem. Foram montadas equipes de 4 alunos, disponibilizando-se uma imagem para cada grupo, a fim de induzir discussões entre os alunos.

Após aproximadamente 15 minutos, cada grupo anotou os erros encontrados e iniciaram-se as discussões entre os grupos, mediadas pelo professor de Química. Concluída a atividade, foi distribuído um manual contendo as respostas (disponível no link: <https://www.4shared.com/web/preview/pdf/10niL-ojce/>) e realizou-se um debate entre alunos e professor sobre cada erro presente no passatempo.

A análise dos dados obtidos recebeu uma abordagem qualitativa, segundo as recomendações de Bogdan e Biklen (2000). Na Figura 1, vemos uma ilustração da imagem que

apresenta os erros discutidos nessa atividade lúdica.

Durante a aplicação da atividade, a figura do professor é extremamente importante para avaliar o comportamento dos alunos, a interação entre eles, e se eles estão mantendo a ordem, atentos à proposta, questionando e interagindo entre si para propor a melhor resposta e explicação para os erros observados. Posteriormente, o professor promoveu um debate entre as equipes e incentivou uma discussão coletiva das respostas, demonstrando que a sala é capaz de encontrar as soluções para os problemas apresentados. Durante toda a atividade, adotou-se uma abordagem dialógica das situações-problema com os alunos, promovendo um intercâmbio de correlações com o cotidiano dos estudantes e a interdisciplinaridade para nortear o debate dos conhecimentos científicos.

Resultados e Discussão

Na aula anterior à atividade lúdica, foram apresentadas as principais normas de segurança em laboratórios de Química, assim como cuidados na manipulação de equipamentos e reagentes químicos, sem mencionar aos alunos que, na aula subsequente, haveria uma revisão daqueles assuntos e nem que seria utilizada uma atividade lúdica para tal finalidade.

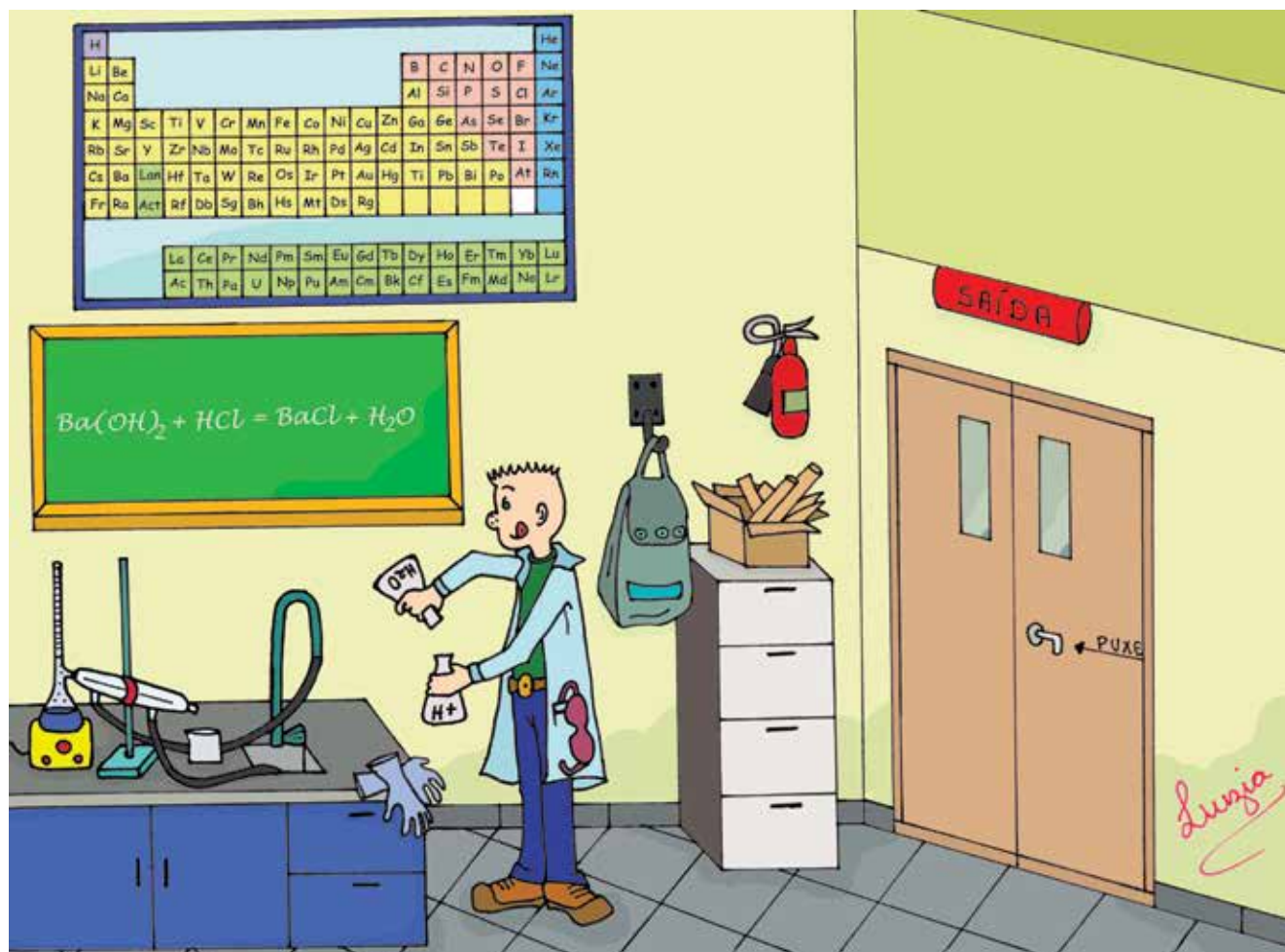


Figura 1: Ilustração da imagem contendo 8 erros, propostos e discutidos na atividade lúdica. Link para download: https://www.4shared.com/web/preview/pdf/CdNKR_vBce?

Dessa forma, os alunos foram surpreendidos no momento da apresentação do jogo, gerando grande expectativa em descobrir os erros presentes na imagem. Há um espaço, chamado de “laboratório” pela comunidade escolar, mas que não dispõe de capela ou equipamentos, sendo utilizado muito esporadicamente, sem uma programação sistemática de aulas práticas ao longo do ano, de modo que a frequência dos alunos nesse espaço é muito pequena.

Conforme Felício (2011), a discussão com os alunos, previamente à aplicação de uma atividade lúdica, é importante para conseguir melhores resultados de aprendizagem e, assim, uma melhor relação entre a função lúdica (o jogo, o divertido, o desafio) e a função educativa (o conteúdo teórico, a aprendizagem).

Um total de 108 alunos participaram da atividade, dos quais 66% do sexo feminino e 34% do sexo masculino. A receptividade por todos os alunos foi a mesma, não havendo distinção entre os sexos, tendo as meninas inclusive apresentado maior desenvoltura nos momentos de discussão em sala de aula. A faixa etária dos alunos, entre dezesseis e vinte anos, caracteriza um grupo de jovens adolescentes, propícios a novas metodologias.

Essa atividade também contribuiu para a formação inicial de estudantes de licenciatura em Química, uma vez que foi conduzida no âmbito da disciplina de Estágio Supervisionado II. Os licenciandos em Química que avaliaram previamente o material relataram que a atividade seria interessante para promover diálogos e discussões em sala de aula, concluindo que a atividade deveria ser aplicada para grupos de alunos e não individualmente, uma vez que, em conjunto, abre-se mais espaço para ao diálogo, à interação dos alunos, melhorando também o convívio em sala de aula. Outra característica positiva apontada pelos alunos de licenciatura é que os erros estão bem dispersos ao longo da imagem e devidamente acomodados no contexto da figura, não evidenciando dessa forma os erros, mas exigindo um estudo minucioso da ilustração e raciocínio lógico para deduzir as respostas corretas. A figura também remete a diversas situações que permitem estabelecer correlações diretas com o cotidiano dos alunos e que podem ser empregadas na segurança de outros ambientes fechados, além do laboratório, como, por exemplo, hospitais, lojas, fábricas etc. Os relatos a seguir, ilustram alguns comentários dos alunos de licenciatura em Química que participaram do planejamento e aplicação dessa atividade:

“... a atividade pode contribuir para que o professor inicie uma discussão sobre os cuidados e segurança em locais com grande público, como em um hospital, acho que é interessante para esta discussão.” Aluna AMP

“... puxa, nunca teria pensado nisso, que legal! Tem

erro aqui que é difícil de observar sem pensar sobre a figura, muito legal ...” Aluna CYM

Uma vez que a percepção dos estudantes de licenciatura em Química em relação ao potencial lúdico-pedagógico do jogo foi bastante positiva, o próximo passo a ser planejado foi sua aplicação em uma atividade envolvendo turmas de 2º ano do Ensino Médio.

A aceitação, por parte dos alunos do Ensino Médio, foi excelente e os grupos se esforçavam para encontrar os erros, havendo vários momentos de discussões em grupo sobre os motivos que justificariam os apontamentos de cada erro na imagem. Observamos que o jogo teve grande potencial lúdico, pois houve motivação para encontrar as respostas e diversão entre os membros do grupo, de maneira cordial, tranquila e saudável. A comunicação entre os alunos foi claramente observada, demonstrando a eficácia da proposta lúdica para o incentivo ao diálogo e à discussão em grupo. Todas as observações foram registradas pelos estudantes de licenciatura em Química em diário de campo. Segundo os PCNs esse diálogo é essencial para promover o aperfeiçoamento das habilidades dos alunos:

“Além de promover esse diálogo, é preciso objetivar um ensino de Química que possa contribuir para uma visão mais ampla do conhecimento, que possibilite melhor compreensão do mundo físico e a construção da cidadania...” (Brasil, 1998, p. 32)

As turmas desta escola ainda não haviam vivenciado uma atividade de Química alternativa ao sistema tradicional, assim, muitos alunos ficaram inicialmente surpresos que um

conteúdo pedagógico pudesse ser apresentado e discutido de maneira lúdica. Isso pode ser confirmado pelos depoimentos de alguns alunos, no momento em que receberam a imagem para encontrar os erros:

“Isso é sério? Vamos ter aula ainda?” Aluno CCRS
“Nossa! Não deixe as outras salas verem isso, senão vão achar que estamos de folga!” Aluno PPG

Os relatos dos alunos deixam claro que eles entendem como “aula” somente o sistema tradicional e que atividades lúdicas não poderiam ser uma forma de angariar conhecimentos. Tal fato foi também exposto pelos alunos nos momentos de discussão e nas análises do diário de campo. Com isso, os alunos aprenderam que uma atividade lúdica também pode ser pedagógica e um facilitador da aprendizagem, inclusive no desenvolvimento de habilidades que normalmente não são contempladas pelo sistema tradicional de ensino (Benedetti-Filho *et al.*, 2009). Os relatos a seguir descrevem o impacto para uma nova maneira de discutir conceitos químicos:

“Puxa, aprendi a pensar bem diferente em grupo. São coisas que nunca fizemos com o professor. Sabe, nunca era ouvida e hoje meus colegas pararam para conversar comigo e aceitar minhas sugestões. Foi muito interessante.” Aluna AANS

“Sempre respondi às colocações dos professores. Mas, sempre decorando. Agora, pude discutir com meus colegas uma resposta em comum.” Aluno PLLC

Uma característica importante da atividade lúdica é a facilidade na explicação das regras e do andamento do jogo. Segundo Soares (2008), regras simples facilitam o desenvolvimento do jogo em sala de aula e melhoram o ensino e a aprendizagem do conteúdo abordado. Essa atividade permitiu tornar a aula de Química diferenciada e mais dinâmica para os alunos, integradora e contextualizada, obtendo uma boa aceitação dos participantes. Os depoimentos a seguir ilustram o aumento do interesse pela atividade e pela própria disciplina de Química:

“Achei muito legal o jogo. Aprendemos brincando e discutindo a matéria. Assim, fica mais fácil relacionar o que foi discutido e é coisa que não esqueço mais! Quero fazer mais isso...” Aluna AAMK

“Que divertido! Puxa, deveria ter mais isso! Discutir em grupo e defender o que descobriu é muito legal...” Aluna PPO

Segundo Queiroz *et al.* (2016), o jogo é importante para “quebrar a rotina” da aula tradicional, como demonstrado pelos relatos avaliados pelas falas dos alunos.

Os alunos relataram que o “design” do jogo de erros foi essencial à motivação: um desenho atraente é importante para uma melhor aceitação dos alunos, fato já abordado por Silva *et al.* (2017): a estética é parte que deve ser levada em consideração na elaboração das propostas envolvendo atividades lúdicas. Segundo a aluna CCS, o efeito visual é parte integrante do interesse dos alunos, conforme registrado em diário de campo:

“Nossa, o desenho é bem bacana, ele é chamativo para focarmos, possui bastantes detalhes, não é um monte de rabiscos. Faço aula de pintura e minha professora sempre comenta isso. Agora pude realmente ver que é importante sua fala.” Aluna CCS

Por meio das análises do diário de campo dos licenciandos em Química, observou-se que é mais fácil realizar uma avaliação crítica dos conteúdos didáticos em comparação com o método de aulas expositivas, normalmente adotado pelos professores, devido às discussões que ocorreram ao longo da atividade. O professor, enquanto condutor, orientador, estimulador e avaliador, assume uma posição fundamental como mediador da aprendizagem dos alunos. A ruptura com o método tradicional (expositivo) oferece aos acadêmicos uma aprendizagem que lhes possibilita trabalhar

diferentes habilidades e inteligências, que são também essenciais à formação do indivíduo. Os próprios PCNs para o Ensino Médio reforçam a importância da diversificação dos materiais didáticos a serem utilizados pelos docentes (Brasil, 2006). O relato do professor da disciplina de Química, em entrevista posterior à atividade, reforça a importância da diversificação de metodologias em sala de aula:

“Senti que os alunos ficaram mais interessados em aprender. Houve um maior diálogo com a sala. Geralmente, quando pergunto alguma coisa, eles não falam nada...” Professor SSNL

Segundo Vigotski (2007), uma aprendizagem mais sólida é aquela que ocorre por meio das relações sociais, nas quais o potencial de desenvolvimento cognitivo do aluno está relacionado com a sua ZDP (zona de desenvolvimento proximal). As atividades lúdicas contribuem para a aprendizagem dos conteúdos científicos, estimulando a ZPD dos alunos. Uma intervenção na ZPD pode ajudar na construção e ampliação dos conhecimentos científicos, sobretudo quando as atividades em grupo estão associadas. O professor de Química também relatou em entrevista que os alunos interagiram entre si para encontrar os erros, motivados a vencer o desafio:

“... com certeza as discussões em grupo demonstram que os alunos podem contribuir para a aprendizagem dos demais. Fica humanizado o conhecimento, saio da verdade absoluta.” Professor SSNL

Segundo Rego (2007), a interação entre os alunos e a transferência de conhecimento de um para o outro, auxilia que todos possam construir e ampliar seus conhecimentos. Assim, é fundamental o processo de mediação que o professor exerce na sala, contribuindo para estimular a ZDP dos educandos e atuando como catalisador da acessibilidade de conhecimentos de seus alunos. A metodologia lúdica proporcionou um comportamento dialógico e as discussões aproximaram o universo da Química do cotidiano dos alunos, uma vez que os cuidados laboratoriais observados na atividade também se enquadram em outros aspectos do dia a dia dos alunos, fortalecendo a contextualização no Ensino e corroborando a observação de Wartha *et al.* (2013):

[...] a contextualização como um dos recursos para realizar aproximações/inter-relações entre conhecimentos escolares e fatos/situações presentes no dia a dia dos alunos, ou seja, toma a contextualização como metodologia de ensino, em que o ensino contextualizado é aquele em que o professor deve relacionar o conteúdo a ser trabalhado com algo da realidade cotidiana do aluno. (Wartha *et al.*, 2013, p. 88)

Durante o debate entre os grupos sobre os erros encontrados na imagem, diversas colocações foram apresentadas.

Os alunos demonstraram grande interesse por esclarecer os erros e as explicações científicas para eles, ficaram mais participativos, questionando os argumentos levantados pelos colegas. O papel do professor nessa etapa, como mediador de aprendizagem, foi essencial, por meio de estímulo às perguntas, diálogos e reflexões e, assim, os alunos demonstraram uma construção sólida dos conhecimentos científicos envolvidos na atividade.

Os resultados aqui demonstrados reiteram que a atividade lúdica pode ser um importante aliado no processo de ensino e aprendizagem, contribuindo para discussões em sala de aula e intercâmbio de experiências. Freire (1996) relata a importância desses diálogos e trocas de vivências e saberes na construção do conhecimento:

“[...] ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção”. (Freire, 1996, p. 24)

O emprego de atividades lúdicas também contribui para estreitar as relações entre docentes e discentes em sala de aula, aprimorando o respeito, a afetividade e os aspectos disciplinares, conforme apontado por Soares e Cavaleiro (2006).

A maioria dos alunos atribuiu um nível de dificuldade médio para a atividade, conforme se observa no gráfico da Figura 2.

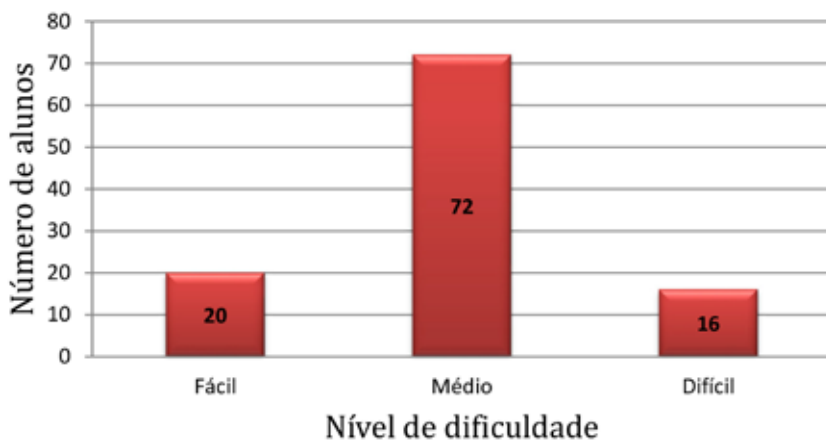


Figura 2: Nível de dificuldade atribuído pelos alunos para a atividade.

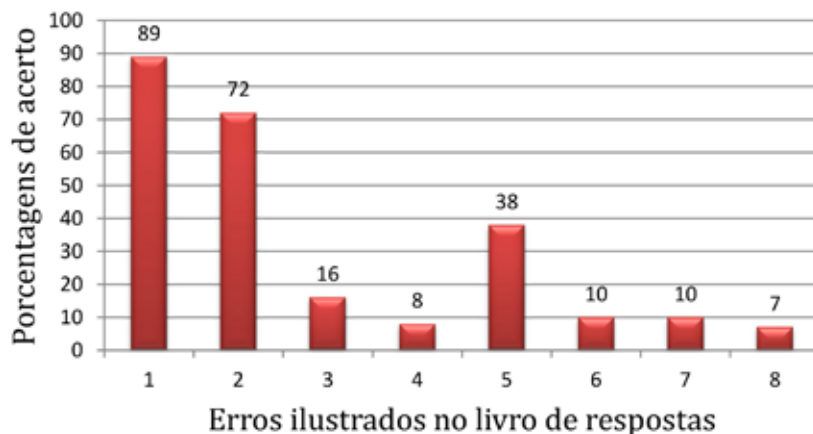


Figura 3: Percentual de acertos para os erros presentes na Figura, conforme apresentados no livreto de respostas.

A maior parte dos acertos relacionava-se a conteúdos tradicionais de Química, tais como a ordem invertida do elemento na Tabela Periódica, a equação química não balanceada e a inserção da mangueira de água no condensador (respectivamente, os erros 1, 2 e 5 no livro de respostas). A Figura 3 ilustra a porcentagem de acertos para cada erro.

Com relação à presença de objetos dificultando o acesso ao extintor (erro 3), apenas 16% dos alunos atentaram que o acesso a esse equipamento de proteção é essencial em caso de incêndio. As questões relacionadas a cuidados experimentais em laboratório apresentaram nível de acerto bastante baixo: apenas 7% dos alunos acertaram que adicionar ácido sobre a água pode ser perigoso (erro 8). Além disso, somente 8% dos alunos apontaram que o sentido de abertura da porta de saída deve ser para o lado de fora (erro 4) e 10% se lembraram da necessidade de usar equipamentos de proteção individual. (erros 6 e 7).

Tais resultados corroboram a carência na execução e discussão de experimentos práticos no Ensino Médio, cenário esse que, infelizmente, predomina nas escolas públicas brasileiras. Cumpre lembrar que, conhecimentos básicos de segurança, como sobre a abertura de portas para o lado de fora em ambientes que podem ter aglomerações de pessoas, por exemplo, vão além do laboratório de Química: são importantes para que acidentes graves não ocorram em uma eventual evacuação em outros ambientes públicos. Tal fato

foi discutido com os alunos utilizando, como exemplos, as portas de cinemas e teatros. O acesso rápido ao extintor de incêndio também foi abordado, além do que, em locais que podem ter possibilidade de incêndio, é importante conhecer as rotas de fuga e o uso adequado do extintor, bem como seu rápido acesso em situações de emergência. Sem dúvida, tais conhecimentos podem salvar vidas.

Os relatos a seguir também demonstram a importância da divulgação científica e dos conhecimentos científicos para a população:

“Sempre morei em apartamento e nunca percebi a necessidade do tipo de porta, como abrir e onde está o extintor. A aula foi importante para mim, vou passar isso para o meu pai, para ver se ele sabe disso.” Aluno AFR

“A ordem da adição do ácido é interessante, não sabia disso! Por isso, devemos seguir sempre a indicação das coisas, não ir fazendo de qualquer jeito, pode ser perigoso, né professor?” Aluna AAF

Conclusão

O presente trabalho corrobora a importância da inserção de atividades lúdicas para revisão e consolidação de

conceitos relacionados ao Ensino de Química e também para o melhoramento nas relações interpessoais em sala de aula. A atividade empregada permitiu retirar os alunos da situação passiva, imposta pela metodologia tradicional de ensino, propiciando uma aprendizagem mais prazerosa e significativa dos conceitos químicos, construída por meio de discussões em grupo conduzidas pelo professor de Química, que assumiu o papel de mediador e orientador na construção coletiva do conhecimento. Além disso, o presente trabalho contribuiu para a formação inicial de estudantes de licenciatura em Química e na formação continuada do professor da disciplina de Química, os quais participaram ativamente do planejamento e aplicação da atividade na escola. Também ficou clara a carência de atividades práticas e experimentais, fato que constitui o cenário predominante nas escolas públicas brasileiras.

Edemar Benedetti Filho (edemarfilho@yahoo.com.br), licenciado e bacharel em Química, mestre e doutor em Química pela UFSCar, é docente da UFSCar. Sorocaba, SP – BR. **Alexandre D. M. Cavagis** (cavagis@ufscar.br), licenciado em Química e bacharel em Química Tecnológica, mestre e doutor em Bioquímica pela UNICAMP, PhD e pós-doutorado pela University of Groningen (Holanda), é docente da UFSCar. Sorocaba, SP – BR. **Luzia Pires dos Santos Benedetti** (luzia-benedetti@yahoo.com.br), licenciada em Química, mestre em Química Analítica pela UFSCar. Sorocaba, SP – BR.

Referências

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

BENEDETTI-FILHO, E.; BENEDETTI, L. P. S.; FIORUCCI, A. R.; MOTA, J. S. e PINHO, E. C. Proposta de uma sequência didática focada na leitura de textos e no jogo de sete erros químicos para o ensino do nível representacional de química orgânica. *Experiências em Ensino de Ciências*. v. 12, n. 6, p. 261-278, 2017.

BENEDETTI, E. e BENEDETTI, L. P. S. Emprego de atividades lúdicas no ensino de química. Sorocaba: Editora Cidade, 2015.

BENEDETTI-FILHO, E.; FIORUCCI, A. R.; BENEDETTI, L. P. S. e CRAVEIRO, J. A. Palavras cruzadas como recurso didático no ensino de teoria atômica. *Química Nova na Escola*, v. 31 p. 88-95, 2009.

BRASIL. MEC. SEF. Parâmetros curriculares para o ensino fundamental. Brasília, 1998.

BRASIL. PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC; SEMTEC, 2006.

BOGDAN, R. e BIKLEN, S. *Investigação qualitativa em educação*. Porto: Porto Editora, 2000.

CASTRO, B. J. e COSTA, P. C. F. Contribuições de um jogo didático para o processo de ensino e aprendizagem de química no ensino fundamental segundo o contexto da aprendizagem significativa. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, v. 6, n. 2, p. 25-37, 2011.

CHATEAU, J. *O jogo e a criança*. São Paulo: Editora Summus,

1987.

FELÍCIO, C. M. Do compromisso à responsabilidade lúdica: ludismo em ensino de química na formação básica e profissionalizante. 211p. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Editora Paz e Terra, 1996.

HUIZINGA, J. *Homo ludens: o jogo como elemento da cultura*. São Paulo: Editora Perspectiva, 2007.

KISHIMOTO, T. M. *Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação*. 14ª ed. São Paulo: Editora Costez, 2011.

KRASILCHIK, M. *Prática de ensino de biologia*. 4ª ed. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo, 2004.

LEITE, L. M. e ROTA, J. C. G. Digerindo a química biologicamente: a ressignificação de conteúdos a partir de um jogo. *Química Nova na Escola*, v. 38, n. 1, p. 12-19, 2016.

LIMA, J. O. G. e SOUSA, J. R. Aprendendo os conceitos fundamentais de isomeria a partir de uma atividade lúdica. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 12, n. 6, p. 189-200, 2017.

NETO, H. S. M. e MORADILLO, E. F. O jogo no ensino de química e a mobilização da atenção e da emoção na apropriação do conteúdo científico: aportes da psicologia histórico-cultural. *Ciência & Educação*, v. 23, n. 2, p. 523-540, 2017.

OLIVEIRA, R. J. O ensino das ciências e a ética na escola: interfaces possíveis. *Química Nova na Escola*, v. 32, n. 4, p. 227-232, 2010.

PEROVANO, L. P.; PONTARA, A. B. e MENDES, A. N. F. Dominó inorgânico: Uma forma inclusiva e lúdica para ensino de química. *Conhecimento Online*, v. 2, n. 9, p. 37-50, 2017.

QUEIROZ, B. V.; DIÓGENES, F. J. M. O. e FECHINE, P. B. A. Jogo das soluções: simulando um experimento no laboratório

de química utilizando uma proposta lúdica para o ensino médio. *Revista Virtual de Química*, v. 8, n. 6, p. 2042-2056, 2016.

REGO, T. C. *Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação*. Petrópolis: Editora Vozes, 2007.

ROMANO, C. G.; CARVALHO, A. L.; MATTANO, A. L.; CHAVES, M. R. M. e ANTONIASSI, B. *Revista Virtual de Química*, v. 9, n. 3, p. 1235-1244, 2017.

SANTANA, E. M. Influência de atividades lúdicas na aprendizagem de conceitos químicos. Anais do seminário nacional de educação profissional e tecnologia. Belo Horizonte, 2008. SANTOS, S. M. P. *O brincar na escola: metodologia lúdico-vivencial, coletânea de jogos, brinquedos e dinâmicas*. Petrópolis: Editora Vozes, 2010.

SATURNINO, J. C. S. F.; LUDUVICO, I. e SANTOS, L. J. Pôquer dos elementos dos blocos s e p. *Química Nova na Escola*, v. 35, n. 3, p. 174-181, 2013.

SILVA, C. M. J.; ALMEIDA, H. C. R.; SIVA, J. C. S. e SIMÕES NETO, J. E. Percepção dos licenciando em química sobre a aplicação do jogo da química II. *Revista eletrônica Ludus Scientiae*, v. 1, n. 1, p. 126-141, 2017.

SOARES, M. H. F. B. *Jogos para o ensino de química: teoria, métodos e aplicações*. Guarapari: Editora Libris, 2008.

SOARES, M. H. F. B. *Jogos e atividades lúdicas para o ensino de química*. Goiânia: Kelps, 2013.

SOARES, M. H. F. B. e CAVALHEIRO, E. T. G. O ludo como um jogo para discutir os conceitos de termoquímica. *Química Nova na Escola*, v. 23, n. 2, p. 27-31, 2006.

VIGOTSKI, L. V. *A formação social da mente*. São Paulo: Editora Martins Fontes, 2007.

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

Abstract: *A Didactic Game for Review of Chemical Concepts and Safety Rules in Chemistry Labs.* This work describes the design and application of a didactic game, inspired in the traditional “Seven Errors Game”, to review safety rules in Chemistry labs. The activity was applied to 108 students attending the second year of high school, in a state public school from the interior of São Paulo, Brazil, thus providing a learning experience differentiated from the traditional perspective. The results showed a playful and collective construction of knowledge, through group discussions, mediated by the Chemistry teacher, whom assumed a role of learning mediator. Carried out within the scope of the supervised practice, this work has also contributed to the initial training of undergraduate students in Chemistry that participated actively of the planning and application of this ludic activity. It has been also evident the lack of practical experimental activities in the discipline of Chemistry, which represents the predominant scenario in the majority of the Brazilian public schools.

Keywords: ludic activities, chemical education, chemistry labs



Escape Room no Ensino de Química

Maria das Graças Cleophas e Eduardo Luiz Dias Cavalcanti

A educação química precisa ser discutida com foco na aprendizagem que os sujeitos do século XXI necessitam. Desse modo, incorporar a criatividade, a colaboração, a comunicação e o pensamento crítico em práticas instrucionais modernas torna-se relevante. Este relato empírico objetiva apresentar uma nova forma de implantar a Aprendizagem Baseada em Jogos por meio do uso do *escape room* (sala de fuga). Para tanto, construímos um desenho a fim de orientar a elaboração de um *escape room* em um ambiente não formal de ensino e, em seguida, apresentamos algumas opiniões dos participantes do jogo em relação à experiência vivenciada para a aprendizagem da química. Os resultados incluem aspectos sobre a construção de espaços para proporcionar falha (fracasso) como sendo favorável para a aprendizagem química em salas de fuga, além da importância do trabalho colaborativo na resolução de problemas escalonados em diferentes níveis de complexidade.

► ensino de química, *escape room*, aprendizagem baseada em jogos ◀

Recebido em 07/05/2019, aceito em 27/08/2019

45

Inovações ou adaptações pedagógicas são sempre bem-vindas ao contexto do ensino da Química, sobretudo se elas forem capazes de fomentar habilidades do século XXI na formação química dos estudantes, tais como a contribuição com a alfabetização digital, o pensamento inventivo e crítico, a utilização de uma ampla variedade de habilidades durante a resolução de problemas, aspectos colaborativos, entre outros benefícios. Nesse viés, a proposição de novas estratégias pode apoiar fortemente um ensino eficaz que garanta a aprendizagem dos alunos sobre habilidades do século XXI.

Nessa direção, a Aprendizagem Baseada em Jogos (GBL, ou na língua inglesa adotado como *game based learning*) vem contribuindo positivamente com o campo de renovações didático-metodológicas, as quais podem ser incorporadas em ambientes educacionais. Este tipo de aprendizagem está relacionada ao uso de jogos que se propõem a aprimorar a

[...] ao promover situações de aprendizagem pautadas no lúdico, a integração dos jogos com a ciência química a torna mais divertida e com elevado potencial para contribuir com a construção de conhecimentos plurais que possam ser agregados à química. Isto porque a GBL pode se adequar a todos os tipos de estilos de aprendizagem dos alunos, bem como com os conhecimentos de cunho conceitual, factual e procedimental.

experiência de aprendizado dos alunos, ela remonta à década de 1970, quando foi divulgado o jogo *The Oregon Trail*. Com

efeito, ao promover situações de aprendizagem pautadas no lúdico, a integração dos jogos com a ciência química a torna mais divertida e com elevado potencial para contribuir com a construção de conhecimentos plurais que possam ser agregados à química. Isto porque a GBL pode se adequar a todos os tipos de estilos de aprendizagem dos alunos, bem como com os conhecimentos de cunho conceitual, factual e procedimental. Há vários estudos na literatura relatando que

o uso dos jogos sob este viés pode melhorar o interesse e a motivação dos alunos na aprendizagem da química (Chee e Tan, 2012; Winarti *et al.*, 2017, Srisawasdi e Panjaburee, 2018), entre outros.

Há muito tempo, os jogos são concebidos para fins educacionais. E, cada vez mais, estão sendo utilizados em diferentes níveis de ensino como ferramenta de aprendizado

alternativo para oportunizar aprendizados sobre química para alunos de diferentes faixas etárias. Há uma gama de tipos de jogos que podem ser usados com a finalidade de entreter e ensinar em sala de aula, existindo, ainda, possibilidades de inovação dentro desse segmento, já que se trata de um tema que agrega uma contribuição idiossincrática aos processos de ensino e aprendizagem, bastando, para tanto, alinhar os objetivos traçados para atingir a aprendizagem dos alunos com o currículo. Desse modo, a utilização dos jogos como abordagem educacional favorece o estímulo, a capacidade de pensar criticamente e, sobretudo, o trabalho colaborativo para resolver os problemas.

No contexto de inclusão da GBL nos espaços destinados à construção de conhecimentos percebe-se que os jogos apresentam amplo potencial para compor abordagens pedagógicas em química que incorporem a aprendizagem em grupos. Nessa direção, estudos realizados por Stockwell *et al.* (2017) defendem que a aprendizagem em grupo pode ser mais eficaz do que a individual, uma vez que incentiva as interações na vida real e o envolvimento entre os jogadores e ajuda a promover e desenvolver habilidades de comunicação e interações de grupo através do jogo (Dascalu *et al.*, 2016). O fato é que a aprendizagem baseada em jogos é uma excelente maneira de aumentar o envolvimento com as atividades instrucionais da química e contribui para colocar em prática atividades colaborativas. Decerto, existem dezenas de formas de aplicar esse tipo de estratégia metodológica na química, representando, assim, possibilidades plurais que se inter-relacionam com a capacidade de criatividade do professor e a sua disponibilidade.

Neste relato, exploraremos os jogos de *Escape Room* (jogos de sala de fuga) como forma de abordar a Aprendizagem Baseada em Jogos em um contexto não-digital. Nosso objetivo é abordar o *escape room* para incentivar o seu uso no ensino de química, além de demonstrar alguns resultados obtidos com a experiência educativa proporcionada. Vale destacar que no campo da educação química brasileira, os benefícios desse tipo de jogo até o momento não foram relatados na literatura quando relacionados ao ensino de química ou de outra ciência natural, fato que o torna promissor para ser explorado como estratégia pedagógica. É importante frisar que são jogos que apresentam potencial inovador e que podem beneficiar alunos perante o surgimento de habilidades motivacionais que levem à aprendizagem, pois proporcionam uma experiência de alto engajamento, pois impulsiona os jogadores a resolver problemas. Na realidade, o *escape room* fornece uma forma diversificada de métodos de entrega de informações multimodais que demonstram potencialidades para o ensino e a aprendizagem da química.

O que é um jogo do tipo *Escape Room*? Por que devemos usá-lo no ensino de química?

As salas de fuga ainda são pouco utilizadas no ensino de química. Isto demonstra potencial para serem desbravadas e aplicadas como ferramenta inovadora e interessante para engajar alunos utilizando diversos temas ou conteúdos químicos, tendo em vista que a aprendizagem baseada em jogos é uma excelente maneira de aumentar o envolvimento nas atividades escolares. Segundo Whitton (2018), as salas de fuga são uma forma relativamente nova de entretenimento em que pequenos grupos de jogadores trabalham juntos em um determinado período para encontrar pistas, resolver quebra-cabeças e escapar de uma sala trancada na vida real. Na mesma linha da realidade, Borrego *et al.* (2017) definem os jogos de fuga como atividades reais nas quais os participantes entram em uma sala e apenas saem dela após resolver alguns enigmas. Independente das definições

que giram em torno de um núcleo comum de ideias, é necessário ainda pontuar que todas as salas de fuga exigem que os jogadores trabalhem juntos para atingir um mesmo objetivo, em oposição ao uso dos jogos que prezam pelo viés competitivo. Assim, só existe uma única possibilidade, ou seja, entrarem juntos e saírem juntos da sala, independente de o resultado alcançado ser exitoso ou não.

Os jogos de *Escape Room* são baseados em resolução de problemas de forma colaborativa e que devem ser resolvidos em um intervalo de tempo pré-estabelecido. Para Clarke *et al.* (2017), este tipo de jogo fornece um contexto colaborativo, motivador e autêntico, pois os quebra-cabeças podem ser projetados para superar metas curriculares específicas. Dessa maneira, o seu uso, quando inserido em atividades com objetivos pedagógicos definidos, pode favorecer a uma combinação de conhecimento químico e raciocínio lógico, os quais podem ser úteis para os professores em relação ao encorajamento dos alunos no processo de aprendizagem, bem como testar suas habilidades (Peris, 2007). Estes quebra-cabeças estão inseridos em uma ‘trama’ que deve ser desvendada até encontrar a possível ‘saída’ da sala, ou seja, são jogos geralmente baseados em torno de um tema específico e tem um elemento narrativo (Whitton, 2018).

Originalmente, o primeiro *escape room* surgiu no Japão por volta de 2007 (Clarke *et al.*, 2017). Pode ser considerado ainda um gênero dos *role-playing games* (RPG), mais especificamente, uma adaptação do *live-action* (Nicholson, 2015). A sua adoção na educação foi fortemente impulsionada com base nos benefícios que este tipo de jogo demonstrou, pois apresenta potencial para promover uma aprendizagem colaborativa diante da resolução de problemas; favorecer uma experiência em um contexto real por meio da simulação; fomentar um aprendizado flexível; criar situações nas quais

Neste relato, exploraremos os jogos de *Escape Room* (jogos de sala de fuga) como forma de abordar a Aprendizagem Baseada em Jogos em um contexto não-digital. Nosso objetivo é abordar o *escape room* para incentivar o seu uso no ensino de química, além de demonstrar alguns resultados obtidos com a experiência educativa proporcionada.

há maiores chances de retenção do conhecimento químico e, conseqüentemente, a aplicação desse conhecimento para outras situações do cotidiano, além de incentivar a prática relacionada à expressão e à agilidade corporal (os alunos se movimentam durante a atividade); fornecer *feedback* imediato aos professores sobre o andamento da aprendizagem dos seus alunos; permitir a ‘falha’, entre outras vantagens. Salienta-se que os atributos citados vão ao encontro de uma aprendizagem química que realmente pode ser capaz de contribuir para atender às exigências educacionais do século XXI.

Com isso, percebemos que o *escape room* no ensino de química pode permitir flexibilidade ao contexto de aprendizado. Isto porque não se enquadra numa abordagem ortodoxa amplamente abraçada pela sociedade sobre os significados atribuídos ao ‘aprender e ensinar’. Assim, a adoção de métodos que permitam aos alunos elaborarem seu próprio caminho lógico para uma solução de um determinado problema deve ser altamente incentivada, pois simula um contexto factível para a aplicação de conhecimentos na resolução de problemas diversos. Com o uso do *escape room*, é possível acelerar o desempenho cognitivo dos alunos porque a atividade exige que eles reúnam e mobilizem várias de suas habilidades sobre lógica, colaboração, resolução de problemas, habilidades conceituais e físicas, comunicação, pensamento crítico etc. Logo, escapar da sala exige esforços cognitivos e manifestação de diferentes habilidades. Sobre as tarefas que devem ser realizadas para escapar da sala, Zhang *et al.* (2018) afirmam que,

As salas podem ser montadas com a utilização de um espaço físico subutilizado da escola e decorada com artefatos de simples acesso, ou, ainda, com o uso dos materiais mantidos no depósito da escola.

Para escapar da sala, os participantes devem praticar trabalho em equipe, comunicação, delegação de tarefas, pensamento crítico e pensamento divergente para lidar com uma série de quebra-cabeças cada vez mais complexos, desde objetos ocultos, montagem de objetos físicos (quebra-cabeças), contagem e/ou correspondência de símbolos. Ao longo da atividade, o mestre do jogo observa o progresso dos participantes através de várias câmeras que estão fisicamente montadas em toda a sala. Os jogadores podem receber dicas visuais esporádicas, exibidas em um monitor de televisão na sala, que são fornecidas pelo mestre do jogo se os participantes não conseguirem progredir na solução de pistas ou se os participantes desejarem receber uma pista diretamente (p. 1).

Todas as ações exigidas ou descritas podem ser adaptadas para o ensino da química de forma criativa e também econômica. As salas podem ser montadas com a utilização de um espaço físico subutilizado da escola e decorada com artefatos de simples acesso, ou, ainda, com o uso dos materiais mantidos no depósito da escola. Seguramente,

implantar um *escape room* pode requerer mais tempo do que recursos financeiros, contudo, os resultados podem ser vantajosos aos processos de ensino e aprendizagem da química. Quanto à forma de elaboração e componentes constituintes, propomos um desenho que pode ser usado como roteiro-guia (descreveremos mais adiante), porém, há ampla liberdade para a caracterização do espaço e da elaboração dos quebra-cabeças/enigmas que deverão estar alinhados com os objetivos traçados para a aprendizagem química dos alunos. Cabe destacar que é bastante intrigante o número e a variedade de quebra-cabeças que existem e que podem ser adaptados para esse fim. Com o *escape room* se abre uma nova oportunidade de repaginação sobre as formas como os conteúdos presentes nos currículos podem ser apresentadas.

Ainda nessa vertente, ao criar um espaço para o trabalho escolar de modo desafiador para promover uma experiência significativa de aprendizagem nos alunos, os professores precisam ter em conta a liberdade de permitir a falha (fracasso) dos alunos durante o processo de resolução dos quebra-cabeças/enigmas presentes na sala. O sucesso ou o fracasso do grupo depende de sua experiência em resolver os enigmas e decifrar os

códigos inseridos na sala corretamente (Nebot e Campos, 2017). Isto implica dizer que muitas vezes o ‘fracasso’ dos alunos frente à atividade pode servir de um excelente mecanismo avaliativo para mensurar os objetivos educacionais traçados inicialmente. Além do mais, é preciso oportunizar aos alunos múltiplas chances de demonstrar o domínio sobre os conteúdos químicos, por isso, se almejamos aguçar neles habilidades e competências do século XXI, também devemos avaliá-los com métodos alternativos.

Nesse viés, Whitton (2018) garante que a criação de salas de fuga envolve um desafio rico, reunindo habilidades criativas de resolução de problemas e design técnico em um espaço seguro, no qual o resultado realmente não importa (embora o processo possa ser avaliado). Com isso, abre-se espaço para a discussão do possível impacto do resultado do jogo para a construção da aprendizagem dos sujeitos. Sob este ponto, Plass *et al.* (2015) defendem que o fracasso não pode ser descrito como um resultado indesejável, pois ele é, por definição, um passo esperado e, às vezes, necessário no processo de aprendizagem, uma vez que amplia espaços para a reflexão dos alunos sobre os seus possíveis erros durante a realização da atividade.

A seguir, discutiremos a metodologia do trabalho e, para tanto, proporemos um desenho para orientar a construção de um *escape room* para o ensino de química, abordando os seus elementos constituintes. Em seguida, descreveremos a experiência vivenciada apresentando alguns resultados preliminares e, por fim, faremos as nossas conclusões acerca do *escape room* como estratégia para a aplicação do GBL no ambiente educacional.

a) Delineamentos adotados

Este artigo traz um relato de pesquisa de natureza qualitativa com abordagem descritiva sobre a utilização do escape room no ensino de química. O estudo empírico realizado envolveu ao todo 102 pessoas, contudo, menos que 1/5 dos participantes responderam o questionário ao final da experiência de forma espontânea e voluntária. Ele foi elaborado utilizando a ferramenta formulários google® e continha quatro questões fechadas e uma questão aberta. Vale ressaltar que o objetivo do questionário final de opinião foi aferir eventuais diferenças em relação às concepções observadas por meio do escape room. Destaque-se que os dados obtidos pelas questões fechadas foram tabulados, já a questão aberta foi utilizada para exemplificar as opiniões sobre a estratégia pedagógica implementada.

b) Propondo um desenho para a elaboração do Escape Room

O nosso relato também intenta demonstrar o desenho que foi utilizado como roteiro-guia para a construção do escape

room abordando conteúdos instrucionais da química. Longe de limitarmos possibilidades para a sua estruturação, nosso desenho visa, tão somente, facilitar a construção de salas de fuga para o ensino de química, muito embora ele também possa ser utilizado por qualquer outra área do conhecimento. Com o intuito de esclarecer e incentivar o uso deste tipo de jogo, a Figura 1 e o Quadro 1 objetivam demonstrar os passos utilizados e, respectivamente, a descrição de cada um deles para um maior entendimento do leitor, desmistificando, assim, os elementos constituintes de um *escape room*, sem pormenorizar a importância de cada um deles na busca para proporcionar uma construção holística sobre a experiência em aplicar o *escape room* em um contexto educacional. Mesmo sabendo que algumas etapas presentes na Figura 1 poderiam ser agrupadas, preferimos, neste primeiro momento, apresentá-las e discuti-las de modo mais detalhado para favorecer uma visão mais aproximada da estrutura de um *escape room* com finalidade educacional.

Adicionalmente, é importante mencionar que há duas possibilidades para a criação da sala de *escape room*. Na primeira delas, o professor pode ser o ‘mestre do jogo’ e



Figura 1: Etapas constituintes utilizadas na elaboração do *escape room*: proposta de um desenho. Fonte: Elaborada pelos autores

Quadro 1: Descrição sobre as etapas constituintes do *escape room* e seu detalhamento

Etapas	Detalhamento
1. Defina o tema/ assunto ou conteúdos instrucionais.	Os assuntos ou temas utilizados podem ser diversos. Assim, em se tratando do conhecimento químico, as salas podem ser excelentes ferramentas para discutir, além dos conteúdos curriculares, temas transversais, enfoques CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), aplicar a abordagem STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática), trabalhar a Educação Inclusiva e Questões Étnico-Raciais: todos numa perspectiva química, além de outros. As salas podem atuar também como auxiliares na exploração de alguns vértices representativos do nível do conhecimento químico fornecido pelo Triplet de Johnstone (1993) ¹ , em especial, o nível simbólico e macroscópico.
2. Crie uma narrativa.	A narrativa é crucial para sustentar uma boa trama que deve ser desvendada pelos alunos. Podemos dizer que ela é responsável pelo processo de imersão do aluno na experiência e precisa ser convincente, apresentando, assim, logicidade. A narrativa irá ancorar diferentes tipos de enigmas, que, por sua vez, são responsáveis por revelar possibilidades para o seu desfecho final.
3. Estabeleça as regras.	Como em qualquer outro jogo, as regras são imprescindíveis para o <i>escape room</i> . Através delas, é possível informar o que é permitido ou não dentro do espaço físico da sala. Assim, deve-se fortalecer a ideia de que não é preciso arrastar os móveis da sala, nem usar força física para abrir objetos e garantir, sobretudo, que a resolução dos problemas em formato de enigmas inseridos na narrativa deve ser feita coletivamente. É importante configurar regras claras e curtas.

Quadro 1: Descrição sobre as etapas constituintes do *escape room* e seu detalhamento (cont.)

Etapas	Detalhamento
4. Fixe o tempo de duração da atividade.	O tempo de duração é outro fator importante, pois ele serve de norteador para a construção dos enigmas, podendo influenciar na sua quantidade e complexidade. De um modo geral, quanto mais tempo, mais enigmas ou enigmas mais robustos em seu grau de complexidade, no entanto, é possível utilizar poucos enigmas desde que eles apresentem complexidade mais elevada. Uma pergunta que se deve fazer antes de elaborar os enigmas é: de quanto tempo eu precisaria para resolver todos os problemas apresentados na sala? Sua resposta precisa ter 'empatia química' com os alunos. É importante também levar em conta o tempo de 'prospecção' das pistas pelos alunos, a reflexão sobre elas e o seu agrupamento para entender a narrativa pelos alunos.
5. Defina a quantidade de jogadores.	Um jogo de <i>escape room</i> é projetado para ser jogado por uma equipe que trabalhará colaborativamente a fim de solucionar os problemas e encontrar a sua saída, ou seja, escapar/fugir dela. É preciso levar em conta as dimensões do espaço físico. Se a sala for pequena demais, inviabilizará, por exemplo, que ela comporte um número elevado de jogadores, pois eles não conseguiriam analisar as pistas com atenção ou se movimentar com facilidade dentro dela. É sempre bom estabelecer uma capacidade máxima e mínima permitida.
6. Determine a quantidade de problemas.	A quantidade de problemas/enigmas/puzzles está diretamente imbricada ao tempo de duração estipulado, à complexidade cognitiva dos problemas e à 'empatia química'. É altamente favorável intercalar desafios mais difíceis com desafios mais fáceis e ligeiramente mais curtos e objetivos. A meta é sempre desafiar os participantes a escapar da sala.
7. Construa os desafios/enigmas. Planeje as pistas.	Esta etapa é altamente desafiadora para quem elabora um <i>escape room</i> . A criação pode ser bem diversa, mas se deve sempre articular os enigmas com a narrativa, dando um sequenciamento para ela. Geralmente, as salas de fuga possuem forte apelo ao uso dos cadeados, códigos, etc. Sobre a produção dos enigmas, eles podem ser elaborados utilizando ferramentas da internet, <i>Qr codes</i> , mapas, textos impressos, imagens, pinturas, padrões numéricos, gravações de áudio, vídeos, caça-palavras, cifras, códigos do tipo Braille e/ou Morse etc. Há uma gama de possibilidades que podem ser viáveis para a montagem da sala. Contudo, a complexidade dos enigmas precisa ser dosada. Desafios demasiadamente fáceis ou complicados demais podem implicar em desmotivação, por isso, o ideal é aumentar a complexidade a cada enigma resolvido ou intercalar um enigma complexo com um mais fácil de ser resolvido, visto que eles precisam dar fluidez ao jogo e, assim, torná-lo muito difícil levará ao fracasso da maioria dos alunos em resolver o enigma final que possibilitará a saída da sala. Os enigmas precisam de pistas. Elas são fundamentais para também proporcionar uma imersão dos alunos ao jogo. Para cada enigma é fundamental pensar em uma pista ou conjuntos de pistas. Quando combinadas com os enigmas, deverão dar um sequenciamento lógico que permita fazer os alunos enxergarem o seu andamento no jogo, mostrando, assim, que eles se aproximam do enigma final que fornecerá a 'chave' de acesso à porta. As pistas também ajudarão a dar uma identidade visual e temática à sala.
8. Verifique a possibilidade de inserção da tecnologias.	As tecnologias desempenham um papel duplo. Para elaborar os enigmas e pistas, os professores podem recorrer ao uso de sites. Já durante o seu uso na sala, as tecnologias podem ser inseridas por meio de um dispositivo móvel, como, por exemplo, um celular. No entanto, é fundamental que os professores não permitam que os alunos entrem na sala portando os seus dispositivos, uma vez que eles podem fotografar e repassar informações sobre a sala para os demais alunos. Caso utilize o celular, ele pode ser acessado por meio da resolução de um enigma que tenha como pista um telefone que intuitivamente poderá ser utilizado pelos alunos para realizar uma possível leitura de um <i>Qr code</i> , por meio de um <i>App</i> (aplicativo), cadeados, chaves, usar a lanterna, a calculadora, ou qualquer outro aplicativo que possa ser utilizado para incrementar a sala e gerar códigos que precisam ser decifrados.
9. Escolha o espaço fixo para a sala.	O espaço físico pode ser um local subutilizado da escola, assim como também pode ser um ambiente que foi adaptado para o contexto do jogo. Nele, é importante que se tenha uma porta para fortalecer a ideia de que os jogadores precisam sair do local encontrando a chave que abre a porta. Contudo, caso a porta não possua chave, isto também pode ser ajustado, o que mostra que abrir a porta é uma metáfora que deve ser incentivada durante o jogo. Por exemplo, é possível esconder uma buzina/apito que, ao ser encontrado, deverá ser acionado como indicativo de resolução (com êxito) de todos os enigmas existentes na sala. Também é possível colocar uma corrente de ferro e um cadeado, que, neste caso, terá como objetivo fazer com que os alunos encontrem a chave que pode estar escondida dentro da sala. A construção de salas de fuga em eventos da área e feiras de ciências também surge como excelente opção para a implantação desse tipo de jogo.
10. Escolha os artefatos.	A escolha dos artefatos é uma etapa também importante para a montagem do <i>escape room</i> . Eles ajudarão a decorar a sala, farão parte do cenário de modo geral, podendo ser utilizados diferentes materiais existentes no depósito da escola ou de sua casa. Por exemplo, é possível colocar espelho, quadros diversos, caixas plásticas com fecho para cadeado, caixas de papelão ou madeira, jarros, pedaços de madeiras, vasilhas, mobiliários em geral etc. Enfim, os artefatos são igualmente adaptados ao contexto da sua sala e devem, preferivelmente, estar em harmonia com o seu enredo, contribuindo assim, para a imersão do aluno no mundo real e físico do jogo. Os artefatos também podem dar um ar de diversão, pois os professores podem colar cartazes com piadas internas, nome da escola, fotos etc.

Quadro 1: Descrição sobre as etapas constituintes do *escape room* e seu detalhamento (cont.)

Etapas	Detalhamento
11. Teste e repita os itens 3 e 7.	Todas as regras devem ser repassadas e os enigmas devem ser testados dentro do limite de tempo estipulado. Esta etapa é muito importante para ajustar todos os itens e garantir que tudo saia bem.
12. Monte o cenário. Decore a sala.	Montar a sala é organizá-la com os artefatos, verificar a disposição onde os objetos serão colocados, espalhar as pistas e disponibilizar os materiais que precisarão ser utilizados durante a resolução dos enigmas.
13. Divulgue a atividade.	A divulgação é necessária. Ela aumenta a curiosidade dos alunos e, com isso, a sua motivação. Para tanto, há, opcionalmente, algumas possibilidades, tais como a criação de uma <i>fanpage</i> ou <i>Instagram</i> do <i>escape room</i> criado, cartazes podem ser colocados no espaço interno da escolha (recomendamos o uso do site <i>canva.com</i> para criá-los com facilidade), e-mails podem ser enviados com informações sobre o jogo, entre outros meios para a propaganda da atividade. Construa sinais visuais que digam algo como: "A sala de escape está chegando. Você está pronta ou pronto para o desafio? Percebe-se que a ideia da divulgação é aguçar a curiosidade do público para a atividade que será proposta.
14. Avalie a experiência proposta.	A avaliação é um ponto chave dentro de um processo de criação de um <i>escape room</i> educacional. Assim, logo após a realização do jogo para todos os alunos da turma (jogado em equipe), é altamente desejável fomentar o diálogo sobre as experiências vividas, as dificuldades encontradas, os pontos altos e baixos da experiência, questionando como o uso da estratégia aplicada pode ter proporcionado aprendizados distintos, discutindo a química envolvida nos enigmas, corrigindo os erros e enaltecendo os acertos, etc. É imprescindível promover a autoavaliação dos alunos em relação à atividade realizada. O professor também deverá avaliar se seus objetivos educacionais foram atingidos e a qualidade da montagem da sala em geral. O <i>escape room</i> no ensino de química também pode ser utilizado como método de avaliação formativa e diagnóstica.

elaborará, implantará e acompanhará todas as etapas de perto, sendo assim, o proponente da atividade, porém, ele pode solicitar ajuda a alunos de outras turmas ou colegas de trabalho. A segunda possibilidade pode ser implantada em sala de aula, por exemplo, como uma forma de colocar em prática a Aprendizagem Baseada em Projetos. Desse modo, a sala passaria a ser um produto que seria desenvolvido pelos alunos também de forma colaborativa, integrando, assim, tópicos do currículo da química em projetos práticos que sejam capazes de envolver alunos em situações da vida real. Em ambas as situações, idealmente, o professor ou proponente do *escape room* deve ser capaz de orientar, de modo a trazer cada grupo para o final, ou perto do final do jogo dentro do tempo previsto (Guigon *et al.*, 2018).

Um outro ponto diz respeito à diversificação dos enigmas e pistas. Guigon *et al.* (2018) defendem que a relação entre elas está atrelada à linearidade e dificuldade do jogo. Logo, há a necessidade de encontrar uma dosagem na relação entre pistas e enigmas para evitar a desmotivação entre a condição do jogo em poder proporcionar situações diametralmente opostas, ou seja, fácil ou difícil demais. É preciso quebrar a obviedade das pistas, confundir os alunos, mas também norteá-los para que tenham uma boa interpretação sobre elas. Tanto as pistas quanto os enigmas precisam ser mutáveis para evitar o possível 'spoiler' dos alunos que entraram na sala primeiro. Por exemplo, se foi utilizado um sequenciamento de coeficientes estequiométricos como código para abrir um cadeado (do tipo mala de viagem), para a próxima equipe, o professor poderá mudar a equação química ou a ordem dos enigmas, desde que não se altere a lógica da narrativa elaborada inicialmente. Os cadeados são bem-vindos em uma sala de *escape* e, praticamente, são inerentes ao próprio

jogos. Vale salientar que há diferentes tipos de cadeados no mercado, mas com modelos simples é possível 'bolar' várias possibilidades para serem decifradas pelos alunos.

c) A estruturação da proposta 'Escape Room Science Education'

A sala de *escape* montada fez parte de um grande evento na área de jogos e atividades lúdicas no ensino de química, física e biologia, realizado no final do ano de 2018. Seguindo o desenho proposto na Figura 1, construímos a sala. A seguir, na descrição que faremos, serão identificados os elementos constituintes e já apresentados (Quadro 1) que são subjacentes ao processo de composição da sala e, prontamente, mostraremos apenas a sua concretização, uma espécie de 'raio x', ou melhor, uma comparação teórica entre o desenho elaborado (Figura 1) e a sala física criada para favorecer uma experiência voltada a fim de envolver o público em situações da vida real, tendo como pano de fundo conhecimentos químicos. A participação dos grupos foi por adesão voluntária e, para uma maior sistematização dos fatos, construímos o Quadro 2, que contém o 'raio x' da nossa experiência.

Alguns resultados e discussões

Um total de 17 grupos (n = 102 sujeitos) participaram da atividade e 58,82% (10) dos grupos conseguiram escapar/sair do 'Escape Room Science Education'. O público participante foi formado por estudantes de graduação e pós-graduação e professores de diferentes níveis educacionais pertencentes à área de ciências da natureza. O questionário individual foi aplicado logo após a realização do jogo e foi preenchido por 16 participantes, ou seja, apenas 15,69% do total. Os dados serão apresentados levando-se em consideração o número de

Quadro 2: Descrição da proposta 'Escape Room Science Education' e seu detalhamento

Etapas	Detalhamento
1. Conteúdos instrucionais utilizados.	Tabela periódica, reações químicas, estrutura do átomo.
2. Narrativa elaborada.	<i>Atenção, investigadores participantes, temos uma missão muito importante para vocês: Foi descoberto o paradeiro do serial Killer. Precisamos que partam imediatamente para lá, resolvam os problemas coletivamente e saiam do covil o mais rápido possível. Será que vocês são capazes?</i>
3. Regras.	As regras foram repassadas por vídeo antes do início da atividade. O vídeo informava o que era e o que não era permitido dentro da sala. Também optamos em ter duas plaquinhas (do SIM e NÃO) para orientar os participantes durante o jogo. As placas só eram levantadas em momentos em que havia falta de interpretação ou confusão sobre as etapas internas do jogo. Como a obviedade não é uma premissa do jogo, muitas vezes, o grupo interpretava as pistas erroneamente ou simplesmente não as via como sendo parte integrante do jogo.
4. Tempo de duração da atividade.	20 minutos.
5. Quantidade de jogadores.	Mínimo 04, máximo 06.
6. Quantidade de problemas.	Foram 04 ao total, com respectivos pequenos desdobramentos.
7. Elaboração dos desafios/enigmas. Planejamento das pistas.	1 – Enigma da garrafa: uma garrafa na qual a tampa era um cadeado de segredo numérico de 3 dígitos. Para abrirem a garrafa, os jogadores precisam relacionar os dígitos as cores (visível) do espectro eletromagnético, ou seja, havia uma foto desta pregada na parede em cima da garrafa, destacando seus valores de comprimento de onda para cada cor. Uma delas era o segredo numérico que abria a garrafa. 2 – Análise de sangue do suspeito: Ao abrirem a garrafa, os jogadores descobriam um teste de amido no sangue, utilizando lugol (uma solução de I_2 em equilíbrio com KI em água destilada) e umas anotações procedimentais do assassino. Havia vidrarias no local, bastando apenas coletar o sangue (o sangue era falso e apresentava a seguinte composição química: carboximetilcelulose de sódio ou metilcelulose ou metacelulose, glucose (açúcar extraído do milho) e corante líquido, encontrado facilmente em lojas de artigos para decoração de festas) e pingar algumas gotas de lugol, verificar a coloração e comparar com as anotações. Aqui envolvia conceitos sobre reações químicas que mudam de cor, indicando a reatividade do amido com o lugol. 3 – Armário com os pertences das vítimas: os jogadores, ao descobrirem quais os pertences pessoais da vítima que estava morta ao fundo da sala, descobriam também um código que indicava a reação correta que deveria ser balanceada existente em um rol de várias equações não balanceadas. Nesse obstáculo, os jogadores precisavam balancear a reação corretamente e seus coeficientes eram os números que abriam o cadeado que trancava o armário. 4 – Tabela periódica luminescente: nos pertences da vítima existia uma chave que abria um livro falso (o livro além de ser falso, possuía uma fechadura) e, dentro desse livro, havia uma lanterna UV. A ideia aqui era fazer com que os jogadores acionassem a lanterna e comessem a vasculhar a sala. Havia uma tabela periódica grande em uma das paredes da sala com um material luminescente que sinalizava alguns dos elementos químicos dessa tabela. Ao incidirem a luz da lanterna na tabela, estes elementos brilhavam um pouco mais do que os demais. A sequência desses símbolos abria um cadeado, cujo código era formado por letras, achando, assim, a chave que estava dentro de urna e que era necessária para abrir a porta da sala, encerrando, desse modo, o jogo.
8. Inserção das tecnologias.	O uso de ferramentas tecnológicas esteve sempre presente antes e depois do jogo. Durante o jogo, fizemos uso das tecnologias móveis, pois utilizamos um <i>tablet</i> que serviu de relógio para a contagem regressiva. Este relógio pode ser encontrado no site www.classtools.net .
9. Espaço fixo para a montagem da sala.	Um stand de 3 m x 4 m (12 m ²).
10. Artefatos utilizados.	Foram usados diversos artefatos para decorar a sala ou servir como pistas. Vide Figura 2.
11. Testagem e repetição dos itens 3 e 7.	Foram adicionadas correções após a fase teste.
12. Montagem do cenário e decoração da sala.	A montagem da sala foi realizada de modo a favorecer maior flexibilidade na mobilidade dos participantes na atividade. A ideia era permitir a exploração das pistas inseridas no cenário construído. Sob este ponto, montamos, adaptamos e utilizamos artefatos já existentes, diminuindo, assim, o seu custo financeiro. A Figura 2 exibe a sala.

Etapas	Detalhamento
13. Divulgação da atividade.	Criamos uma identidade visual e divulgamos em redes sociais, assim como também foram afixados cartazes espalhados ao redor do local onde foi instalada a sala. 
14. Avaliação da experiência.	Ao sair da sala, os jogadores responderam a um questionário que tinha o objetivo de sondar opiniões sobre a experiência vivenciada.

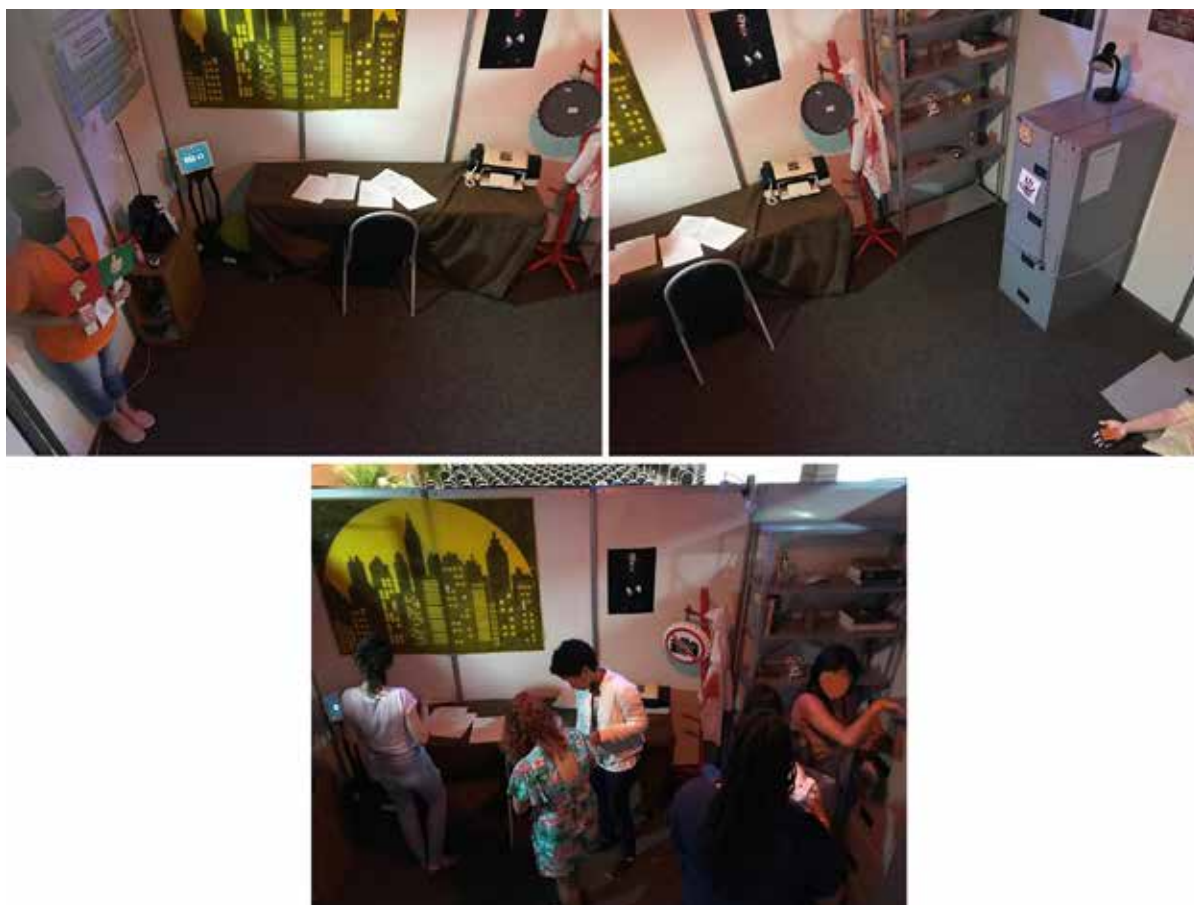


Figura 2: Imagens do escape room elaborado. Fonte: Acervo dos autores.

respondentes. Portanto, dos 16 sujeitos, 75% (12) eram do gênero feminino e 25% (4) pertencentes ao gênero masculino e a idade média dos jogadores foi de 28,78 anos. O tempo médio para fugir/escapar/sair da sala foi de 18 minutos e 52 segundos.

Destaque-se que o grupo mais rápido escapou (saiu da sala) em 17 minutos e 41 segundos. Sobre o questionário, um dos seus itens solicitava que os respondentes atribuíssem uma nota (0 a 10) para representar a sua satisfação com a atividade 'Escape

Room Science Education. O resultado aponta alto índice de contentamento por parte dos participantes, pois a média de notas geral foi 9. Os dados estão exibidos no Gráfico 1.

Vale lembrar que o objetivo deste relato foi analisar também as opiniões dos participantes sobre o uso do *Escape Room*. Com esse intuito, pedimos que os respondentes se posicionassem em relação ao seguinte item do questionário: Defina com suas palavras como foi a sua experiência com o *Escape Room Science Education*. Os dados obtidos foram agrupados por similitudes em função do grau de concordância entre os depoimentos coletados. Desse modo, observamos algumas frases que reiteram aspectos importantes do *escape room* educacional que devem ser ressaltados. Alguns participantes apontam situações atreladas à liberdade de permitir a falha (fracasso) que o *escape* proporciona e que podem ser observadas nos recortes textuais coletados dos participantes P1 e P2:

P1: Amei a experiência, nunca havia participado. Pena que nosso grupo, apesar de ter descoberto o número do cadeado, não puxou o cadeado com força. Mas tudo bem, mais do que a vitória, o que vale é o aprendizado e a tentativa.

P2: Cheia de expectativa e ansiedade, apesar na frustração de não termos solucionado o caso, achei a ideia criativa e inovadora, abrindo possibilidades para que, com as devidas adequações, possa ser utilizada em sala de aula.

Os recortes P1 e P2 fortalecem a ideia de que com o *escape room* educacional é possível oportunizar espaços para que os alunos pratiquem a aprendizagem com um maior grau de auto direção, descoberta e abertura para o ‘fracasso’ em relação ao ato de escapar da sala. Kapur (2008) discute a ideia do ‘fracasso produtivo’. Para ele, os alunos, ao falharem

em seus esforços de colaboração, colocam em prática uma produtividade que muitas vezes é confundida com fracasso. Isso sugere que o ‘fracasso’, quando obtido em uma atividade educacional, pode iniciar um discurso colaborativo que promova a compreensão dos objetivos de aprendizagem (Anderson *et al.*, 2018) relacionados ao *escape room*, visto que o próprio jogo é altamente desafiador e fará com que os jogadores executem várias tentativas para ser concluído. Já sobre o viés colaborativo fomentado pelo jogo, os participantes

afirmaram que:

P3: Muito interessante. Desenvolve a prática colaborativa e o aprendizado de diversos conceitos científicos, relacionando diferentes áreas da ciência.

P4: Foi uma forma muito legal de conectar com os pares para resolver problemas, cada um contribuiu muito com o que sabia aprendendo o que não sabia.

Com o *escape room* proposto, observamos que os participantes dão indícios da mobilização de capacidades de pensamento crítico, da utilização de conhecimentos sobre conteúdos curriculares para resolver quebra-cabeças, reunir pistas e, oportunamente, fizeram forte uso da colaboração. Para Pan *et al.* (2017), as salas de fuga oferecem oportunidades para as pessoas praticarem uma série de habilidades de colaboração. Já Bluemink *et al.* (2010) observaram, com os seus estudos sobre o *escape room*, que esse tipo de jogo permite que os alunos participem de uma atividade colaborativa verdadeira e construtiva para promover conhecimentos. No nosso estudo, percebemos que a aprendizagem colaborativa emergiu naturalmente durante a resolução dos problemas (Cleophas, 2016). Por fim, ressaltamos que a mobilização de estratégias de resolução de problemas foi mais influente durante o jogo do que concernente ao número de desafios que os participantes resolveram.

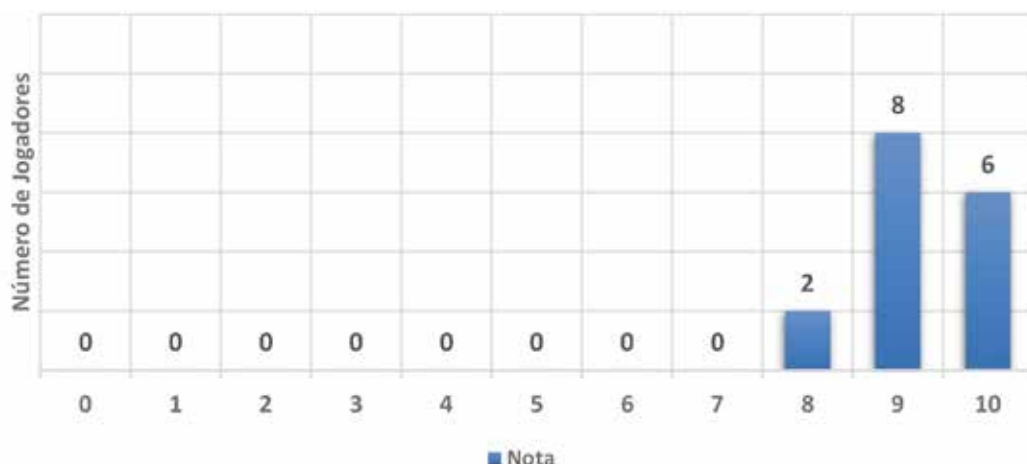


Gráfico 1: Notas atribuídas ao ‘*Escape Room Science Education*’ pelos jogadores.

Tornar o aprendizado em química relevante e divertido será sempre um interesse genuíno por parte de professores. Neste relato, observamos que o uso do *escape room* como estratégia para a aplicação do GBL favoreceu a criatividade, a colaboração, a tenacidade e a resolução de problemas, enfatizando, assim, o surgimento de habilidades que são essenciais para o sucesso de salas de fuga em um ambiente educacional. No entanto, alertamos para a necessidade de traçar objetivos claros de aprendizagem antes de construir um *escape room*, pois o planejamento é de extrema importância. O *escape room* proposto propiciou espaços para que os participantes colocassem em prática o conhecimento químico já previamente adquirido para resolver problemas de modo colaborativo. A sala elaborada nos trouxe resultados positivos e mostrou que ela ajuda os alunos a ‘pensar fora da caixa’, ou seja, de uma maneira menos retilínea em relação à mobilização dos conhecimentos.

A experiência de implantação da sala foi notável, especialmente considerando que nunca houve uma atividade semelhante relatada na literatura brasileira da área de ensino de química, o que evidencia o caráter inovador e promissor em explorar esse tipo de jogo. Logo, diante das vantagens para o contexto de ensino e aprendizagem, acreditamos que a incidência de trabalhos acadêmicos envolvendo o uso do *escape room* na educação em química aumentará nos próximos anos. Com a sala, vimos também uma possibilidade real, dinâmica e desafiante de praticar habilidades para garantir o aprendizado em química, seja pela apreensão de novos conhecimentos ou por estratégia revisiva de conteúdos curriculares. Verificamos ainda que os sujeitos participaram

ativamente na resolução dos desafios existentes na sala de escape proposta, aumentando, assim, sua motivação e disposição para aprender.

Ao colocar em execução a sala de *escape room*, observamos que foi perceptível a existência de efeitos positivos para a aprendizagem dos participantes. Entretanto, nosso relato também apresenta limitações que não foram apontadas, porém, podem ser aprofundadas nas próximas pesquisas. Uma delas está centrada no baixo número de respondentes ao questionário. A outra pode estar atrelada às nuances sobre o ‘fracasso produtivo’, o que evidencia que elas podem ser investigadas com maior rigor futuramente. Finalmente, estudos sobre a parametrização em encontrar uma dosagem aceitável entre facilidade e complexidade dos jogos por meio da construção de enigmas e pistas também podem agregar avanços para o uso do *escape room* na educação em química.

Nota

¹O triplet ou triângulo de Johnstone é um modelo que defende a ideia de que o conhecimento químico durante o ensino e a aprendizagem da Química pode ser representado graficamente por um triângulo que possui os vértices rotulados como macroscópico, submicroscópico e simbólico.

Maria das Graças Cleophas (maria.porto@unila.edu.br), doutora em ensino das ciências, com ênfase no ensino de química, pela UFRPE. Atualmente é professora adjunta da Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA). Foz do Iguaçu – PR/ BR. **Eduardo Luiz Dias Cavalcanti** (eldcquimica@yahoo.com.br), licenciado em química pela Universidade Federal de Goiás, mestre e doutor em química também pela UFG e coordena o Núcleo de pesquisa e investigação em jogos e atividades lúdicas no ensino de química (LudeQ) da Universidade de Brasília (UnB). Brasília – DF/ BR.

Referências

ANDERSON, C. G.; DALSSEN, J.; KUMAR, V.; BERLAND, M.; e STEINKUEHLER, C. Failing up: how failure in a game environment promotes learning through discourse. *Thinking Skills and Creativity*, v. 30, p. 135-144, 2018.

BLUEMINK, J.; HÄMÄLÄINEN, R.; MANNINEN, T.; e JÄRVELÄ, S. Group-level analysis on multiplayer game collaboration: how do the individuals shape the group interaction? *Interactive Learning Environments*, v. 18, n. 4, p. 365-383, 2010.

BORREGO, C.; FERNÁNDEZ, C.; BLANES, I.; e ROBLES, S. Room escape at class: escape games activities to facilitate the motivation and learning in computer science. *Journal of Technology and Science Education*, v. 7, n. 2, p. 162-171, 2017.

CHEE, Y.; e TAN, D. Becoming chemists through game-based inquiry learning: the case of legends of alkhimia. *Electronic Journal of e-Learning*, v. 10, n. 2, p. 185-198, 2012.

CLARKE, S.; PEEL, D. J.; ARNAB, S.; MORINI, L.; KEEGAN, H.; e WOOD, O. ‘escapED: a framework for creating educational escape rooms and Interactive Games for Higher/ Further Education’. *International Journal of Serious Games*, v. 4, n. 3, p. 73-86, 2017.

CLEOPHAS, M. G. Ensino por investigação: concepções dos alunos de licenciatura em ciências da natureza acerca da

importância de atividades investigativas em espaços não formais. *Revista Linhas*. Florianópolis, v. 17, n. 34, p. 266-298, 2016.

DASCALU, M. I.; TESILA B.; e NEDELCU R. A. Enhancing employability through e-learning communities: from myth to reality. In: Li, Y. et al. (Eds.) *State-of-the-Art and Future Directions of Smart Learning*. Lecture Notes in Educational Technology. Springer, Singapore, 2016.

GUIGON, G.; VERMEULEN, M. e HUMEAU, J. A creation tool for serious puzzle games. In: Proceedings of the 10th International Conference on Computer Supported Education (CSEDU 2018), v. 1, p. 1-6, 2018.

KAPUR, M. Productive failure. *Cognition and Instruction*, v. 26, n. 3, p. 379-424, 2008.

NEBOT, P. D. D.; e CAMPOS, N. V. Escape Room: gamificación educativa para el aprendizaje de las matemáticas. *Suma: Revista sobre Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas*, n. 85, p. 33-40, 2017.

NICHOLSON, S. *Peeking behind the locked door: A survey of escape room facilities*, 2015. Disponível em <http://scottnicholson.com/pubs/erfacwhite.pdf>, acessado em fevereiro de 2019.

PAN, R.; LO, H.; e NEUSTAEDTER, C. Collaboration, awareness, and communication in real-life escape rooms. In: *Proceedings of the 2017 Conference on Designing Interactive Systems (DIS '17)*, 2017.

PERIS, M. A disciplined chemical puzzle. *Journal of Chemical Education*, v. 84, n. 4, p. 609, 2007.

PLASS, JAN L.; HOMER, B. D.; e KINZER, C. K. Foundations of game-based learning, *Educational Psychologist*, v. 50, n. 4, p. 258-283, 2015.

SRISAWASDI, N.; e PANJABUREE, P. Implementation of game-transformed inquiry-based learning to promote the understanding of and motivation to learn chemistry. *Journal of Science Education and Technology*, v. 28, n. 2, p.152–164, 2018.

STOCKWELL, B. R.; STOCKWELL, M. S.; e JIANG, E. Group problem solving in class improves undergraduate learning. *ACS Central Science*, v. 3, n. 6, p. 614–620, 2017.

SUNG, H.-Y.; e HWANG, G.-J. A collaborative game-based

learning approach to improving students' learning performance in science courses. *Computers & Education*, v. 63, p. 43–51, 2013.

WHITTON, N. Playful learning: tools, techniques, and tactics. *Research in Learning Technology*, v. 26, p.1-12, 2018.

WINARTI, A.; TIRTO, F. R.; APRILIA, A. D.; RAIHANA, EVA.; e HIDAYATI, N. In: *Proceedings of the 5th SEA-DR (South East Asia Development Research) International Conference 2017* (SEADRIC 2017), p. 18-21, 2017.

ZHANG, X.; LEE, H.; RODRIGUEZ, C.; RUDNER, J.; CHAN, T. M.; e PAPANAGNOU, D. Trapped as a group, escape as a team: applying gamification to incorporate team-building skills through an 'escape room' experience. *Cureus*, v. 10, n. 3, p. 1-9, 2018.

Abstract: *Escape Room into Chemistry Teaching.* The chemistry teaching must be discussed by the lens of the 21st century features and needs. Incorporating creativity, collaboration, communication and critical thinking into modern instructional practices increases its relevance on the educational scenery. This empirical report aims to present a new way to implement *Game Based Learning* through the use of Escape Room methodology. Therefore, we developed a design to guide the elaboration of an Escape Room in a non-teaching environment, and then we presented some feedbacks from the participants of the game about chemistry learning in their experience. The results include data about improving space to provide failure as a way to developing chemistry learning and enhance collaborative work through the solution of staggered problems in different levels of complexity.

Keywords: chemistry teaching, room escape, game-based learning

Contribuições do PIBID para a formação inicial de licenciandos em Química: análise de Teses e Dissertações

Thaíara M. Pereira, Caian C. Receputi, Pedro H. Maraglia, Marcos Vogel e Daisy B. Rezende

Vários estudos mostram que um dos problemas dos programas de formação de professores é a falta de conexão entre a escola e a universidade. Nesse contexto, o PIBID é um programa que visa aproximar esses dois contextos formativos, como um dos possíveis resultados de uma política pública implementada em 2008. O objetivo deste artigo é o de identificar e descrever os principais eixos norteadores das ações de subprojetos PIBID-Química, a partir da análise de Teses e Dissertações cujo contexto de investigação foi o PIBID-Química. Identificou-se que a dinâmica estabelecida nos subprojetos fomenta a inserção do bolsista pautada por uma reflexão mediada que proporciona uma mudança qualitativa em sua compreensão sobre a escola. Esse processo estrutura-se em um trabalho colaborativo onde os atores mobilizam diferentes saberes que orientam as atividades dos bolsistas visando a superação das problemáticas enfrentadas na escola. Esses resultados apontam para a compreensão do PIBID como um espaço que propicia aos licenciandos a significação mediada de suas vivências no contexto escolar.

► PIBID, formação de professores, pesquisa em ensino de química ◀

Recebido em 26/10/2018, aceito em 17/03/2019

56

O programa institucional de bolsas de iniciação à docência

A falta de conexão entre a universidade e a escola é um dos entraves para a formação docente. Nesse sentido, vários trabalhos apontam para a necessidade da promoção de práticas na escola que contribuam para a melhoria da formação dos professores pela construção da correlação entre teoria e prática (Zeichner, 2010), pois a formação desses profissionais envolve questões que vão além das teorias pedagógicas ou dos conhecimentos específicos sobre o conteúdo da disciplina.

Nas Instituições de Ensino Superior (IES) no Brasil, frequentemente, ainda vigora o modelo de formação de professores que apresenta resquícios do “esquema

Nas Instituições de Ensino Superior (IES) no Brasil, frequentemente ainda vigora o modelo de formação de professores que apresenta resquícios do “esquema 3 + 1”, dissociando dois dos aspectos da docência, a formação pedagógica e a formação no campo do conhecimento específico, como já apontado na literatura (Maldaner, 2006; Schnetzler, 2002).

3 + 1”, dissociando dois dos aspectos da docência, a formação pedagógica e a formação no campo do conhecimento específico, como já apontado na literatura (Maldaner, 2006; Schnetzler, 2002). A fim de fomentar a formação de professores, o Governo Federal implementou, em 2007, políticas de formação de professores no âmbito das IES (Gatti *et al.*, 2014). Nesse cenário, surge o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), que visa incentivar a formação de professores para atuação no Ensino Básico, além de promover a valorização do magistério, pela interação Universidade-Escola.

Para isso, o programa incentiva, dentre outras práticas: o estudo do contexto escolar; o desenvolvimento de ações em diferentes espaços, tais como salas de aula e laboratórios; o desenvolvimento de ações coletivas e interdisciplinares; a leitura e discussão de textos científicos da área do ensino; o desenvolvimento, teste e avaliação de estratégias de ensino

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.

e a participação em ações da escola (DEB/CAPES, 2013b).

A execução do PIBID envolve a participação de “[...] docentes das IES, responsáveis pela coordenação e desenvolvimento dos subprojetos, nas áreas de conhecimento que participam do programa” (DEB/CAPES, 2012, p. 7) e de professores da Escola Básica. Os bolsistas de Iniciação à Docência são alunos de Licenciatura que, no programa, realizam atividades e ações com o acompanhamento do coordenador de área. Este, por sua vez, é um docente da Universidade, responsável pela coordenação e desenvolvimento do subprojeto específico, que se vincula a um projeto institucional, mais abrangente e gerido pelo coordenador institucional e auxiliado pelo coordenador de gestão. Na Escola Básica, a figura central é o supervisor, professor da escola onde o projeto é desenvolvido, que é o responsável por acompanhar e auxiliar os bolsistas no desenvolvimento de suas atividades na escola (DEB/CAPES, 2012). Nesse sentido, os licenciandos participantes do PIBID contam com o suporte e a orientação do supervisor, na escola, e do coordenador de área, na Universidade.

Os resultados de Neitzel *et al.* (2013) mostram que, na formação de professores, as experiências vividas pelos licenciandos no ambiente escolar, com seus professores formadores, influenciam na construção dos saberes e, portanto, na futura prática desse bolsista. No âmbito do PIBID, o coordenador de área e o supervisor devem atuar como professores formadores, incentivando a prática reflexiva e auxiliando na inserção do aluno na escola. Em síntese, o PIBID, por incentivar a interlocução Universidade-Escola, propicia a legitimação dos conhecimentos adquiridos no curso de formação inicial e a prática do ensino reflexivo, além de estimular a valorização da profissão docente.

Mapeamento de Estudos

As pesquisas de mapeamento, designadas, também, estado da arte, constituem-se em inventários descritivos, apresentando caráter bibliográfico. Visam arrolar certa produção acadêmica em diferentes campos do conhecimento e discuti-la, considerando recortes temporais e regionais, identificando aspectos, dimensões e condições de sua produção. Pode-se, ainda, criar um quadro panorâmico das pesquisas realizadas sobre temas específicos (Milaré, 2013; Ferreira, 2002).

A partir da implementação de políticas de formação de professores no âmbito das IES, há ampliação na oferta de cursos de Graduação, mais expressivamente, de Licenciaturas (Soares *et al.*, 2017), assim como de Programas de fomento à formação de professores, dentre eles o PIBID. Há, também, o incentivo das IES na implementação de linhas de pesquisa nas áreas de Ensino de Química, refletindo na relevância das Teses e Dissertações (TDs) como produto de seus cursos de Doutorado e Mestrado. Esses produtos tratam-se “[...] de documentos primários e relatórios completos dos estudos realizados, os quais, via de regra, são apresentados posteriormente de maneira sucinta em artigos ou eventos (congressos, simpósios etc.)” (Teixeira e Megid Neto, 2012, p. 274).

Portanto, compreendendo a potencialidade do PIBID para a formação inicial de professores, este artigo tem o objetivo de identificar e descrever os principais eixos norteadores das ações de subprojetos PIBID-Química, a partir da produção acadêmica sobre a influência do PIBID na formação inicial de professores de Química em trabalhos de Mestrado e Doutorado, do Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, identificadas pelos termos “PIBID-Química” e “PIBID de Química”.

Metodologia

Os objetos de estudo desta pesquisa consistiram em TDs sobre o subprojeto PIBID-Química, cuja identificação e seleção foram realizadas através da consulta ao Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES. Realizaram-se buscas entre os meses de janeiro e novembro de 2018, contando com a utilização de 2 termos de busca: “PIBID Química” e “PIBID de Química”, sem corte temporal. Obteve-se retorno de 29 resultados, dos quais um trabalho (no formato de Dissertação de Mestrado), não foi recuperado, por não estar disponível *online*, gerando como resultado final 28 Teses e Dissertações que constituem o *corpus* de análise desta pesquisa e estão referenciadas no Apêndice A.

A partir da identificação desses documentos, foi elaborada uma ficha descritiva para orientar a leitura e análise das TDs, inspirada em Milaré (2013). Durante uma leitura-teste realizada com duas Dissertações selecionadas aleatoriamente, modificou-se a ficha de leitura visando adequá-la aos objetivos desta pesquisa. Com isso, contemplaram-se aspectos descritivos, questões sobre a metodologia, resultados e discussão. Todos os trabalhos foram lidos na íntegra e cada trabalho passou pela categorização e avaliação de, pelo menos, duas pessoas, para validação das informações que foram organizadas em fichas individuais.

Posteriormente, realizou-se uma análise das informações coletadas inspirada nas proposições da Análise de Conteúdo (Bardin, 2009). Os aspectos inerentes à descrição desses trabalhos foram sistematizados e apresentados, inicialmente, de forma panorâmica.

Parte desses trabalhos, com foco na formação inicial de professores de Química, compreendia elementos potenciais de uma discussão orientada para a formação dos licenciandos participantes do PIBID. Nesse sentido, realizou-se uma análise profunda somente daquelas TDs com foco na formação inicial de professores de Química, sendo essas 22 TDs de um total de 28 (78,6%). As TDs analisadas nessa etapa são apresentadas por códigos, *T1* a *T4* para as Teses e *D1* a *D18* para as Dissertações (Apêndice A). Por se tratarem dos dados documentais da análise deste trabalho, as citações das TDs foram apresentadas em formato específico para distingui-las de textos oriundos de outras fontes.

Resultados

As 28 pesquisas analisadas foram publicadas entre os

anos de 2011 e 2018. A primeira pesquisa é apresentada no ano de 2011, dois anos após a implementação do PIBID (DEB/CAPES, 2013b). Há um número crescente de trabalhos entre os anos de 2013 e 2016, demonstrando o reconhecimento do programa, com o passar do tempo. Ele começou a ter mais visibilidade enquanto *locus* de pesquisa, o que pode ser explicado devido ao impacto desse Programa na formação inicial de professores, em âmbito nacional.

No que se refere ao local de publicação dessas TDs (Figura 1), o Sudeste se destaca quanto ao número de publicações, seguido da região Sul. O número e importância dos centros de pesquisa presentes na região Sudeste são mais expressivos do que aqueles das demais regiões e, portanto, apesar da heterogeneidade geográfica da produção científica, ocorre uma concentração das pesquisas nessa região (Sidone *et al.*, 2016; Teixeira e Megid Neto, 2012).

Observou-se uma dispersão quanto às Universidades onde as pesquisas foram desenvolvidas. Há predominância de publicações nas Universidades públicas, o que possivelmente seja reflexo do tipo de regime de trabalho dos docentes dessas Instituições, que é majoritariamente de Dedicação Exclusiva, influenciando na qualidade da Pesquisa e, em decorrência, na produção científica dos cursos de Pós-Graduação a elas vinculados.

Dentre as 28 TDs analisadas, 23 (82,1%) desenvolveram a pesquisa investigando subprojetos PIBID de Química da própria IES em que a pesquisa foi desenvolvida. Essa informação aponta um interesse de grupos de pesquisa em ensino das Instituições em que foram desenvolvidas essas TDs de compreender as ações desenvolvidas nos subprojetos PIBID-Química referentes a essas Instituições e suas contribuições para a formação de seus licenciandos.

De forma geral, as pesquisas foram realizadas em cursos associados a Programas de Pós-Graduação na área de Ensino, Educação e Química. No caso dessas duas últimas modalidades, há linhas de pesquisa de ensino de Ciências nos respectivos Programas. Os programas de Ensino têm maior número de produções, como apresentado na Figura 2, demonstrando que as pesquisas em relação ao PIBID de Química se dão, de forma geral, no campo de pesquisa do Ensino de Química. Este campo teve sua gênese, no Brasil, na década de 1980, impulsionada, nacionalmente, pela realização de dois eventos para a discussão sobre Ensino de Química. O Encontro de Debates em Ensino de Química (EDEQ), realizado pela primeira vez em 1980, no Instituto de Química da PUC-RS, com o apoio da Secretaria Regional da Sociedade Brasileira de Química (SBQ) e o 1º Encontro Nacional de Ensino de Química, que ocorreu em 1982, na UNICAMP,

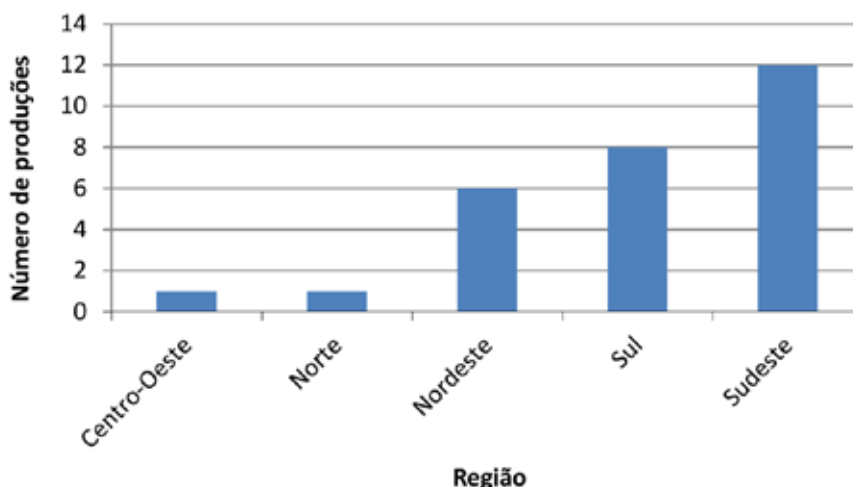


Figura 1: Produção em função das regiões geográficas do País.

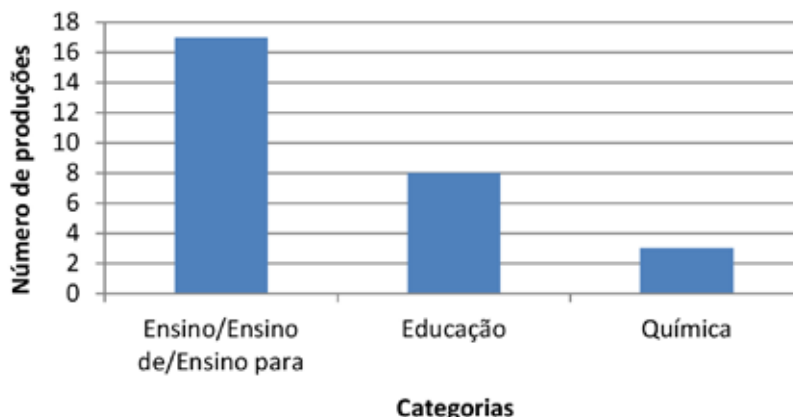


Figura 2: Produção em função da área do Programa de Pós-Graduação.

organizado pelas professoras Roseli P. Schnetzler e Maria Eunice R. Marcondes. A constituição da Divisão de Ensino da Sociedade Brasileira de Química, em 1988, impulsionou a implementação de Programas de Pós-Graduação com foco em Ensino de Ciências e, consequentemente, a ampliação de pesquisas nessa área (Soares *et al.*, 2017; Schnetzler, 2002).

Análise das Teses e Dissertações com Foco na Formação do Licenciando

A pesquisa de 22 das TDs analisadas centrava-se na formação do licenciando participante do PIBID. A análise dessas TDs deu origem a seis eixos temáticos, sistematizados no Quadro 1.

O primeiro eixo, **Reflexão mediada**, direciona a análise dos resultados da maioria das TDs estudadas. Em outras palavras, a discussão da maioria dos demais eixos temáticos identificados nos documentos analisados foi feita nessa perspectiva, fundamental para a compreensão dos eixos *Trabalho colaborativo* e *Professores formadores do PIBID*.

• Reflexão mediada

Um dos objetivos do PIBID é o de inserir o licenciando no contexto escolar. Nesse sentido, vários dos trabalhos (**D5, D6, D7, D8, D9, D11, D12, D14, D15, D16, D17, T1, T2, T3, T4**; Apêndice A) explicitam a importância do desenvolvimento de ações no contexto escolar, para a formação inicial dos licenciandos. Um aspecto apontado por essas pesquisas é a construção de saberes pedagógicos e experienciais devido às ações desenvolvidas no contexto escolar, ou seja, pela construção de saberes advindos da intervenção nesse espaço orientada conjuntamente pelo supervisor e pelo coordenador do subprojeto. Os resultados de **D5** e **D11** indicam que o tempo de experiência dos licenciandos no PIBID relaciona-se à importância dessas ações para o processo formativo.

Darroz e Wannmacher (2015) ressaltam que a construção de conhecimentos em função das ações desenvolvidas no PIBID advém da reflexão que os bolsistas fazem sobre essas ações. De acordo com esses autores, o PIBID proporciona

“espaços propícios para que o futuro professor possa se dedicar a uma reflexão mais sistemática e aprofundada” (p. 274).

Aspectos semelhantes para uma reflexão sobre a prática mediada pelo supervisor e pelo coordenador de área do subprojeto foram sugeridos em alguns trabalhos (**D7, D9, D12, D15** e **T3**): i) discussão em grupo das problemáticas da escola e das ações implementadas nela pelos licenciandos bolsistas do PIBID, pautada em trabalhos e artigos da área; ii) sistematização das reflexões e publicação das mesmas em eventos.

Ao relacionar os saberes da ação pedagógica com a constituição da identidade docente, percebeu-se a busca por situações problema envolvendo o aprofundamento dos aspectos teóricos das teorias e métodos de ensino, que possibilitou aos futuros docentes desenvolverem esquemas práticos que orientaram a ampliação efetiva das ações pedagógicas (D12, p. 81).

A experiência do PIBID guia-os nas condutas do ofício, criando não somente uma aproximação com o exercício da profissão, mas também com aspectos teóricos, como a pesquisa no ambiente escolar, zelando pela reflexão acerca de suas ações (D9, p. 104).

[...] viu-se que o envolvimento em uma comunidade de prática pode promover a aprendizagem de um professor em formação inicial em diversos sentidos, principalmente na questão da aplicação prática das teorias vistas na universidade (D15, p. 163).

Esse conjunto de resultados corrobora o relatado na literatura (Braibante e Wollman, 2012; Stanzani *et al.*, 2012; Carvalho e Gil-Pérez, 2011; Demo, 2011) que se refere a como a construção de conhecimentos fundamentados em teorias e práticas contribui para o rompimento de visões simplistas acerca do Ensino de Ciências, pois favorece o questionamento reconstrutivo da pesquisa, ao incorporar a prática ao lado da teoria, o que possibilita uma mudança na postura em relação ao conhecimento. Também reforçam o papel da aprendizagem em grupo usando estratégias baseadas em pesquisa para a formação do licenciando.

Quadro 1: Descrição dos eixos temáticos analisados

Eixo temático	Descrição do eixo temático
Reflexão mediada	Sistematiza a reflexão dos bolsistas sobre as ações desenvolvidas na escola.
Concepções sobre a docência	Concepções dos bolsistas sobre os processos inerentes à atuação docente.
Relações estabelecidas com o Estágio Supervisionado	Estabelece comparações entre os processos formativos do PIBID e do Estágio Supervisionado.
Estratégias de Ensino de Química	Centra no estudo e desenvolvimento de atividades de ensino que influenciam a futura atuação dos bolsistas como professores.
Trabalho colaborativo	Apresenta a interação dos integrantes do PIBID visando um projeto comum.
Professores formadores do PIBID	Refere-se à atuação dos coordenadores de área e supervisores do PIBID na orientação dos bolsistas

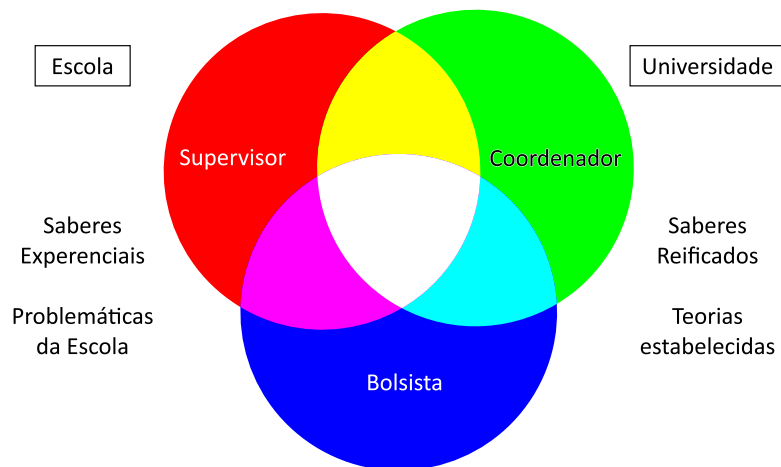


Figura 3: Esquema dos Saberes mobilizados na orientação dos bolsistas.

Pode-se pensar, então, em um esquema de reflexão sobre a prática comum nos subprojetos pesquisados, em que se compreende que cada ator (coordenador de área e supervisor) contribua com um conjunto de saberes para que o licenciando apreenda a reflexão como prática essencial da atividade docente, e gerando conhecimentos relativos à interlocução teoria-prática. Este esquema¹ é apresentado na Figura 3.

Nesse sentido, o supervisor contribuiria, principalmente, com seus saberes experienciais referentes ao contexto escolar e às suas problemáticas, auxiliando o bolsista a compreender melhor esse espaço e a refletir sobre suas ações no âmbito do PIBID. O coordenador, por outro lado, atuaria, majoritariamente, auxiliando-o a compreender suas vivências na escola e a preparar suas ações e momentos de reflexão coletiva com o aporte de pesquisas da área do ensino de ciências.

• Conceções sobre a docência

Alguns trabalhos destacam a contribuição do programa PIBID para a identificação do estudante com o curso de licenciatura (D2, D3, D4, D7, D8, D9, D14, D15, D16, D18 e T2):

Decisões como essa [de seguir a profissão docente], que fazem com que o estudante deseje permanecer na Licenciatura em Química, são comuns nos relatos desses bolsistas, bem como as decisões tomadas quando o licenciando chega à escola e inicia seu processo de docência (T3, p. 96).

Esse interesse pela docência, de acordo com T1, T2 e D16, deve-se à modificação das concepções sobre o papel do professor e da escola, devido ao contato mediado com a sala de aula e a realidade da escola, o que contribui para a superação das visões ingênuas sobre a atuação docente:

O desenvolver dessas novas estratégias que ultrapassam o ensino tradicional possibilitou uma importante aprendizagem: a mudança na compreensão do que seja o ensino, do papel do professor em sala de aula (T1, p. 223).

Nesse mesmo sentido, T4, em sua pesquisa de Doutorado, identificou que as representações sociais sobre “ser professor de Química” de licenciandos de Química que participaram do PIBID e dos que não participaram são diferentes. Tal resultado mostra que há uma mudança na concepção dos licenciandos sobre a profissão docente relacionado à sua inserção no PIBID, que levou ao contato efetivo com o contexto escolar.

Fica evidente que os processos formativos do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência atuam sobre a RS [Representação Social] do objeto “professor de Química”, modificando-a. Portanto, é possível indicar [...] que a formação oferecida pelo PIBID é importante para que os futuros professores modifiquem sua relação com a realidade da profissão docente (T4, p. 157).

Martin *et al.* (2016) identificaram que o interesse pela docência tem caráter cumulativo e progressivo e que um dos meios de alimentá-lo é a partir da interação com o outro (no PIBID, coordenador de área, supervisores e demais bolsistas) e pela tutoria das ações dos bolsistas, que dão sentido às suas vivências. Trata-se, então, não apenas de vivenciar experiências em sala de aula, mas em significá-las a partir da orientação e reflexão sobre elas: “essas experiências vivenciadas pelos estudantes na escola impactam positivamente na formação do futuro professor, na medida em que um professor orienta e supervisiona suas ações” (p. 60).

T1 aponta, ainda, que a estrutura do PIBID possibilita a construção de conhecimentos e habilidades que favorecem o melhor aproveitamento do Estágio Supervisionado pelo licenciando, como discutido no próximo eixo temático.

• Relações estabelecidas com o Estágio Supervisionado

Os resultados de D7, D8, T2 e T4 apontam que ainda há uma forte incidência de resquícios do modelo estrutural “3 + 1” em licenciaturas no Brasil, que se manifesta na organização curricular que privilegia o final do curso como o momento mais adequado para a inserção das disciplinas

pedagógicas e do Estágio Supervisionado. O estágio, em geral, se pauta pela “imitação de modelos”, incorporando a perspectiva de um ensino imutável e cumulativo, não valorizando a reflexão situada e seu diálogo com as teorias do campo (Pimenta e Lima, 2012; Maldaner, 2006). De acordo com **D8**, essa estrutura formativa faz ressaltarem apreciações dos próprios formadores desses professores, que exibem certo menosprezo pela profissão docente:

[...] os bolsistas relataram que sofrem preconceito por parte de alguns docentes porque fazem o curso de Licenciatura em Química e não o Bacharelado em Química (D8, p. 79).

Em contraponto, o PIBID valoriza os cursos de Licenciatura, pois questiona esse modelo de formação, apresentando um outro modelo possível para um curso de Licenciatura – o qual contempla uma melhor articulação entre as experiências práticas e os estudos teóricos necessários à formação desses futuros professores de Química, como relatado por um entrevistado, nessa mesma Dissertação:

O PIBID trouxe um status, no bom sentido da palavra, para os alunos da licenciatura, porque, antes, eles eram vistos como segunda classe. Quem desejava seguir a pesquisa, tinha o PIBIC, já os que queriam seguir a área de ensino, nada tinham como incentivo. Atualmente, o PIBID valoriza os cursos de licenciatura e propicia aos alunos destes cursos a vivência com a realidade da escola. Esta experiência possibilita o aluno aplicar, na Educação Básica, o que aprendeu na universidade, sem precisar esperar o estágio chegar, ao final do curso (trecho de entrevista realizada por D8, p. 79).

Um outro aspecto relacionado ao Estágio Supervisionado é apontado por **D9** que, em entrevistas realizadas com egressos do curso de licenciatura em Química que participaram do PIBID, verificou que, para estes professores, o PIBID potencializou o desenvolvimento das disciplinas de Estágio Supervisionado por levar a:

[...] um repertório de práticas que forneceram um suporte para as atividades de Estágio Supervisionado e para a vida profissional (D9, p. 68).

Paniago *et al.* (2017) corroboram esse diagnóstico identificando que, no Estágio, os licenciandos que já participaram do PIBID apresentam maior desenvoltura e aproveitamento da disciplina devido a suas experiências anteriores no âmbito do Programa. Essa característica provavelmente é devida à inserção do licenciando na Escola desde os primeiros anos do curso de Graduação, compreendida por Pimenta e Lima (2012) como uma ação que aproxima o futuro professor da realidade e complexidade do ambiente de trabalho em que exercerá sua profissão, em articulação com a formação

propiciada pela Universidade.

As atividades desenvolvidas no PIBID em geral são mais estruturadas e fundamentadas do que aquelas que ocorrem durante o Estágio Supervisionado, segundo apontam vários dos trabalhos analisados (**T1**, **D8**, **D9**, **D14** e **D16**). Essa diferenciação quanto à articulação ocorre, segundo essas pesquisas, em função do tempo dedicado ao planejamento e execução das diferentes atividades e ações no PIBID, e do maior acompanhamento das atividades desenvolvidas pelos licenciandos, pelos professores da Universidade e da Escola, como evidenciam os seguintes excertos:

[...] no processo de articulação teoria/prática [os bolsistas] consideram o PIBID uma experiência mais significativa do que o estágio de regência e o estágio de observação, ao demonstrarem um maior apreço pelo tempo dentro da escola e pela interação entre os alunos e a dinâmica escolar (D16, p. 116).

[...] existem muitas aprendizagens que só foram oportunizadas quando da participação nesse contexto formativo centrado na escola, pois, apesar de participarem dos estágios supervisionados, os pibidianos o consideram como muito reducionista à prática (T1, p. 171).

Há, também, uma relação diferenciada entre a escola e os pibidianos quando comparada à relação entre a escola e os estagiários. Os pibidianos relatam que há um sentimento de acolhimento e de compartilhamento de objetivos que, segundo eles, não acontecia com o estágio supervisionado obrigatório (Sá, 2014).

Tais informações evidenciam o “papel estrutural do outro na formação do professor” (Silva *et al.*, 2018, p. 284) que, de acordo com os resultados apresentados nestas TDs, é mais efetivo no PIBID em relação ao que se verifica no Estágio, devido ao envolvimento dos formadores (supervisores e coordenadores) que atuam no PIBID.

Essa melhor articulação entre a Universidade e a Escola nas atividades desenvolvidas no âmbito do PIBID favorece uma compreensão mais fundamentada da importância de estratégias que buscam a superação dos problemas identificados na Escola, um dos objetivos desse Programa (DEB/CAPES, 2013a).

• Estratégias de ensino de Química

Compreende-se que os processos de ensino e aprendizado e o desenvolvimento das estratégias de ensino de Ciências sejam influenciados por dois fatores: as *concepções epistemológicas*, que se referem a como os professores concebem a metodologia e a epistemologia das Ciências, ou seja, a concepções sobre sua gênese, desenvolvimento, estruturação e articulação; e as *concepções ontológicas*, que se referem a como os professores entendem que o sujeito aprende, como os conhecimentos são construídos, estruturados e internalizados pelos sujeitos (Cachapuz *et al.*, 2005; Ramos, 2000). As pesquisas investigadas apontam para uma confluência

das concepções epistemológicas e ontológicas dos vários subprojetos PIBID-Química, que se alicerçam em uma compreensão de que a Ciência seja construída processualmente e colaborativamente, como se observa no excerto:

[...] o trabalho no PIBID é desenvolvido para romper com visões simplistas e constituir um entendimento mais completo acerca da ciência (D11, p. 67).

As principais atividades de ensino desenvolvidas pelos subprojetos PIBID-Química apontadas nos trabalhos analisados são jogos, teatro, oficinas temáticas e experimentação. Das 22 TDs investigadas, 18 (81,8%) relatam que a experimentação é uma das metodologias desenvolvidas no âmbito do PIBID, sendo que quatro (18,2% das pesquisas voltadas à experimentação) a colocam como aspecto central de suas atividades (D2, D8, D13 e D14). T1, D17 e T4 apontam que as estratégias de ensino desenvolvidas no âmbito do PIBID diferenciam-se das adotadas nas disciplinas da Universidade, no que se refere tanto a seu caráter como à forma como são implementadas. De acordo com essas pesquisas, na Universidade há ênfase nas bases teóricas, enquanto o PIBID se pauta pela relação entre as bases teóricas estudadas e as ações práticas, potencializando a superação de problemas identificados nos processos de ensino e aprendizado dos alunos da Escola Básica.

Vale salientar que os processos formativos ocorridos no âmbito do PIBID muitas vezes ultrapassam a prática instrumental no que se refere às práticas experimentais, pensando-se os processos educativos a partir do par ‘[...] experiência/sentido’ [...] (transcendendo) a atividade mecânica de laboratório (T4, p. 156-157).

D18, em sua Dissertação, observa que os licenciandos têm incorporado a compreensão de que o professor necessita desenvolver metodologias que facilitem o aprendizado do aluno, além de conhecimentos específicos da Química:

[...] o PIBID tem contribuído para mostrar a esses licenciandos que o ‘ensinar Química’ pode ser realizado de uma forma diferente, na qual ‘saber o conteúdo’ não predomine sobre o ‘como ensinar o conteúdo’ (D18, p. 88).

Esse “como ensinar o conteúdo” deve considerar os níveis de representação no ensino de Química, uma vez que as dificuldades no aprendizado em Química não advêm somente dos aspectos conceituais, mas também dos aspectos representacionais: “toda palavra, figura, diagrama, equação ou simbolismo envolvido por detrás das ações e procedimentos, por exemplo, pertencem a um contexto que é parte de uma troca de significados” (Wartha e Rezende, 2015, p. 62). D15 observou que utilizar recursos visuoespaciais favorece essa troca de significados, auxiliando o aluno a transitar entre os

níveis representacionais e compreender o conteúdo, mas o professor, geralmente, tem dificuldade em planejar suas aulas considerando essa perspectiva. Analisando um subprojeto PIBID-Química de uma Universidade da região Sudeste, essa pesquisa de Doutorado identificou que o aprendizado dessa metodologia pelos licenciandos foi potencializado pelo trabalho em uma comunidade de prática.

• Trabalho colaborativo

A partir da leitura das TDs observa-se que a dinâmica em grupos de trabalho, favorecida pelo PIBID, permite a interação entre os licenciandos que estão há mais tempo no curso e aqueles que recém ingressaram. Segundo D14, T1 e T3, essa dinâmica favorece o aprendizado mútuo através de trocas de experiências entre eles e do auxílio dos bolsistas com maior tempo de atuação aos com menos tempo de atuação, no sentido de facilitar a apreensão da lógica subjacente ao projeto.

D10, D14 e D17 concluíram que as discussões coletivas e a valorização do diálogo entre os bolsistas favorecem a construção de conhecimentos e habilidades que, de acordo com os resultados mostrados em D15, influenciam o desempenho do licenciando. Em D10 são destacadas alguns exemplos de atividades que preparam o licenciando para sua futura atuação:

[...] a fala, a escrita, a organização e exposição de ideias, a resolução dos conflitos de opinião (D10, p. 98).

valorizar o trabalho em grupo e a participação igualitária dos estudantes; [...] questionar e problematizar os conhecimentos dos estudantes a fim de facilitar a construção dos conhecimentos (D10, p. 163).

Carvalho e Gil-Pérez (2011) apontam que, quando trabalham isolados, os professores apresentam concepções simplistas sobre a Educação, mas, coletivamente, apresentam concepções mais abrangentes e complexas, fator importante para a constituição da identidade docente e escolar. Nesse mesmo sentido, os resultados obtidos em D5, D15, T1 e T3 mostram que o trabalho em grupo, quando direcionado a uma colaboração centrada na prática de um projeto comum, contribui para a formação de uma cultura colaborativa, “transformando a experiência do grupo em conhecimento profissional” (Darroz e Wannmacher, 2015, p. 744), que propicia o amadurecimento dos bolsistas, os auxilia no curso de graduação e potencializa a constituição de sua profissionalidade docente, como pode ser observado nas conclusões apresentadas nos trechos abaixo:

Apesar das dificuldades que são vivenciadas (e que se transformam em aprendizagens), os pibidianos percebem o trabalho colaborativo como uma forma de facilitar suas ações, quando assumirem a docência, e os confrontos como forma de crescimento. [...] O trabalhar em grupo proporcionou aos pibidianos um amadurecimento, ao pensar em ações que desenvolverão na escola (T1, p. 198).

O envolvimento de todo o grupo (licenciandos e professora) resultou em diversos momentos de compartilhamento de repertório e aprendizagem. A afinidade entre os licenciandos também facilitou essa troca de experiências e ideias sobre os planos de aula. A troca de experiências, mesmo que ocorrendo fora dos momentos de reuniões, contribuiu muito para a construção do projeto e para a formação de uma comunidade de prática (D15, p. 134).

De acordo com o verificado nos estudos de **D15** e **T3**, o repertório compartilhado pelos bolsistas não se baseava apenas em ideias, mas também no compartilhamento de experiências, formas de fazer e ações, que advinham da vivência do conjunto de bolsistas e de outros importantes membros do grupo, como o supervisor, que, por vivenciar mais intensamente o contexto escolar, orienta a mobilização dos saberes *in loco*.

Algumas pesquisas analisadas no presente artigo apontam críticas pontuais acerca da estrutura do PIBID, que interfere na efetividade de um trabalho colaborativo realizado no âmbito deste projeto. **D8**, **D14**, **D16** e **T3** apontam falta de compreensão por parte de um ou mais de seus atores quanto aos objetivos do PIBID e seu papel formativo e a falta de diálogo entre seus integrantes, que representam limitações para o desenvolvimento do subprojeto e se refletem na formação inicial de seus bolsistas:

Apesar de o PIBID ter como objetivo aproximar o licenciando da escola pública para fortalecer e incentivar a docência, verificamos que o subprojeto [...] ainda deixa algumas lacunas a serem preenchidas (D8, p. 86-87).

Nesse aspecto, tanto o supervisor quanto o coordenador desempenham papéis fundamentais, pois o supervisor é o mediador entre os bolsistas e a realidade da escola e o coordenador delinea as ações do subprojeto. Porém, ainda cabe ao coordenador gerenciar os problemas e procurar contornar as possíveis fragilidades, para potencializar os efeitos do trabalho realizado no PIBID.

• Professores formadores do PIBID

Quando se aborda a figura do supervisor no PIBID, vigora a perspectiva da formação continuada, discutindo-se as influências do projeto para a atuação deste professor (Feijolo *et al.*, 2017). Porém, além de sua formação, o supervisor, atuando como co-formador do licenciando bolsista, exerce um papel fundamental no PIBID. **D7**, **D9**, **D12**, **D3** e **T2** abordam a contribuição do supervisor para a construção de saberes pelo bolsista, devido à mobilização de ações no âmbito escolar. Esses saberes são oriundos da vivência prática dos supervisores, que conhecem e vivenciam a lógica e as demandas da realidade escolar, fator importante para ressignificarem os conhecimentos tradicionalmente advindos da esfera Universitária.

A contribuição do supervisor é no sentido de não passar uma visão ingênua da profissão, mas uma visão real do cotidiano escolar (D7, p. 164).

Os saberes pedagógicos assimilados no PIBID foram transformadores dos saberes experienciais de todos os sujeitos, saberes esses que envolvem a perspectiva sobre o aprendizado com a comunidade (D9, p. 108).

[...] as experiências compartilhadas pelos professores supervisores da Educação Básica serviram de apoio e discussão nas aulas da graduação, como fonte de saberes que ocorreram na rotina escolar (D12, p. 86).

Em síntese, esses mestrados mostram a contribuição essencial dos supervisores para o percurso formativo dos bolsistas do PIBID. Esses resultados são semelhantes ao relatado por Feijolo *et al.* (2017) que, ao estudarem os saberes mobilizados por um supervisor na orientação de licenciandos em Física, mostraram que essa mobilização é intencional e consciente, abrangendo, principalmente, saberes experienciais relacionados à gestão da sala de aula, como o planejamento e o enfrentamento de problemas durante a aula. Esses saberes relacionam-se a desafios próprios ao ambiente escolar cuja abordagem foi considerada importante para licenciandos pelos supervisores.

Sá (2014) também enfatizou que o supervisor apresenta um importante papel para a formação e profissionalidade dos bolsistas, contribuindo positivamente para a formação do saber docente desses alunos. É importante que o supervisor tenha coerência, sensibilidade e adaptação para articular os saberes profissionais e mediá-los com os bolsistas, sendo o saber experiencial um importante vínculo entre esses sujeitos.

Ao coordenador, cabe a importante tarefa de gerir o planejamento de ações e, de acordo com **D9**, a significação dos conhecimentos advindos dessas duas esferas formativas: a Universidade trazendo os saberes tradicionalmente abordados, os saberes reificados, do campo da Ciência institucional; e a Escola, acrescentando os saberes experienciais adquiridos *in loco*, construídos e pensados para o contexto escolar.

[...] o papel do coordenador é marcado pela sua relevância em orientar seus aprendizes, de modo a gerir saberes em prol da atividade docente (D9, p. 108).

O planejamento e gestão do coordenador influenciam na dinâmica do projeto e nas relações interpessoais e, portanto, na formação inicial dos bolsistas e continuada dos supervisores (**D5**, **D8**, **D11**, **D15**, **D16** e **T4**), como se depreende dos trechos:

[...] o formador do grupo [coordenador de área] teve um papel predominante nas atividades desenvolvidas, pois tinha como função mediar as discussões entre os licenciandos e impulsionar suas pesquisas e reflexões

advindas do processo de elaboração e aplicação dos materiais (D11, p. 117).

A professora coordenadora assumiu um papel mais ativo neste segundo ciclo, questionando e instigando mais os bolsistas a pensarem e refletirem. [...] Mostrou-se mais vantajosa a atividade que possui mais etapas de produção (início, meio e fim), uma atuação mais ativa da professora coordenadora e o foco em somente um tema para o ensino (D5, p. 162).

O supervisor (professor da Educação Básica) passa a diversificar suas aulas com novas propostas didáticas, além de incentivar a formação continuada, tornando-se co-formador do futuro docente (D8, p. 91).

Portanto, pode-se perceber que, para o desenvolvimento do subprojeto PIBID-Química, é necessária a colaboração intensa entre os três atores (supervisor, bolsista e coordenador de área) nos dois espaços formativos (escola e universidade), como já apontado há muitos anos na literatura da área de Ensino de Ciências (Dorneles e Galiazzi, 2012; Maldaner, 2006).

Conclusão

A partir da análise realizada, observou-se uma expansão no número de TDs com foco no subprojeto PIBID-Química, dos anos 2013 a 2016. Essa informação pode indicar o interesse da área de Ensino de Ciências em compreender a influência desse Programa de Iniciação à Docência de abrangência nacional na formação inicial de professores de Química, foco de investigação desses trabalhos.

A partir da análise do recorte das TDs sobre o subprojeto PIBID-Química foi possível verificar a existência de atributos ressaltados pelos autores sobre a influência do PIBID na formação inicial de professores de Química, que se mostraram, em sua maioria, semelhantes.

Os subprojetos PIBID-Química, apontados pelas TDs como sendo uma atividade essencial para a formação inicial de seus bolsistas, apresentavam como principal norteador, segundo as pesquisas analisadas, a dinâmica de discussão e troca de experiências e saberes entre os bolsistas, os supervisores e o coordenador de área, visando a superação das problemáticas enfrentadas na escola. Esse trabalho colaborativo está apoiado em uma dinâmica em que o coordenador de área e o supervisor, como formadores dos bolsistas, mobilizam, prioritariamente, saberes específicos em função de

suas atribuições no projeto. Esses saberes são sistematizados nas ações orientadas pelos supervisores e coordenadores, que visam a reflexão sobre a prática vivenciada pelos bolsistas na escola. Verificou-se que há uma mudança qualitativa nas representações dos bolsistas quanto ao ser professor de Química, a sua futura atuação e o local dessa atuação, a escola. Essa mudança contribuiu para a construção de suas profissões docentes e para o interesse do licenciando

pela docência. Esse interesse desemboca em mudanças de atitudes durante o curso, levando à maior maturidade e desenvoltura dos bolsistas ao cursarem as disciplinas de Licenciaturas.

Em síntese, os resultados das investigações das TDs mostram a importância dos cursos de Licenciatura propiciarem espaços em que os licenciandos signifiquem – a partir da orientação, reflexão e do trabalho colaborativo – suas experiências de vivências na escola. Essas ações foram identificadas como aspectos positivos para o percurso formativo dos licenciandos atendidos pelos subprojetos PIBID-Química pesquisados pelas TDs analisadas neste artigo, influenciando positivamente a formação desses licenciandos e podendo colaborar para

a constituição e orientação de novos projetos de Iniciação à Docência que contribuam para melhorar a formação inicial dos professores de Química no Brasil.

Nota

¹Compreende-se que o supervisor, assim como o coordenador, têm conhecimentos advindos de outras esferas, como aqueles referentes aos conteúdos específicos de cada campo do saber. Porém, na Figura 3 estão representados os saberes mais mobilizados pelas funções e atribuições de cada um desses sujeitos no PIBID, os quais conduzem à prática reflexiva do licenciando.

Thaíara Magro Pereira (thaiara.mp@hotmail.com), licenciada em Química pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), doutoranda do Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo (USP) e estudante do Grupo de Pesquisa Linguagem no Ensino de Química/LIEQUI/USP/CNPq. São Paulo, SP – BR. **Caian Cremasco Receputi** (caian.receputi@gmail.com), licenciado em Química pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Mestre em Ensino de Ciências pelo Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo (PIEC-USP). Doutorando do PIEC-USP. Membro do Grupo de Pesquisa Linguagem no Ensino de Química/LIEQUI/USP/CNPq. São Paulo, SP – BR. **Pedro Henrique Maraglia** (pedromaraglia29@gmail.com), licenciado em Química pela UFES, mestre em Educação em Ciências e Saúde pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio

de Janeiro, RJ – BR. **Marcos Vogel** (marcos.vogel@ufes.br), doutor em Ensino de Ciências pela USP, coordenador Institucional do PIBID da área de Química e professor adjunto da UFES. Pesquisador do Grupo de Pesquisa Linguagem no Ensino de Química/LIEQUI/USP/CNPq. Alegre, ES – BR. **Daisy de Brito Rezende** (dbrezend@

iq.usp.br), doutora em Química Orgânica e professora doutora do Departamento de Química Fundamental da USP. Orientadora plena do Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências da USP e líder do Grupo de Pesquisa Linguagem no Ensino de Química/LIEQUI/USP/CNPq. São Paulo, SP – BR.

Apêndice A: Relação das teses e dissertações analisadas

CÓDIGO	REFERÊNCIA
D1	ANJOS, S. C. <i>Meios, estratégias e ações em abordagem interdisciplinar sobre suplementos alimentares e anabolizantes no ensino médio</i> . Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal de São João Del-Rei, São João Del-Rei, 2014.
D2	BATISTA, R. V. <i>Contribuições das práticas pedagógicas colaborativas produzidas com temas sociocientíficos no PIBID de química</i> . Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014.
D3	BEDIN, E. <i>Formação de professores de química: um olhar sobre o PIBID da Universidade Federal de Uberlândia</i> . Dissertação (Mestrado em Química). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.
D4	CAMARGO, C. P. <i>Representações sociais acerca da educação inclusiva na formação inicial de professores: um estudo com licenciandos-bolsistas PIBID de uma licenciatura em química</i> . Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência). Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Bauru, 2016.
D5	CASTRO, P. M. A. <i>O PIBID química da UFABC e os reflexos nos conhecimentos docentes de seus graduandos</i> . Dissertação (Mestrado em Ensino, História e Filosofia das Ciências e Matemática). Universidade Federal do ABC, Santo André, 2016.
D6	GOUVÊA, L. G. <i>Análise de produções didáticas de professores de química em formação inicial participantes do PIBID</i> . Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
D7	LIMA, S. P. <i>Os paradigmas atuais da formação docente: olhares sobre o PIBID</i> . Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2015.
D8	LIRA, F. L. C. <i>O PIBID e a construção da prática docente do curso de licenciatura em química da Universidade Federal de Alagoas: concepção, contribuição e interação</i> . Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Tiradentes, Aracaju, 2016.
D9	OBARA, C. E. <i>Contribuições do PIBID para a construção da identidade docente do professor de química</i> . Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática). Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.
D10	OLIVEIRA, B. R. M. <i>Contribuições da aprendizagem cooperativa na formação inicial dos bolsistas PIBID/química – UEM</i> . Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2015.
D11	REIS, N. A. <i>Abordagem contextual no âmbito do processo formativo do PIBID</i> . Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2017.
D12	ROSA, D. L. <i>A sistematização dos saberes docentes na formação inicial de professores de química na Universidade Federal do Espírito Santo</i> . Dissertação (Mestrado em Ensino na Educação Básica). Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, 2016.
D13	SANTOS, D. G. <i>Uma visão da educação ambiental nos projetos de iniciação à docência e na formação de professores</i> . Dissertação (Mestrado em Química). Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.
D14	SANTOS, I. M. <i>Um estudo sobre os impactos das ações do PIBID nos cursos de licenciatura em química da UFS e do IFS</i> . Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática), Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2016.
D15	SANTOS, V. C. <i>A formação de professores em comunidades de prática: o caso de um grupo de professores de Química em formação inicial</i> . Tese (Doutorado em Ensino de Ciências). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
D16	SILVA, G. G. <i>Significações do PIBID à formação para a docência na percepção de licenciandos em ciências da natureza/química do IF-SC/SJ</i> . Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.
D17	SILVA, M. S. <i>Contribuições do PIBID/química UEM para o desenvolvimento dos saberes necessários à prática do professor de química</i> . Dissertação (Mestrado em Educação para Ciências e Matemática). Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2016.
D18	VERAS, K. M. <i>O PIBID no desenvolvimento de algumas competências e habilidades dos futuros professores de química: possibilidades de mudanças significativas no ensino de química?</i> Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2017.
T1	CARVALHO, L. S. <i>Desenvolvimento profissional de futuros professores: travessias que se entrecruzam em contextos formativos</i> . Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.
T2	RAMOS, M. R. S. <i>O PIBID de química e biologia do IFFAR: entre-lugar de auto(trans)formação permanente com professores</i> . Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.

T3	RIBEIRO, M. E. M. <i>A formação de professores em comunidades de prática por meio da participação no PIBID de química em instituições de ensino superior no estado do Rio Grande do Sul</i> . Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática). Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.
T4	VOGEL, M. <i>Influências do PIBID na representação social de licenciandos em química sobre “ser professor de química”</i> . Tese (Doutorado em Ensino de Ciências). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.
D19	BERTOLDO, R. R. <i>A escola e a divulgação científica: um estudo na cidade de Toledo – PR</i> . Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2015.
D20	KÖHLER, R. C. O. <i>A química da estética capilar como temática no ensino de química e na capacitação dos profissionais da beleza</i> . Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.
T5	PINHEIRO, J. S. <i>Possibilidades de diálogos sobre questões étnico-raciais em um grupo PIBID química</i> . Tese (Doutorado em Educação em Química). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.
D21	PIUZANA, T. M. <i>O blog como ferramenta de apoio didático no desenvolvimento de atividades investigativas nas aulas de química</i> . Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.
D22	SENA, M. C. <i>Interação universidade-escola e formação continuada de professores: percepções dos supervisores do PIBID de química da PUCRS</i> . Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.
D23	SILVA, A. S. <i>Investigação de práticas experimentais na formação inicial e continuada de professores de química no agreste pernambucano</i> . Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2017.

Referências

BARDIN, L. *Análise do conteúdo*. Ed. revista e atualizada. Lisboa: Edições 70, 2009.

BRAIBANTE, M. E. F. e WOLLMAN, 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.

CACHAPUZ, A. C.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J. e VICHES, A. (Orgs.). *A necessária renovação do ensino de ciências*. São Paulo: Cortez, 2005.

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

DARROZ, L. M. e WANNMACHER, C. M. D. Aprendizagem docente no âmbito do PIBID/física: a visão dos bolsistas de iniciação à docência. *Revista Ensaio*, v. 17, n. 3, p. 727-748, 2015.

DEB/CAPES. *Portaria nº 096*, de 18 de julho de 2013. Diário Oficial da União, 23/07/2013, seção 1, n. 140, p. 11, 2013a.

_____. *Relatório de gestão 2009-2011*. Brasília: Diretoria de Educação Básica Presencial, 2012.

_____. *Relatório de gestão PIBID 2009-2013*. Brasília: Diretoria de Formação de Professores da Educação Básica, 2013b.

DEMO, P. *Educar pela pesquisa*. 9ª ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2011.

DORNELES, A. M. e GALIAZZI, M. C. Histórias de sala de aula de professoras de química: partilha de saberes e de experiências nas rodas de formação do PIBID/FURG. *Química Nova na Escola*, v. 34, n. 4, p. 256-265, 2012.

FEIJOLO, T. B.; PASSOS, M. M. e ARRUDA, S. M. A socialização dos saberes docentes: a comunicação e a formação profissional no contexto do PIBID/física. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 22, n. 1, p. 103-126, 2017.

Ferreira, N. S. A. As pesquisas denominadas “estado da arte”. *Revista Educação & Sociedade*, n. 79, p. 257-272, 2002.

GATTI, B.; ANDRÉ, M.; GIMENES, N. e FERRAGUT, L. *Um estudo avaliativo do programa institucional de bolsa de iniciação à docência (PIBID)*. São Paulo: FCC, 2014. Disponível em <http://www.capes.gov.br/images/stories/download/bolsas/24112014-PIBID-arquivoAnexado.pdf>, acessado em Agosto 2019.

MALDANER, O. A. *A formação inicial e continuada de professores de química*. 3ª ed. Ijuí: Unijuí, 2006.

MARTIN, G. F. S.; ARRUDA, S. M. e PASSOS, M. M. O modelo de quatro fases do desenvolvimento do interesse aplicado à aprendizagem da docência. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 21, n. 1, p. 46-61, 2016.

MILARÉ, T. *A pesquisa em ensino de química na Universidade de São Paulo: estudo das dissertações e teses (2006 a 2009) sob a perspectiva fleckiana*. Tese (Doutorado em Ensino de Química). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

NEITZEL, A. A.; FERREIRA, V. S. e COSTA D. Os impactos do PIBID nas licenciaturas e na educação básica. *Filosofia & Educação*, v. 18, n. especial, p. 98-121, 2013.

PANIAGO, R. N.; SARMENTO, T. J. e ROCHA, S. A. O estágio curricular supervisionado e o programa brasileiro de iniciação à docência: convergências, tensões e contributos. *Revista Portuguesa de Educação*, v. 30, n. 2, p. 33-58, 2017.

PIMENTA, S. G. e LIMA, M. S. L. *Estágio e docência*. 7ª ed. São Paulo: Cortez, 2012.

RAMOS, M. G. Epistemologia e ensino de ciências: compreensões e perspectivas. In: MORAES, R. (Org.). *Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas*. Porto Alegre: EDIPURCS, 2000.

SÁ, L. P. Narrativas centradas na contribuição do PIBID para a formação inicial e continuada. *Química Nova na Escola*, v. 36, n. 1, p. 44-50, 2014.

SIDONE, O. J. G.; HADDAD, E. A. e MENA-CHALCO, J. P. A ciência nas regiões brasileiras: evolução da produção e das

redes de colaboração científica. *Transinformação*, v. 28, n. 1, p. 15-32, 2016.

SILVA, F. K. M.; OLIVEIRA, F. G. e MATOS, A. H. M. Potencialidades reflexivas para a formação inicial a partir do PIBID e do estágio. *Laplage em Revista*, v. 4, n. 1, p. 274-286, 2018.

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

SOARES, M. H. F. B.; MESQUITA, N. A. S. e REZENDE, D. B. O ensino de química e os 40 anos da SBQ: o desafio do crescimento e os novos horizontes. *Química Nova*, v. 40, n. 6, p. 656-662, 2017.

STANZANI, E. L.; BROIETTI, F. C. D. e PASSOS, M. M.

As contribuições do PIBID ao processo de formação inicial de professores de química. *Química Nova na Escola*, v. 34, n. 4, p. 210-219, 2012.

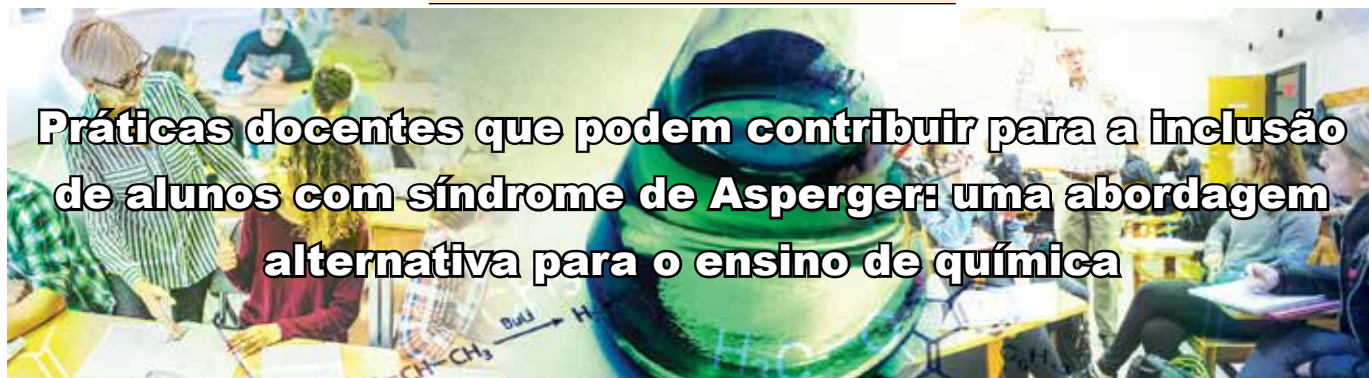
TEIXEIRA, P. M. M. e MEGID NETO, J. O estado da arte da pesquisa em ensino de biologia no Brasil: um panorama baseado na análise de dissertações e teses. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 11, n. 2, p. 273-297, 2012.

WARTHA, E. J. e REZENDE, D. B. A elaboração conceitual em química orgânica na perspectiva da semiótica peirceana. *Revista Ciência e Educação*, v. 21, n. 1, p. 49-64, 2015.

ZEICHNER, K. Repensando as conexões entre a formação na universidade e as experiências de campo na formação de professores em faculdades e universidades. *Revista Educação*, v. 35, n. 3, p. 479-504, 2010.

Abstract: *The PIBID's contribution on the chemistry teachers' initial education: a study of the academic production of Theses and Dissertations.* The connection between school and university is a common problem in teacher training programs. PIBID is a program that aims to approach these two contexts. The aim of this paper is to identify and describe the main contributions of the activities of PIBID-Chemistry subprojects, according to Theses and Dissertations in which the PIBID-Chemistry was context of investigation. It was identified that the dynamics of the subprojects enables the insertion of the scholarship holder in the school through a dynamics based on reflection that provides a qualitative change in his understanding about the school. This process is based on a collaborative work in which the actors use different knowledge to assist the scholarship holders in their activities in order to solve problems identified in the school. These results point out to the comprehension of PIBID as a context that enables the initial teacher education students to think about their experiences in the school context contributing to their education.

Keywords: PIBID, teachers' initial training, research in chemistry education



Práticas docentes que podem contribuir para a inclusão de alunos com síndrome de Asperger: uma abordagem alternativa para o ensino de química

Marcelo Godoi, Patrícia Ignácio e Jéssica Soares

Com a universalização do ensino e a crescente presença de sujeitos com deficiência em turmas de ensino regular, faz-se necessário o (re)pensar de práticas docentes, que contribuam para a inclusão desses alunos, bem como promovam a construção do conhecimento de todos os cidadãos que fazem parte do espaço escolar. Nessa perspectiva, esta pesquisa qualitativa tem por objetivo apresentar práticas de ensino que possam viabilizar processos de ensino e aprendizagem em química, em turmas de ensino regular com alunos com síndrome de Asperger. Dessa forma, foram desenvolvidas oficinas em uma escola da região metropolitana de Porto Alegre, as quais consideraram as diversidades apresentadas pela turma. Após a aplicação das oficinas e a análise dos resultados, percebeu-se que a adaptação de recursos e a adoção de estratégias alternativas contribuíram para o Ensino de Química da turma.

► Síndrome de Asperger, ensino de química, educação inclusiva ◀

Recebido em 19/07/2018, aceito em 15/03/2019

68

Um caso de dificuldade de socialização, que às vezes passa despercebido em sala, pode tratar-se de um aluno com Transtorno do Espectro Autista (TEA). Leis, como a Declaração de Salamanca/1994, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – Lei nº 12.796-2013 e o Plano Nacional de Educação – Lei nº 13.005-2014, asseguram os direitos de acesso a todos os níveis de ensino, preferencialmente em escolas regulares, para esses sujeitos. Um bom exemplo, é a quarta meta do Plano Nacional de Educação/2014, que tem o intuito de (Brasil, 2014, pg. 11):

universalizar, para a população de 4 (quatro) a 17 (dezessete) anos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades ou superdotação, o acesso à educação básica e ao atendimento educacional especializado, preferencialmente na rede regular de ensino, com a garantia de sistema educacional inclusivo, de salas de recursos multifuncionais, classes, escolas ou serviços especializados, públicos ou conveniados.

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

Os dados do Censo Escolar de 2016 mostram que, em 2008, 31% das escolas regulares possuíam alunos deficientes em turmas regulares, já em 2016, esse número subiu para 57,8% (INEP, 2017).

Os dados do Censo Escolar de 2016 mostram que, em 2008, 31% das escolas regulares possuíam alunos deficientes em turmas regulares, já em 2016, esse número subiu para 57,8% (INEP, 2017). Esses dados refletem a importância de leis e políticas que garantam os direitos desses sujeitos, para que tenham as mesmas oportunidades de aprendizagem e de convívio em sociedade que os demais cidadãos.

Entretanto, somente em 2012 foi aprovada uma lei que viabiliza os direitos das pessoas com Transtorno do Espectro Autista (TEA). A Lei nº 12.764/2012, conhecida como Lei Berenice Piana, instituiu a Política Nacional de Proteção dos Direitos da Pessoa com Transtorno do Espectro Autista e determina que esse sujeito "é considerado pessoa com deficiência, para todos os efeitos legais" (Brasil, 2012).

No campo da educação, a Lei assegura que a pessoa com essa deficiência tenha acesso à educação e ao ensino profissionalizante, e que, se comprovada a necessidade, esse aluno

terá direito à acompanhante especializado (Brasil, 2012).

Em 2015, com base na Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiências (CDPD) - Decreto Legislativo nº 186/2008, foi instituída a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência) - Lei nº 13.146/2015, a qual se destina a assegurar e a promover os direitos da pessoa com deficiência, em condições de igualdade, tendo em vista a sua inclusão social e cidadania. Essa lei considera pessoa com deficiência aquela que possui impedimento de longo prazo de natureza física, mental, intelectual ou sensorial e que, em decorrência dessa situação, não possua as mesmas condições de participação plena e efetiva na sociedade que as demais pessoas (Brasil, 2015).

Em se tratando da formação de professores, observa-se que em vários cursos de licenciatura, apesar de ser discutida a importância da educação inclusiva, não há, em suas grades curriculares, disciplinas que mostrem as diferentes formas de deficiências e preparem o licenciando para trabalhar em sala de aula com alunos com necessidades especiais (Pedroso *et al.*, 2013; Kranz e Gomes, 2016). A falta de tais disciplinas na formação desses profissionais acaba dificultando a ocorrência de processos de ensino e aprendizagem que promovam a construção do conhecimento. Assim, a busca por referenciais que, principalmente, expliquem as implicações dessas deficiências, especialmente no campo da educação, é fundamental para que se possa idealizar metodologias capazes de atingir esses sujeitos.

Autores como Ferreira e Tonelli (2016) afirmam que apesar de todas as implicações que o diagnóstico de TEA carrega, o aluno é um ser repleto de individualidades e expressa a necessidade de uma educação especializada, que respeite essas especificidades. Segundo Carvalho *et al.* (2014), é importante que, o mais cedo possível, esse sujeito receba essa educação especializada.

Além disso, no que tange ao Ensino de Química, a falta de discussão sobre inclusão e a abstração que tal conhecimento apresenta, torna esse processo um grande desafio (Oliveira, 2015). Oliveira (2015) destaca também a importância de discutir e problematizar esse assunto, dentro dessa ciência, a fim de que os educadores busquem metodologias de ensino que respeitem e contemplem as diversidades das suas salas de aula.

Contudo, em um primeiro levantamento na literatura, no que se refere ao Ensino de Química e, em especial, ao conjunto de metodologias que atendam às especificidades do aluno com síndrome de Asperger, o que se vê é que esse referencial é escasso e limitado, ressaltando, dessa maneira, a importância de trabalhos que tratem sobre esse assunto.

Sendo assim, com este trabalho foram desenvolvidas metodologias de ensino que buscassem contribuir nos processos

de ensino e aprendizagem em química, com uma turma de segundo ano do ensino médio com um aluno com síndrome de Asperger, em uma escola de ensino regular da região metropolitana de Porto Alegre, por meio de três oficinas que promovessem a inclusão desse aluno.

Caracterização do Transtorno do Espectro Autista (TEA)

Os sujeitos com Transtorno do Espectro Autista (TEA), segundo o Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM-V) (APA, 2014), são caracterizados por apresentarem uma tríade de características, constituída por dificuldades na interação social, na comunicação e repetição de movimentos padronizados e estereotipados (APA, 2014). O mesmo traz também, dentre outros transtornos, o autismo e o transtorno de Asperger, como Transtorno do Espectro Autista (TEA). Esse, alega que:

Os sintomas desses transtornos representam um contínuo único de prejuízos com intensidades que vão de leve a grave nos domínios de comunicação social e de comportamentos restritivos e repetitivos em vez de constituir transtornos distintos. Essa mudança foi implementada para melhorar a sensibilidade e a especificidade dos critérios para o diagnóstico de transtorno do espectro autista e para identificar alvos mais focados de tratamento para os prejuízos específicos observados (APA, 2014).

De maneira geral, o Quadro 1¹ mostra algumas características dos sujeitos com síndrome de Asperger e autismo, os quais são transtornos englobados pelo Transtorno do Espectro Autista.

Em se tratando da formação de professores, observa-se que em vários cursos de licenciatura, apesar de ser discutida a importância da educação inclusiva, não há, em suas grades curriculares, disciplinas que mostrem as diferentes formas de deficiências e preparem o licenciando para trabalhar em sala de aula com alunos com necessidades especiais (Pedroso *et al.*, 2013; Kranz e Gomes, 2016).

Em se tratando das relações interpessoais, os sujeitos com Síndrome de Asperger apresentam “dificuldades” no contato visual, hipersensibilidade sensorial, descontrole emocional diante de situações imprevistas, interpretação literal de linguagem figurada, ou falta de interesse na aproximação com outras pessoas (Robison, 2008). Nesse sentido, é de fundamental importância que a sociedade entenda e respeite as diversidades, procurando interagir

com esses sujeitos (Tramonte, 2015).

A partir da década de 60, surge uma perspectiva que desconsidera a relação entre saúde e deficiência, denominada modelo social de deficiência (França, 2013). Segundo o sociólogo Paul Hunt, esse modelo tem por objetivo discutir as limitações sociais vividas por deficientes (França, 2013). Para tal modelo social, a deficiência não pode ser entendida como um problema do indivíduo, mas como um resultado da experiência da opressão provocada pela sociedade,

Características do sujeito com	Síndrome de Asperger	Autismo	TEA
Comprometimento intelectual		X	X
Déficits na comunicação verbal		X	X
Déficits na comunicação não verbal	X	X	X
Comprometimento no convívio social	X	X	X
Possibilidade de interação verbal com pessoas desconhecidas	X		X
Resistência a mudanças de rotina e de ambiente	X	X	X
Consciência de suas diferenças e sentimento de frustração	X		X
Campo limitado e peculiar de interesses	X	X	X
Melodia da fala mecânica/robótica	X		X
Diagnóstico antes dos 3 anos de idade		X	X
Movimentos repetitivos e estereotipados	X	X	X
Dificuldades em entender questões de senso comum	X	X	X
Hipersensibilidade sensorial (cheiros, sons, texturas e sabores)	X	X	X
Associação a outro transtorno do neurodesenvolvimento, mental ou comportamental		X	X

transferindo, assim, a responsabilidade das desvantagens em função das limitações dos indivíduos para a inaptidão da sociedade em se moldar às diversidades (Bampi *et al.* 2010).

Em concordância com as questões acima mencionadas, o presente trabalho buscou desenvolver práticas pedagógicas que observassem as características do aluno com Síndrome de Asperger, percebendo em quais aspectos a escola e a sociedade se mostram limitadas perante as diversidades dos alunos que nela transitam.

Práticas pedagógicas voltadas para o ensino de alunos com TEA

Santos *et al.* (2013) relatam algumas metodologias e indicações de como proceder no ensino de alunos com TEA, o qual inclui a síndrome de Asperger, a saber:

- Reduzir o número de alunos por turma, para que o professor possa oferecer a assistência necessária;
- Criar rotinas de trabalho, pois esses alunos irritam-se com mudanças não programadas;
- Utilizar estímulos visuais, ao invés de verbais, ou seja, utilizar atividades e métodos visuais concretos, pois a maioria desses educandos possuem dificuldades com sequências verbais;
- Trabalhar assuntos de interesse desses alunos em sala de aula;
- Tomar cuidado com sons altos e barulhos desnecessários, pois estes podem perturbar muito esses sujeitos;
- Aproveitar a sensibilidade sonora, apresentada por esses alunos, como método de ensino. Por exemplo, cantar

[...] o presente trabalho buscou desenvolver práticas pedagógicas que observassem as características do aluno com Síndrome de Asperger, percebendo em quais aspectos a escola e a sociedade se mostram limitadas perante as diversidades dos alunos que nela transitam.

para os estudantes pode ser um ótimo meio para efetuar a aprendizagem.

Um outro importante instrumento para o ensino e a aprendizagem de alunos diagnosticados com TEA, apontado por Ferreira e Tonelli (2016) é a utilização de uma sequência didática. Tais autores destacam o caráter organizador da mesma como facilitador desse processo.

O Ensino de Química para alunos com TEA

Segundo Vilela (2010), incluir um sujeito com necessidades especiais na escola, vai muito além de inseri-lo nesse meio. Para que ocorra de fato essa inclusão é necessário que a escola se adapte aos alunos, que os educadores procurem

conhecer e compreender as características desses educandos, para assim ajustar suas práticas de ensino (Braz *et al.* 2012).

No que diz respeito ao Ensino de Química para alunos com TEA, Fernandes, Hussein e Domingues (2017) salientam que cabe ao professor o papel de reconhecer a individualidade

de cada aluno e de mediar o conhecimento, de forma a superar os obstáculos que se apresentam, se reinventando e melhorando condições de aprendizagem para todos os alunos. O que implica que os educadores busquem referenciais para saber sobre as diferentes deficiências, com o intuito de conhecer as individualidades de seus educandos, a fim de proporcionar metodologias de ensino capazes de contemplar a todos.

Entretanto, verificou-se que o referencial teórico tem se mostrado escasso, no que diz respeito ao Ensino de Química para alunos com Transtorno do Espectro Autista e, ainda mais limitado, quando se trata, especificamente, da síndrome de Asperger.

Silva (2015) aponta para a importância da contextualização no processo de ensino e da aprendizagem. Tal autor afirma que, alguns conceitos químicos são inseridos, ainda no ensino fundamental, de maneira muito abstrata, o que acaba dificultando o entendimento desses conceitos e gerando um desinteresse, por parte dos estudantes, em relação à disciplina de química.

Por exemplo, para o ensino do conteúdo de cinética química, bem como para os demais conteúdos de química, é importante a utilização da experimentação de recursos variados, como forma de explorar e contextualizar o conteúdo. Porém, destaca-se que essa aula deve ser bem planejada e organizada, minimizando, assim, imprevistos e consequentemente um quadro de estresse e desmotivação desse aluno pela disciplina (Silva, 2015).

Já Miller e Lang (2016) propõe a abordagem do Desenho Universal na Aprendizagem ou no inglês *Universal Design for Learning (UDL)*, como um método capaz de facilitar o processo de ensino e aprendizagem, não só para alunos deficientes, mas para todos os estudantes. Para os autores, a eficiência do método UDL está na variedade de formatos de entrega curricular e estratégias de ensino, a fim de potencializar a aprendizagem de sujeitos, com ou sem necessidades de aprendizagem. Ainda, em seus estudos os autores enfatizam que é importante que o educador ajude os educandos a superar suas barreiras emocionais, minimizando o estresse dos mesmos, durante as atividades acadêmicas.

Nesse contexto, Miller e Lang (2016) destacam que as adesões propositais de algumas estratégias podem contribuir para este processo de busca da aprendizagem significativa² e minimização do estresse. Para disciplinas realizadas em laboratório, por exemplo, deve-se manter o mesmo limpo e organizado, pois isso pode contribuir com a questão da excessiva busca por organização, que esses sujeitos enfrentam. Segundo os autores, programar e explicar previamente as atividades a serem desenvolvidas, minimiza a ansiedade desses alunos e torna a aula menos estressante.

Outro método importante está relacionado à formação de grupos de trabalho. Segundo Miller e Lang (2016), deve-se ter o cuidado de agrupar os sujeitos com dificuldades na interação social com aqueles que compreendam essa deficiência e explorem seus pontos fortes. No que diz respeito à explicação dos conteúdos, é significativo o uso de recursos didáticos variados, como: vídeos, PowerPoint e modelos físicos, a fim de alcançar melhor os alunos com habilidades auditivas, visuais e cinestésicas.

Metodologia, caracterização dos sujeitos e do espaço da pesquisa

Com essa pesquisa foram desenvolvidas metodologias de ensino que buscassem contribuir nos processos de ensino e aprendizagem em química, observando as características do aluno com Síndrome de Asperger e as diversidades dos alunos da turma. Para isso, a todo momento houve a ação e a interação entre o pesquisador e o grupo pesquisado não considerando-se aspectos quantitativos.

Nesse contexto, Gerhard e Silveira (2009) apontam que na pesquisa qualitativa os pesquisadores são, ao mesmo tempo, os sujeitos e os objetos de suas pesquisas. Ou seja, esse tipo de investigação não se preocupa com representatividade numérica, mas com o entendimento de um grupo social, “buscando explicar o porquê das coisas, exprimindo o que convém ser feito, mas não quantificam os valores as trocas simbólicas nem se submetem à prova de fato, pois os dados analisados são não métricos e se valem de diferente abordagens” (Ibid., p. 32).

Assim, tendo em vista que esse estudo não visa dados quantitativos e que o pesquisador participa ativamente da situação investigada, os resultados foram obtidos através de pesquisa qualitativa. Tal pesquisa foi realizada em uma turma de segundo ano do ensino médio de uma escola da rede estadual de ensino, situada na Região Metropolitana de Porto Alegre, no estado do Rio Grande do Sul.

A turma era composta por 24 alunos, sendo um deles com síndrome de Asperger. É válido salientar que esse aluno não contava com acompanhamento de um professor auxiliar de educação especial, porém era atendido, em turno inverso ao turno de realização das aulas, pelo Atendimento Educacional Especializado (AEE) na própria escola.

A fim de conhecer o ambiente da pesquisa e de estruturar um conjunto de práticas docentes que pudessem contribuir para a inserção de alunos com síndrome de Asperger, foram realizadas quatro observações, de 90 minutos, na turma foco do trabalho, tendo sido analisados os aspectos apresentados no Quadro 2.

Para registro das informações presentes no Quadro 2 foi utilizado um diário de campo. Segundo Lewgoy e Arruda (2004, p. 123-124), o diário de campo permite ao pesquisador, também, refletir e analisar sua ação e prática cotidiana, revendo suas limitações e desafios.

Assim, observando as individualidades, não só do aluno com síndrome de Asperger, mas de todos os alunos da turma, foram propostas práticas de ensino que respeitassem essas peculiaridades. Estas, foram aplicadas durante três oficinas, de 90 minutos cada, nas aulas de química, totalizando seis períodos de aula, para o ensino dos conteúdos de cinética química.

[...] para o ensino do conteúdo de cinética química, bem como para os demais conteúdos de química, é importante a utilização da experimentação de recursos variados, como forma de explorar e contextualizar o conteúdo.

Quadro 2: Aspectos observados em relação ao aluno foco da investigação.

Relação do aluno, com síndrome de Asperger, com o professor de química	O aluno possuía uma boa relação com o professor de química, perguntava e retirava dúvidas durante a aula.
Relação do aluno, com síndrome de Asperger, com os colegas	O aluno se relacionava bem com os colegas e ajudava-os com os exercícios.
Relação do aluno, com síndrome de Asperger, com os demais membros da escola	Nos momentos fora da sala de aula o aluno tentava se relacionar com os demais membros da escola, porém procurava estar sempre perto dos colegas de sala.
Relação do aluno, com síndrome de Asperger, com o ensino e com a aprendizagem	O aluno demonstrava pouco interesse em relação à apresentação do conteúdo. O mesmo prestava atenção na explicação do professor, porém não copiava o conteúdo do quadro negro. Mas memorizava e respondia os exercícios, oralmente.
O que este aluno gostava de fazer e o que não gostava	O aluno demonstrava interesse por atividades práticas e orais, mas não gostava de atividades que exigissem exposição, como apresentar trabalhos para a turma ou habilidades com a motricidade fina, como escrever, desenhar ou colorir.
O que o deixava disperso e/ou irritado	O aluno ficava muito irritado com a movimentação na porta da sala de aula. O mesmo levantava de sua classe e fechava a porta a todo instante. Ficava muito disperso também quando os colegas conversavam ou faziam alguma brincadeira.

Discussão dos resultados

72

Vários autores destacam que os sujeitos com síndrome de Asperger possuem individualidades e que é de suma importância receberem uma educação especializada, que respeite suas diversidades (Carvalho *et al.*, 2014; Ferreira e Tonelli, 2016). Assim sendo, é fundamental que o educador conheça as características de seus alunos, para que, assim, trace uma metodologia de ensino que contemple a todos os sujeitos.

Nesse sentido, as observações na turma foco do trabalho foram muito importantes para que a professora-pesquisadora compreendesse as peculiaridades do aluno com síndrome de Asperger, bem como de todos os estudantes da classe e, elaborasse um conjunto de atividades que desse conta dos objetivos desse trabalho, promovendo a inclusão desse aluno na sala de aula. Destaca-se, que, a fim de preservar a identidade do aluno com síndrome de Asperger, neste trabalho o mesmo foi chamado de Pedro. Já os demais alunos, foram citados no coletivo.

De acordo com as observações, notou-se que Pedro estava desmotivado em relação à disciplina de química, pois mostrava-se disperso e agitado. Então, em consonância com o que apontam os autores estudados, decidiu-se introduzir o conteúdo de cinética química para a turma, através de atividades experimentais e lúdicas (Miller e Lang, 2016).³

Como descrito por Santos *et al.* (2013) a adesão proposital de algumas estratégias pode contribuir para minimização do estresse dos alunos em sala de aula. Portanto, como os

sujeitos com síndrome de Asperger possuem apego à rotina, ao início de cada oficina se fez necessário a descrição de todo o roteiro da mesma. Com isso, notou-se que o aluno, foco da investigação, passou a ficar mais calmo e tranquilo. Notou-se que o mesmo, a todo instante, informava aos colegas o que seria realizado no momento seguinte, através de afirmações como estas:

- Pedro: “Agora nós vamos fazer a parte 2.”
- Pedro: “Agora nós vamos usar o tubo 3.”

Oficina 1

Autores, como Silva *et al.* (2012), apontam que os sujeitos com síndrome de Asperger sentem necessidade de fazer amizades e frustração pelas suas dificuldades de interação. Pensando nisso, na primeira oficina foi proposta uma dinâmica para promover a *interação do aluno com síndrome de Asperger* com o restante da turma. Inicialmente, ofertaram-se duas balas a cada estudante, porém informou-se aos mesmos que não poderiam utilizar suas mãos para abri-las.

Dessa maneira, os estudantes começaram a tentar abrir as balas das mais diversas formas, todas sem sucesso. Nessa ocasião, observou-se que Pedro interagiu com todos os colegas, sorrindo, propondo ideias e demonstrando estar confortável e alegre, mesmo não querendo comer as balas.

Embora os alunos não tenham conseguido abrir as balas, esse movimento foi importante, pois a turma interagiu tentando encontrar uma solução. No momento em que se revelou que poderiam ajudar uns aos outros, para abrirem

[...] as observações na turma foco do trabalho foram muito importantes para que a professora-pesquisadora compreendesse as peculiaridades do aluno com síndrome de Asperger, bem como de todos os estudantes da classe e, elaborasse um conjunto de atividades que desse conta dos objetivos desse trabalho, promovendo a inclusão desse aluno na sala de aula.

as balas, todos mostraram-se surpresos. Então, explicou-se que a essência de tal dinâmica era justamente mostrar a importância do coletivo, do trabalho em grupo e de ajudar uns aos outros.

Assim, percebeu-se a importância de se trabalhar atividades lúdicas, a fim de buscar a atenção desses estudantes, propiciando uma interferência positiva no desenvolvimento de seu sistema cognitivo e em sua aprendizagem, além de promover a interação dos mesmos com os colegas.

Autores, como Miller e Lang (2016), ressaltam também a importância da *experimentação* como uma ferramenta para exploração e contextualização do conteúdo, bem como a importância da *contextualização*, especialmente para alunos com essa síndrome, tendo em vista que os mesmos possuem dificuldades em entender conceitos abstratos.

Dessa maneira, considerando que nas observações o aluno se mostrou desmotivado em relação à apresentação teórica do conteúdo e ao relato da professora titular da turma sobre o aluno gostar de realizar experimentos no laboratório, decidiu-se introduzir o conteúdo com uma atividade experimental.

Para essa oficina, os alunos foram encaminhados ao laboratório de química da escola. Cabe salientar que, antes da realização dessa atividade experimental, se fez necessário uma visita prévia ao laboratório, com o intuito de verificar se o mesmo já havia sido limpo e organizado, para receber os estudantes, para contribuir com a excessiva busca por organização que os sujeitos com síndrome de Asperger enfrentam (Miller e Lang, 2016).

No laboratório, foram montados grupos de trabalho. Nesse momento, tomou-se o cuidado de agrupar Pedro com colegas que compreendessem suas dificuldades e ressaltassem seus pontos fortes. Logo após, foi entregue aos estudantes o roteiro dos experimentos e explicados todos os procedimentos que seriam realizados no laboratório, a fim de minimizar a ansiedade do aluno com síndrome de Asperger e tornar a aula menos estressante.

Para essa oficina foram selecionados experimentos que envolviam dois dos principais fatores que influenciam na velocidade das reações químicas, tais como a presença de um catalisador e a concentração dos reagentes. Dessa forma, os educandos puderam evidenciar, de maneira concreta, a influência desses fatores na velocidade da reação.

A Figura 1 mostra os educandos testando diferentes catalisadores para verificar sua eficiência e influência na velocidade da reação de decomposição da água oxigenada.

Assim, constatou-se a relevância da realização de atividades em grupo, desde que o aluno com síndrome de Asperger seja agrupado com colegas que respeitem suas diversidades e ressaltem suas habilidades. Nesse caso, tanto no trabalho do laboratório, como em sala de aula, Pedro contribuiu e interagiu com os colegas, os quais o deixaram bem à vontade durante as atividades. Mais especificamente no laboratório, o mesmo ajudou o grupo com atividades simples, como buscar vidrarias, mostrou-se motivado, entendendo o que estava sendo feito e prestando atenção, como mostra o seguinte diálogo:



Figura 1: Grupo de educandos utilizando batata em pedaços e xarope de iodeto de potássio como catalisadores, na reação de decomposição da água oxigenada.

- Professora: “Pessoal, em qual dos três experimentos (parte 1) a reação foi mais rápida?”

- Pedro: “Na última foi menos tempo e teve mais bolhas.”

- Professora: “E por que será que isso ocorreu?”

- Pedro: “Por causa do catalisador. O xarope e a batata são os catalisadores.”

Devido à importância da utilização de recursos como vídeos e atividades lúdicas, na busca de atenção dos alunos com síndrome de Asperger, os experimentos foram gravados pela professora e, posteriormente, editados, explicados e postados em um grupo de WhatsApp⁴, que foi criado, para o compartilhamento e uso para explicação do conteúdo na oficina 3.

Oficina 2

De maneira semelhante à oficina anterior, - tendo os mesmos cuidados e atenção com as diversidades do aluno com síndrome de Asperger - os alunos também foram levados ao laboratório de química da escola, para a realização da segunda parte dos experimentos.

Esses consistiam em verificar outros dois importantes fatores que influenciam na velocidade das reações químicas: a temperatura e a superfície de contato. Para isso, utilizaram-se comprimidos efervescentes e água, em diferentes temperaturas.

A Figura 2 ilustra a influência da superfície de contato na velocidade da reação. Já a Figura 3 mostra a influência da temperatura na reação.

Com essa prática os estudantes puderam detectar como a temperatura influencia na velocidade de uma reação, uma vez que com a mudança da temperatura da água foi notável



Figura 2: Influência da superfície de contato na velocidade da reação.

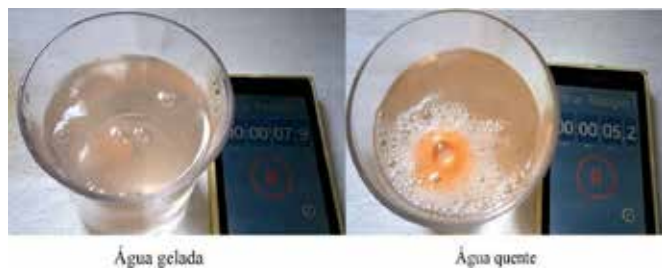


Figura 3: Influência da temperatura na velocidade da reação.

a alteração na velocidade de consumo do comprimido efervescente. Assim, foram explorados também outros sentidos, como, por exemplo, a audição, uma vez que, estes puderam ouvir a efervescência do comprimido. Essa é uma fase importante, já que os sujeitos com síndrome de Asperger apresentam hipersensibilidade sensorial (Silva *et al.*, 2012).

Nessa atividade, novamente Pedro mostrou-se prestativo e ajudou aos colegas em atividades simples, como alcançar os materiais, porém não quis, ele mesmo, manusear os reagentes e realizar a atividade prática. Contudo, percebeu-se que Pedro estava interagindo e entendendo o que estava sendo feito, pois comentava a respeito do que achava que ocorreria ao longo do experimento. Exemplos foram as intervenções do aluno no momento em que variou a temperatura da água para dissolução do comprimido efervescente ou a superfície de contato do mesmo:

- Pedro: “Agora vai ser mais rápido, porque na água da torneira foi mais rápido do que na água gelada.”

- Pedro: “Agora vai ser mais rápido, porque está partido.”

Após a atividade experimental, os estudantes foram encaminhados para sala de aula e, com o auxílio do quadro negro, alguns conceitos sobre os experimentos foram revisados e apontados, tais como: a função do catalisador na reação, qual foi o melhor catalisador utilizado, a importância dos catalisadores no cotidiano e na indústria, a influência das concentrações dos reagentes nas reações, a influência da temperatura e sua relação com a degradação dos alimentos, por exemplo, bem como a influência da superfície de contato dos reagentes na velocidade da reação.

Durante a atividade, Pedro respondeu a vários questionamentos feitos pela professora, junto ao grupo e interagiu com a turma, demonstrando, mais uma vez, que os experimentos contribuíram para a aprendizagem dos conceitos referentes ao conteúdo de cinética química.

Oficina 3

Na oficina 3, os alunos foram orientados a sentarem-se em grupo novamente (grupos de quatro alunos). Tendo em vista que durante as observações percebeu-se que o aluno foco da investigação apresentava maior afinidade, interação social e produtividade na disciplina de química com determinados colegas da turma, e que os mesmos compreendiam e respeitavam as suas diversidades, foi tomado o cuidado de agrupar esse aluno com esses colegas.

Em seguida, os estudantes assistiram ao vídeo, o qual constava a gravação e explicação dos experimentos realizados nas oficinas 2 e 3, previamente elaborado e enviado pela professora, no grupo da turma pelo *WhatsApp*, a fim de relembrar os experimentos e revisar os conceitos estudados, para, em grupo, elaborar um cartaz, sobre o conteúdo.

Essa atividade consistiu em os alunos confeccionarem um cartaz, explorando os conteúdos estudados, fornecendo exemplos, escrevendo ou desenhando em um papel cartaz e, em seguida, apresentarem o mesmo oralmente, respondendo também questionamentos do professor.

Durante a atividade de confecção do cartaz observou-se que Pedro estava disperso e agitado, de certa forma, influenciado pela agitação da turma. O aluno permaneceu junto ao grupo, mas não ajudou na confecção do mesmo. No entanto, apresentou o trabalho, respondendo questionamentos feitos pela professora e falando suas conclusões, referentes aos experimentos.

Como tinha-se notado durante as observações, Pedro não gostava de realizar atividades que envolviam escrever, colorir ou desenhar. Isso, provavelmente, deve-se ao fato de que os sujeitos com síndrome de Asperger apresentam dificuldades na motricidade fina (Willians e Wright, 2008). Apontando assim que, no caso de Pedro, a realização de atividades que envolvam a oralidade, ao invés da escrita, podem ser métodos mais eficientes de avaliação da construção do conhecimento.

Essas observações corroboram com trabalhos de autores que enfatizam que não existe uma metodologia “certa” para o ensino de alunos com síndrome de Asperger, mas que cabe ao educador conhecer e compreender as dificuldades e potencialidades do mesmo, para assim, traçar sua metodologia de ensino (Ferreira e Tonelli, 2016).

Para a análise das práticas docentes selecionadas, foram estabelecidos pontos a serem avaliados, durante a aplicação das oficinas, expressos na Tabela 1. Para isso, foram estabelecidos critérios como o envolvimento do aluno Pedro com a turma, com o grupo de trabalho e com a

Tabela 1: Avaliação do envolvimento do aluno Pedro nas atividades propostas nas oficinas.

Atividade	Envolvimento de Pedro com a turma	Envolvimento de Pedro com o grupo	Relação de Pedro com a professora	Participação do aluno nas atividades	Motivação na execução das atividades
Experimentação	Bom	Ótimo	Ótimo	Bom	Ótimo
Confecção do cartaz	Bom	Bom	Ótimo	Não Atingiu	Não Atingiu
Apresentação oral do cartaz	Bom	Ótimo	Ótimo	Ótimo	Bom

professora-pesquisadora, bem como a participação e a motivação do aluno nas atividades. Para determinar o nível em que esses critérios foram atingidos, foram determinadas as seguintes categorias: Ótimo, Bom e Não Atingiu.⁵

Considerações finais

Este trabalho foi desenvolvido com o intuito de propor práticas docentes que possam auxiliar os processos de ensino e de aprendizagem em química, em especial, observando aspectos peculiares que promovam a inclusão de alunos com síndrome de Asperger em escolas regulares. Para isso, foi necessário um estudo no que diz respeito às características desses sujeitos e as implicações que estas causam, no âmbito social, individual e cognitivo. Bem como das metodologias já utilizadas, até o momento.

Nesse contexto, foram procurados referenciais teóricos que abordassem metodologias de ensino capazes de contribuir com o ensino e a aprendizagem desses sujeitos. Considerando as metodologias apontadas por Miller e Lang (2016), pensou-se em oficinas que respeitassem as diversidades do aluno Pedro, bem como dos demais alunos da turma.

Para a realização dessas, adotaram-se estratégias que contribuíssem para a inclusão de tal aluno, como atividades em grupo, técnicas de integração, além de precauções a fim de minimizar o estresse, buscar a atenção e motivar o mesmo, como o estabelecimento de rotina, limpeza e organização do ambiente, a utilização da experimentação, de vídeos e a confecção de cartazes.

Dentre essas, destacam-se as atividades em laboratório, nas quais o aluno pôde evidenciar, através dos experimentos, os conceitos referentes ao conteúdo de cinética química. Além disso, faz-se oportuno destacar que o estabelecimento de rotina, limpeza e organização do local, bem como o cuidado em agrupar o aluno Pedro com colegas com os quais apresentava maior afinidade, contribuíram para promover a construção do seu conhecimento. Entretanto, o aluno não participou da confecção do cartaz - provavelmente porque os sujeitos com síndrome de Asperger apresentam dificuldades na motricidade fina -, porém explicou-o oralmente, demonstrando que atividades que envolvem a oralidade, ao invés da escrita, podem ser métodos mais eficientes.

Por outro lado, os resultados encontrados com a realização de tais oficinas, demonstram que é possível, através da adoção

de estratégias, promover a construção do conhecimento de todos os indivíduos. Com o presente trabalho também foi possível desenvolver práticas pedagógicas alternativas, para o ensino dos conteúdos de cinética, que facilitaram os processos de ensino e de aprendizagem, para todos os estudantes da turma, além de contribuir para que ocorra um particular olhar para a educação dos sujeitos com síndrome de Asperger. Nessa perspectiva, acredita-se que as oficinas realizadas contribuíram significativamente para este processo.

Notas

¹O Quadro 1 foi elaborado com base nos dados citados pela APA (2014) e por autores como: Carvalho *et al.* (2014) e Silva *et al.* (2012).

²Para Ausubel, aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um conhecimento já existente na estrutura cognitiva do aprendiz (Moreira, 2009).

³Em virtude do custo elevado dos reagentes, geralmente utilizados nos laboratórios de química, ressalta-se que neste trabalho todas as atividades foram realizadas utilizando materiais e reagentes de baixo custo e do cotidiano dos educandos, facilitando a contextualização do conteúdo (Silva, 2016)), propiciando que sejam realizados em qualquer escola, que possua ou não um laboratório de química.

⁴Whatsapp é um software para smartphones utilizado para troca de mensagens de texto instantaneamente, além de vídeos, fotos e áudios através de uma conexão a internet.

⁵Ótimo: atingiu plenamente os objetivos;

Bom: atingiu parcialmente os objetivos;

Não atingiu: não atingiu os objetivos.

Marcelo de Godoi (marcelogodoi@furg.br), graduado em Química licenciatura e mestre em Química Orgânica pela Universidade Federal de Santa Maria, doutor em Química pela Universidade Federal de Santa Catarina. Atualmente é professor Adjunto da Universidade Federal do Rio Grande. Santo Antônio da Patrulha, RS – BR. **Patrícia Ignácio** (patricia.ignacio@furg.br), licenciada em Pedagogia, mestre em Educação em Estudos Culturais pela Universidade Luterana do Brasil e doutora em Educação pela Universidade Federal de Pernambuco. Atualmente é professora adjunta da Universidade Federal do Rio Grande. Santo Antônio da Patrulha, RS – BR. **Jéssica Soares** (jessicasoares11@yahoo.com.br), graduada em Licenciatura em Ciências Exatas – Química pela Universidade Federal do Rio Grande. Atua como pesquisadora-colaboradora nos grupos de pesquisa LabSOV (Laboratório de Síntese Orgânica Verde). Santo Antônio da Patrulha, RS – BR.

Referências

APA. Associação Psiquiátrica Americana. *Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais: DSM-5*. Porto Alegre: Artmed, 2014.

Brasil, Decreto Legislativo nº 186 de 9 de julho de 2008. Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/Congresso/DLG/DLG-186-2008.htm, acessada em jun. 2017.

_____. Lei nº 12764 de 27 de dezembro de 2012. Política Nacional de Proteção dos Direitos da Pessoa com

Transtorno do Espectro Autista. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12764.htm, acessada em jun. 2017.

_____. Lei nº 12.796 de 4 de abril de 2013. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/l12796.htm, acessada em out. 2017.

_____. Lei nº 13.005 de 25 de junho de 2014. Plano Nacional de Educação. Disponível em: www.observatoriodopne.org.br/uploads/reference/file/439/documento-referencia.pdf, acessada em jun. 2017.

- _____. Lei nº 13.146 de 6 de julho de 2015. Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/13146.htm, acessada em ago. 2017.
- BAMPI, L. N. S.; GUILHERM, D. e ALVES, E. D. Modelo social: uma nova abordagem para o tema deficiência. *Rev. Latino-Am. Enfermagem*, v. 18, n. 4, p. 1-9, 2010.
- BRAZ, A.; DUARTE, M e CIA, F. Na escola: Adaptação do conteúdo de ciências para os alunos com Síndrome de Down: um relato das ações do PIBID do curso de Licenciatura em Educação Especial. In: Congresso Brasileiro de educação Especial. *Anais...* São Carlos, 2012.
- CARVALHO, M. P.; SOUZA, L. S. e CARVALHO, J. A. Síndrome de Asperger: Considerações sobre espectro do autismo. *Revista Científica do Itpac*, v. 7, p.1-10, 2014.
- CONFERÊNCIA MUNDIAL DE EDUCAÇÃO ESPECIAL. Declaração de Salamanca. UNESCO, 1994. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/salamanca.pdf>, acessada em jun. 2017.
- FERNANDES, T. C.; HUSSEIN, F. R. G. S. e DOMINGUES, R. C. P. R. Ensino de química para deficientes visuais: a importância da experimentação num enfoque multissensorial. *Química Nova na Escola*, v. 39, n. 2, p.195-203, 2017.
- FERREIRA, O. H. S. e TONELLI, J. R. A. Elaboração de sequência didática para o ensino de inglês a uma criança com necessidades educacionais especiais. In: XI Seminário de Pesquisa em Ciências Humanas. *Anais...* Londrina, 2016.
- FRANÇA, T. H. Modelo Social da Deficiência: uma ferramenta sociológica para a emancipação social. *Lutas Sociais*, v.17, n.31, p.59-73, 2013.
- FONSECA, J. J. S. *Metodologia da pesquisa científica*. Fortaleza: UEC, 2002.
- GERHARDT, T. E. e SILVEIRA, D. T. *Métodos de pesquisa*. 1. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.
- INEP. Censo Escolar 2016: notas estatísticas. Brasília, 2017. Disponível em http://abed.org.br/arquivos/apresentacao_censo_escolar_da_educacao_basica_2016.pdf, acessada em mai. 2017.
- KRANS, C. R. e GOMES, L. C. Educação especial/inclusiva nos cursos de licenciatura em matemática no nordeste brasileiro. In: Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM). *Anais...* São Paulo, 2016.
- LEWGOY, A. M. B. e ARRUDA, M. P. *Novas tecnologias na prática profissional do professor universitário: a experiência do diário digital*. Porto Alegre: EDIPUCRS, n. 2. 2004.
- MILLER, D. K. e LANG, P. L. Using the Universal Design for Learning Approach in Science Laboratories to minimize student stress. *Journal of Chemical Education*, v. 93, n. 11, p.1823-1828, 2016.
- OLIVEIRA, W.D. e BENITE, A.M.C. Aulas de ciências para surdos: estudos sobre a produção do discurso de intérpretes de LIBRAS e professores de ciências. *Ciênc.Educ.*, v.21, p.457-472, 2015.
- PEDROSO, C. C. A.; CAMPOS, J. A. P. P. e DUARTE, M. Formação de professores e educação inclusiva: análise das matrizes curriculares dos cursos de licenciatura. *Educação Unisinos*, v. 17, n. 1, p.40-47, 2013.
- ROBISON, J. E. *Olhe nos meus olhos: minha vida com a Síndrome de Asperger*. São Paulo: Larousse do Brasil, 2008.
- SANTOS, A. et al. Metodologias de ensino para crianças autistas: superando limitações em busca da inclusão. In: Fórum Internacional de Pedagogia. *Anais...* Vitória da Conquista, 2013.
- SILVA, A. B. B.; GAIATO, M. B. e REVELES, L. T. *Mundo Singular: Entenda o Autismo*. São Paulo: Fontanar, 2012.
- SILVA, A. T.; SILVA, L. H. S. e HACHIMINE, A. H. F. O aluno com transtorno do espectro autista: inclusão escolar e desafios. *Educação*, v. 6, n. 3, p.123-141, 2016.
- SILVA, V. F. A presença de alunos autistas em salas regulares, a aprendizagem de ciências e a alfabetização científica: percepções de professores a partir de uma pesquisa fenomenológica. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Bauru, 2015.
- TRAMONTE, R. *Humor azul: o lado engraçado do autismo*. Florianópolis: Ed. do autor, 2015.
- VALADARES, J. A e MOREIRA, M.A. *A Teoria da Aprendizagem Significativa: sua fundamentação e implementação*. Coimbra: Almedina, 2009.
- VILELA, E. B. e BENITE, A. M. C. A Educação inclusiva na percepção dos professores de química. *Ciência & Educação*, v. 16, n. 3, p. 585-594, 2010.
- WILLIAMS, C. e WRIGHT, B. *Convivendo com Autismo e Síndrome de Asperger*. São Paulo: M.Books, 2008.

Abstract: *Teaching practices which can contribute to the inclusion of students with asperger syndrome: an alternative approach to chemistry education.* With the universalization of teaching and the increasing presence of students with disabilities in regular teaching groups, it is necessary to think of teaching practices which can contribute to the inclusion of these students, as well as promote the construction of knowledge of all citizens who are part of the school space. In this regard, this qualitative research aims to present teaching practices that can make possible processes of teaching and learning in chemistry, in classes of regular education with students with Asperger syndrome. Thus, workshops were developed at a school in the metropolitan region of Porto Alegre, which considered the diversities presented by the class. After applying the workshops and analyzing the results, it was noticed that the adaptation of resources and the adoption of alternative strategies contributed significantly to the teaching of chemistry of the class.

Keywords: Asperger's Syndrome, chemistry teaching, inclusive education

Experimentação no ensino de células galvânicas para o Ensino Médio

Bruno P. Diniz, Alice S. Alves, Leandro C. Lemes, Luís Antônio da Silva e Valéria A. Alves

A eletroquímica é um assunto considerado de difícil compreensão para a maioria dos alunos e professores do Ensino Médio. Este artigo apresenta dois *kits* experimentais contendo pilhas comerciais e células galvânicas alternativas, que podem ser facilmente reproduzidos por professores da Educação Básica, juntamente com seus alunos. O material utilizado para montagem dos *kits* é acessível e de baixo custo. Esta proposta foi desenvolvida tendo como foco uma questão de eletroquímica do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) realizado em 2017. A referida questão envolveu a utilização de duas células galvânicas em série (bateria) para acender uma lâmpada *led* (diodo emissor de luz) azul. A partir da análise dos microdados do ENEM, disponíveis no portal do Instituto Nacional Anísio Teixeira (INEP), foi possível obter as respostas de todos os participantes na prova de Ciências da Natureza do ENEM 2017. Apenas 18,96% acertaram a alternativa correta.

► ENEM, eletroquímica, experimentação ◀

Recebido em 09/10/2018, aceito em 12/02/2019

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um material didático, *kits* experimentais de eletroquímica, que utilizam associações em série e em paralelo de pilhas comerciais e células galvânicas confeccionadas com materiais de fácil acesso. A motivação para montagem dos *kits* se deu a partir de uma questão de eletroquímica, que compôs a prova de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM 2017), reproduzida na Figura 1 (INEP, 2017).

A resolução dessa questão facilita o ensino-aprendizagem de conceitos fundamentais sobre as células galvânicas, como por exemplo, conectando-se dois eletrodos que apresentam diferentes potenciais elétricos por meio de um circuito elétrico externo, inicia-se um fluxo de elétrons

através desse circuito, do ânodo (o eletrodo negativo) em direção ao cátodo (o eletrodo positivo) (Cohen *et al.*, 2018).

A resolução detalhada da questão do ENEM 2017, apresentada mais adiante, permite visualizar que três alternativas estão associadas em paralelo, e apenas duas estão associadas em série (ver resolução). No caso das duas alternativas nas quais as células galvânicas estão associadas em série, apenas uma fornece o potencial de célula necessário para acender o *led*.

A dificuldade normalmente apresentada pelos estudantes do Ensino Médio com o tema

eletroquímica (Doymus *et al.*, 2010) fundamentou o desenvolvimento dos *kits* para auxiliar na compreensão dos conceitos básicos necessários para resolução da referida questão, como por exemplo: células galvânicas, pilhas e baterias, e associações em série e/ou em paralelo.

A terminologia usada para descrever os sistemas eletroquímicos que armazenam energia não é precisa. O termo “pilha” deveria, em princípio, ser empregado para se referir

A terminologia usada para descrever os sistemas eletroquímicos que armazenam energia não é precisa. O termo “pilha” deveria, em princípio, ser empregado para se referir a uma única célula galvânica, enquanto o termo “bateria” deveria ser usado para se referir a duas ou mais células galvânicas interligadas em série ou paralelo, dependendo da exigência por maior potencial ou corrente, respectivamente.

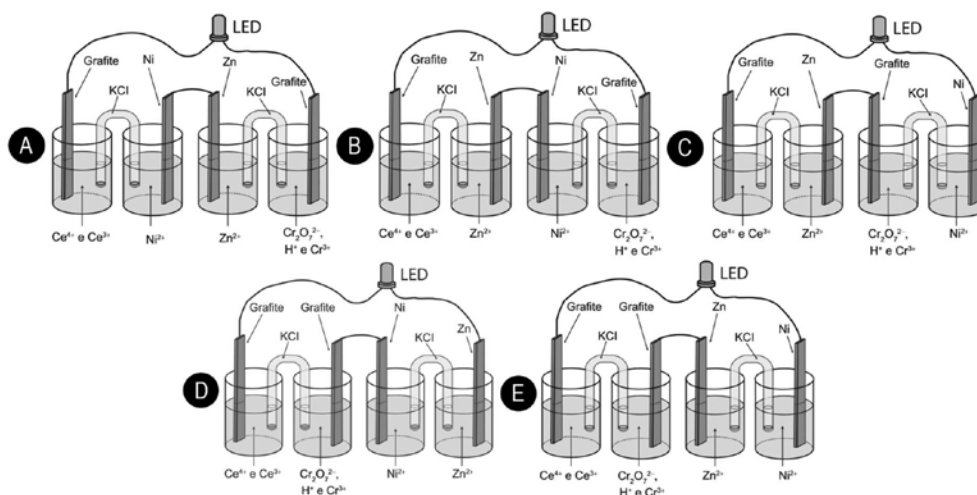
A seção “Experimentação no Ensino de Química” descreve experimentos cuja implementação e interpretação contribuem para a construção de conceitos científicos por parte dos alunos. Os materiais e reagentes usados são facilmente encontráveis, permitindo a realização dos experimentos em qualquer escola.

A invenção do LED azul, que permite a geração de outras cores para compor a luz branca, permitiu a construção de lâmpadas energeticamente mais eficientes e mais duráveis do que as incandescentes e fluorescentes. Em um experimento de laboratório, pretende-se associar duas pilhas em série para acender um LED azul que requer 3,6 volts para o seu funcionamento.

Considere as semirreações de redução e seus respectivos potenciais mostrados no quadro.

Semirreação de redução	$E^\ominus$ (V)
$\text{Ce}^{4+}(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Ce}^{3+}(\text{aq})$	+1,61
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + 14 \text{H}^+(\text{aq}) + 6 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 7 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	+1,33
$\text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Ni}(\text{s})$	-0,25
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Zn}(\text{s})$	-0,76

Qual associação em série de pilhas fornece diferença de potencial, nas condições-padrão, suficiente para acender o LED azul?



CN - 2º dia | Caderno 7 - AZUL - Página 11

Figura 1: Questão nº 121 do caderno 7 azul da prova de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, do ENEM 2017. A resolução da questão foi proposta pelos autores.

a uma única célula galvânica, enquanto o termo “bateria” deveria ser usado para se referir a duas ou mais células galvânicas interligadas em série ou paralelo, dependendo da exigência por maior potencial ou corrente, respectivamente. No entanto, diversos dispositivos eletroquímicos comerciais que fazem parte do nosso dia a dia revelam que os termos “pilha” e “bateria” têm sido usados de forma indistinta para descrever tais sistemas (Bocchi *et al.*, 2000).

Segundo a imprensa (Revista Veja, 2017; Blog do ENEM, 2017), essa foi considerada uma das cinco questões mais difíceis da prova do 2º dia, com 90 questões. A partir da análise dos microdados do ENEM, disponíveis no portal do INEP (INEP, 2017), foi possível obter as respostas de 4.434.517 estudantes que fizeram as provas dos cadernos amarelo, azul, cinza e rosa de Ciências da Natureza (CN) do ENEM 2017. Após correção da referida questão, das

provas de alunos que estavam presentes, obteve-se que apenas 18,96% responderam-na corretamente com a letra (C), o que de fato corrobora a dificuldade da questão. Esse dado mostra a importância de que conceitos de eletroquímica estudados no Ensino Médio sejam enfatizados, inclusive com a utilização de experimentos simples (Santos *et al.*, 2018). No caso dessa questão, além dos estudantes terem que saber calcular o potencial de célula desenvolvido em cada célula galvânica, eles teriam que conhecer o conceito de circuitos com associação em série, ou seja, fazer uma articulação com os conceitos de física.

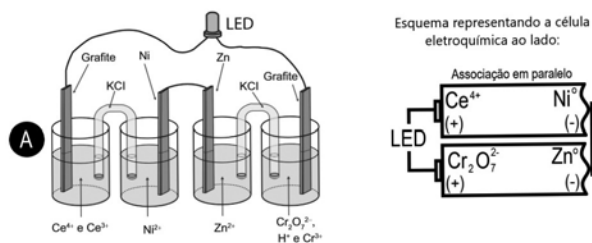
Segundo Santos *et al.* (2018, p.258) “diante destas e outras dificuldades sentidas por alunos, pela relevância desta ciência para a humanidade, é necessário buscar métodos alternativos para facilitar o ensino e a compreensão da Eletroquímica, relacionando os fenômenos químicos com

o cotidiano do aluno, associando a teoria com a prática de uma maneira contextualizada.”

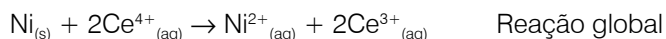
Resolução detalhada de cada alternativa da questão do ENEM 2017

A resolução detalhada de cada alternativa permite visualizar o tipo de associação das células galvânicas e como o *led* está conectado nas células galvânicas associadas, bem como a escrita correta de cada semirreação e o cálculo do potencial de cada célula isolada e em associação.

A alternativa (A) apresenta uma associação de células galvânicas em paralelo. O eletrodo negativo é formado pelos pares redox $\text{Ni}^{2+}_{(\text{aq})}/\text{Ni}_{(\text{s})}$ e $\text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})}/\text{Zn}_{(\text{s})}$ (ânodos) e o eletrodo positivo formado pelos pares redox $\text{Ce}^{4+}_{(\text{aq})}/\text{Ce}^{3+}_{(\text{aq})}$ e $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}_{(\text{aq})}/\text{Cr}^{3+}_{(\text{aq})}$ (cátodos). A célula galvânica da esquerda é formada pela combinação do par redox $\text{Ni}^{2+}_{(\text{aq})}/\text{Ni}_{(\text{s})}$ com o par redox $\text{Ce}^{4+}_{(\text{aq})}/\text{Ce}^{3+}_{(\text{aq})}$ e a célula galvânica da direita é formada pela combinação do par redox $\text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})}/\text{Zn}_{(\text{s})}$ com o par redox $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}_{(\text{aq})}/\text{Cr}^{3+}_{(\text{aq})}$. Em cada célula galvânica o fluxo de elétrons acontece do ânodo para o cátodo. O reconhecimento das espécies envolvidas em cada célula galvânica facilita a resolução detalhada da alternativa:

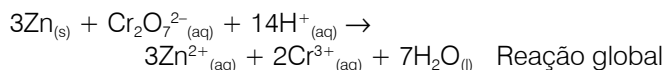
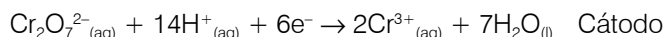


Semirreações que ocorrem na célula galvânica da esquerda:



$$E^\circ_{\text{célula galvânica esquerda}} = E^\circ_{\text{cátodo}} - E^\circ_{\text{ânodo}} = +1,61 - (-0,25) = +1,86 \text{ V}$$

Semirreações que ocorrem na célula galvânica da direita:



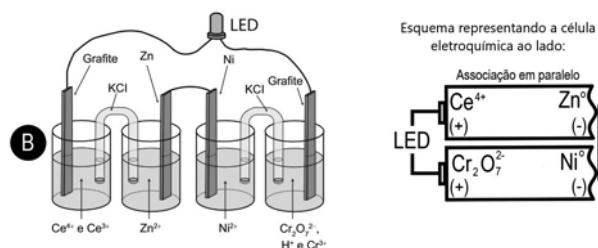
$$E^\circ_{\text{célula galvânica direita}} = E^\circ_{\text{cátodo}} - E^\circ_{\text{ânodo}} = +1,33 - (-0,76) = +2,09 \text{ V}$$

Considerando as resistências internas iguais nas duas células galvânicas, o potencial das células galvânicas em paralelo é dado por (Lopes *et al.*, 2003):

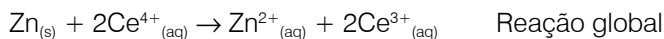
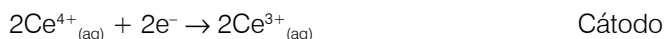
$$E^\circ_{\text{bateria}} = \frac{E^\circ_{\text{célula galvânica esquerda}} + E^\circ_{\text{célula galvânica direita}}}{2} = \frac{+1,86 + (+2,09)}{2} = +1,97 \text{ V} < +3,6 \text{ V}$$

Essa alternativa é considerada incorreta. Ressalta-se que os terminais do *led* foram conectados a dois cátodos (eletrodos positivos), o que, por si só, permitiria considerar a alternativa incorreta, pois é impossível acender um *led* com essa configuração. Porém, os autores apresentam os cálculos do potencial da célula eletroquímica, por considerar útil para fins didáticos.

A alternativa (B) também apresenta uma associação de células galvânicas em paralelo. O eletrodo negativo é formado pelos pares redox $\text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})}/\text{Zn}_{(\text{s})}$ e $\text{Ni}^{2+}_{(\text{aq})}/\text{Ni}_{(\text{s})}$ (ânodos) e o eletrodo positivo formado pelos pares redox $\text{Ce}^{4+}_{(\text{aq})}/\text{Ce}^{3+}_{(\text{aq})}$ e $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}_{(\text{aq})}/\text{Cr}^{3+}_{(\text{aq})}$ (cátodos). Nessa alternativa a célula galvânica da esquerda é formada pela combinação do par redox $\text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})}/\text{Zn}_{(\text{s})}$ com o par redox $\text{Ce}^{4+}_{(\text{aq})}/\text{Ce}^{3+}_{(\text{aq})}$ e a célula galvânica da direita é formada pela combinação do par redox $\text{Ni}^{2+}_{(\text{aq})}/\text{Ni}_{(\text{s})}$ com o par redox $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}_{(\text{aq})}/\text{Cr}^{3+}_{(\text{aq})}$. Em cada célula galvânica o fluxo de elétrons acontece do ânodo para o cátodo. Essas informações facilitam a resolução detalhada da alternativa:

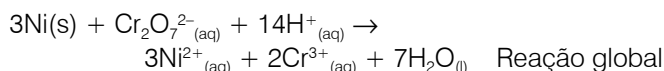
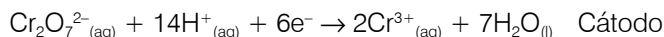


Semirreações que ocorrem na célula galvânica da esquerda:



$$E^\circ_{\text{célula galvânica esquerda}} = E^\circ_{\text{cátodo}} - E^\circ_{\text{ânodo}} = +1,61 - (-0,76) = +2,37 \text{ V}$$

Semirreações que ocorrem na célula galvânica da direita:



$$E^\circ_{\text{célula galvânica direita}} = E^\circ_{\text{cátodo}} - E^\circ_{\text{ânodo}} = +1,33 - (-0,25) = +1,58 \text{ V}$$

Considerando as resistências internas iguais nas duas

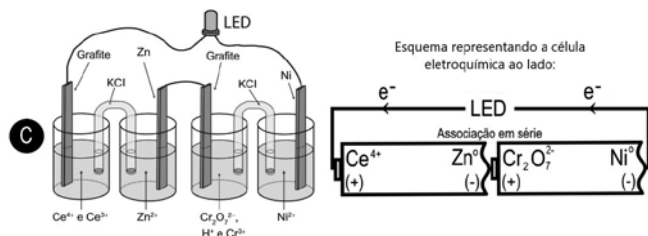
células galvânicas, o potencial das células galvânicas em paralelo é dado por (Lopes *et al.*, 2003):

$$E_{\text{bateria}}^{\circ} = \frac{E_{\text{célula galvânica esquerda}}^{\circ} + E_{\text{célula galvânica direita}}^{\circ}}{2}$$

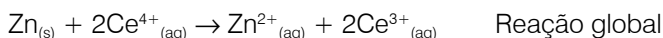
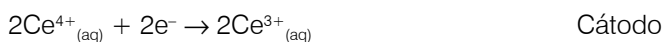
$$= \frac{+2,37 + (+1,58)}{2} = +1,97 \text{ V} < +3,6 \text{ V}$$

Essa alternativa é considerada incorreta. Ressalta-se que os terminais do *led* foram conectados a dois cátodos (eletrodos positivos), o que, por si só, permitiria considerar a alternativa incorreta, pois é impossível acender um *led* com essa configuração. Porém, os autores apresentam os cálculos do potencial da célula eletroquímica, por considerar útil para fins didáticos.

A alternativa (C) apresenta uma associação de células galvânicas em série. Nessa alternativa a célula galvânica da esquerda é formada pela combinação do par redox $\text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})}/\text{Zn}_{(\text{s})}$ com o par redox $\text{Ce}^{4+}_{(\text{aq})}/\text{Ce}^{3+}_{(\text{aq})}$ e a célula galvânica da direita é formada pela combinação do par redox $\text{Ni}^{2+}_{(\text{aq})}/\text{Ni}_{(\text{s})}$ com o par redox $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}_{(\text{aq})}/\text{Cr}^{3+}_{(\text{aq})}$. Na célula galvânica da esquerda os elétrons fluem do ânodo, par redox $\text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})}/\text{Zn}_{(\text{s})}$, que apresenta um menor potencial elétrico, em direção ao cátodo, par redox $\text{Ce}^{4+}_{(\text{aq})}/\text{Ce}^{3+}_{(\text{aq})}$, que tem um potencial elétrico mais alto (mais positivo). Na célula eletroquímica da direita, os elétrons fluem do ânodo, par redox $\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}_{(\text{s})}$, que apresenta um menor potencial elétrico, para o cátodo, par redox $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}$, que desenvolve um potencial elétrico mais alto. Interligando-se essas duas células galvânicas em série, ocorre um fluxo de elétrons pelo circuito externo, do ânodo, par redox $\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}_{(\text{s})}$, em direção ao cátodo, par redox $\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}$, cujo potencial da bateria permite acender o *led*. As informações observadas facilitam a resolução detalhada da alternativa:

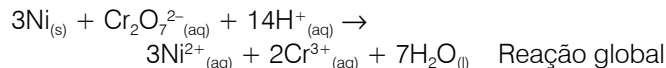
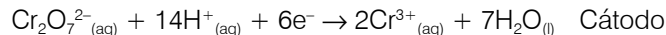


Semirreações que ocorrem na célula galvânica da esquerda:



$$E_{\text{célula galvânica esquerda}}^{\circ} = E_{\text{cátodo}}^{\circ} - E_{\text{ânodo}}^{\circ} = +1,61 - (-0,76) = +2,37 \text{ V}$$

Semirreações que ocorrem na célula galvânica da direita:



$$E_{\text{célula galvânica direita}}^{\circ} = E_{\text{cátodo}}^{\circ} - E_{\text{ânodo}}^{\circ} = +1,33 - (-0,25) = +1,58 \text{ V}$$

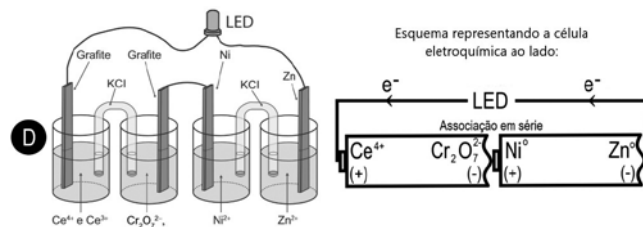
O potencial da célula galvânica associada em série é dado por:

$$E_{\text{bateria}}^{\circ} = E_{\text{célula galvânica esquerda}}^{\circ} + E_{\text{célula galvânica direita}}^{\circ}$$

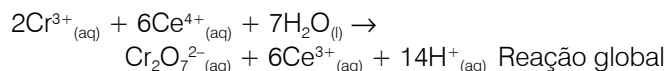
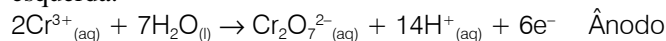
$$= +2,37 + (+1,58) = +3,95 \text{ V} > +3,6 \text{ V}$$

Essa alternativa é considerada correta.

A alternativa (D) apresenta uma associação de células galvânicas em série. O eletrodo negativo é formado pelos pares redox $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}_{(\text{aq})}/\text{Cr}^{3+}_{(\text{aq})}$ e $\text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})}/\text{Zn}_{(\text{s})}$ (ânodos) e o eletrodo positivo formado pelos pares redox $\text{Ce}^{4+}_{(\text{aq})}/\text{Ce}^{3+}_{(\text{aq})}$ e $\text{Ni}^{2+}_{(\text{aq})}/\text{Ni}_{(\text{s})}$ (cátodos). A célula galvânica da esquerda é formada pela combinação do par redox $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}_{(\text{aq})}/\text{Cr}^{3+}_{(\text{aq})}$ com o par redox $\text{Ce}^{4+}_{(\text{aq})}/\text{Ce}^{3+}_{(\text{aq})}$ e a célula galvânica da direita é formada pela combinação do par redox $\text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})}/\text{Zn}_{(\text{s})}$ com o par redox $\text{Ni}^{2+}_{(\text{aq})}/\text{Ni}_{(\text{s})}$. A associação dessas duas células galvânicas em série, promove o fluxo de elétrons pelo circuito externo, do ânodo, par redox $\text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})}/\text{Zn}_{(\text{s})}$, em direção ao cátodo, par redox $\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}$. O reconhecimento das espécies envolvidas em cada célula galvânica facilita a resolução detalhada da alternativa (D):

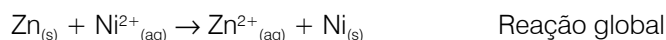


Semirreações que ocorrem na célula galvânica da esquerda:



$$E_{\text{célula galvânica esquerda}}^{\circ} = E_{\text{cátodo}}^{\circ} - E_{\text{ânodo}}^{\circ} = +1,61 - (+1,33) = +0,28 \text{ V}$$

Semirreações que ocorrem na célula galvânica da esquerda:



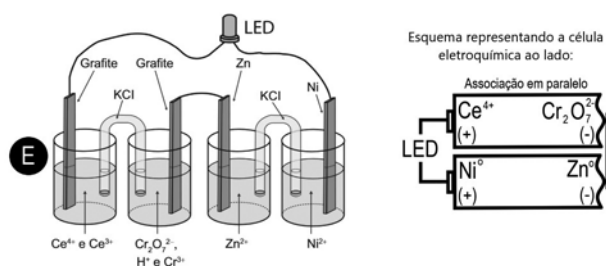
$$E^{\circ}_{\text{célula galvânica direita}} = E^{\circ}_{\text{cátodo}} - E^{\circ}_{\text{ânodo}} = -0,25 - (-0,76) = +0,51 \text{ V}$$

O potencial da célula galvânica associada em série é dado por:

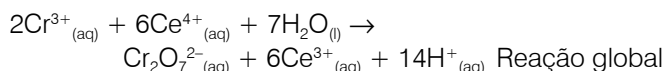
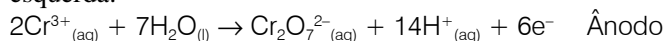
$$E^{\circ}_{\text{bateria}} = E^{\circ}_{\text{célula galvânica esquerda}} + E^{\circ}_{\text{célula galvânica direita}} = +0,28 + (+0,51) = +0,79 \text{ V} < +3,6 \text{ V}$$

Essa alternativa é considerada **incorreta**, porque o potencial de célula não é suficiente para acender o *led*.

A alternativa (E) apresenta uma associação de células galvânicas em paralelo. O eletrodo negativo é formado pelos pares redox $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}$ e $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}_{(\text{s})}$ (ânodos) e o eletrodo positivo formado pelos pares redox $\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}$ e $\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}_{(\text{s})}$ (cátodos). A célula galvânica da esquerda é formada pela combinação do par redox $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}$ com o par redox $\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}$ e a célula galvânica da direita é formada pela combinação do par redox $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}_{(\text{s})}$ com o par redox $\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}_{(\text{s})}$. Em cada célula galvânica o fluxo de elétrons acontece do ânodo para o cátodo. As informações facilitam a resolução detalhada da alternativa (E):

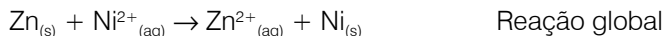


Semirreações que ocorrem na célula galvânica da esquerda:



$$E^{\circ}_{\text{célula galvânica esquerda}} = E^{\circ}_{\text{cátodo}} - E^{\circ}_{\text{ânodo}} = +1,61 - (+1,33) = +0,28 \text{ V}$$

Semirreações que ocorrem na célula galvânica da direita:



$$E^{\circ}_{\text{célula galvânica direita}} = E^{\circ}_{\text{cátodo}} - E^{\circ}_{\text{ânodo}} = -0,25 - (-0,76) = +0,51 \text{ V}$$

Considerando as resistências internas iguais nas duas células galvânicas, o potencial da célula galvânica em paralelo é dado por (Lopes *et al.*, 2003):

$$E^{\circ}_{\text{bateria}} = \frac{E^{\circ}_{\text{célula galvânica esquerda}} + E^{\circ}_{\text{célula galvânica direita}}}{2} = \frac{+0,28 + (+0,51)}{2} = +0,395 \text{ V} < +3,6 \text{ V}$$

Essa alternativa é considerada **incorreta**. Ressalta-se que os terminais do *led* foram conectados a dois cátodos (eletrodos positivos), o que, por si só, permitiria considerar a alternativa incorreta, pois é impossível acender um *led* com essa configuração. Porém, os autores apresentam o cálculo do potencial de célula eletroquímica, por considerar útil para fins didáticos.

Planejando os experimentos com pilhas comerciais e células galvânicas

Diante do baixo desempenho dos alunos quanto à resolução da questão do ENEM 2017 (Figura 1), são propostos dois *kits* experimentais de eletroquímica para o ensino de células galvânicas, utilizando-se materiais de fácil acesso e baixo custo (Figura 2), os quais podem ser facilmente reproduzidos por alunos ou professores dos Ensinos Médio ou Superior.

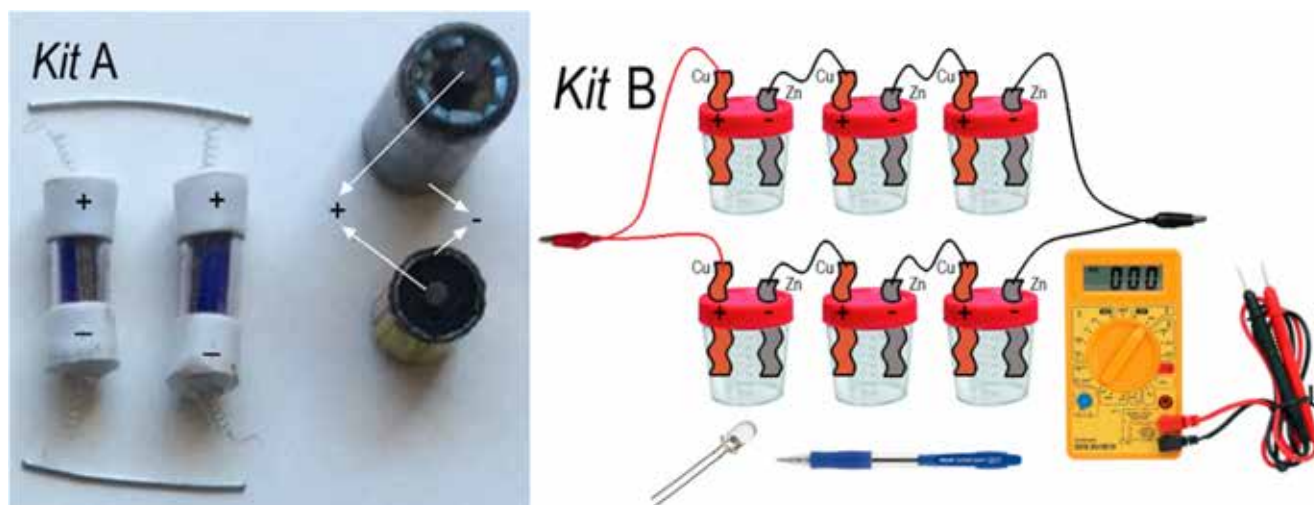


Figura 2: Esquema mostrando a configuração final dos kits A e B.

As pilhas comerciais mostradas na Figura 2, *kit A* (**Entendendo o funcionamento das pilhas comerciais**), são utilizadas para a associação em série ou em paralelo, visando fazer uma relação com os respectivos potenciais de célula e demonstrar que a única possibilidade para acender o *led* acontece somente com a associação em série. As células galvânicas alternativas, de Cu/Zn, apresentadas na Figura 2, *kit B* (**Células galvânicas confeccionadas com materiais de fácil acesso**), proporcionam verificações similares às obtidas utilizando-se as pilhas comerciais, porém a única possibilidade para acender o *led* acontece com dois conjuntos de três células galvânicas de Cu/Zn em série, associados em paralelo, como será demonstrado mais adiante.

É importante mencionar que ambos os *kits* não utilizam os mesmos reagentes da questão do ENEM, mas a sua utilização para acender o *led* permite envolver os conceitos e dar os subsídios necessários para a sua resolução. Os reagentes utilizados na questão do ENEM são caros, como os sais de cério, e, portanto, de difícil acesso pelas escolas, ou apresentam toxicidade, como o dicromato de potássio, o que torna inviável a sua utilização.

Materiais necessários para a montagem do *kit A* – Entendendo o funcionamento das pilhas comerciais

1 multímetro; 2 molas de canetas (que não serão mais utilizadas); 2 pedaços de mangueira de silicone de ~5 cm de comprimento por ~1,5 cm de diâmetro; 2 pilhas AAA; 4 ponteiros de borracha empregados em bastões de madeira que sustentam painéis de lona (que não serão mais utilizados); 1 pilha cortada ao meio, conforme indicado na Figura 3(a);

1 caneta inutilizada. Remova todas as partes dela e separe apenas o corpo plástico da caneta; 1 frasco de 250 g de maionese, com a tampa. Fure a tampa de modo a encaixar a ponta do corpo de plástico da caneta; 1 tubo de cola de silicone; 1 *led* azul.

Faça um pequeno furo na parte superior do corpo plástico da caneta e encaixe o *led* conforme a Figura 3(b). Coloque um pouco de cola de silicone e deixe curar por 24 horas. Encaixe o conjunto montado no pote de plástico, conforme mostrado na Figura 3(c). Use as 4 ponteiros de borracha (já furadas) e as 4 molas para fazer a montagem conforme a Figura 3(d). Encaixe uma das peças da Figura 3(d) na extremidade de um dos pedaços de mangueira. Faça isso com o outro pedaço de mangueira também. Encaixe a pilha dentro da mangueira. Feche a outra extremidade da mangueira com a outra ponteira de borracha, conforme mostrado na Figura 3(e).

Materiais necessários para a montagem do *kit B* – Células galvânicas confeccionadas com materiais de fácil acesso

1 multímetro; 1 *led* azul [ver montagem na Figura 3(c)]; 6 frascos de plástico, do tipo coletor universal, com capacidade 80 mL e tampa de 14 mm (pode ser encontrado em farmácias); uma solução preparada a partir de 500 mL água de torneira e 1 colher (de sopa) de sal de cozinha; pedaços de cobre e zinco. O cobre pode ser obtido a partir de retalhos de fios elétricos e o zinco no interior de pilhas comuns esgotadas. Para obtenção da chapa de zinco remova o envoltório de proteção e as tampas de aço que fazem o contato elétrico com os polos positivo e negativo da pilha. Em seguida, remova o lacre de piche e o envoltório de papelão, para expor o

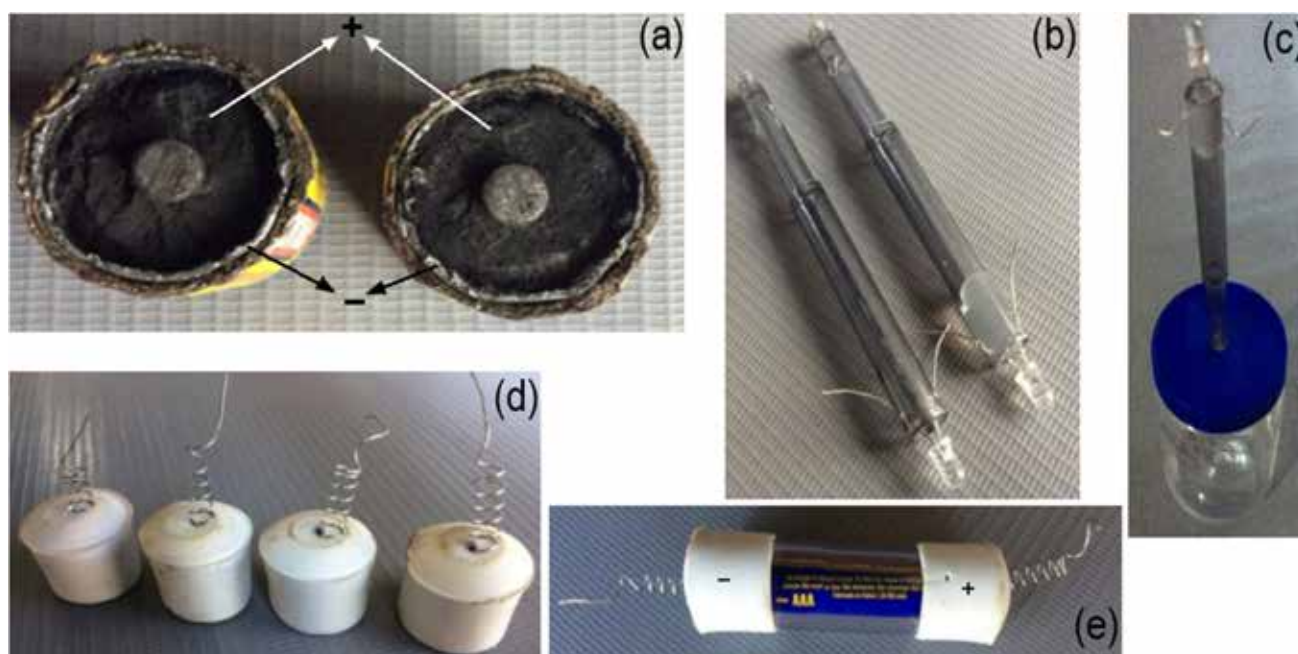


Figura 3: Fotografias dos materiais necessários para montagem do *kit A*. (a) Pilha cortada ao meio; (b) tubos plásticos de caneta com os *led* encaixados e colados; (c) aparato final para acender o *led*; (d) ponteiros de borracha empregados em bastões de madeira que sustentam painéis de lona com molas de canetas encaixadas; (e) pedaço de mangueira contendo a pilha AAA e com as extremidades fechadas com as peças montadas em (d).

zínco, que se encontra na forma de um cilindro (veja Figura 2, *kit A*, pilha grande). Na extremidade aberta do cilindro de zinco observe as partes isolantes de proteção e o cátodo de carbono. O cilindro de zinco é preenchido com uma pasta de MnO_2 , C, NH_4Cl , ZnCl_2 e H_2O (Marconato e Bidóia, 2003). Utilize luvas nitrílicas e uma pequena chave de fenda para remover a pasta e isolar o zinco metálico.

Nas tampas dos frascos de plástico faça dois cortes e encaixe um pedaço de metal em cada corte (cobre e zinco), conforme mostrado na Figura 2. Prepare 4 conjuntos de eletrodos contendo um pedaço de cobre e um de zinco, soldados na extremidade de um fio de cobre para o contato elétrico. Prepare também 1 conjunto de eletrodos contendo 2 pedaços de zinco e 1 conjunto de eletrodos contendo 2 pedaços de cobre, ambos soldados na extremidade de um fio de cobre para o contato elétrico.

Descarte dos resíduos produzidos no experimento e recomendação de segurança

A maior parte dos materiais utilizados nos *kits A* ou *B* é oriunda de descarte. As duas pilhas AAA para funcionamento do *kit A* podem ser as mesmas que são utilizadas em controle remoto de televisão. Os alunos podem retirar do equipamento e, depois de utilizadas no experimento, podem colocar de volta, evitando a produção de lixo e o descarte no meio ambiente.

Dois metades de uma pilha cortada ao meio são suficientes para uma sala de aula e podem ser reutilizadas várias vezes por um longo período de tempo (anos), evitando a geração de resíduos. Após exaurir completamente, as duas metades da pilha podem ser descartadas num posto de coleta de pilhas descarregadas, assim como os resíduos da pilha utilizada para obtenção do zinco metálico. Marconato e Bidóia (2003) não recomendam a abertura de pilhas alcalinas para obtenção do zinco; nesse caso a composição é diferente e há risco de acidentes.

A solução salina utilizada no *kit B* não contém sais de íons metálicos dissolvidos, e por isso pode ser descartada normalmente, sem nenhum tratamento prévio.

Explorando as possibilidades experimentais dos kits

Kit A – Entendendo o funcionamento das pilhas comerciais

Medindo o potencial de célula a partir da secção transversal da pilha

A visualização das partes internas que compõem uma pilha comercial facilita o processo sequencial de ensino-aprendizagem de células galvânicas. Escolha uma das metades da pilha, ligue o multímetro e coloque na escala de 20 V. Encaixe as extremidades metálicas dos cabos do multímetro em cada um dos polos da seguinte maneira: a extremidade metálica da ponta vermelha (polo positivo) na pasta preta ou então no tarugo central (grafite) e a da preta (polo negativo) na parte metálica da pilha (invólucro

de zinco), conforme indicado na Figura 4(a). O potencial de célula medido é de +1,48 V. Inverta a posição das extremidades metálicas dos cabos do multímetro; a medida do potencial de célula fornece o mesmo valor, com o sinal oposto. Isso quer dizer que, na primeira configuração, os polos positivo e negativo do multímetro estão conectados com o cátodo e ânodo da pilha, respectivamente, e na segunda configuração as polaridades do multímetro e da pilha estão invertidas (Teixeira Júnior, 2016). É possível explorar mais a pilha comercial, pedindo aos alunos que: a) identifiquem o cátodo e o ânodo da pilha, bem como o tipo de material a partir do qual é constituído cada um deles; b) pesquisem sobre a composição química da pasta escura e qual o seu papel no funcionamento da pilha; c) escrevam as semirreações anódica e catódica, e a reação global que ocorre na pilha comercial utilizada; d) expliquem quando uma pilha comum para de funcionar. Um excelente artigo que aborda todos esses aspectos está disponível na revista Química Nova na Escola (Bocchi *et al.*, 2000).

Medindo o potencial de célula dos sistemas de pilhas em duas associações diferentes

Use os 2 sistemas de pilhas já montados, associe-os de acordo com a fotografia da Figura 4(b). O polo positivo de uma pilha é conectado ao polo negativo de outra pilha (essa associação correspondente à associação em série). Ligue o multímetro e selecione a escala de 20 V. Encaixe as extremidades metálicas dos cabos do multímetro em cada um dos polos: a extremidade metálica da ponta vermelha no polo positivo e a da preta no polo negativo. O valor do potencial de célula medido é de +3,13 V, o qual é 2 vezes o valor de potencial de célula de uma única pilha. Segundo Silveira e Axt (2003), uma associação de pilhas em série é utilizada para se obter, entre os terminais da associação, um potencial de célula que seja maior do que o potencial de célula entre os terminais de apenas uma pilha.

Use os mesmos 2 sistemas de pilhas, associe-os de acordo com a Figura 4(c). O polo positivo de uma pilha é conectado ao polo positivo de outra pilha; o mesmo é feito com o polo negativo. Ligue o multímetro e selecione a escala de 20 V. Encaixe as extremidades metálicas dos cabos do multímetro em cada um dos polos da seguinte maneira: a extremidade metálica da ponta vermelha no polo positivo e a da preta no polo negativo. O valor do potencial de célula não é alterado em relação à medida do potencial de célula de uma única pilha, mantendo-se em +1,57 V. Uma associação de duas pilhas em paralelo é utilizada para se obter uma intensidade de corrente elétrica maior do que a intensidade da corrente elétrica possível em uma única pilha, sendo a corrente total igual à soma das intensidades da corrente elétrica em cada uma das pilhas (Silveira e Axt, 2003).

O potencial de célula medido na Figura 4(b) é praticamente o dobro daquele medido na Figura 4(c), mas não é o dobro daquele medido na Figura 4(a). A pequena diferença do potencial de célula está relacionada com o tempo de uso

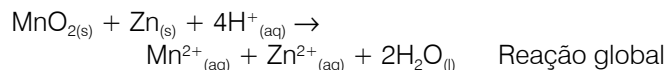
da pilha seccionada da Figure 4(a), enquanto as pilhas da Figure 4(c) são novas. À medida que as pilhas são utilizadas, o potencial de célula diminui gradualmente (Lopes *et al.*, 2003).

O funcionamento de aparelhos eletrônicos depende da corrente e do potencial de célula fornecido pela pilha, sendo um ou outro o fator crucial para garantir o funcionamento de cada equipamento (Hioka *et al.*, 2000). A maioria dos equipamentos elétricos ou eletrônicos que demandam diversas pilhas (= bateria) como fonte de alimentação, utiliza da associação em série. Esse tipo de associação pode fornecer maior intensidade de corrente utilizando-se pilhas com resistência interna menor. Pilhas pequenas possuem maior resistência interna do que as pilhas grandes (ambas novas). A natureza da composição química também influencia no desempenho da pilha; uma pilha alcalina tem resistência interna menor do que uma pilha comum (de mesmo tamanho) (Silveira e Axt, 2003).

Montando o sistema para acender o led

Utilize ambos os sistemas de pilhas (= bateria), associados em série e em paralelo, para acender o *led*, conforme mostrado nas Figuras 4(d) e 4(e), respectivamente. Verifique que é possível acender o *led* com a associação em série, visto que é necessário um potencial de célula de +3 V para acendê-lo; a associação em paralelo fornece um potencial de célula de +1,57 V, que não é suficiente para acender o *led*, Figura 4(e).

A representação das possíveis semirreações que acontecem nas pilhas comerciais corrobora o entendimento da questão 121 do ENEM 2017:



$$E^{\circ}_{\text{pilha}} = E^{\circ}_{\text{cátodo}} - E^{\circ}_{\text{ânodo}} = +1,23 - (-0,76) = +1,99 \text{ V}$$

Considerando-se duas pilhas comerciais associadas em série:

$$E^{\circ}_{\text{bateria}} = E^{\circ}_{1^{\text{a}} \text{ pilha}} + E^{\circ}_{2^{\text{a}} \text{ pilha}} = +1,99 + (+1,99) = +3,98 \text{ V}$$

Considerando-se uma associação em série, a soma dos potenciais padrão é de +3,98 V, valor maior do que aqueles da Figura 4 [+3,13 V: Figura 4(b) e +3,01 V: Figura 4(d)]. A diferença está relacionada com a resistência interna das pilhas comerciais, que pode resultar numa diminuição dos valores de potencial de célula (Silveira e Axt, 2003).

Considerando-se a associação em série na ausência e na presença do *led* [Figuras 4(b) e 4(d)], e a associação em paralelo na ausência e na presença do *led* [Figuras 4(c) e 4(e)], percebe-se que os valores de potencial de célula praticamente não são alterados.

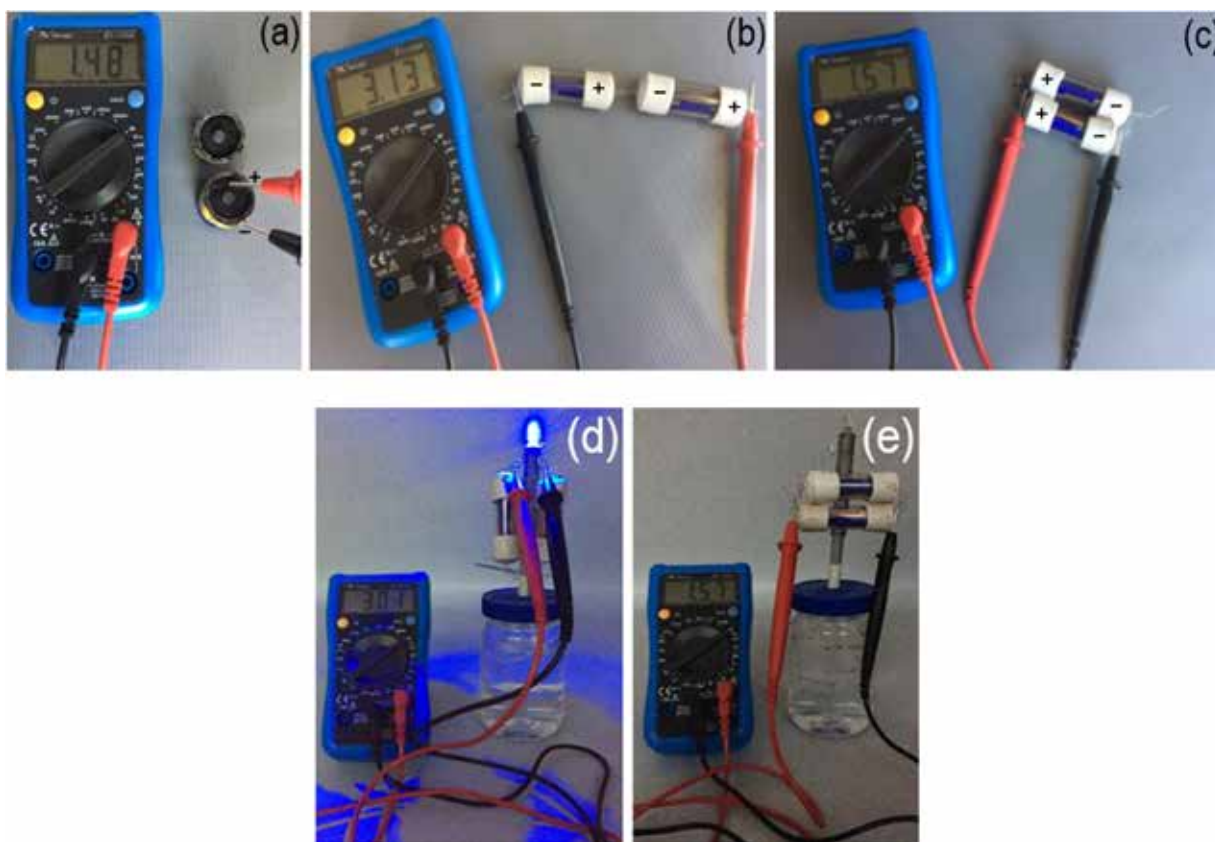


Figura 4: *kit A* em funcionamento. (a) Medida do potencial de uma pilha comercial usada; (b) medida do potencial de duas pilhas comerciais associadas em série; (c) medida do potencial de duas pilhas comerciais associadas em paralelo; (d) aparato com o *led* aceso, usando as pilhas associadas em série; e (e) aparato com o *led* apagado, usando as pilhas associadas em paralelo.

Kit B – Células galvânicas confeccionadas com materiais de fácil acesso

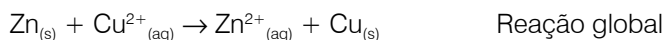
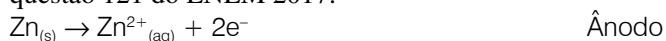
Medindo o potencial de células galvânicas

Encaixe as tampas de plástico nos frascos conforme indicado na Figura 5(a). Ligue o multímetro e selecione a escala de 20 V. Conecte as extremidades metálicas dos cabos do multímetro em cada um dos polos da seguinte maneira: a extremidade metálica da ponta vermelha nos terminais do cobre e a extremidade metálica da ponta preta nos terminais do zinco, conforme indicado na Figura 5(a). O valor do potencial de célula medido é de +2,44 V. A combinação da associação em série com a associação em paralelo pode ser melhor visualizada na Figura 2 (*kit B*), onde dois conjuntos de três células galvânicas em série são associados em paralelo. É recomendado que os estudantes façam medições com outras associações para verificar o potencial de célula desenvolvido pelo sistema eletroquímico.

Acendendo um led utilizando células galvânicas

Utilize a combinação de células galvânicas montada de acordo com a associação cujo potencial de célula é de +2,44 V [Figura 5(a)] para acender o *led* azul, conforme mostrado na Figura 5(b).

As possíveis semirreações que acontecem em cada célula eletroquímica favorecem a compreensão e resolução da questão 121 do ENEM 2017:



$$E^{\circ}_{\text{célula galvânica}} = E^{\circ}_{\text{cátodo}} - E^{\circ}_{\text{ânodo}} = +0,34 - (-0,76) = +1,10 \text{ V}$$

O potencial de célula padrão de três células galvânicas associadas em série mostra a possibilidade para acender o *led*. Na prática, além da associação em série para aumentar em três vezes o potencial de célula, é necessário a associação

em paralelo de dois conjuntos para duplicar a corrente e acender o *led*, Figura 5(b). O valor esperado do potencial de célula da Figura 5(b) é dado a seguir.

$$\begin{aligned} E^{\circ}_{1^{\text{a}} \text{ bateria em série}} &= E^{\circ}_{1^{\text{a}} \text{ célula galvânica}} + E^{\circ}_{2^{\text{a}} \text{ célula galvânica}} + \\ E^{\circ}_{3^{\text{a}} \text{ célula galvânica}} &= (+1,10) + (+1,10) + (+1,10) = +3,30 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E^{\circ}_{2^{\text{a}} \text{ bateria em série}} &= E^{\circ}_{1^{\text{a}} \text{ célula galvânica}} + E^{\circ}_{2^{\text{a}} \text{ célula galvânica}} + \\ E^{\circ}_{3^{\text{a}} \text{ célula galvânica}} &= (+1,10) + (+1,10) + (+1,10) = +3,30 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E^{\circ}_{1^{\text{a}} \text{ bateria} + 2^{\text{a}} \text{ bateria em paralelo}} &= (E^{\circ}_{1^{\text{a}} \text{ bateria em série}} + E^{\circ}_{2^{\text{a}} \text{ bateria em série}})/2 \\ &= [(+3,30) + (+3,30)]/2 = +3,30 \end{aligned}$$

No entanto, o valor de potencial de célula medido experimentalmente é menor do que o calculado. Isso pode ser explicado devido ao fato das condições experimentais empregadas não corresponderem às condições padrão (1 bar, 1 mol dm⁻³ e temperatura especificada).

A equação de Nernst indica que a diferença de potencial depende da natureza do metal utilizado, da concentração de seus íons em solução e da temperatura (Marconato e Bidóia, 2003). Para a célula galvânica zinco/cobre, cuja reação global está escrita após a Figura 5, a equação de Nernst é expressa como $E = E^{\circ} + 0,0592/2 \log [\text{Cu}^{2+}]/[\text{Zn}^{2+}]$ a 298 K (25 °C), sendo as concentrações de íons cobre e zinco extremamente baixas (não é possível saber os seus valores exatos). Isso implica que a temperatura e a concentração dos íons influenciam no valor do potencial de célula, provocando um desvio do valor do potencial padrão de +1,10 V.

Mantendo-se constante a temperatura padrão, o potencial de célula será menor do que o valor de potencial padrão se a concentração de Zn²⁺ for maior que a de Cu²⁺. Inversamente, caso a concentração de Cu²⁺ seja maior do que a de Zn²⁺, será observado um potencial de célula mais alto (HyperPhysics, 2018).

Mantendo-se as concentrações de Zn²⁺ e de Cu²⁺ constantes (p. ex.: 1,0x10⁻⁵ mol L⁻¹ e 0,1 mol L⁻¹, respectivamente), verifica-se que o potencial de célula aumenta linearmente com o aumento da temperatura. Isso implica que um

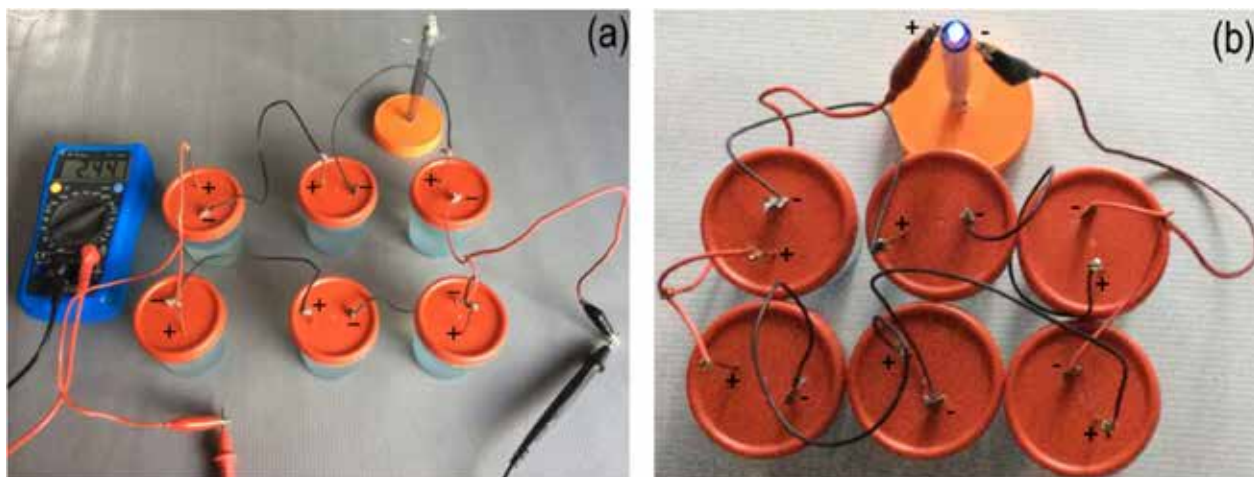


Figura 5: *kit B* em funcionamento. (a) Medida do potencial de 2 conjuntos de 3 células galvânicas de Cu/Zn em série e associados em paralelo; (b) associação em série e paralelo usado para acender o *led*.

dispositivo eletroquímico sob menor temperatura desenvolve um menor potencial (HyperPhysics, 2018).

Na prática, também existem outros fatores que fazem com que o potencial de célula medido seja menor do que o esperado. Qualquer coisa que cause alguma resistência interna na célula ou no circuito elétrico poderá reduzir o potencial de célula medido. Os eletrodos devem estar limpos, com uma nova superfície de metal que não tenha camada de óxido; a camada de óxido interfere na reação e reduz o potencial de célula. Quando presente, a ponte salina pode causar resistência ao fluxo de íons e, assim, diminuir o potencial de célula. As conexões elétricas também podem resultar num menor potencial de célula (Quora, 2018).

A despeito dos fatores mencionados, os valores positivos de potencial de célula medidos experimentalmente são úteis para mostrar que uma reação redox acontece espontaneamente.

Considerações finais

Considera-se os *kits* experimentais de eletroquímica úteis para explicação dos conceitos de eletroquímica (células galvânicas) necessários à resolução da questão do ENEM 2017, especialmente porque elucidam sobre pilhas comerciais e células galvânicas de Cu/Zn confeccionadas com materiais de fácil acesso, com ênfase nas associações em série e em paralelo, comprovadas pelas medições dos valores de potencial de célula desenvolvidos e necessários para acender um *led* azul. Esses conhecimentos são indispensáveis para a resolução da questão.

Considera-se os *kits* experimentais de eletroquímica ferramentas facilitadoras do processo de ensino-aprendizagem de conceitos relacionados com células galvânicas, necessários à resolução da questão do ENEM 2017, possibilitando a elucidação do funcionamento de pilhas comerciais e a comparação com células galvânicas de Cu/Zn confeccionadas com materiais de fácil acesso.

As medidas do potencial de célula são importantes na compreensão da origem dos potenciais e correntes decorrentes das associações em série e/ou em paralelo, e para visualizar a capacidade dos dispositivos eletroquímicos utilizados para acender um *led* azul.

As associações de pilhas comerciais ou células galvânicas

resultam nas baterias. Na associação em série observa-se a soma dos potenciais de cada célula e a corrente mantém-se inalterada. Já na associação em paralelo o potencial de célula mantém-se inalterado e a corrente corresponde à soma da corrente de cada célula galvânica.

A associação em série de pilhas comerciais (*kit A*) fornece um potencial necessário para acender o *led*. No caso das células galvânicas propostas (*kit B*), é necessário um circuito composto pelos dois tipos de associações, a fim de produzir os valores de potencial e de corrente necessários para acender o *led* azul.

Considera-se os *kits* experimentais de eletroquímica ferramentas facilitadoras do processo de ensino-aprendizagem de conceitos relacionados com células galvânicas, necessários à resolução da questão do ENEM 2017, possibilitando a elucidação do funcionamento de pilhas comerciais e a comparação com células galvânicas de Cu/Zn confeccionadas com materiais de fácil acesso.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao servidor técnico-administrativo Márcio Aparecido Siena, do Departamento de Tecnologia da Informação (DTI) da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, pela ajuda prestada para acesso aos microdados do ENEM no site do INEP. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 (Portaria nº 206 da CAPES, de 04/09/2018). À Rede Mineira de Química (RQ-MG)/FAPEMIG (Processos REDE-113/10; CEX-RED-00010-14).

Bruno Pereira Diniz (brunopereiradiniz@yahoo.com.br), licenciado em Química pela UNIUBE, bacharel e licenciado em Ciências Biológicas pelo UNICERP, possui pós-graduação lato sensu em Biologia Molecular WPOS, pós-graduação lato sensu em Gestão e Organização da Escola, Mestre em Química pelo Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM). É docente no Colégio Atenas, Colégio Municipal Professor Olímpio dos Santos-Patrocínio-MG e Centro Universitário do Cerrado-Patrocínio-MG (UNICERP). Patrocínio, MG – BR. **Alice Sousa Alves** (alicealvesofficial@gmail.com), estudante do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM). Uberaba, MG – BR. **Leandro Cruvinel Lemes** (leandro.lemes@uftm.edu.br), bacharel em Matemática pela Universidade Federal de Uberlândia – UFU, tecnólogo em Sistemas para Internet pelas Faculdades Associadas de Uberaba - FAZU, mestre em Matemática pela UFU e doutor em Matemática pela Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. É docente nos Cursos de engenharias da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM). Uberaba, MG – BR. **Luís Antônio da Silva** (luis.silva@uftm.edu.br), licenciado em Química pela Universidade Federal de Uberlândia - UFU, mestre em Ciências pela USP e doutor em Ciências pela USP. É docente (professor titular) do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM). Uberaba, MG – BR. **Valéria Almeida Alves** (valeria.alves@uftm.edu.br), bacharel em Química pela Universidade de São Paulo - USP, mestre em Ciências pela USP e doutora em Ciências pela USP. É docente (professora titular) do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM). Uberaba, MG – BR.

Referências

BLOG DO ENEM. As questões mais difíceis do Enem 2017. Veja só que pedreira! 2017. Disponível em <https://blogdoenem.com.br/questoes-mais-dificais-do-enem-2017/>, acessada em jul. 2018.

BOCCHI, N.; FERRACIN, L. C. e BIAGGIO, S. R. Pilhas e baterias: funcionamento e impacto ambiental. *Química Nova na Escola*, n. 11, p. 3-9, 2000.

COHEN, E. R., CVITAŠ, T., FREY, J. G., HOLMSTRÖM, B., KUCHITSU, K., MARQUARDT, R., MILLS, I., PAVESE, F.,

QUACK, M., STOHNER, J., STRAUSS, H. L., TAKAMI M. e THOR, A. J. *Grandezas, unidades e símbolos em físicoquímica*. Trad. R. C. Rocha-Filho e R. Fausto. 1ª ed. São Paulo: EditSBQ, 2018.

DOYMUS, K.; KARACOP, A. and SIMSEK, U. Effects of *Jigsaw* and Animation Techniques on Students' Understanding of Concepts and Subjects in Electrochemistry. *Educational Tech. Research Dev.*, v. 58, p. 671-691, 2010.

HIOKA, N.; SANTIN FILHO, O.; MENEZES, A. J.; YONEHARA, F. S.; BERGAMASKI, K. e PEREIRA, R. V. Pilhas de Cu/Mg construídas com materiais de fácil obtenção. *Química Nova na Escola*, n. 11, p. 40-44, 2000.

HYPERPHYSICS. The Nernst Equation. 2017. Disponível em <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Chemical/electrode.html>, acessada em dez. 2018.

LOPES, D. P. M.; CHINAGLIA, D. L. e PIMENTEL, J. R. Associação de pilhas novas e usadas em paralelo: uma análise qualitativa para o ensino médio. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, n. 1, p. 117-122, 2003.

MARCONATO J. C. e BIDÓIA, E. D. Potencial de eletrodo: uma medida arbitrária e relativa. *Química Nova na Escola*, n. 17, p. 46-49, 2003.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Instituto Nacional Anísio Teixeira - INEP. Exame Nacional do Ensino Médio. Prova de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Prova de Matemática e suas Tecnologias. 2017. Disponível em http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/2017/cad_7_prova_azul_12112017.pdf, acessada em jul. 2018.

inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/2017/cad_7_prova_azul_12112017.pdf, acessada em jul. 2018.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Instituto Nacional Anísio Teixeira - INEP. Enem. 2017. Disponível em <http://portal.inep.gov.br/web/guest/microdados>, acessada em jul. 2018.

QUORA. Why is the measured cell potential different from the theoretical potential? 2016. Disponível em <https://www.quora.com/Why-is-the-measured-cell-potential-different-from-the-theoretical-potential>, acessada em dez. 2018.

SANTOS, T. N. P.; BATISTA, C. H.; OLIVEIRA, A. P. C. e CRUZ, MARIA C. P. Aprendizagem ativo-colaborativointerativa: inter-relações e experimentação investigativa no ensino de eletroquímica. *Química Nova na Escola*, n. 4, p. 258-266, 2018.

SILVEIRA, F. L. da e AXT, R. Associação de pilhas em paralelo: onde e quando a usamos? *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, n. 3, p. 391-399, 2003.

TEIXEIRA JÚNIOR, W. J. Aproximação do método *jigsaw* de aprendizagem cooperativa para o ensino de eletroquímica no ensino médio. 2016. 185f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

VEJA. ENEM 2017: Professores elegem as questões mais difíceis do 2º dia. 2017. Disponível em <https://veja.abril.com.br/educacao/enem-2017-professores-elegem-as-questoes-mais-dificeis-do-2o-dia/>, acessada em jul. 2018.

Abstract: *Experimentation in the teaching of galvanic cells for high school.* Electrochemistry is a difficult subject for most students and teachers in high school. This article presents two experimental *kits* with commercial and alternative batteries, which can be reproduced by Basic Education teachers along with their students. The material used to assemble the *kits* is affordable and inexpensive. This edition was developed focusing on a question of electrochemistry of the National High School Examination (ENEM) held in 2017. The question involved the use of a battery to light a blue *led* (light emitting diode) lamp. From microdata analysis, available in the portal of the Instituto Nacional Anísio Teixeira (INEP), it was obtained that only 18.96% of the students marked the correct alternative.

Keywords: ENEM, electrochemistry, experimentation

Categorias analíticas para a caracterização de ideias prévias de professores sobre o planejamento de ensino: contribuições para a formação de professores de Química críticos e autônomos

Analytical categories for the characterization of teachers' prior beliefs on lesson planning: contributions to critical and autonomous chemistry teacher education

Francisco Otávio Cintra Ferrarini e Amadeu Moura Bego

88

Resumo: Neste artigo são propostas e validadas categorias analíticas para caracterização das ideias prévias de professores sobre o planejamento de ensino. Discute-se também ações formativas direcionadas à superação da influência do Paradigma da Racionalidade Técnica no âmbito da formação de professores. Realizou-se uma pesquisa qualitativa do tipo Estudo de Caso para a etapa de validação das categorias *a priori*: flexibilidade; funcionalidade; simplicidade; objetividade e realismo; e utilidade. Foram coletadas as respostas dissertativas sobre planejamento de um grupo de professores de Química em formação inicial por meio de um questionário-padrão e os dados foram analisados através do método da Análise de Conteúdo. Identificou-se que as categorias propostas têm a potencialidade de explicitar e caracterizar as ideias dos professores sobre o planejamento na medida em que revelam metaconhecimentos sobre a autonomia do trabalho docente e seus elementos condicionantes institucionais e prescritivos. Por fim, defende-se que a compreensão das ideias prévias de professores, em formação inicial ou em exercício, acerca do planejamento, em função de seu papel precípua na ação educativa formal, pode se constituir em um importante aspecto para direcionar ações formativas inovadoras e alternativas às perspectivas tradicionais e tecnicistas.

Palavras-Chave: Ideias prévias; Planejamento de ensino; Formação de professores; Ensino de Química.

Abstract: In this paper analytical categories for the characterization of teachers' prior beliefs on lesson planning are proposed and validated. Formative actions aimed to overcome the technical rationality influence in the scope of the teacher education theme are discussed as well. A qualitative case study was carried out to validate the follow categories: flexibility; functionality; simplicity; objectivity and realism; and usefulness. The answers of a group of pre-service chemistry teachers were collected by means of a standard-questionnaire and data were analyzed by the content analyses method. Data showed that the proposed categories may identify and characterize teachers' prior beliefs on lesson planning as they reveal metacognition about the autonomy of the teaching work and its institutional and prescriptive constraints. The paper also argues that the knowledge about pre- and in-service teacher's prior beliefs on lesson planning might be an important aspect to drive innovative education actions, which could change traditional and technical approaches.

Keywords: Prior beliefs; Lesson planning; Teacher education; Chemical education.

Francisco Otávio Cintra Ferrarini (franciscoferrarini@ifsp.edu.br) é licenciado em Química (2005); mestre em Química Inorgânica (2012); e, doutor (2020) pelo Instituto de Química da Universidade Estadual Paulista (Unesp), Câmpus de Araraquara, SP. Atualmente é professor de ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal de São Paulo - IFSP - Campus Matão. **Amadeu Moura Bego** (amadeu.bego@unesp.br) é licenciado em Química (2005) e mestre em Química Inorgânica (2007) pelo Instituto de Química da Universidade Estadual Paulista (Unesp), Câmpus de Araraquara, SP; Doutor em Educação para a Ciência pela Faculdade de Ciências (2013) da Unesp, Câmpus de Bauru, SP. Tem pós-doutorado em Educação pela Faculdade de Educação da USP de São Paulo (2017). Atualmente é Professor Assistente Doutor junto ao Departamento de Química Geral e Inorgânica e professor do Programa de Pós-Graduação em Química do Instituto de Química da Unesp, Câmpus Araraquara, SP. É também coordenador do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede (PROFQUI-Araraquara). Recebido em 01/02/2019, aceito em 27/08/2019

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.

Ao contrário de diversos outros ofícios que historicamente desenvolveram e legitimaram um conjunto de saberes profissionais próprios responsáveis pela consolidação de uma denominada identidade profissional, o ofício de ensino, segundo diversos autores, ainda apresenta a ausência de um *corpus* de saberes profissionais consensualmente definido e socialmente legitimado (Montero, 2017; Gauthier *et al.*, 1998).

Esse fato redundava no estabelecimento de uma imagem espontânea sobre o ensino como algo substancialmente simples, gerando de um lado *concepções essencialistas*, segundo as quais se é ou se nasce professor, e de outro lado *concepções condutivistas*, para as quais basta treinamento específico, bom senso, intuição e experiência para ser professor. Além de reforçarem o processo histórico marcado pela ausência de consolidação de um corpo codificado de saberes característicos do ofício de ensino, esse estado de coisas põe inclusive em dúvida, segundo alguns autores, o termo profissão para o ofício de ensino (Gauthier *et al.*, 1998; Montero, 2017; Carvalho e Gil Pérez, 2011).

As consequências dessas afirmações, dentre outros aspectos, recaem sobre a qualidade da formação de professores. Galiuzzi (2003) pormenoriza essas asserções no contexto da formação de professores de Química, afirmando que a preocupação com o conteúdo específico da disciplina e a consequente desvalorização de conteúdos pedagógicos configuram o exercício acrítico da profissão, evidenciam a fragilidade dos processos formativos e acentuam a pouca importância dada aos saberes que os professores devem ter para ensinar.

Diversos autores propõem que a superação das cosmovisões simplistas sobre o ensino de ciências se dá por meio de fatores como, por exemplo, a instauração de modelos formativos alternativos e a geração de pesquisas sobre a ação docente focadas nos processos de ensino e aprendizagem (Porlán *et al.*, 1997; 1998; Porlán e Rivero, 1998; Sanchez e Valcárcel, 1999; Galiuzzi, 2003; Maldaner, 2006; Sanmartí, 2009; Porlán *et al.*, 2010; Carvalho e Gil Pérez, 2011).

Destarte, fica evidente que a atividade docente vai além do ato de ministrar aulas, exigindo um trabalho que não se esgota no tempo da aula. Esse trabalho envolve, dentre outros, a organização e a gestão do trabalho educativo, que, em um ambiente de educação formal, reclama a assunção da autonomia para o planejamento didático-pedagógico (Maldaner, 2006; Carvalho e Gil Pérez, 2011).

Essa consideração é fundamentada também pela convicção de Farias *et al.* (2011) ao afirmarem que a atuação docente é concretizada tanto pelo delineamento, atualização e revisão de projeto político-pedagógico quanto pela própria ação didática por meio da implementação de projetos de ensino.

Logo, para que a formação docente seja capaz de transformar as ideias espontâneas do professor e contribuir para uma ação profissional autônoma é necessária a compreensão das imbricadas relações de exigências e possibilidades advindas da estruturação e do desenvolvimento de saberes profissionais,

bem como do suporte proporcionado pela pesquisa da própria prática (Carvalho e Gil Pérez, 2011; Farias *et al.*, 2011; Montero, 2017).

Esse tipo de correspondência, entre necessidades formativas e autonomia para o balizamento do trabalho docente, representa uma nova perspectiva para a elaboração de planejamentos didático-pedagógicos. Tal perspectiva apresenta capacidade para cumprir de forma eficaz as necessidades inerentes a uma abordagem racional e científica de situações que se revelam ao longo da atividade profissional.

Nesse sentido, a prática educativa, enquanto ação refletida e metódica, demanda a formulação de um planejamento capaz de envolver aspectos referentes: à realidade manifesta em contexto; às reflexões sobre recursos e condições disponíveis; e à previsão e organização de procedimentos para a consecução de objetivos de aprendizagem delimitados (Haydt, 2011; Farias *et al.*, 2011).

Contudo, apesar da inequívoca importância do planejamento, Farias *et al.* (2011) apontam que os professores, em geral, refutam sua elaboração. Tal repulsa, segundo os autores, seria fruto de práticas pedagógicas adotadas ainda nos anos da ditadura civil-militar brasileira (1964-1985), em que se preconizava o tecnicismo educacional. Naquele momento histórico, os planejamentos correspondiam a mecanismos de padronização e controle do trabalho dos professores. Tal contexto favoreceu o desenvolvimento de práticas docentes individualistas, fragmentadas e promotoras da cópia, da reprodução, do silêncio e do ativismo espontaneísta.

Mesmo após mais de três décadas do processo de reabertura política, é possível afirmar que não houve mudanças significativas nesse cenário. Apesar da propagação retórica de autonomia, integridade e responsabilidade, o que ocorreu foi uma reconfiguração do tecnicismo nos termos impostos pela globalização e pelo neoliberalismo. Para Farias *et al.* (2011), o excesso de trabalho em várias escolas, a incerteza quanto ao futuro e a falta de incentivo no aprimoramento profissional constituem a dinâmica do profissional do ensino e reforçam a concepção do planejamento como tarefa eminentemente burocrática.

A consequência para a conjuntura educacional redundou na desmobilização de grupos e categorias profissionais, bem como afastou os professores da tarefa de projetar sua prática pedagógica, resultando, assim, na dissociação entre a prática e o planejamento por meio do assentimento generalizado com projetos preconcebidos e exógenos ao contexto de aplicação (Bego *et al.*, 2015; Bego, 2017).

Maldaner (2006), Galiuzzi (2003) e Farias *et al.* (2011) propõem, como forma de superação dessa dinâmica, a atuação docente de forma coletiva e organizada em seu ambiente de trabalho, conscientes de que suas ações compreendem atos políticos, na medida em que exigem escolhas, opções metodológicas e teóricas. Nesse sentido, cabe aos envolvidos a crença em uma perspectiva de planejamento enquanto ação reflexiva, atenta ao seu momento social e histórico, permeada por processos avaliativos e de constantes reconsiderações

sobre os participantes, as ações e as necessidades envolvidas na consecução dos objetivos educacionais.

À vista disso, o planejamento não pode ser um ato meramente burocrático, uma vez que ocupa posição precípua para direcionar a prática profissional docente a contextos crítico-reflexivos. A marca do planejamento enquanto ação formalizada no ambiente de ensino estipula, desenvolve e articula a análise de componentes políticos, éticos e técnicos da ação profissional. E, nessa lógica, pode atuar como elemento fundamental para direcionar processos formativos qualificados de professores de ciências, bem como da melhoria dos processos de ensino e aprendizagem.

Diante desse contexto, este trabalho objetiva propor e validar categorias analíticas que deem conta de caracterizar as ideias prévias de professores sobre o planejamento de ensino, bem como suas relações a perspectivas mais centralizadoras ou autônomas, com vistas a ações que visem a superação da influência do denominado Paradigma da Racionalidade Técnica.

Importância, características e elementos do planejamento didático-pedagógico

90

O planejamento do ensino pode ser compreendido, contemporaneamente, como um processo reflexivo contínuo que exige ponderações rigorosas sobre os princípios dos problemas da educação escolar e das questões relacionadas à elaboração, execução e avaliação de processos de ensino e aprendizagem (Fusari, 1998; Farias *et al.*, 2011).

Vasconcellos (2007), Haydt (2011), Menegolla e Sant'Anna (2014) manifestam a concepção de que o planejamento didático-pedagógico pode se apresentar e especificar em diferentes tipologias e disposições hierárquicas. A importância de se compreender a existência da variedades de tipologias de planejamentos associa-se à compreensão das finalidades, metas e objetivos estipulados para a educação e, conseqüentemente, como expressão formal da ação profissional docente.

Essas tipologias são apresentadas como planejamento educacional, planejamento curricular, planejamento da disciplina e planejamento de ensino. Por conseguinte, transcorrem diversos entendimentos acerca de hierarquias e das esferas de competência das variadas formas de planejamentos na conjuntura escolar.

Embora a Figura 1 apresente idealmente essas tipologias e as relacione, por meio de setas contínuas, com as entidades responsáveis teórica e formalmente por sua constituição e desenvolvimento, há de se ponderar que, de modo geral, os ambientes escolares apresentam forte influência do denominado *Paradigma da Racionalidade Técnica*.

O Paradigma da Racionalidade Técnica se refere a um modelo conceitual sobre a docência que abarca um conjunto teórico-conceitual para interpretação e análise do trabalho dos professores e que explicita a concepção de fundo sobre a natureza e as características do agir docente em contexto institucional. Segundo a literatura especializada, a racionalidade técnica concebe o ofício

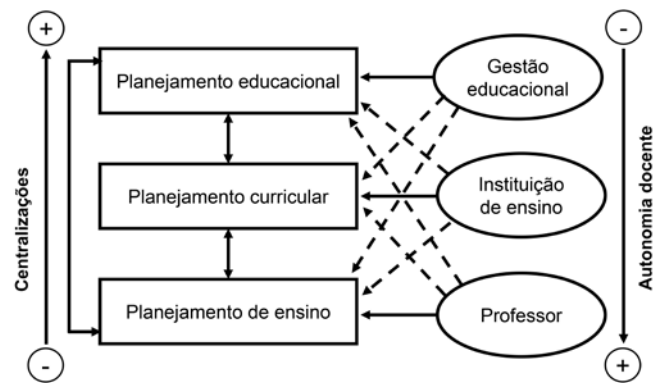


Figura 1: Tipologia, hierarquia e atribuições do planejamento didático-pedagógico. Fonte: Elaboração própria.

de ensino como um trabalho com natureza preponderantemente instrumental, no qual o professor atua como técnico-especialista que aplica com rigor a teoria e a técnica derivadas de um conhecimento sistemático (Bego, 2016a).

Assim, a racionalidade técnica impõe limites ao jogo dialético da ação-reflexão-ação, na medida em que restringe a atividade reflexiva do que e como ensinar; reduz a autonomia profissional; fixa inépcia profissional para o exercício de relacionar as diferentes realidades dos currículos escolares, dos contextos particulares de ensino e da necessária apropriação do conhecimento profissional docente para a atuação profissional (Montero, 2017).

A hipótese assumida (Figura 1) expressa, como uma das possíveis facetas da consolidação da autonomia profissional docente, a competência de gerir o planejamento de ensino e participar ativamente do planejamento curricular de modo a consolidar uma perspectiva renovadora em oposição aos termos inflexíveis relacionados à racionalidade técnica. Esta inflexibilidade se deve, conforme Montero (2017), pela concepção de que o conhecimento profissional se produz na forma de um *corpus* doutrinal, objetivo e validado na academia, que se revela externo e independente do próprio profissional.

A pronunciada presença desse paradigma, no contexto da gestão educacional, racionaliza o planejamento dentro de ideias centralizadoras, dotadas de uma perspectiva de imposição verticalizada, fora da realidade de onde será desenvolvido e incapaz de enfrentar os problemas próprios da prática. Nessa ordem, ocultam-se em várias circunstâncias a competência dos professores de elaborarem planejamentos de ensino e, conseqüentemente, sucedem-se condutas profissionais menos participativas (Bego, 2016a).

Em termos concretos no cenário educacional brasileiro atual, em Bego (2016a; 2017) relatam-se, por meio de um Estudo de Caso, as conseqüências da terceirização de ações práticas profissionais docentes relacionadas ao processo de implementação de sistemas apostilados de ensino em uma rede municipal pública. O autor revela, como resultados desse tipo de implementação, as dificuldades, por parte dos professores, no processo de criação do planejamento didático-pedagógico,

na medida em que a elaboração, a execução, a avaliação e a reflexão sobre os resultados obtidos tendem a convergir e, muitas das vezes, a se reduzir à efetivação daquilo que foi estipulado centralmente pelo sistema apostilado de ensino.

Para o autor, essa predefinição do trabalho didático afasta do professor a tarefa de uma reflexão crítica e profunda acerca dos objetivos de ensino das disciplinas, uma vez que esses já estão previamente estabelecidos. O pesquisador, ainda, afirma haver desarticulação entre os objetivos de ensino da disciplina e os objetivos presentes no Projeto Político-Pedagógico da escola, ratificando, portanto, uma mera disposição burocrática inócua e sem propósitos específicos capazes de orientar a consecução de objetivos delimitados a partir da reflexão e da discussão democrática pela comunidade escolar.

Em perspectiva mais abrangente, ao contrário da racionalidade técnica, considera-se que cabe às instâncias superiores a elaboração não de regras inflexíveis, mas, sim, de parâmetros e diretrizes que subsidiem e orientem o trabalho docente. São os professores que realizarão intervenções pautadas na concretude e nos condicionantes do tempo e espaço escolar e nas necessidades dos alunos. Além disso, os docentes, enquanto sujeitos e não objetos do processo educativo, são detentores de formas de atuação e de reflexões críticas individuais e coletivas. Assim, decididamente, as pretensões da gestão central deveriam envolver mais complementaridade e menos arbitrariedade no que tange aos diferentes níveis de planejamento.

Tal entendimento opõe-se aos processos de centralização e redução da autonomia do trabalho docente, bem como de planejamentos previamente delimitados e inconsistentes do ponto de vista próprios da complexidade, singularidade e instabilidade inerentes à prática profissional (Bego *et al.*, 2015; Bego, 2016a).

Sendo assim, defende-se que o *planejamento educacional* corresponde a uma abordagem dos problemas educacionais, bem como de elemento motivador para elaboração de planos pelas escolas e professores. Sua formulação e desenvolvimento são amplos, abrangendo níveis nacionais, regionais ou de um sistema determinado. Relacionam-se a grandes finalidades, metas e objetivos educacionais. Esse planejamento pode ser elaborado com vistas a ser desenvolvido em longo, médio ou curto prazo (Haydt, 2011; Menegolla e Sant'anna, 2014).

Já o *planejamento curricular*, por sua vez, corresponde ao processo de tomada de decisões sobre a dinâmica da ação escolar e de previsões dos diversos componentes curriculares que serão desenvolvidos ao longo de um curso ou nível de ensino. Seu compromisso é direcionado à consecução de objetivos educacionais dos alunos e da escola, resultando, comumente, em seu Projeto Político-Pedagógico (Haydt, 2011; Menegolla e Sant'anna, 2014).

O *planejamento da disciplina*, diretamente conectado ao planejamento de ensino, corresponde ao instrumento para sistematizar a ação concreta do professor a fim desenvolver e otimizar os processos de ensino e aprendizagem em articulação com

o planejamento curricular da escola em que atua (Menegolla e Sant'anna, 2014).

Por sua vez, o *planejamento de ensino* está subordinado à proposta global de educação e à especificidade do ambiente escolar no qual está inserido. Sua elaboração e execução está diretamente relacionada às necessidades verificadas pelos docentes para situações escolares específicas. Essa ação envolve operações mentais como analisar, refletir, definir, selecionar, estruturar, distribuir ao longo do tempo, prever formas de agir e organizar o plano social da sala de aula (Haydt, 2011; Menegolla e Sant'anna, 2014).

O planejamento em todos os seus níveis, portanto, corresponde à ação que exige reflexões dinâmicas e contínuas atreladas a constantes relações dialéticas entre teoria e prática. Trata-se de uma ação política e ética, pois exige escolhas teóricas e metodológicas, bem como envolvimento de ideias, crenças e valores (Farias *et al.*, 2011).

Com vistas à superação da racionalidade técnica e ao estabelecimento do princípio da gestão democrática, conforme apontado na Figura 1 por meio de setas descontínuas, entende-se que, embora os planejamentos de disciplina e de ensino sejam atribuições específicas dos professores, é imprescindível considerar a importância da participação do corpo docente na definição do planejamento educacional, seja individualmente ou por meio de representações de classe, uma vez que eles são os principais responsáveis pela sua concretização. Além disso, em nível local, a gestão democrática da instituição escolar reclama a participação ativa dos professores, juntamente com a comunidade escolar, na definição do planejamento curricular da escola.

Convém destacar também que a autonomia profissional docente pressupõe uma habilitação para integrar a ação prática aos trâmites administrativos escolares. Contudo, essa dinâmica exige a clara percepção de que a elaboração e execução de planejamentos não podem ser confundidos com soberania e independência. Terrazan (2007, p.153) expõe que “a autonomia exige que o professor tenha clareza de seu papel social mais amplo e também como parte do conjunto da instituição em que atua”. Assim, há a necessidade do professor realizar planejamentos em consonância com orientações oficiais da escola e da rede das quais faz parte. O que não se confunde com a adoção irrefletida de planejamentos de ensino definidos de modo centralizado por “especialistas” externos ao ambiente escolar.

Nessa lógica, a ação profissional docente tem como requisitos a adequação da prática ao contexto acadêmico concreto de maneira a instaurar um propósito educacional coletivo em consonância com as exigências político-pedagógicas delimitadas pela comunidade escolar (Bego, 2016b).

Feitas essas considerações acerca dos níveis e diferenças entre os tipos de planejamento e seguindo o ponto de vista advogado por Menegolla e Sant'Anna (2014) e Haydt (2011), admite-se a perspectiva que define o planejamento como princípio para a elaboração de planos para o contexto educacional.

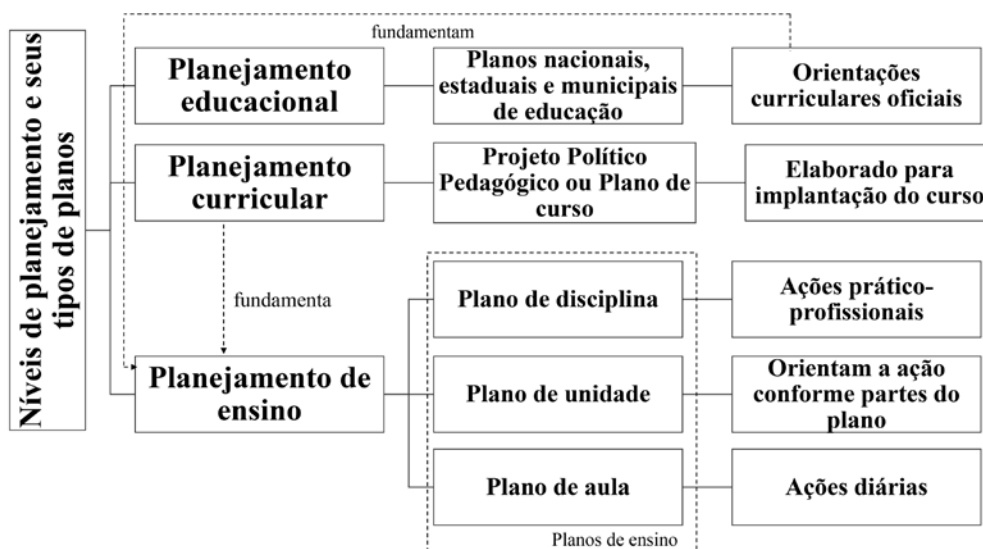


Figura 2: Tipologias dos planejamentos associados aos respectivos planos gerados. Fonte: elaboração própria.

Assim, considera-se o planejamento como processo que se reifica em produtos denominados de planos.

Na Figura 2, por meio da compilação dos conceitos expressos no conjunto de referências adotadas, são apresentados os níveis de planejamento e as modalidades de planos, de forma a evidenciar seus componentes, seus esquemas hierárquicos e suas configurações interativas.

Para Menegolla e Sant'Anna (2014) e Haydt (2011), os *planos de ensino* são fruto do trabalho docente em estrita conformidade com os planos globais de educação (Figura 2). Além disso, são definidos como *planos de disciplina*, *de unidade* ou *de aula* e têm por função dinamizar o ensino, especificar e selecionar os objetivos, os conteúdos, os recursos humanos e materiais, além dos procedimentos e processos de avaliação. Três pontos importantes os caracterizam: o primeiro é que esses planos são decorrentes do plano curricular da escola e seguem uma metodologia própria; o segundo é que são específicos de uma disciplina ou partes de conteúdos delas; e o terceiro é que sua execução deve estar fundamentada nos objetivos e não nos conteúdos.

A Figura 3 apresenta as relações hierárquicas entre o planejamento e os planos de ensino. Seu foco é direcionado ao aluno em termos de definição de interesses, objetivos, conteúdos, recursos e materiais, integração e continuidade do ensino.

Nessa perspectiva, Menegolla e Sant'Anna (2014) apontam as características necessárias aos *planos de ensino*. Para os autores, esses planos devem ser: i) funcionais, a fim de serem executados com facilidade e objetividade; ii) simples, para orientar de fato a ação; iii) flexíveis, para serem adaptados a situações imprevistas; iv) úteis, para atender às necessidades dos alunos; v) objetivos e realistas, para evitar modismos irrealistas e assegurar sua exequibilidade.

Com efeito, assume-se neste trabalho que a profissão docente é constituída, dentre várias atribuições, pela inelutável atividade de planejar a prática educativa e de propor planos para sua execução. Como consequência dessa premissa, o contexto

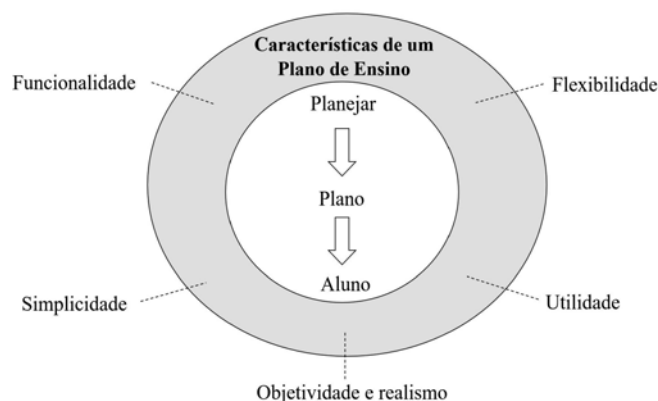


Figura 3: Características de um plano de ensino. Fonte: Adaptado de Menegolla e Sant'Anna (2014, p. 64).

formativo de professores reivindica a necessária compreensão desses dois elementos da ação profissional docente, bem como de práticas formativas que as contemplem.

Planejamento didático-pedagógico e formação de professores

A questão do planejamento autoral é destacada por Montero (2017) como sendo uma responsabilidade profissional que não deve se constituir no mero aproveitamento de planos prontos confeccionados por terceiros. Essa afirmação insere protagonismo à ação docente devido ao fato de os próprios professores serem os únicos a conhecerem profundamente as especificidades da escola onde atuam. Além disso, são esses profissionais que compreendem aspectos peculiares de suas próprias disciplinas, da própria forma de se ensinar e da flexibilidade necessária para o relacionamento com os alunos.

No âmbito das investigações sobre o planejamento, algumas pesquisas apontam para a relevância do planejamento de ensino tanto para a formação de professores como para a melhoria dos processos de ensino e aprendizagem em sala de aula.

Desse ponto de vista, Francisco Junior e Oliveira (2015) e Gomes *et al.* (2014) salientam a importância de os professores em formação serem estimulados e direcionados ao estabelecimento crítico de objetivos didáticos para a consecução das práticas educativas. Já Fatarelli *et al.* (2015) destacam que o planejamento da estratégia didática “debate” para o ensino de Química é essencial para que sua aplicação ocorra a contento e depende, em grande parte, dos materiais de apoio selecionados pelo professor a serem empregados como motivadores da discussão. Por seu turno, Lima e Núñez (2013) utilizaram a análise dos planos produzidos por professores em formação inicial em relação à utilização de modelos no ensino de Química. Os autores argumentam que o planejamento de atividades didáticas é essencial para evidenciar como os licenciandos mobilizavam diferentes elementos relacionados ao conhecimento pedagógico do conteúdo. Em Silva *et al.* (2008) é destacada a importância do planejamento docente por meio da pedagogia de projetos para a construção da autonomia dos estudantes. Já Silva e Abreu (2012) relatam uma experiência formativa bastante diferenciada envolvendo o planejamento de aulas coletivas de Química por licenciandos no contexto do estágio curricular supervisionado.

A intenção final, por consequência, é de obter um ensino de melhor qualidade e de refutar propostas simplistas e reducionistas que pouco atendam às necessidades de um contexto escolar dotado de singularidade, complexidade e exigências próprias.

Trata-se de uma tarefa árdua, conforme assegura Montero (2017), no sentido de relacionar currículos, materiais, contextos de ensino, singularidade dos próprios saberes e competências profissionais.

Por isso, ao longo do processo de formação profissional é importante que os professores reconheçam a importância do planejamento para a compreensão global dos problemas prático-profissionais. As ações do planejamento, em uma perspectiva mais progressista e contemporânea, compreendem reflexões, definições, mediações e reorientações diante de temas que compõem o trabalho dos professores. Na prática isso redundará em necessárias opções conscientes acerca da composição temática das aulas; fundamentação teórica para o delineamento de objetivos de aprendizagem; definição de estratégias didáticas de forma articulada com esses objetivos; dinâmicas das relações sociais do meio escolar; e processos avaliativos e reflexivos envolvidos no ensino e aprendizagem.

Dentro dessa perspectiva, há de se considerar que a atividade do planejamento didático-pedagógico engloba ações formalizadas e reflexivas que exigem fundamentação epistemológica por parte dos docentes (Porlán e Rivero, 1998; Porlán *et al.*, 1997; 1998). Sendo assim, segundo Porlán e Rivero (1998), para que se possam compreender as possibilidades de transformações tanto dos contextos formativos como da atuação profissional, por meio de ações concretas ligadas ao planejamento, é necessário enfrentar determinadas situações prevalentes no contexto educacional. Dentre essas situações,

pode-se destacar os quadros de baixa valorização dos saberes profissionais pessoais; de crenças absolutistas pautadas na verdade científica positivista; do enfoque curricular tradicional; da identificação do conhecimento com variáveis exclusivamente racionais e formais.

Portanto, considera-se que diversos fatores incidem para o impedimento dos processos de implementação de planejamentos didático-pedagógicos inovadores. A correção dessas situações problemáticas no contexto educacional poderia se dar, segundo os autores espanhóis, a partir do reposicionamento de problemas prático-profissionais em atividades de formação de professores que proporcionassem a superação da dicotomia entre pesquisa e prática.

O entendimento dos problemas prático-profissionais da ação docente está associado ao reconhecimento do planejamento de ensino como via de acesso a conjunturas crítico-reflexivas. Destaca-se o reconhecimento de ações ligadas à reorganização do conhecimento prático-profissional e a consolidação de perspectivas progressistas.

Conforme as considerações de Porlán *et al.* (1997) e Porlán e Rivero (1998), o conhecimento prático-profissional circunda a produção de saberes de forma diferenciada, buscando consolidar uma ação mediadora entre aportes teóricos e práticos para a atuação docente. Assim, advoga-se que a transformação da própria prática está atrelada à condição crítica e reflexiva do professor acerca da sua própria ação profissional.

Segundo os autores, o conhecimento prático-profissional associa-se a um aprendizado teórico inequívoco quanto à rejeição à perspectiva ingênua da atividade puramente ativista, pautada na experiência pela experiência e no reforço ao conhecimento profissional dominante. Logo, somente a experiência não é capaz de integrar os diferentes saberes docentes (Porlán e Rivero, 1998): para isso, há a necessidade de conexão entre a teoria e a prática por meio da reelaboração e da transformação desses saberes envolvidos na prática profissional docente.

Nessa conjuntura, Porlán e Martín (1997) estabelecem que os modelos didáticos prévios dos docentes acabam por direcionar a prática educativa. Esses modelos têm seu processo de criação condicionado à realidade escolar vigente e a conjuntos de crenças que se correlacionam às convicções epistemológicas e ideológicas dos professores, às perspectivas relativas ao desenvolvimento humano, aos princípios sobre a aprendizagem e às relações sociais, bem como às ideias prévias sobre os conteúdos curriculares.

Para os autores, tais crenças se exteriorizam, singularmente, em atividades relacionadas ao planejamento de ensino e se materializam mediante a adoção de metodologias e instrumentos que outorgam vínculos significativos entre teorias, programas e práticas educativas.

Na Figura 4 são esquematizadas as relações propostas pelos autores entre teorias, prática educativa e planejamento que seriam propiciadas a partir da investigação e tratamento de problemas práticos.

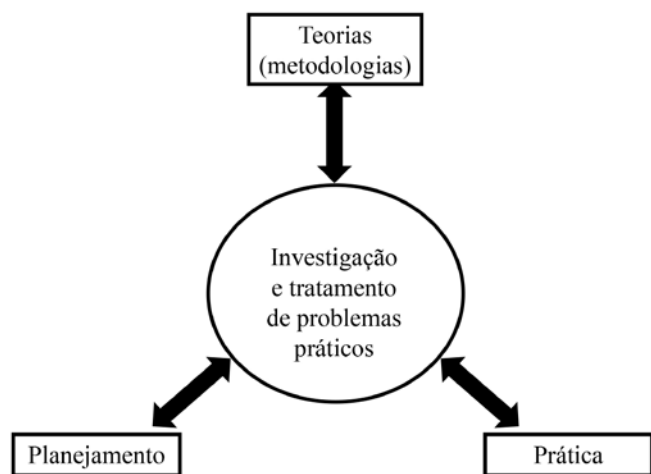


Figura 4: A investigação dos problemas práticos. Fonte: Traduzido e adaptado de Porlán e Martín (1997, p. 22).

Consequentemente, como apontado na Figura 4, a investigação e o tratamento de problemas práticos no decurso da ação docente possibilitam a explicitação dessas crenças, assim como elucidações para teorias implícitas e desenvolvimento de desenhos de hipóteses de intervenção para resolução desses problemas. Dessa forma, um processo investigativo direcionado aos problemas práticos implica na ressignificação do planejamento e na avaliação de seus efeitos, culminando em um progressivo desenvolvimento do conhecimento profissional docente (Porlán e Martín, 1997).

Em proposta correlata à perspectiva de Porlán e Martín (1997) quanto à elaboração de planejamentos em conformidade com a investigação de problemas práticos (Figura 4), Bego (2017) especifica que a elaboração do planejamento de ensino não corresponde à tarefa simples, linear e independente de teorias e crenças dos licenciandos, pois estas últimas atuam sobre o pensamento docente nos momentos pré-ativos, interativos e pós-ativos da ação educativa.

Igualmente interessados na temática do planejamento didático-pedagógico, Silva Júnior e Lopes (2014) esclarecem que até mesmo alunos recém ingressados em um curso de formação de professores são capazes de articular e mobilizar saberes para planejamento de aulas e avaliações. Para esses autores, o tempo que o indivíduo permanece dentro de instituições escolares no papel de estudante e o grande número de interações sociais que são estabelecidas ao longo desta jornada são capazes de proporcionar elaborações de ideias e hipóteses sobre a docência que se manterão no decorrer da sua formação inicial e que poderão permanecer durante o seu exercício profissional.

Tal argumento corrobora o arcabouço teórico proposto por Tardif (2014), segundo o qual futuros professores, por passarem longos anos do percurso educacional em seu futuro local de trabalho, terão uma forte imersão formadora capaz de definir crenças e certezas sobre suas práticas pedagógicas.

Outrossim, para o desenvolvimento do conhecimento profissional docente, de acordo com Castorina *et al.* (2005)

e Rodrigo (1998), faz-se necessário um itinerário formativo que envolva necessariamente a explicitação e conscientização das ideias prévias ou teorias implícitas dos professores a fim de conduzir a uma reflexão crítica fundamentada. Concepção essa que corrobora as afirmações de Maldaner (2006) acerca da necessidade de inserção dos professores em contextos formativos de planejamento da ação, de reflexão sobre a ação e de posterior crítica da atuação à luz da teoria.

O planejamento de ensino pode ser considerado, assim, como uma dimensão essencial na formação dos professores, pois ocupa posição nevrálgica na aprendizagem profissional da docência. Desta feita, um aspecto importante envolve justamente o levantamento das ideias prévias dos professores acerca de diversas dimensões abarcadas nos processos de ensino e aprendizagem com vistas a fundamentar ações formativas subsequentes. Este trabalho, particularmente, tem como foco a discussão do levantamento e caracterização das ideias prévias de professores sobre o planejamento de ensino.

Procedimentos metodológicos

Contexto da pesquisa

Este artigo traz um recorte de uma tese de doutoramento que tem como objetivo geral contribuir para a compreensão do avanço do conhecimento prático-profissional de professores de Química em formação inicial, na medida em que um determinado percurso formativo proposto impõe dinâmica sobre o ato de planejar, aplicar e replanejar ações didático-pedagógicas em uma perspectiva crítico-reflexiva.

Neste recorte, apresenta-se a análise das respostas dadas a um questionário-padrão aplicado a um grupo de professores de Química em formação inicial por meio da proposição de categorias analíticas direcionadas à identificação e caracterização de suas ideias prévias acerca da temática de interesse.

A investigação foi arquitetada no contexto de desenvolvimento das disciplinas obrigatórias do curso de Licenciatura do Instituto de Química da UNESP, *campus* de Araraquara (IQ/Car). O curso de Licenciatura do IQ/Car ocorre em período noturno. Os procedimentos de coleta de dados foram empreendidos no primeiro semestre de 2016 e iniciaram-se com a aplicação de um questionário para os alunos matriculados na disciplina Instrumentação para o Ensino de Química (IEQ). Ao todo 16 alunos estavam matriculados na disciplina IEQ, na qual foram coletados os dados desta pesquisa. Os participantes foram *anonimizados* e identificados pelos códigos que variaram de A1 a A16. Os relatos registrados nas análises são sempre acompanhados pela codificação. Ademais, todos os participantes convidados para participar desta pesquisa confirmaram o consentimento livre e esclarecido.

O questionário-padrão foi aplicado aos participantes durante a primeira aula da referida disciplina em março de 2016. Assim, a execução do levantamento de informações relativas

às ideias prévias sobre o planejamento de ensino foi anterior às ações formativas e ao início da implementação de proposta de planejamento pelo professor formador.

O questionário-padrão objetivava levantar o perfil socioeconômico e as ideias prévias dos licenciandos acerca do planejamento de ensino. Este questionário foi sistematizado com base nos instrumentos validados no contexto internacional pelos trabalhos de Sánchez e Valcárcel (1998; 2000), cujas temáticas abrangem o levantamento de crenças e práticas de professores sobre planejamento de ensino.

Ao todo foram propostas 16 questões dissertativas relativas ao planejamento educacional. Tais questões remetem aos saberes experienciais dos licenciandos ao longo de sua escolarização básica e, particularmente, de suas experiências formativas no curso de licenciatura. As perguntas abarcaram as temáticas do planejamento relacionadas à sua valoração e finalidade; à definição de elementos formais necessários para sua elaboração; às perspectivas e critérios para definição de atividades de ensino; às noções de tipologias, hierarquias e atribuições; às relações com os conteúdos a serem trabalhados; aos tempos e espaços de elaboração; à relevância do público-alvo para sua criação; e às reflexões sobre o seu desenvolvimento, aplicação e reelaboração.

Em suma, o entendimento das ideias prévias dos licenciandos conecta-se tanto ao desenvolvimento de hipóteses didático-pedagógicas quanto às suas ressignificações sobre a importância de planejamentos para a compreensão global de problemas prático-profissionais.

Procedimentos para tratamento e análise das informações

A Análise de Conteúdo corresponde ao método adotado nesta pesquisa qualitativa para se constituir como uma proposta de investigação válida diante de um Estudo de Caso, na medida em que houve como preocupação central compreender de forma holística e aprofundada um contexto formativo singular e historicamente situado (Lüdke e André, 2013).

Além disso, o método permite, virtuosamente, desempenhar análises de quantidades razoáveis de dados acumulados, baseando-se para isso na proposta de categorização de um conjunto de dados descritivos e, por decorrência, do estabelecimento de inferências válidas e replicáveis para determinado contexto analítico, além da produção de interpretação para a temática da pesquisa.

A Análise de Conteúdo apresenta três etapas a serem consideradas: a pré-análise; a exploração do material; e, o tratamento dos resultados, inferência e interpretação. A primeira delas corresponde à escolha dos documentos, formulação de hipóteses e objetivos e preparação do material. A segunda compreende o processo de elaboração de indicadores, códigos e categorização. Na etapa final, os resultados são relacionados quanto à validade e significância (Bardin, 2016).

Assim, nesta pesquisa, definiu-se pela utilização de cinco categorias *a priori* – objetividade e realismo; funcionalidade; simplicidade; flexibilidade; e utilidade – para analisar as ideias sobre o planejamento de ensino de cada licenciando a partir da Análise de Conteúdo de suas respostas dissertativas ao questionário-padrão. As características de cada categoria e o modo de categorização das respostas são apresentados na próxima seção.

Resultados e discussão

Proposição das categorias analíticas

Conforme discutido anteriormente, tendo em conta a perspectiva de Porlán e Martín (1997) para o fato de que as convicções dos professores desempenham função significativa no planejamento de ensino, propõe-se a Análise de Conteúdo das respostas dos participantes da pesquisa ao questionário direcionada à compreensão dos argumentos relacionados a finalidades, fundamentação, relevância e elementos necessários à sua elaboração.

Diante desse contexto e na intenção de identificar e analisar as concepções prévias de professores em formação inicial, foram estabelecidas cinco categorias analíticas *a priori*. Essas categorias provêm dos argumentos de Menegolla e Sant'Anna (2014) sobre as exigências pedagógicas envolvidas na elaboração de planejamentos escolares: 1) Objetividade e realismo; 2) Funcionalidade; 3) Simplicidade; 4) Flexibilidade; e 5) Utilidade.

Objetividade e realismo compõem uma categoria que advoga a necessidade de os professores planejarem para um contexto concreto e, por isso, assume-se a impossibilidade de generalização de planejamentos padronizados que prescindam da realidade educacional a que se dirigem. Essa dimensão contextual do planejamento se opõe à perspectiva da racionalidade técnica acerca de planejamentos de ensino rígidos, elaborados por especialistas externos à escola e que devem ser meramente aplicados pelos professores. Dessa maneira, defende-se a viabilidade, exequibilidade e a clareza dos planejamentos para um determinado contexto concreto em que a prática pedagógica irá se desenvolver.

A categoria *Funcionalidade* propõe assegurar que o planejamento tenha a função de orientar e fundamentar a prática educativa, o que se distancia dos planejamentos meramente burocráticos e, por vezes, demasiadamente complexos que são realizados apenas para cumprir alguma exigência da gestão escolar. Por isso, o planejamento com funcionalidade deve ser objetivo e viável para, de fato, ter alguma função para a prática educativa no sentido de orientá-la e fundamentá-la.

Diretamente conectada à categoria anterior, a *Simplicidade* se refere à característica de que o planejamento deve evitar a complexidade injustificável ou o rebuscamento pedagógico inútil. Modismos didáticos, terminologias complexas e sofisticadas contrapõem-se a um formato de planejamento pragmático, compreensível e viável e, portanto, capaz de simplificar o agir

docente, tornando-o lógico e coerente. Porém, simplicidade não deve se confundir com frivolidades, ou seja, com ações simplistas, ingênuas e sem conteúdo. A simplicidade não nega profundidade, fundamentação teórica, coerência, objetividade, validade e utilidade, pois assume-se que problemas complexos e sérios podem ser concatenados de forma objetiva e simples.

A categoria *Flexibilidade*, bastante ligada à objetividade e realismo, impõe a perspectiva de que o planejamento de ensino está assentado em dinâmicas sujeitas intrinsecamente a imprevistos, daí a importância de o planejamento ser concebido como uma hipótese de atuação (Porlán e Martín, 1997) que pode ser alterada e reestruturada ao longo dos processos de ensino e aprendizagem. O planejamento não deve resultar em um plano rígido que seja concebido como uma “camisa de força” para a prática docente, conforme se concebe no âmbito da racionalidade técnica. Esse princípio é capaz de assegurar êxito e autonomia nas ações prático-profissionais, pois está direcionado à elaboração de planos em função de pessoas, e não o inverso. Isso assegura que leis ou normas administrativas e pedagógicas exógenas à prática docente não sejam o impeditivo de mudanças necessárias diante dos condicionantes da concretude da ação educativa.

96

A categoria *Utilidade*, conectada diretamente à categoria Funcionalidade, diz respeito à possibilidade das ações propostas no planejamento de ensino para a formação integral do aluno. Tais ações vinculam-se à dotação de sentido na definição de objetivos e na estruturação de conteúdos significativos. Dessa maneira, a atividade de planejamento deve ser útil e significativa para a prática educativa e não meramente burocrática e sem sentido algum. Por ser um ato ético e político (Farias *et al.*, 2011), deve ser realizado com seriedade pedagógica para que atenda as reais urgências e necessidades dos sujeitos envolvidos da prática educativa.

Defende-se, portanto, que esse conjunto de categorias em articulação é capaz de explicitar e caracterizar as ideias sobre o planejamento de ensino na medida em que estipula compreensão sobre a temática da autonomia do trabalho docente e de seus elementos condicionantes institucionais e prescritivos. Considera-se que essa proposta avança em relação à mera justaposição de códigos descritivos realizadas em outras pesquisas sobre as principais práticas e perspectivas docentes acerca do planejamento de ensino (Sánchez e Valcárcel, 1998; 2000; Menegolla e Sant’Anna, 2014).

Validação empírica das categorias por meio da Análise de Conteúdo

As respostas dos licenciandos às perguntas do questionário foram analisadas e, com base nos procedimentos de categorização da Análise de Conteúdo e nas categorias analíticas propostas, caracterizadas de acordo com o tipo de ideia associada a perspectivas centralizadoras, autônomas ou como uma mescla entre esses princípios.

Há de se considerar possibilidades de transições entre essas ideias devido ao fato de os participantes estarem em processo formativo inicial e, conseqüentemente, manifestarem noções do senso comum; explicitação de perspectivas experienciais; ambigüidade no estabelecimento de correspondência entre as teorias formalizadas e ação profissional; e dificuldades na composição de relações entre metac conhecimentos, âmbitos da investigação profissional e modelos didáticos investigativos.

O Quadro 1 apresenta as categorias analíticas elaboradas e a caracterização das ideias dos licenciandos acerca do planejamento de ensino. São expostos, também, extratos representativos das respostas categorizadas e as questões que fundamentaram sua elaboração.

Posteriormente, as categorias analíticas constituídas foram utilizadas para analisar os conjuntos de repostas dos participantes de forma isolada.

Os Quadros 2, 3 e 4 apresentam exemplares alusivos às análises das respostas dos licenciandos acerca de convicções, conceitos, idealizações e contradições relativas à elaboração e dinâmica do planejamento de ensino, bem como suas correspondências às ideias prévias associadas às perspectivas centralizadoras, autônomas ou de transição (mesclas).

A partir do Quadro 1 e da caracterização das ideias sobre planejamento de ensino de cada participante desta pesquisa (exemplares nos Quadros 2, 3 e 4), compilaram-se as informações de maneira a representar tendências predominantes das ideias de todos os licenciandos. A Figura 5 representa a reunião desses dados.

A partir das informações apresentadas na Figura 5 é possível realizar dois tipos de inferências sobre os metac conhecimentos (Porlán e Rivero, 1998) envolvidos nas considerações acerca do planejamento de ensino. A primeira concerne ao fato de que, em certos momentos, os licenciandos concebem o planejamento a partir de um viés mais centralizador, bastante característico da racionalidade técnica. Isso resultou em assertivas voltadas à concepção do planejamento como um documento de caráter burocrático, em que o professor tem pouca autonomia para a definição dos objetivos e para a seleção dos conteúdos de ensino, além de se relacionar e influenciar de maneira incipiente a prática docente concreta em sala de aula. A segunda inferência, por sua vez, é associada ao processo formativo docente, enquanto ação gradativa e complexa, e que se refere ao planejamento de ensino como ato racional e autoral fundamentado teórica e metodologicamente, direcionado a um contexto educacional concreto e sujeito a constantes avaliações e reavaliações em processo.

Um primeiro aspecto a salientar diz respeito ao fato de que, em conformidade com as proposições teóricas de Porlán, Rivero e Pozo (1997; 1998), as ideias prévias dos licenciandos, apesar de apresentarem traços importantes de concepções autônomas, não se mostram necessariamente coesas, estabelecidas e bem delimitadas. Antes, sua natureza se expõe complexa e engloba diferentes conjecturas, muitas vezes, dotadas de aspectos

Quadro 1: Categorias analíticas e caracterização das ideias prévias dos licenciandos acerca do planejamento de ensino.

Categorias	Ideias centralizadoras (Extrato representativo)	Ideias autônomas (Extrato representativo)	Mescla de ideias centralizadoras e autônomas (Extrato representativo)
Flexibilidade	O professor realiza seu planejamento diante de ideias rigidamente centralizadas e em consonância com prescrições normativas exógenas ao contexto de aplicação. <i>“[o planejamento] nas escolas estaduais de acordo com a apostila que o governo dá como material” (A4).</i> <i>“É importante que o planejamento contenha os conteúdos abordados durante a disciplina” (A8).</i>	Contextos escolares reconhecidamente incertos, singulares e complexos exigem que o planejamento seja concebido como hipótese de intervenção que pode ser adaptada a situações imprevistas. O planejamento não deve ser rígido nem seguir prescrições rigorosamente normatizadas de caráter verticalizado. <i>“Momento de se realizar o planejamento deve ser sempre antes das aulas iniciarem, podendo ocorrer alterações durante as mesmas. O planejamento geralmente é feito nos conteúdos indicados para o ano que irá lecionar [...]” (A4).</i> <i>“A escolha [dos critérios de avaliação dependerá] do aluno e da metodologia escolhida [serão realizadas] diariamente, a cada atividade proposta dos alunos” (A2).</i>	O professor estipula, autonomamente, elementos para o planejamento de ensino, contudo submete-se a prescrições burocráticas, possivelmente exógenas ao contexto de aplicação, para sua efetivação. <i>“Realizaria o planejamento com no mínimo, uma semana de antecedência. Para que, até que aula seja dada, seja possível fazer algumas modificações, testes e até mesmo, mais leitura sobre a turma a ser trabalhada, para que o resultado final fique satisfatório” (A14).</i>
Funcionalidade	A finalidade do planejamento de ensino é de sujeitar a ação prática dos docentes aos trâmites administrativos escolares e atender com rigor aos objetivos dos processos de ensino e aprendizagem prescritos. O planejamento assume caráter burocrático e não se articula nem orienta significativamente a prática docente em sala de aula. <i>“Não [considero o nível de conhecimentos dos meus alunos]” (A4).</i>	Um dos intuitos do planejamento de ensino é integrar a ação prática dos docentes aos trâmites administrativos escolares. O planejamento, para além de documento formal das intenções de ensino do professor, orienta, fundamenta e se articula significativamente com a prática educativa em sala de aula. <i>“O planejamento tem a função de melhorar a elaboração e a aula a ser dada. Tornando-a mais interessante e didática” (A14).</i> <i>“[...]O planejamento auxilia em uma melhor prática docente. De tal maneira que, tanto professor quanto aluno saem ganhando com a aula dada” (A14).</i>	O professor mescla tendências centralizadoras e autônomas de acordo com as condições impostas pela prática profissional. <i>“O planejamento de ensino deve ser feito para ditar as diretrizes da disciplina. Um professor que possui uma qualificação satisfatória deve se utilizar deste para definir que tipo de estratégias utilizará para abordar cada assunto, levando em conta suas necessidades e dificuldades” (A12).</i>
Simplicidade	Por ter caráter burocrático, a ação de planejamento pode ser relevada em sua importância e, por isso, adquire um caráter demasiadamente simplista e sem rigor pedagógico. Sua organização é fragmentada, acumulativa e linear, não havendo a valoração de qualquer necessidade de fundamentação teórica e metodológica. <i>“O planejamento engloba todo o conteúdo a ser ministrado, bem como os objetivos que os alunos deverão atingir ao final através das avaliações escolhidas” (A10).</i>	O planejamento de ensino orienta a ação profissional docente de forma singular e em conformidade com os contextos de ensino e aprendizagem. Sua elaboração envolve fundamentação teórica e metodológica a fim de conferir profundidade, lógica, coerência, objetividade e utilidade à prática educativa concreta. <i>“[...] acredito que o professor deve estar seguro de qual estratégia irá adotar. Por exemplo: ele tem que saber discernir qual metodologia de ensino irá adotar (tradicional, histórico-crítica...). Sabendo isto, organizar, estruturar e verificar como serão as avaliações e todo o processo de ensino e aprendizagem, baseado na metodologia escolhida. Também, acredito que o professor deve estar seguro do conteúdo que irá abordar. Por exemplo, se a aula for sobre ácidos e bases, o professor deve estar ciente que deve estar dominando o assunto” (A2).</i>	O planejamento combina organização fragmentada, acumulativa e linear com perspectivas didáticas inovadoras. <i>“[...] O planejamento geralmente é feito nos conteúdos indicados para o ano que irá lecionar, utilizando outros meios para complementar as atividades, como livros didáticos, apostilas, vídeos, jogos, etc.” (A4).</i>

Quadro 1: Categorias analíticas e caracterização das concepções prévias dos licenciandos acerca do planejamento de ensino. (cont.)

Categorias	Ideias centralizadoras (Extrato representativo)	Ideias autônomas (Extrato representativo)	Mescla de ideias centralizadoras e autônomas (Extrato representativo)
Objetividade e realismo	O planejamento é pensado para contextos generalizáveis e distintos da realidade circunscrita à sua elaboração. A ação prático-profissional está submetida a esquemas fechados para a constituição de processos de ensino e aprendizagem e, por isso, é proposto em função estritamente de conteúdos e procedimentos técnicos que desconsideram a realidade sociocultural do público a que se destina. <i>“[o planejamento] nas escolas estaduais de acordo com a apostila que o governo dá como material” (A4).</i> <i>“Não [considero o nível de conhecimentos dos meus alunos]” (A4).</i>	O planejamento é elaborado pelo próprio responsável por sua aplicação. Seus constituintes apresentarão objetivos factíveis, bem como suas restrições e vínculos guiados pelas orientações curriculares oficiais e pelo projeto político-pedagógico da instituição para o qual ele foi elaborado. Além disso, as propostas de delineamento dessa atividade são condicionadas aos contextos concretos de ensino e aprendizagem. <i>“[o planejamento deve envolver] relevância, tanto social quanto tecnológica e ambiental. Com apoio do currículo do estado” (A14).</i> <i>“Procuro avaliar, olhando o nível em que o aluno iniciou e em que nível o aluno encerrou a disciplina. Para isso se faz uso atividades em grupo, chamadas orais discussão e debates em sala de aula” (A14).</i>	Nessa mescla de ideias considera-se a ação prático-profissional docente sujeita a esquemas fechados para a consecução de processos de ensino e aprendizagem. Contudo, são propostas perspectivas inovadoras quanto aos recursos, técnicas e processos avaliativos. <i>“[a seleção de conteúdos é feita] De acordo com alunos, de acordo com a metodologia escolhida, de acordo com o plano de ensino seguido para cada ano escolar” (A2).</i>
Utilidade	O planejamento tem caráter individualista e não dialoga com a comunidade escolar. As proposições do planejamento estão pautadas no uso de um único livro didático ou apostila, em uma organização temporal rígida e em proposições didático-pedagógicas pouco flexíveis. Ademais, não são propostas perspectivas inovadoras quanto aos recursos, técnicas e processos avaliativos. <i>“Se o objetivo dos meus alunos é passar no vestibular, seleciono os tópicos que mais foram exigidos nos últimos anos. Mas se o objetivo é aprender coisas novas ou arranjar uma inspiração, seleciono os assuntos que mais despertam a curiosidade no ser humano assuntos que fazem sua cabeça explodir e que dominam sua cabeça por dias” (A6).</i>	O planejamento se propõe a atender as necessidades dos alunos orientando-se em problemas relevantes baseados em perspectivas alternativas, na diversidade de recursos didáticos, estruturação de conteúdos significativos e no trabalho coletivo. O planejamento é útil e significativo para o desenvolvimento de uma prática autoral e crítico-reflexiva. <i>“Aulas expositivas dialogadas empregando jogos didáticos, sempre que possível. Seguindo uma metodologia CTSA, fazendo de debates e discussão em grupo, sempre que possível. O uso da experimentação também se mostra corriqueira” (A14).</i>	A mescla de ideias para essa categoria apresenta a posição dos licenciandos em relação à diversidade de elementos capazes de subsidiar a prática pedagógica e estruturar conteúdos, porém incapaz de impor mudanças significativas relacionadas às perspectivas alternativas. <i>“[o planejamento está fundamentado em] livros didáticos, Livros universitários, apostila de cursinhos pré-vestibular ou do governo do estado de São Paulo, artigos de revistas científicas, etc.” (A4).</i> <i>“O planejamento geralmente é feito nos conteúdos indicados para o ano que irá lecionar [...]” e “[avaliação dos alunos mediante] Provas, seminários, listas de exercícios, trabalhos para fazer em casa ou em grupo” (A4).</i>

Fonte: elaboração própria.

antagônicos, incoerentes e inconsistências, mas que invariavelmente estavam coexistindo sem divergências aparentes.

Como apontado anteriormente, esta pesquisa representa um recorte de um trabalho de doutoramento. Por isso, em razão do volume de informações geradas, dos objetivos deste trabalho e dos limites de espaço, optou-se pelo direcionamento analítico para os participantes A2, A4 e A14 (Figura 5) a fim de ilustrar a potencialidade das categorias analíticas. Tal consideração está relacionada à formação de grupo de trabalho entre esses indivíduos, após aplicação do questionário, para

a implementação de um modelo de planejamento de ensino fundamentado na hipótese de se descolar de ideias tradicionais de ensino e aprendizagem, conforme as propostas de Bego (2016b).

Em relação à caracterização específica desses participantes, ressalta-se que o grupo apresentava três integrantes que possuíam amplo entrosamento e experiências acumuladas pela participação no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) do IQ/CAr. Além disso, os licenciandos encontravam-se no último ano do curso e, por isso, já haviam

Quadro 2: Tipo de concepção prévia acerca do planejamento de ensino do sujeito A2.

Sujeito	Categoria	Concepção	Justificativa	Extrato representativo
A2	Flexibilidade	Autônoma	O planejamento é passível de adequações, reformulações e é elaborado em processo. Nele evidencia-se a autonomia na dimensão prática.	<i>“Durante o processo pode ser feita uma avaliação dos seus alunos para saber de onde partir e assim poder ter um planejamento completo”</i> <i>“[avaliações podem ser realizadas] diariamente, a cada atividade proposta dos alunos.”</i>
	Funcionalidade	Autônoma	O planejamento é um guia da prática, não deve ser burocrático e por demais complexo.	<i>“Organizar, revisar, avaliar, entender e estruturar as aulas a serem ministradas, para que professor e alunos possam ter total aproveitamento da aula.”</i>
	Simplicidade	Autônoma	O planejamento deve facilitar a ação prática, evitar a retórica pedagógica ou complexidade desnecessária.	<i>“Primeiramente, acredito que o professor deve estar seguro de qual estratégia irá adotar. Por exemplo; ele tem que saber discernir qual metodologia de ensino irá adotar (tradicional, histórico-crítica...) Sabendo isto, organizar, estruturar e verificar como serão as avaliações e todo o processo de ensino e aprendizagem, baseado na metodologia escolhida [...]”</i>
	Objetividade e realismo	Mescla	O planejamento supõe uma realidade concreta, contudo está sujeito a esquemas fechados para a obtenção de resultados pedagógicos.	<i>“[a seleção de conteúdos é feita] De acordo com alunos, de acordo com a metodologia escolhida, de acordo com o plano de ensino seguido para cada ano escolar”</i> <i>“[...] Também, acredito que o professor deve estar seguro do conteúdo que irá abordar. Por exemplo, se a aula for sobre ácidos e bases, o professor deve estar ciente que deve estar dominando o assunto.”</i>
	Utilidade	Autônoma	Planejamento deve atender as reais necessidades dos alunos, permitindo-lhes sua transformação em sujeitos ativos nos processos de ensino e aprendizagem.	<i>“[critérios para escolha do tipo e momentos da avaliação] A escolha de aluno e da metodologia escolhida. Diariamente, a cada atividade proposta dos alunos.”</i>

Fonte: elaboração própria.

cursado diversas disciplinas didático-pedagógicas antes de cursarem IEQ no ano de 2016, tais como: Fundamentos da Educação; História e Filosofia da Ciência; Psicologia da Educação; Didática; e Metodologia e Prática de Ensino.

No que se refere às ponderações dos participantes, de forma isolada e em conformidade com os dados apresentados na Figura 5, os alunos A2 e A14, para praticamente todas as categorias analíticas, apresentaram tendências às perspectivas autônomas, com ocorrência de mínimas tendências mescladas, características de convicções em transição. Perspectivas majoritárias que apontam para a importância e a necessidade da assunção de uma abordagem metodológica para a elaboração do planejamento de ensino a fim de balizar a ação prática profissional (Alves, 2018). Tal consideração, em um processo formativo profissional ajusta-se a perspectivas inovadoras e, talvez, propícias à consolidação de propostas de relações não verticalizadas entre os argumentos dos planejamentos curricular e de ensino.

A compilação estabelecida na Figura 5 indica que as ideias prévias dos participantes se relacionam, predominantemente,

a convicções de um planejamento de ensino direcionado aos moldes alternativo, investigativo e construtivista, segundo a categorização de Porlán e Rivero (1998). À vista disso, observa-se que os participantes A2 e A14 apresentam principalmente ideias associadas às perspectivas autônomas sobre o planejamento de ensino em razão da aproximação das categorias analíticas a ações respaldadas por uma dinâmica escolar emancipada de burocracias que não refletem a realidade em contexto; pelo compromisso autoral do planejamento; pela ênfase em sua coerência e abrangência; pela habilidade de envolver variadas estratégias didáticas; e pela composição de uma prática crítico-reflexiva.

A Figura 5 expõe, entretanto, que, para a categoria *Objetividade e Realismo*, os licenciandos considerados apresentam maiores antagonismos, apesar de já terem cursado importantes disciplinas que discutiam questões centrais acerca do planejamento e dos processos de ensino e aprendizagem. Isso se deve às transições entre as ideias do planejamento de ensino atrelado à negação ou assentimento da importância de sua elaboração em função da singularidade e especificidade dos

Quadro 3: Tipo de concepção prévia acerca do planejamento de ensino do sujeito A4.

Sujeito	Categoria	Concepção	Justificativa	Extrato representativo
A4	Flexibilidade	Mescla	Evidenciam-se limitações da autonomia docente na dimensão prática; ademais, o planejamento pode ser elaborado em processo.	<i>"[...] O planejamento geralmente é feito nos conteúdos indicados para o ano que irá lecionar, utilizando outros meios para complementar as atividades, como livros didáticos, apostilas, vídeos, jogos, etc."</i> <i>"Momento de se realizar o planejamento deve ser sempre antes das aulas iniciarem, podendo ocorrer alterações durante as mesmas."</i>
	Funcionalidade	Mescla	O planejamento é instrumento orientador da prática, contudo assume caráter essencialmente burocrático.	<i>"A finalidade seria para possuir uma organização conteúdos que serão dados ao longo das aulas. Para que não seja necessário toda vez que entrar numa sala de aula e ter que questionar os alunos em que parte do conteúdo ou em que conteúdo estava na aula anterior."</i> <i>"O planejamento geralmente é feito nos conteúdos indicados para o ano que irá lecionar, utilizando outros meios para complementar as atividades, como livros didáticos, apostilas, vídeos, jogos, etc."</i>
	Simplicidade	Centralizador	As propostas de planejamento não encerram profundidade e objetividade, restringindo-se a ações simplistas e orientadas pelo senso comum.	<i>"[planejamento é importante] para que não esteja perdida nos conteúdos que devo ensinar, porque quebra a credibilidade que o professor tem com os alunos."</i>
	Objetividade e realismo	Centralizador	O planejamento não leva em consideração a realidade em contexto, manifestam-se tendências generalizantes em sua composição.	<i>"[o planejamento] nas escolas estaduais de acordo com a apostila que o governo dá como material"</i>
	Utilidade	Centralizador	Direcionado a uma perspectiva alternativa a paradigmas tradicionais, o planejamento deve atender as necessidades e imprescindibilidades dos alunos.	<i>"Não [considero o nível de conhecimentos dos meus alunos]"</i>

Fonte: elaboração própria.

contextos concretos de ensino aos quais se destina, ou de perspectivas tecnicistas que priorizam a padronização verticalizada de projetos educacionais elaborados por terceiros.

Depreende-se dos dados que esses participantes apresentam ideias que representam já a influência das ações formativas empreendidas no curso de licenciatura em que estavam inseridos, sejam elas curriculares ou extracurriculares (participação no PIBID e discussões teóricas e práticas acumuladas das disciplinas didático-pedagógicas). Nesses termos, as diferentes experiências e vivências dos participantes, com seus fundamentos teóricos e práticos, representam influências sobre metac conhecimentos acerca da educação escolar e dos processos de ensino e aprendizagem, bem como sobre suas ideias prévias alusivas às características, elementos e finalidades do planejamento. Assim, parece haver importantes sinais de mudança e evolução das ideias mais tradicionais ou tecnicistas relativas ao ensino e aprendizagem dos licenciandos. Porém, essas experiências formativas não foram suficientes para o abandono dessas ideias,

o que evidencia o caráter resistente de algumas ideias (Porlán, Rivero e Pozo 1997; 1998).

Por outro lado, para todas as categorias consideradas, apenas o licenciando A4 apresentou, majoritariamente, tendências associadas às convicções centralizadoras. Tal ocorrência está possivelmente associada à mobilização de diferentes crenças e princípios de atuação (em nível explícito) à proporção que o licenciando relaciona ideias de senso comum. Além disso, infere-se, também, a mobilização das rotinas e guias de ação (em nível tácito) na medida em que o futuro professor conferiu destaque ao pragmatismo para a tomada de decisões didático-pedagógicas (Porlán e Rivero, 1998). Adicionalmente, são percebidas dicotomias entre elementos significativos no planejamento de ensino para esse participante, como o reconhecimento da importância do público-alvo e de uma metodologia capaz de conduzir a perspectivas próximas de ações autônomas para sua elaboração e a consideração do conteúdo didático como elemento, notadamente, para a consolidação do planejamento

Quadro 4: Tipo de concepção prévia acerca do planejamento de ensino do sujeito A14.

Sujeito	Categoria	Concepção	Justificativa	Extrato representativo
A14	Flexibilidade	Autônoma	O planejamento é passível de alterações e deve estar em conformidade com exigências didático-pedagógicas.	“Realizaria o planejamento com no mínimo, uma semana de antecedência. Para que até que aula seja dada, seja possível fazer algumas modificações, testes e até mesmo, mais leitura sobre a turma a ser trabalhada, para que o resultado final fique satisfatório”.
	Funcionalidade	Autônoma	O planejamento guia a prática de forma decidida e direta, integrando-a aos trâmites administrativos escolares.	“[as ações do planejamento envolvem] relevância, tanto social quanto tecnológica e ambiental. Com apoio do currículo do estado”. “O planejamento tem a função de melhorar a elaboração e a aula a ser dada. Tornando-a mais interessante e didática”.
	Simplicidade	Autônoma	O planejamento deve ser lógico, coerente e simplificar a ação docente.	“Acredito que é preciso ter clareza no que se deseja, só assim, o planejamento será satisfatório. O planejamento auxilia em uma melhor prática docente. De tal maneira que, tanto professor quanto aluno saem ganhando com a aula dada”.
	Objetividade e realismo	Autônoma	A realidade concreta e suas especificidades são consideradas como determinantes para a elaboração do planejamento. Sua proposta deve clara e exequível.	“Costumo identificar superficialmente, o nível dos alunos para possa fazer um planejamento adequado”. “Procurо avaliar, olhando o nível em que o aluno iniciou e em que nível o aluno encerrou a disciplina. Para isso se faz uso atividades em grupo, chamadas orais discussão e debates em sala de aula”. “Me fundamento nas disciplinas que tive no meu curso universitário. Utilizando sempre os textos e artigos discutidos nestas disciplinas”.
	Utilidade	Autônoma	O planejamento baseia-se em problemas relevantes, na pretensão da utilização de múltiplos recursos didáticos e envolve uma prática crítico-reflexiva.	“Aulas expositivas dialogadas empregando jogos didáticos, sempre que possível. Seguindo uma metodologia CTSA, fazendo de debates e discussão em grupo, sempre que possível. O uso da experimentação também se mostra corriqueira”. “Procurо sempre buscar o chamado “começo, meio e fim”, ou seja, programo uma introdução e explanação sobre o conteúdo, seguida de uma problematização e atividades em grupo, nos levando ao encerramento com atividades para casa, às vezes, ligando com o tema da próxima aula para que haja uma pesquisa prévia”.

Fonte: elaboração própria.

afastado de um entendimento teórico-prático flexível e mutável.

O licenciando A4 apresentou perspectivas opostas aos outros dois participantes, na medida em que expôs um ponto de vista mais centralizador para o planejamento a partir do conjunto das categorias analíticas. Suas visões refletem uma conduta direcionada ao pragmatismo das execuções normativas; convicção quanto à generalização do planejamento de ensino a quaisquer contextos; e possibilidade de adoção de múltiplos elementos para subsidiar a prática pedagógica e estruturar a seleção dos conteúdos escolares.

Tal situação dissonante dos dados acerca da caracterização das ideias dos participantes expõe, de um lado, possibilidades

formativas capazes de consolidar hipóteses críticas, bem como movimentos reflexivos e dialéticos diante da prática docente e, conseqüentemente, da elaboração de planejamentos capazes de transitar rumo a ideias autônomas; e, por outro lado, a necessidade de se identificar ideias centralizadoras a fim de promover ações formativas com vistas a sua crítica e posterior desenvolvimento e evolução.

Portanto, a constituição das cinco categorias analíticas capazes de depreender informações relativas às convicções prevaletentes entre os participantes desta pesquisa se mostraram úteis para caracterização de suas ideias prévias acerca do planejamento de ensino. Ademais, a empiria levada a termo

Flexibilidade																
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	
CC	CA	CA	MC	MC	CA	MC	CC	CA	CA	CC	CA	CA	MC	CC	CA	

Funcionalidade																
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	
CA	CA	CA	MC	CA	MC	CA	MC	CC	CC	CC	CA	MC	CA	CA	CC	

Simplicidade																
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	
CA	CA	CA	CC	MC	CC	MC	CC	CC	CC	CC	CA	MC	CA	CC	CC	

Objetividade e realismo																
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	
MC	MC	CA	CC	CA	CC	CA	MC	CC	MC	CC	MC	MC	CA	CA	CC	

Utilitarismo																
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	
CA	CA	MC	CC	MC	CC	CA	MC	CC	CA	MC	CA	CC	CA	CA	CA	

CA - Concepções Autônomas																
CC - Concepções Centralizadoras																
MC - Mescla de Concepções																
Sujeitos Analisados																

Figura 5: Ideias prevalentes para os licenciandos (A1 a A16) acerca do planejamento de ensino segundo as categorias analíticas propostas. Fonte: elaboração própria.

neste trabalho permitiu inferir considerações que se estendem como modelos de análise tanto para outros participantes do caso considerado quanto, possivelmente, para outros contextos de formação de professores.

Conforme amplamente já discutido, essa caracterização empírica pode fornecer subsídios importantes para professores formadores ou gestores educacionais, no sentido de terem fundamentos para problematizar ideias prévias de professores e para analisar posteriores progressos advindos de percursos formativos investigativos e alternativos.

Considerações finais

O objetivo deste trabalho foi propor cinco categorias analíticas – objetividade e realismo; funcionalidade; simplicidade; flexibilidade; utilidade – capazes de explicitar e caracterizar ideias prévias de professores relativas ao planejamento de ensino.

A validação dessas categorias analíticas foi realizada a partir de uma investigação empírica com um grupo de professores de Química em formação inicial. A partir da Análise do Conteúdo das respostas dos participantes da pesquisa foi possível realizar dois tipos de inferências acerca dos metac conhecimentos sobre a autonomia do trabalho docente e seus elementos condicionantes institucionais e prescritivos envolvidos em suas ideias prévias.

No que se refere à primeira inferência, identificou-se que havia a tendência de os licenciandos conceberem o planejamento através de uma perspectiva mais centralizadora, pautada, sobretudo, no denominado modelo da racionalidade técnica. Nessa perspectiva, o planejamento possui caráter burocrático, não se relaciona com a prática educativa concreta e o professor não se caracteriza como um profissional realmente autônomo.

Por sua vez, a segunda inferência diz respeito às ideias dos licenciandos que, em geral, estavam associadas ao planejamento com um ato racional crítico, fundamentado teórica

e metodologicamente, direcionado a determinada realidade concreta e realizado por um profissional com autonomia.

De modo geral, destaca-se que as ideias prévias dos professores de Química em formação inicial sobre o planejamento de ensino, em vez de se apresentarem coesas e bem delimitadas, são de certo modo divergentes e antagônicas, ora de caráter mais centralizado e tecnicista, ora de caráter mais autônomo e crítico. Esse fato reforça a complexidade e a resistência de determinadas ideias prévias de professores acerca de diversas dimensões dos processos de ensino e aprendizagem, no geral, e sobre o planejamento de ensino, em específico.

Assim, assumindo que o desenvolvimento do conhecimento profissional docente decorre de um itinerário formativo que envolve a explicitação e a crítica de ideias prévias, um aspecto importante envolve justamente seu levantamento e caracterização sistemáticos, de modo a fundamentar ações formativas subsequentes.

Advoga-se que a proposição de categorias analíticas para a compreensão das ideias prévias de professores sobre o planejamento de ensino, em função de seu papel precípua na ação educativa, representa uma das possibilidades de análise dos progressos advindos de percursos formativos inovadores, quer na formação inicial ou continuada, relacionados a perspectivas críticas e autônomas que visem superar as práticas pautadas na racionalidade técnica.

Portanto, aponta-se que ações qualificadas de formação inicial ou continuada de professores de Química podem privilegiadamente se pautar em percursos que se baseiem na evolução das convicções de professores por meio do desenvolvimento do conhecimento prático-profissional a partir da integração entre teoria, prática e planejamento autoral e crítico; na defesa intransigente da autonomia necessária para o trabalho docente; na crítica às exigências burocráticas impostas verticalmente por órgãos regulatórios e por políticas educacionais centralizadoras e homogeneizadoras.

Referências

- ALVES, M. *Características, elementos e importância do planejamento didático-pedagógico*: uma revisão de termos e conceitos na área de Ensino de Ciências. 2018. 130f. Dissertação (Mestrado em Química) - Instituto de Química, Unesp, Araraquara, 2018.
- BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BEGO, A. M. Políticas públicas e formação de professores sob a perspectiva da racionalidade comunicativa: da ingerência tecnocrata à construção da autonomia profissional. *Educação & Formação*, v. 1, p. 03-24, 2016a.
- BEGO, A. M. A implementação de unidades didáticas multiestratégicas na formação inicial de professores de Química. *Coleção Textos FCC (Online)*, v. 50, p. 55-72, 2016b.
- BEGO, A. M. A implantação de sistema apostilado de ensino e o trabalho docente: os problemas e as decisões de uma rede escolar pública municipal. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos Rbep-Inep*, v. 98, p. 764-782, 2017.
- BEGO, A. M.; TERRAZZAN, E. A.; OLIVEIRA, L. A. A. Trabalho Docente e Sistemas Apostilados de Ensino: Crítica à Luz da Teoria Habermasiana. *Comunicações*, v. 22, p. 101-110, 2015.
- CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. *Formação de Professores de Ciências*: tendências e inovações. 10a. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- CASTORINA, J. A.; BARREIRO, A.; TOSCANO, A. G. Las representaciones sociales y las teorías implícitas: una comparación crítica. *Educação e Realidade*, Porto Alegre, v. 30, n. 1, p. 201-222, 2005.
- FARIAS, I. M. S.; SALES, J. O. C. B.; BRAGA, M. M. S. C.; FRANÇA, M. S. L. M. *Didática e docência*: aprendendo a profissão, cap. 4, p. 107-135. 3a. ed. Brasília: Liber Livro, 2011.
- FATARELI, E. F.; MASSI, L.; FERREIRA, L. N. A.; QUEIROZ, S. L. Mapeamento de textos de divulgação científica para planejamento de debates no ensino de química. *Química Nova na Escola*, v. 37, p. 11-18, 2015.
- FRANCISCO JUNIOR, W. E.; OLIVEIRA, A. C. G. Oficinas Pedagógicas: Uma Proposta para a Reflexão e a Formação de Professores. *Química Nova na Escola*, v. 37, p. 125-133, 2015.
- FUSARI, J. C. *O Planejamento do Trabalho Pedagógico*: Algumas Indagações e Tentativas de Respostas. Série Ideias, São Paulo: FDE, n. 8, p. 44-53, 1998.
- GALIAZZI, M. C. *Educar pela pesquisa*: ambiente de formação de professores de Ciências. Ijuí: Unijuí, 2003.
- GAUTHIER, C.; MARTINEAU, S.; DESBIENS, J.; MALO, A.; SIMARD, D. *Por uma teoria da pedagogia*: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente. Ijuí: UNIJUÍ, 1998.
- GOMES, F.; MACHADO, F. S.; COSTA, L. L.; ALVES, B. H. P. Atividades Didático-Pedagógicas para o Ensino de Química Desenvolvidas pelo Projeto PIBID-IFG. *Química Nova na Escola*, v. 36, p. 211-219, 2014.
- HAYDT, R. C. C. *Curso de didática geral*, cap. 4, p. 94-104. 1a. ed. São Paulo: Ática, 2011.
- LIMA, A. A.; NÚÑEZ, I. B. A análise do conhecimento pedagógico do conteúdo no planejamento de atividades com a utilização de modelos no ensino de química. *Química Nova na Escola*, v. 35, p. 123-131, 2013.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em educação*: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 2013.
- MALDANER, O. A. *A formação inicial e continuada de professores de Química*: professores/pesquisadores. 3a. ed. Ijuí: Unijuí, 2006.
- MENEGOLLA, M.; SANT'ANNA, I. M. *Por que planejar? Como planejar?* Currículo – Área – Aula. 22a. ed. Petrópolis: Vozes, 2014.
- MONTERO, L. *A construção do conhecimento profissional docente*. Trad. Armando P. Silva. Lisboa: Instituto Piaget, 2017.
- PORLÁN, A. R.; RIVERO, A. *El conocimiento de los profesores*. Sevilla: Diada, 1998.
- PORLÁN, A. R.; RIVERO, A.; POZO, R. M. Conocimiento Profesional y Epistemología de los Profesores I: Teoría, Métodos e Instrumentos. *Enseñanza de las ciencias*, v.15, n. 2, p. 155-171, 1997.
- PORLÁN, A. R.; RIVERO, A.; POZO, R. M. Conocimiento Profesional y Epistemología de los Profesores II: Estudios Empíricos e Conclusiones. *Enseñanza de las ciencias*, v.16, n. 2, p. 271-288, 1998.
- PORLÁN, R.; MARTÍN, J. El diario del professor como instrumento para detectar problemas y hacer explícitas las concepciones. In: *El diario del profesor*: um recurso para la investigación em aula. 7a. ed. Sevilha: Díada, 1997. v. 57-78, p. 18-42.
- PORLÁN, R.; MARTÍN, D.P.R.; RIVEIRO, A.; HARRES, J.; AZCÁRATE, P.; PIZZATO, M. El Cambio del Profesorado de Ciencias I: marco teórico y formativo. *Enseñanza de Las Ciencias*, v. 28, n. 1, p. 31-46, 2010.
- RODRIGO, M. J. Do cenário sociocultural ao construtivismo episódico: uma viagem ao conhecimento escolar mediante as teorias implícitas. In: RODRIGO, M. J.; ARNAY, J. (Org.). *Conhecimento cotidiano, escolar e científico*: representação e mudança. São Paulo: Ática, 1998, p. 219-238.
- SANCHEZ, B. G.; VALCÁRCEL M. V. P. Science Teachers' Views and Practices in Planning for Teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 36, n. 4, p. 493-513, 1999.
- SANCHEZ, G.; VALCÁRCEL, M. V. P. Cómo preparamos nuestras clases? Un estudio de las concepciones de titulados en ciencias sobre la planificación de unidades didáticas. *La didáctica de las ciencias*, p. 211-222. La Coruña: Universidade da Coruña, 1998.
- SANCHEZ, G.; VALCÁRCEL, M. V. P. Qué tienen en cuenta los profesores cuando seleccionam el contenido de enseñanza? Cambios y dificultades tras un programa de formación. *Enseñanza de las ciencias*, v.18, n.3, p.423-437, 2000.

SANMARTÍ, N. Organización y secuenciación de las actividades de enseñanza/aprendizaje. In: *Didáctica de las ciencias em la educación secundaria obligatoria*. Madrid: Editorial Síntesis, 2009.

SILVA JUNIOR, L. A.; LOPES, J. G. S. Estudo e caracterização do pensamento docente espontâneo de ingressantes de um curso de licenciatura em química. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v.16, n. 1, p.131-148, 2014.

SILVA, P. B.; BEZERRA V. S., GREGO A.; SOUZA, L. H. A. A pedagogia de projetos no ensino de Química – o caminho das águas na região metropolitana do Recife: dos mananciais ao reaproveitamento dos esgotos. *Química Nova na Escola*, n. 29, p. 14-19, 2008.

SILVA, S. C.; ABREU, D. G. Aulas coletivas na escola pública: interação entre universidade-escola. *Química Nova na Escola*, v. 34, p. 131-135, 2012.

TARDIF, M. *Saberes da formação profissional*. 17a. ed. Petrópolis: Vozes, 2014.

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

VASCONCELLOS, C. S. *Planejamento: Projeto de Ensino-Aprendizagem e Projeto Político-Pedagógico – elementos metodológicos para elaboração e realização*. São Paulo: Libertad, 2007.

Gostaríamos de agradecer os assessores que colaboraram, ao longo de 2019, emitindo pareceres sobre os artigos submetidos para publicação em Química Nova na Escola:

Adjane da Costa Tourinho Silva	Fabiele Cristiane Dias Broietti	Maria Elenir Nobre Pinho Ribeiro
Adriana Vitorino Rossi	Fernando César Silva	Marlon Soares
Adriano Silveira Machado	Filomena M. G. S. C. Moita	Mauricio Rosa
Aguinaldo Robinson de Souza	Francis Musa Boakari	Maurícus Selvero Pazinato
Alice Ribeiro Casimiro Lopes	Francisco Catelli	Melquesedeque da Silva Freire
Aline Grunewald Nichele Nichele	Gildo Girotto Júnior	Michelle Camara Pizzato
Alvaro chrispino	Guilherme Andrade Marson	Monica Regina da Costa Marques
Ana Cláudia Kasseboehmer	Guimes Rodrigues Filho	Nilma Soares Silva
Ana Luiza Quadros	Henrique Antunes Cunha Jr	Nyura A. S. Mesquita
Ânderson Jésus da Silva	Henrique E. Toma	Orlando Fatibello-Filho
André Amaral Gonçalves Bianco	Hueder Paulo Moisés de Oliveira	Orliney Maciel Guimarães
Anelise Maria Regiani	Ivoni Freitas-Reis	Otávio Aloisio Maldaner
Aniara Ribeiro Machado	Jackson Gois da Silva	Ourides Santin Filho
Anielli Fabiula Lemes Lemes	Joana Guilares de Aguiar	Patricia Eliane Fiscarelli
Anna Maria Canavarro Benite	João Roberto Ratis Tenório da Silva	Paula Cristina Cardoso Mendonça
Antonio Francisco Carrelhas Cachapuz	Joaquim F. M. da Silva	Paulo A. Porto
Antonio Rogério Fiorucci	José Antonio Novaes da Silva	Paulo de Avila Junior
Ariane Baffa Lourenço	José Cláudio Del Pino	Paulo Pinheiro
Artur de Jesus Motheo	José Euzebio Simões Neto	Peter W. Tiedemann
Attico Inacio Chassot	José Machado Moita Neto	Priscilla Souza Coppola
Bayardo B. Torres	José Nunes Júnior	Rafael Cava Mori
Bruno Silva Leite	José Otavio Baldinato	Reginaldo Alberto Meloni
Camila Silveira da Silva	Karen Cacilda Weber	Renato Henriques de Souza
Carlos Alberto Lombardi Filgueiras	Kariston Pereira	Ricardo Cenamo Cachichi
Carlos Alberto Marques	Keysy Solange Costa Nogueira	Rita C. Suart
Carlos Neco da Silva Júnior	Lea da Silva Veras	Roberto Ribeiro da Silva
Carolina dos Santos Fernandes	Leonardo Maciel Moreira	Rosemari Monteiro C Foggatto Silveira
Clelia Mara de Paula Marques	Leonir Lorenzetti	Salete Linhares Queiroz
Daisy de B. Rezende	Liliana Marzorati	Sandra C Dias
Edemar Benedetti Filho	Luciana Massi	Selma Elaine Mazzetto
Edênia Maria Ribeiro do Amaral	Mara Elisa Fortes Braibante	Stefannie de Sá Ibraim
Edilson Moradillo	Mara Elisângela Jappe Goi	Sylvia Regina de C. Ribeiro Rodrigues
Edson José Wartha	Marcelo Lambach	Tales Leandro Martins Martins
Eduardo Norberto Codaro	Marcelo Maia Cirino	Tania Denise Miskinis Salgado
Eduardo Valadares Valadares	Marcelo P. da Silveira	Tatiana Comiotto
Elaine Pavini Cintra	Marcia Borin da Cunha	Waldmir Nascimento de Araujo Neto
Elisa Prestes Massena	Maria Cristina Canela	Wellington Ferreira de Magalhães
Evelyn Jeniffer de Lima Toledo	Maria da Graça Moraes Braga Martin	Wellington Francisco
Fabiana Roberta Gonçalves e Silva	Maria Das Graças Cleophas Porto	

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*, vol. 1 Trad. J. R. P. Bonapace. 4ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002. - (Kotz e Treichel Jr., 2002).

- **Para periódicos** referência completa (citação no texto entre parênteses):

TOMA, H. E. A nanotecnologia das moléculas. *Química Nova na Escola*, n. 21, p. 3-9, 2005. - (Toma, 2005).

ROSINI, F.; NASCENTES, C. C. E NÓBREGA, J. A. Experimentos didáticos envolvendo radiação microondas. *Química Nova*, v. 26, p. 1012-1015, 2004. - (Rosini et al., 2004).

- **Para páginas internet** referência completa (citação no texto entre parênteses):

<http://qnesc.sbq.org.br>, acessada em Março 2008. - (Revista Química Nova na Escola, 2008).

Para outros exemplos, consulte-se número recente da revista.

Os autores devem, sempre que possível, sugerir outras leituras ou acessos a informações e reflexões a respeito dos temas abordados no texto, para serem incluídos em "Para Saber Mais".

As legendas das figuras devem ser colocadas em página à parte, ao final, separadas das figuras. A seguir devem ser colocadas as figuras, os gráficos, as tabelas e os quadros. No texto, apenas deve ser indicado o ponto de inserção de cada um(a).

Os autores devem procurar seguir, no possível, as normas recomendadas pela IUPAC, inclusive o Sistema Internacional de Unidades.

Condições para Submissão dos Artigos

- 1) Os manuscritos submetidos não devem estar sendo analisados por outros periódicos.
- 2) Os autores são responsáveis pela veracidade das informações prestadas e responsáveis sobre o conteúdo dos artigos.
- 3) Os autores devem seguir as recomendações das Normas de Ética e Más Condutas constantes na página da revista <http://qnesc.sbq.org.br/pagina.php?idPagina=17>.
- 4) Os autores declaram que no caso de resultados de pesquisas re-

lacionadas a seres humanos eles possuem parecer de aprovação de um Comitê de Ética em pesquisa.

- 5) No caso de envio de imagens, os autores devem enviar cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado pelo(s) sujeito(s) (ou seus responsáveis), autorizando o uso da imagem.
- 6) Os autores declaram a inexistência de conflito de interesses na submissão do manuscrito.
- 7) É responsabilidade dos autores garantirem que não haja elementos capazes de identificá-los em qualquer parte do texto.

Submissão dos Artigos

Química Nova na Escola oferece aos autores a submissão on line, que pode ser acessada por meio do registro de Login e Senha. É possível registrar-se em nossa página na internet (<http://qnesc.sbq.org.br>) usando a opção Novo Usuário. Usuários das plataformas do JBCS e QN já estão cadastrados na base, devendo utilizar o mesmo Login e Senha. Após estar cadastrado no sistema, o autor pode facilmente seguir as instruções fornecidas na tela. Será solicitada a submissão de um único arquivo do manuscrito completo, em formato PDF. Está disponível uma ferramenta para gerar o arquivo .pdf, a partir de arquivo .doc ou .rtf, com envio automático para o endereço eletrônico do autor. Tão logo seja completada a submissão, o sistema informará automaticamente, por correio eletrônico, o código temporário de referência do manuscrito, até que este seja verificado pela editoria. Então será enviada mensagem com o número de referência do trabalho.

Se a mensagem com código temporário de submissão não for recebida, por algum motivo, a submissão não foi completada e o autor terá prazo máximo de 5 (cinco) dias para completá-la. Depois desse prazo, o sistema não permite o envio, devendo ser feita nova submissão. O autor poderá acompanhar, diretamente pelo sistema, a situação de seu manuscrito.

Ao fazer a submissão, solicita-se uma carta de apresentação, indicando a seção na qual o artigo se enquadra, que deverá ser digitada no local indicado, sendo obrigatória a apresentação dos endereços eletrônicos de todos os autores.

Manuscritos revisados

Manuscritos enviados aos autores para revisão devem retornar à Editoria dentro do prazo de 30 dias ou serão considerados como retirados. A editoria de Química Nova na Escola reserva-se o direito de efetuar, quando necessário, pequenas alterações nos manuscritos aceitos, de modo a adequá-los às normas da revista e da IUPAC, bem como tornar o estilo mais claro - respeitando, naturalmente, o conteúdo do trabalho. Sempre que possível, provas são enviadas aos autores, antes da publicação final do artigo.

Todos os textos submetidos são avaliados no processo de duplo-cego por ao menos dois assessores. Os Editores se reservam o direito de julgar e decidir sobre argumentos divergentes durante o processo editorial.

Seções / Linha Editorial

Química Nova na Escola (Impresso)

Serão considerados, para publicação na revista Química Nova na Escola (impresso), artigos originais (em Português) que focalizem a área de ensino de Química nos níveis fundamental, médio ou superior, bem como artigos de História da Química, de pesquisa em ensino e de atualização científica que possam contribuir para o aprimoramento do trabalho docente e para o aprofundamento das discussões da área.

Química Nova na Escola (On-line)

Serão considerados, para publicação na revista Química Nova na Escola (on-line), além dos artigos com o perfil da revista impressa, artigos inéditos (empíricos, de revisão ou teóricos) em Português, Espanhol ou Inglês que apresentem profundidade teórico-metodológica, gerem conhecimentos novos para a área e contribuições para o avanço da pesquisa em Ensino de Química. Estes artigos deverão atender aos critérios da seção “Cadernos de Pesquisa”.

Os artigos são aceitos para publicação nas seguintes seções:

● QUÍMICA E SOCIEDADE

Responsável: Roberto Ribeiro da Silva (UnB)

Aspectos importantes da interface química/sociedade, procurando analisar as maneiras como o conhecimento químico pode ser usado - bem como as limitações de seu uso - na solução de problemas sociais, visando a uma educação para a cidadania. Deve-se abordar os principais aspectos químicos relacionados à temática e evidenciar as principais dificuldades e alternativas para o seu ensino.

Limite de páginas: 20

● EDUCAÇÃO EM QUÍMICA E MULTIMÍDIA

Responsável: Marcelo Giordan (USP)

Visa a aproximar o leitor das aplicações das tecnologias da informação e comunicação no contexto do ensino-aprendizado de Química, publicando resenhas de produtos e artigos/notas teóricos e técnicos. Deve-se explicitar contribuições para o processo de ensino-aprendizagem.

Limite de páginas: 15

● ESPAÇO ABERTO

Responsável: Otavio Aloísio Maldaner (Unijuí)

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

Limite de páginas: 20

● CONCEITOS CIENTÍFICOS EM DESTAQUE

Responsável: José Luís de Paula Barros Silva (UFBA)

Discussão de conceitos básicos da Química, procurando evidenciar sua relação com a estrutura conceitual da Ciência, seu desenvolvimento histórico e/ou as principais dificuldades e alternativas para o ensino.

Limite de páginas: 20

● HISTÓRIA DA QUÍMICA

Responsável: Paulo Porto (USP)

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: Rafael Cava Mori (UFABC)

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: Mara Elisa Fortes Braibante (UFMS)

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: Ana Luiza de Quadros (UFMG)

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

Limite de páginas: 30 a 40.

A Divisão de Ensino da Sociedade Brasileira de Química tem o prazer de anunciar mais um produto,
Programas de TV Química Nova na Escola no formato DVD.

Nesta edição dos **Programas de TV QNEsc**, você encontrará:

- Visualização Molecular
- Nanotecnologia
- Hidrosfera
- Espectroscopia
- A Química da Atmosfera
- A Química dos Fármacos.
- Polímeros Sintéticos
- As Águas do Planeta Terra
- Papel: origem, aplicações e processos.
- Vidros: evolução, aplicações e reciclagem.
- Vidros: origem, arte e aplicações.
- Látex: a camisinha na sala de aula.

São **12 títulos temáticos** em formato digital que totalizam cerca de 4 horas de programação.

Para outras informações e aquisição, acesse www.s bq.org.br em Produtos da SBQ.

