

química nova

NA ESCOLA

VOLUME
41

Nº 2, MAIO 2019

- 124 Produção de Sabão no Assentamento Rural
Monte Alegre: Aspectos Didáticos, Sociais e Ambientais
Luciana Massi e Carlos S. Leonardo Júnior
- 133 Construção de Objetos de Aprendizagem para o Ensino de Química
Michele A. R. Guizzo, Elen G. Pereira, Priscila C. Nicolete, Neiva L. Kuyven e Patricia A. Behar
- 139 O Jornal da Química como Etapa Inicial de Abordagem Problematicadora: Proposta para Ensino e Formação de Professores
Ricardo S. G. Pinheiro e Márlon H. F. B. Soares
- 148 O Conhecimento Escolar: Um Estudo do Tema Diagrama de Linus Pauling em Livros Didáticos de Química – 1960/1970
André A. G. Bianco e Reginaldo A. Meloni
- 156 Saberes Docentes Compartilhados Durante o Estágio Supervisionado: Uma Experiência Com Licenciandos em Química
Renata B. Araújo, Yassuko Iamamoto e Daniela G. A. Favacho
- 162 Ensino de Química e Codocência: Interdependência Docente/Tradutor e Intérprete de Língua de Sinais
Eleandro A. Philippsen, Ricardo Gauche, Patricia Tuxi e Eduardo F. Felten
- 171 O Método de Estudo de Caso Como Alternativa para o Ensino de Química: Um Olhar para o Ensino Médio Noturno
Aleide R. Tomaz, Sarah M. Novaes, Gilmar S. Machado, Cláudia V. Crispim e Elisa P. Massena
- 179 Aprendizagem dos Conceitos de Ácidos e Bases em um Estudo Sobre a Linguagem
Geruza S. Nascimento e Bruno F. dos Santos
- 190 Compreensões sobre a Cegueira e as Atividades Experimentais no Ensino de Química: Quais as Relações Possíveis?
Renata A. da Silveira e Fábio P. Gonçalves
- 200 Interfaces Disciplinares no Ensino de Ciências: Uma Perspectiva Docente
Tania D. M. Salgado, Maria Cecília C. Moço e Maria Teresinha X. Silva

EDITORES

Paulo Alves Porto (IQ-USP)

Salete Linhares Queiroz (IQSC-USP)

CONSELHO EDITORIAL

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

António Francisco Carrelhas Cachapuz (UA - Aveiro, Portugal)

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

Aureli Caamaño (UB - Barcelona, Espanha)

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

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

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

Gisela Hernández (UNAM - Cidade do México, México)

Julio Cezar Foschini 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 Schnetzer (UNIMEP - Piracicaba, SP - Brasil)

ASSISTENTE EDITORIAL

Telma Rie Doui Duati

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©2019 Sociedade Brasileira de Química

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

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

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

diagramação/capa

Hermano Serviços de Editoração

Sumário/Contents

Química e Sociedade / Chemistry and Society

124 Produção de Sabão no Assentamento Rural Monte Alegre: Aspectos

Didáticos, Sociais e Ambientais

Soap Making in the Monte Alegre Rural Settlement: Didactic, Social and Environmental Aspects

Luciana Massi e Carlos S. Leonardo Júnior

Educação em Química e Multimídia / Chemical Education and Multimedia

133 Construção de Objetos de Aprendizagem para o Ensino de Química

Construction of Learning Objects for Teaching Chemistry

Michele A. R. Guizzo, Elen G. Pereira, Priscila C. Nicolette, Neiva L. Kuyven e Patricia A. Behar

Espaço Aberto / Issues/Trends

139 O Jornal da Química como Etapa Inicial de Abordagem

Problematizadora: Proposta para Ensino e Formação de Professores

Newspaper of Chemistry as the Initial Step in Problematising Approach: Teaching and Training of Teachers Proposal

Ricardo S. G. Pinheiro e Márlon H. F. B. Soares

Conceitos Científicos em Destaque / Scientific Concepts Highlighted

148 O Conhecimento Escolar: Um Estudo do Tema Diagrama de Linus Pauling em Livros Didáticos de Química – 1960/1970

School Knowledge: A Study of the Theme Linus Pauling Diagram in Chemistry Textbooks – 1960/1970

André A. G. Bianco e Reginaldo A. Meloni

Relatos de Sala de Aula / Chemistry in the Classroom

156 Saberes Docentes Compartilhados Durante o Estágio Supervisionado:

Uma Experiência Com Licenciandos em Química

Teachers' Knowledge Shared During Supervised Internship: Experience with Undergraduate Chemistry Students

Renata B. Araújo, Yassuko Iamamoto e Daniela G. A. Favacho

162 Ensino de Química e Codocência: Interdependência Docente/Tradutor e Intérprete de Língua de Sinais

Teaching Chemistry and Co-Teaching: Interdependence Teacher/Translator and Interpreter of Sign Language

Eleandro A. Philippsen, Ricardo Gauche, Patricia Tuxi e Eduardo F. Felten

171 O Método de Estudo de Caso Como Alternativa para o Ensino de Química: Um Olhar para o Ensino Médio Noturno

The Case Study Method as an Alternative to the Teaching of Chemistry: A Look at the Night School

Aleide R. Tomaz, Sarah M. Novaes, Gilmar S. Machado, Cláudia V. Crispim e Elisa P. Massena

Ensino de Química em Foco / Chemical Education in Focus

179 Aprendizagem dos Conceitos de Ácidos e Bases em um Estudo Sobre a Linguagem

The Learning of Concepts of Acids and Bases through an Intervention in a Study on the Language

Geruza S. Nascimento e Bruno F. dos Santos

190 Compreensões sobre a Cegueira e as Atividades Experimentais no Ensino de Química: Quais as Relações Possíveis?

Understanding Blindness and Experimental Activities in Teaching Chemistry: What Possible Relationships?

Renata A. da Silveira e Fábio P. Gonçalves

O Aluno em Foco / The Student in Focus

200 Interfaces Disciplinares no Ensino de Ciências: Uma Perspectiva Docente

Disciplinary Interfaces in Science Teaching: A Teacher's Perspective

Tania D. M. Salgado, Maria Cecília C. Moço e Maria Teresinha X. Silva

Sesquicentenário da Tabela Periódica de Mendeleev

Em 2019 são comemorados 150 anos da publicação da primeira Tabela Periódica dos elementos químicos por Dmitri Mendeleev (1834-1907). Para celebrar essa data, a ONU declarou 2019 como o Ano Internacional da Tabela Periódica (<https://www.iypt2019.org/>). Trata-se de uma ótima ocasião para se divulgar o conhecimento químico expresso pela Tabela e promover eventos que contribuam para popularizar a Química, como ocorreu no recente Ano Internacional da Química (2011). Embora o interesse seja motivado pelo número redondo do aniversário, é importante lembrar que a Tabela Periódica não foi criada em um dia específico. Um relato com características fantásticas, que pode ser encontrado em certas obras de divulgação da Química, conta que, em 17 de fevereiro de 1869, após um longo dia de trabalho tentando classificar os elementos químicos com o auxílio de cartões em que anotara seus símbolos e propriedades, Mendeleev adormeceu em sua mesa de trabalho. Sonhou então com a Tabela Periódica e, ao acordar, anotou-a imediatamente em um papel. Esse fantasioso relato não contribui para a compreensão do processo de construção da ciência. Em seu esforço para chegar a uma classificação, Mendeleev trabalhou durante anos na sistematização do conhecimento sobre os elementos químicos disponível em sua época, e seus esforços foram precedidos pelos de diversos outros estudiosos. É preciso também levar em consideração que a classificação periódica requer uma concepção de elemento químico que a torne possível – e isso passou pela definição de elemento como substância simples por Antoine Lavoisier (1743-1794) no final do século XVIII, e pela associação dessa ideia com o conceito de massas atômicas relativas, feita por John Dalton (1766-1844) no início do século seguinte. Também foi importante o desenvolvimento da pilha eletroquímica nessa época, o que possibilitou o isolamento de diversos elementos químicos. Já em 1820, Johannes Döbereiner (1780-1849) observou relações quantitativas entre as massas atômicas de tríades de elementos químicos com propriedades semelhantes (como cálcio, estrôncio e bário, por exemplo). Nas décadas seguintes, outros estudiosos propuseram formas de classificar os elementos químicos conhecidos levando em conta suas propriedades, entre os quais se pode citar Leopold Gmelin (1788-1853), William Odling (1829-1921), John Newlands (1837-1898), Alexandre Chancourtois (1820-1886) e Julius Lothar Meyer (1830-1895). Assim, a criação da Tabela Periódica pode constituir um bom exemplo para mostrar aos estudantes o caráter coletivo da ciência. Vale lembrar que Mendeleev desenvolveu seu trabalho na Universidade de São Petersburgo, o que exemplifica a fundamental importância das instituições universitárias para o desenvolvimento científico, tecnológico e cultural de uma nação.

Além disso, é relevante destacar, em contextos didáticos, que a história da Tabela Periódica não termina como um triunfo incontestável de Mendeleev. Diversas questões se apresentaram como desafios à classificação proposta, tais como as decorrentes da descoberta da radioatividade, de elementos que não se “encaixavam” na Tabela (como ocorreu com o argônio, até que

fosse inserido um grupo inteiramente novo na Tabela), ou da dificuldade de classificar as então chamadas “terras raras”. Tais desafios foram sendo superados com as contribuições de muitos outros cientistas. Um ponto marcante foram as contribuições teóricas de Antonius van den Broek (1870-1926) e experimentais de Henry Moseley (1887-1915), com as quais o número atômico passou a substituir a massa atômica como critério para o ordenamento dos elementos na Tabela Periódica. É possível ilustrar, assim, como o conhecimento científico não surge pronto e acabado como grandes feitos dos “gênios”, mas está sujeito continuamente a críticas, elaborações e reformulações. Não resulta, portanto, de revelações em sonhos ou adivinhações inspiradas, mas do trabalho cotidiano, diligente e criativo de milhares de cientistas no mundo inteiro. Se compreenderem essa imagem, talvez nossos estudantes passem a ver a ciência como um campo de atuação profissional no qual eles também podem vir a atuar e a contribuir para o desenvolvimento da sociedade brasileira, ajudando a substituir a ignorância e a credulidade por pensamento crítico e autônomo.

Esperamos que o leitor encontre, nos artigos que constituem este número de *Química Nova na Escola*, outros motivos de inspiração para sua atuação profissional na educação básica ou superior. Reflexões sobre a necessária renovação na formação de professores de química podem ser encontradas em três artigos: “O Jornal da Química como etapa inicial de abordagem problematizadora: proposta para ensino e formação de professores” (p. 139); “Saberes docentes compartilhados durante o estágio supervisionado: uma experiência com licenciandos em Química” (p. 156); e “Interfaces disciplinares no ensino de ciências: uma perspectiva docente” (p. 200). Contribuições para a temática da educação inclusiva também estão presentes nos artigos “Ensino de Química e codocência: interdependência docente/tradutor e intérprete de Língua de Sinais” (p. 162) e “Compreensões sobre a cegueira e as atividades experimentais no ensino de Química: quais as relações possíveis?” (p. 190). Diferentes metodologias para o ensino de Química são propostas e analisadas nos artigos “Produção de sabão no assentamento rural Monte Alegre: aspectos didáticos, sociais e ambientais” (p. 124); “Construção de objetos de aprendizagem para o ensino de Química” (p. 133); e “O método de estudo de caso como alternativa para o ensino de Química: um olhar para o Ensino Médio noturno” (p. 171). O uso da linguagem científica por estudantes do Ensino Médio é investigado em “Aprendizagem dos conceitos de ácidos e bases em um estudo sobre a linguagem” (p. 179). A transposição do conhecimento científico para os livros didáticos de Química é o foco do artigo “O conhecimento escolar: um estudo do tema Diagrama de Linus Pauling em livros didáticos de Química – 1960/1970” (p. 148).

Que essa variedade de assuntos e abordagens seja proveitosa para todos nossos leitores!

Paulo Alves Porto
Salette Linhares Queiroz
Editores de QNEsc

Produção de Sabão no Assentamento Rural Monte Alegre: Aspectos Didáticos, Sociais e Ambientais

Luciana Massi e Carlos S. Leonardo Júnior

Surgido do saber popular e modificado pelo conhecimento científico e tecnológico, o sabão é um produto amplamente utilizado atualmente, obtido por reações de saponificação. Levantamos o saber popular das mulheres do assentamento Monte Alegre acerca da produção de sabão como prática social. Com base na perspectiva da Pedagogia Histórico-Crítica (PHC) sobre a relação entre o saber popular e o conhecimento científico, elaboramos duas Sequências Didáticas (SD) e as aplicamos aos alunos do ensino fundamental da escola local. A intervenção problematizou a produção de sabões com aditivos e permitiu discussões sociais, históricas e ambientais. Paralelamente, foram realizadas entrevistas com as produtoras com registro audiovisual, a fim de produzir um documentário e transpor seus saberes para as aulas. Verificamos que os saberes das produtoras são plurais e revelam aspectos da fetichização e alienação da sociedade capitalista e discutimos as dificuldades e avanços decorrentes da implementação das SD coerentes com a PHC.

► produção de sabão, saberes populares, pedagogia histórico-crítica ◀

Recebido em 11/09/2018, aceito em 01/12/2018

Os compostos saponáceos são indispensáveis na salubridade da sociedade, pois são os agentes principais nos processos de remoção de óleos, gorduras e microrganismos. Conforme uma lenda romana, supostamente no Monte Sapo (que dá origem ao nome sabão), restos de gordura de animais queimados em fogueiras se misturavam às cinzas alcalinas de madeira e, quando chovia, a reação resultava no sabão de cinzas. Ele escorria ao longo da beira argilosa do rio Tibre, onde lavadeiras usavam-no e comprovaram sua eficácia na limpeza (*The Soap and Detergent Association*, 1994). Ao longo do tempo, a experimentação popular aperfeiçoou os sabões produzidos ao acaso, revelando um significativo avanço histórico no combate e prevenção de doenças, e passou a ser objeto de interesse político

Por se tratar de um material muito antigo, a produção de sabões carrega consigo uma pluralidade de saberes, resultando em diferentes receitas que incorporam sua história e carregam diferentes representações para as pessoas que o produzem. Nesse contexto, fomos convidados a desenvolver um projeto de educação química que envolvia as mulheres da comunidade de um assentamento rural no município de Araraquara, localizado no interior do estado de São Paulo, visando instrumentalizá-las com os conhecimentos químicos referentes à produção de sabão.

e econômico no contexto da revolução francesa, em que a síntese de hidróxido de sódio permitiu a substituição da produção artesanal de sabão de cinzas pela produção industrial de sabão de soda (*The Soap and Detergent Association*, 1994). Superado esse desafio, a indústria passou a investir

em aditivos, como sequestrantes, agentes branqueadores, agentes espumantes, corantes, fragrâncias, excipientes, entre outros, que conferem a ilusão da efetividade da limpeza mediante as características organolépticas, como roupas brancas e perfumadas (Selinger e Russell, 2017; *The Soap and Detergent Association*, 1994). Depois de escorrerem pelos ralos, esses componentes vão parar em rios e lençóis freáticos, sendo necessário enfrentarmos os impactos ambientais que alguns desses aditivos têm causado.

Por se tratar de um material muito antigo, a produção de sabões carrega consigo uma pluralidade de saberes, resultando em diferentes receitas que incorporam sua história e carregam diferentes representações

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.

para as pessoas que o produzem. Nesse contexto, fomos convidados a desenvolver um projeto de educação química que envolvia as mulheres da comunidade de um assentamento rural no município de Araraquara, localizado no interior do estado de São Paulo, visando instrumentalizá-las com os conhecimentos químicos referentes à produção de sabão.

Neste relato, inicialmente apresentamos as bases sobre as quais construímos nossa intervenção: primeiramente, estabelecemos um diálogo com a literatura de ensino de Química que analisou a relação entre o saber popular e o conhecimento científico; em seguida, apresentamos a perspectiva da Pedagogia Histórico-Crítica (PHC) sobre essa relação e mostramos como ela fundamentou nossa intervenção pedagógica. Diante desses fundamentos, discutimos: os diferentes momentos que constituíram nossa experiência na escola local e com sua comunidade; como as discussões articulavam os aspectos químicos envolvidos na produção de sabão; e as problematizações associadas aos aspectos ambientais, didáticos e sociais envolvidos nessa experiência. Também comentamos sobre a contribuição do uso de materiais audiovisuais no desenvolvimento da intervenção e na divulgação desse trabalho para um público mais amplo por meio da produção de um documentário. Por fim, avaliamos a experiência quanto aos saberes da comunidade, ao processo de ensino-aprendizagem pautado na PHC, e à produção de sabão na sociedade capitalista.

Saberes Populares na Educação em Ciências

Ao discutir sobre os saberes escolares, cotidianos e o conhecimento científico, Lopes (1999, p. 150) critica a equivalência entre senso comum e saber popular por meio de uma diferenciação que nos ajuda a delimitar os saberes populares como “fruto da produção de significados das camadas populares da sociedade, ou seja, as classes dominadas do ponto de vista econômico e cultural”. Isso faz com que ele esteja, de alguma forma, relacionado às práticas sociais cotidianas, envolvendo mecanismos de luta pela sobrevivência e processos de resistência (Lopes, 1999). Por outro lado, para ela o senso comum seria transclassista, se referindo às percepções universais e espontâneas sobre o mundo, em geral, distintas do conhecimento científico. Entendendo que a produção de sabão em uma comunidade de assentamento carrega essas marcas de classes dominadas e mecanismos de luta pela sobrevivência em condições adversas, buscamos na literatura da área de educação química pesquisas sobre os saberes populares para dialogar com nossa proposta.

Em levantamento bibliográfico nacional, produzido por Xavier e Flôr (2015), foram analisados 38 trabalhos no contexto dos saberes populares e da educação em ciências no Brasil, destacando-se quatro propostas diversas para trabalhar essa temática e o respectivo número de trabalhos que as exploram, indicado entre parênteses: reflexões teóricas (quatro); novas alternativas didáticas (26); troca de conhecimento com a comunidade (três); investigações das transformações dos saberes populares ocorridas no decorrer

do tempo (cinco). As reflexões teóricas dizem respeito à inserção do saber popular, peculiar de uma comunidade e cultura específicos, no ensino de ciências e ao seu diálogo com o conhecimento científico – frequentemente mais valorizado no contexto escolar. As novas alternativas didáticas visam o desenvolvimento de sentimento de solidariedade, respeito e valorização de diversas culturas, questionando a supervalorização do conhecimento científico, em detrimento de outros saberes (Xavier e Flôr, 2015). Nesses trabalhos, os saberes populares são utilizados como forma de contextualização e de proximidade com o ambiente cultural dos alunos, discutindo-se a intervenção do conhecimento científico nos saberes populares. Nos trabalhos que evidenciam a troca de conhecimento com a comunidade, procura-se melhorar a qualidade dos produtos artesanais provenientes dos saberes da população. Por fim, nos trabalhos que apresentam características de análise das modificações dos padrões culturais de certa população, são discutidos os fatores do desenvolvimento científico e tecnológico que alteram os fazeres dos cidadãos muitas vezes devido às exigências de padrões de qualidade (Xavier e Flôr, 2015).

Os trabalhos de Venquiaruto *et al.* (2011) e Gondim e Mól (2008) apresentam propostas de inserção de saberes populares de determinados grupos sociais nos currículos escolares de Química. Venquiaruto *et al.* (2011) investigaram o saber popular sobre a produção do pão em alguns municípios situados na região norte do estado do Rio Grande do Sul; as agricultoras produtoras de pão foram entrevistadas e, por meio dessa interlocução, foi possível construir algumas atividades experimentais que relacionassem esses saberes com alguns conteúdos da Química. Gondim e Mól (2008) trabalharam com o saber popular acerca da tecelagem manual apresentando uma proposta de ensino de ciências interdisciplinar; a investigação inicial desse saber se deu em um centro de tecelagem mineiro, onde algumas artesãs foram entrevistadas. Sobre o sabão, Pinheiro e Giordan (2010) investigaram o saber popular acerca da produção de sabão de cinzas no interior de Minas Gerais, articulando-o com o conteúdo químico com estudantes do ensino médio, promovendo uma interação entre a escola e a comunidade local, com mediação de uma hipermídia.

Assim, em linhas gerais, essas pesquisas tendem a questionar a diferenciação e a hierarquia entre os saberes no contexto escolar. Reconhecemos uma lacuna de trabalhos que abordam o saber popular de maneira crítica e dialética, ou seja, que o compreendam em sua totalidade, reconhecendo que o saber popular e o conhecimento científico se articulam e estão em constante movimento histórico e contraditório na sociedade, conforme Saviani (2008). Entendemos que a cotidianidade é marcada por saberes de senso comum que se caracterizam como imediatos, transferidos por meio da oralidade e da experiência, irrefletidos, entre outras características que os distanciam do conhecimento científico (Lopes, 1999). Como discutido no início dessa seção, os saberes populares se referem a um tipo específico de senso comum que mantém essas características acrescidas de sua vinculação

aos grupos sociais dominados. Portanto, entendemos que os trabalhos sobre saberes populares deveriam explicitar sua distinção em relação ao conhecimento científico, não no sentido de desvalorizar o saber popular, mas entendê-lo de modo mais dialético e contraditório. Ao contrário, encontramos nos trabalhos citados uma preocupação excessiva com a valorização do saber popular, a qual tende a mascarar sua distinção em relação aos conhecimentos científicos no contexto escolar. Acreditamos que, ao explicitar essas diferentes epistemologias e ontologias, seria possível promover a incorporação de conhecimentos científicos a fim de ressignificar o saber espontâneo e do cotidiano, de acordo com a proposta de Saviani (2008). Apostamos que a abordagem da PHC pautada no materialismo histórico-dialético permite essa compreensão.

Na realidade, Saviani (2015) defende que o ensino deva partir da prática social dos estudantes, compreendida como um entendimento sincrético da realidade, mas que teria sido selecionado pelo professor pelo seu potencial de caminhar para uma compreensão sintética dos problemas sociais, superando a aparência e chegando à essência por meio da mediação dos conhecimentos científicos. Assim, os conhecimentos científicos e clássicos seriam centrais, mas intrinsecamente dependentes do seu potencial para minimizar a alienação.

Pedagogia Histórico-Crítica e Sua Perspectiva sobre o Saber Popular

A PHC foi proposta por Dermeval Saviani na década de oitenta em um contexto de redemocratização e crítica ao papel da educação na sociedade. Saviani (1999) insere sua teoria pedagógica em um grupo de teorias que reconhecem os condicionantes sociais nos quais a escola está inserida, concordando com a denúncia dos crítico-reprodutivistas de que ela contribui para reproduzir a estrutura social de exclusão dos grupos sociais menos favorecidos, mas propondo que, por meio do ensino de conteúdos clássicos, seria possível evidenciar essa condição de dominação e pensar uma sociedade mais justa e igualitária.

Sua proposta é bastante criticada por leituras equivocadas e preconceituosas, diante da clara vinculação da teoria ao marxismo e ao materialismo histórico-dialético, e confundida com um ensino do marxismo diretamente ou o ensino de conteúdos estanques e descontextualizados como na escola tradicional. Na realidade, Saviani (2015) defende que o ensino deva partir da prática social dos estudantes, compreendida como um entendimento sincrético da realidade, mas que teria sido selecionado pelo professor pelo seu potencial de caminhar para uma compreensão sintética dos problemas sociais, superando a aparência e chegando à essência por meio da mediação dos conhecimentos científicos. Assim, os conhecimentos científicos e clássicos seriam centrais, mas intrinsecamente dependentes do seu potencial para minimizar a alienação. Para selecionar os conteúdos científicos que deveriam ser abordados na escola, deve-se, então, buscar por conhecimentos que, historicamente, permitiram o desenvolvimento da sociedade e hoje estão alheios ao desenvolvimento individual diante dos limites impostos pelo

capitalismo. A aprendizagem desses conhecimentos seria, portanto, fundamental para o processo de humanização, e isso justificaria sua inclusão no currículo.

Logo, segundo Saviani (2008), a escola apresenta o papel de mediadora entre o saber espontâneo e o saber sistematizado, reconhecendo suas especificidades e a dialética entre eles:

[...] pela mediação da escola, acontece a passagem do saber espontâneo ao saber sistematizado, da cultura popular à cultura erudita. Cumpre assinalar, também aqui, que se trata de um movimento dialético, isto é, a ação escolar permite que se acrescentem novas determinações que en-

riquecem as anteriores e estas, portanto, de forma alguma são excluídas. Assim, o acesso à cultura erudita possibilita a apropriação de novas formas por meio das quais se podem expressar os próprios conteúdos do saber popular. Cabe, pois, não perder de vista o caráter derivado da cultura erudita em relação à cultura popular, cuja primazia não é destronada. Sendo uma determinação que se acrescenta, a restrição do acesso à cultura erudita conferirá àqueles que dela se apropriam uma situação de privilégio, uma vez que o aspecto popular não lhes é estranho. A recíproca, porém, não é verdadeira: os membros da população marginalizados da cultura letrada tenderão a encará-la como uma potência estranha que os desarma e domina (Saviani, 2008, p. 21-22).

Pautados por essa pedagogia, construímos sequências de ensino inspiradas nos cinco momentos que sistematizariam essa passagem do entendimento sincrético, da aparência, para um entendimento sintético, da essência do processo de produção de sabão. Além disso, conseguimos analisar o saber popular reconhecendo sua dimensão alienada, revelando um processo ao qual todos estamos sujeitos na sociedade capitalista. Ressaltamos que essa iniciativa de incorporação da PHC no ensino de Química é pouco desenvolvida e explorada na literatura (Zilli *et al.*, 2015), o que justifica tanto a originalidade da nossa proposta quanto os diversos desafios que enfrentamos.

Desenvolvimento da Proposta na Comunidade do Assentamento

As atividades desenvolvidas foram decorrentes de projetos de extensão e pesquisa e aconteceram ao longo do ano de 2017. A etapa inicial foi a identificação dos saberes populares da comunidade do assentamento rural Monte Alegre,

localizado no município de Araraquara – SP, entre as cidades de Matão e Motuca. O tema escolhido, de relevância para a comunidade e para o público escolar da escola local, Escola Municipal Maria de Lourdes Silva Prado, foi o da produção de sabão, uma vez que diversas famílias produzem diferentes tipos de sabão sem interpretar e analisar esse processo mediante o conhecimento químico sistematizado.

Desenvolvemos propostas de intervenção pedagógica em parceria com os professores da escola, envolvendo conteúdos científicos coerentes com o currículo e com o material didático adotado na instituição para o 8º e o 9º ano do ensino fundamental. Quanto ao conteúdo, abordamos temas químicos de nível macroscópico, submicroscópico e representacional, além de temas gerais da ciência, como saúde, meio ambiente e tecnologia. O conjunto de atividades construído em parceria com a escola envolveu dois momentos configurados em Sequências Didáticas (SD)¹ realizadas no primeiro e no segundo semestre de 2017: (1) levantamento dos saberes populares e espontâneos sobre a produção de sabão; (2) desenvolvimento de saber científico sistematizado sobre a produção de sabão.

Levantamento dos Saberes Populares e Espontâneos sobre a Produção de Sabão

As primeiras atividades consistiram, principalmente, em pesquisas e levantamentos por meio da aplicação de questionários aos alunos. Foram aplicados três questionários aos estudantes em dias diferentes. O primeiro questionário tinha como objetivo identificar as produtoras de sabão da comunidade e suas respectivas receitas. Para aumentar a abrangência da busca, esse primeiro questionário foi entregue aos alunos do 5º ao 9º ano. O segundo questionário procurava levantar as concepções dos alunos sobre a solubilidade, as misturas, a reação de produção de sabão e o processo de limpeza. O último questionário tratava da relação entre o tema científico e suas implicações sociais, ambientais e históricas.

Para a aplicação de cada questionário, retomamos com os alunos a proposta do projeto, verificando seu interesse em participar da atividade e modificando-a em função dos seus comentários e das percepções da professora. Entendemos que a aplicação de três questionários pode ter sido cansativa, embora as atividades tenham sido espaçadas temporalmente, mas diante da fundamentação psicológica vigotskiana da PHC (Saviani, 2015), consideramos fundamentais esses levantamentos. Como o tema da reação de saponificação não é abordado no nível fundamental, pretendíamos identificar a Zona de Desenvolvimento Iminente (ZDI) em que os alunos se encontravam para planejar as atividades do segundo

Como o tema da reação de saponificação não é abordado no nível fundamental, pretendíamos identificar a Zona de Desenvolvimento Iminente (ZDI) em que os alunos se encontravam para planejar as atividades do segundo semestre (Vigotski, 2010; Prestes, 2010). Assim, pretendíamos identificar “possibilidades de desenvolvimento” dos alunos, que dependiam da nossa colaboração para que elas pudessem “amadurecer certas funções intelectuais” (Prestes, 2010, p. 173). Também procuramos identificar a percepção dos alunos em relação ao tema no sentido de provocar necessidades de aprendizagem (Vigotski, 2010).

semestre (Vigotski, 2010; Prestes, 2010). Assim, pretendíamos identificar “possibilidades de desenvolvimento” dos alunos, que dependiam da nossa colaboração para que elas pudessem “amadurecer certas funções intelectuais” (Prestes, 2010, p. 173). Também procuramos identificar a percepção dos alunos em relação ao tema no sentido de provocar necessidades de aprendizagem (Vigotski, 2010).

Por meio das respostas obtidas no primeiro questionário, entramos em contato com as produtoras de sabão usando os dados fornecidos pelos alunos. Apenas quatro aceitaram participar das entrevistas, que investigavam a origem das receitas, a importância da utilização desse produto no cotidiano da família, o entendimento das produtoras acerca dos ingredientes e da própria reação

e como elas relacionam a produção do sabão com questões ambientais, questionando sobre os impactos do descarte inadequado do óleo e se o uso do sabão poderia trazer prejuízos ao meio ambiente. Além disso, foram registrados os processos de produção desses sabões.

Essas filmagens foram levadas para a escola no segundo semestre como parte das aulas e também foram apresentadas na conclusão do projeto para toda a comunidade escolar; por fim, os registros audiovisuais foram utilizados para a produção de um documentário.

Nas receitas foi possível identificar a adição de diversos ingredientes, como: etanol de posto, detergente, fubá, amaciante, açúcar cristal, bicarbonato de sódio, sabão em pó, desinfetante, soda líquida, entre outros. Contudo, discutiremos a seguir apenas os sabões das quatro produtoras entrevistadas, Marlene Vellozo do Prado Gomes, Ozilia Gaspar Martins, Vandelina do Espírito Santo de Souza e Maristela Claudina de Souza Paula. As receitas de cada produtora são apresentadas no Quadro 1. Essas receitas foram analisadas por uma professora especialista em Química Orgânica e colaboradora do projeto, Cíntia Duarte de Freitas Milagre, e devolvidas à comunidade com sugestões de melhoramentos que visavam a redução do impacto ambiental que alguns dos ingredientes causavam, na forma de um minicurso e por intermédio do documentário.

Podemos notar que as quatro receitas possuem ingredientes adicionais, em relação à reação química clássica, e os modos de preparo das produtoras Ozilia e Vandelina possuem diferenciais se comparados à produção clássica. Quando questionadas sobre a origem das receitas e a utilização desse produto no cotidiano, as respostas foram plurais. Em suas falas, que estão presentes no documentário, ficou evidente que há uma perda de memória, pois nenhuma delas produz sabão utilizando uma receita antiga da família.

Quadro 1: Receitas dos sabões das produtoras entrevistadas do assentamento rural Monte Alegre. Fonte: elaboração própria (imagens capturadas do documentário)

Produtora	Imagem do sabão	Ingredientes	Modo de preparo
Marlene		4 L de água; 1 kg de soda em escamas; 4 L de óleo de cozinha usado; 1 a 2 copos de fubá.	Misturar todos os ingredientes, deixando o fubá por último. Mexer por aproximadamente 40 minutos.
Ozília		1 L de água; 1 L de soda líquida; 4 L de óleo de cozinha usado.	Colocar a soda e a água em um balde e o óleo em outro. Transferir de um balde para o outro em torno de 15 vezes.
Maristela		2 L de água; 1 kg de soda em escamas; 4,5 L de óleo de cozinha usado; 1 copo de sabão em pó.	Primeiramente, dissolver a soda na água. Misturar o óleo, o sabão em pó, e mexer por 1 hora.
Vandelina		300 mL de soda líquida; 1 L de óleo de cozinha usado; 1 L de etanol de posto.	Misturar tudo e mexer por 5 min. No dia seguinte, dissolver o sabão em 3 L de água quente; em seguida, acrescentar mais 7 L de água em temperatura ambiente.

Embora tenham conhecimento sobre a produção do sabão de cinzas, por exemplo, essa técnica não foi incorporada nas suas receitas atuais.

A fonte dessas receitas foi a internet e informações fragmentadas do próprio saber popular acerca do sabão. Na entrevista, Vandelina explicou que encontrou a receita fixada na parede do Instituto de Terras do Estado de São Paulo (ITESP); de modo geral, nas falas dessas mulheres, foi possível verificar que os critérios para a escolha de uma receita são sua facilidade, rapidez no preparo e estética, não importando a origem e as consequências que os ingredientes podem ocasionar no meio ambiente. Portanto, ao contrário

do que foi apresentado nas pesquisas de Gondim e Mól (2008) e Pinheiro e Giordan (2010), não identificamos nessa comunidade saberes “puros”, “tradicionais” ou “artesanais”, que costumam estar associados à expressão “saber popular”. Entendemos que diversas hipóteses podem ser levantadas para explicar essa diferença, porém, com base em nosso referencial, acreditamos que ela pode apontar para uma visão ingênua de saberes populares como mais “puros” ou “artesanais”, desconsiderando que toda a sociedade está inserida em um sistema capitalista, que induz a reprodução de modelos de vida urbana, fragmentada e imediatista para toda a população. Dessa forma, reforçamos nosso entendimento

de que os saberes populares nas pesquisas em educação em ciências e química também devem ser compreendidos em uma perspectiva crítica e dialética, como proposto por Saviani (2008).

Os problemas relacionados ao meio ambiente por uso dos sabões com aditivos não foram citados e apenas o descarte de óleo na terra foi destacado como prejudicial, sendo importante a sua reutilização. Entretanto, devido ao seu aspecto límpido, Vandelina deve ter utilizado óleo novo em sua receita na gravação, aproveitando apenas uma parte do potencial da técnica de produção de sabão para minimizar o impacto ambiental desse produto.

Diante dessa realidade, entendemos que não fazia sentido para essa comunidade trabalhar com a receita do sabão de cinzas, como no caso da pesquisa de Pinheiro e Giordan (2010), em que essa prática estava fortemente presente na comunidade. Embora uma das produtoras tenha feito referência a essa receita, seu processo de produção lento e pouco eficiente não representou uma possibilidade para esse grupo, que busca no supermercado produtos que poderiam produzir ou reaproveitar. Assim, a história dessa comunidade se torna alheia ao seu desenvolvimento histórico ao mesmo tempo em que um único tipo de mercadoria é fetichizada e valorizada pelo seu valor de troca e não pelo valor de uso. Não estamos criticando a comunidade do assentamento, pois toda a sociedade está imersa na alienação provocada pelo capitalismo, só destacamos a contradição da questão ambiental para essa comunidade que, ao contrário da urbana, tem uma relação mais direta com a terra e cujos impactos do modo de vida são “devolvidos” para a natureza de forma mais visível, como a contaminação da água potável pelo uso de fossas negras ou a contaminação do solo e dos rios pelo descarte de óleos.

Desenvolvimento de Saber Científico Sistematizado sobre a Produção de Sabão

O segundo conjunto de atividades, realizado na escola entre setembro e novembro, visava desenvolver a sistematização dos saberes científicos sobre a produção de sabão em articulação com os saberes populares. Como indicamos, esse tema se associa diretamente aos conteúdos abordados pela professora de ciências uma vez que envolve as transformações químicas. As atividades que compunham essa segunda SD foram:

- Prática social: compartilhamentos dos diferentes saberes das receitas obtidas buscando identificar semelhanças, diferenças e os componentes principais do processo de produção de sabão;
- Problematização: discussão sobre o conteúdo histórico, o papel do sabão no desenvolvimento da humanidade e as implicações sociais e ambientais referentes à produção industrial de sabão;
- Instrumentalização: discussão sobre o conteúdo químico de transformações químicas por meio de sistematização e de condução de experimentos testando e comparando reagentes e sistemas;

- Prática social: retomada geral do tema proposto, articulando implicações sociais, ambientais e tecnológicas envolvidas na produção de sabão.

A organização dessas atividades teve como referência a proposta de Saviani (1999) quanto à PHC e algumas delas exigiram mais do que uma aula para que fossem plenamente desenvolvidas. Inicialmente, agrupamos os alunos do 8º e do 9º ano para desenvolver essas atividades, pois as turmas eram pequenas e entendemos que seria produtivo ter mais tempo de aula para desenvolver o trabalho. Posteriormente, percebemos que as ações eram mais ricas com as turmas trabalhando separadamente.

Essa segunda etapa de desenvolvimento do projeto foi mais trabalhosa, pois envolveu a preparação de aulas e pesquisas sobre os temas, visando encontrar a forma mais adequada de trazer discussões complexas da Química para um público do ensino fundamental, de modo coerente com os fundamentos da PHC e, ainda, com o cuidado de associar essas discussões com as questões sociais, históricas e ambientais.

Tendo como referência a ideia de prática social como ponto de partida e de chegada do ensino (Saviani, 1999), a segunda SD foi inspirada pelo estudo de caso *Do sabão às cinzas: o dilema da Dona Maria*, apresentado aos alunos na primeira aula e retomado na última intervenção, visando sua resolução, contendo aspectos trabalhados para sustentar a resposta. O caso envolvia o saber popular e tradicional de uma comunidade sobre a produção do sabão de cinzas confrontado pelos saberes fragmentados e efêmeros encontrados na internet sobre a produção de sabão com base em reagentes industriais, levando os alunos a se posicionarem a favor de uma das duas receitas justificando sua escolha. Embora os alunos tenham valorizado as questões ambientais, ainda optaram pela receita mais prática.

As aulas sobre a história da produção de sabão aconteceram com auxílio de uma animação produzida por um dos membros da equipe. Esse material foi fundamental na condução dessas aulas, pois retomou a temática da produção de sabão em relação ao contexto social e histórico. Entendemos que essa escolha é coerente com o materialismo histórico-dialético, que fundamenta a PHC (Saviani, 1999; 2008; 2015), rompendo com o imediatismo cotidiano e levando os alunos a reconhecer diferentes relações estabelecidas com o sabão e sua produção. Nas aulas de conteúdos químicos foram realizados experimentos, que permitiram diferenciar misturas de reações químicas. Os trechos das gravações realizadas com as produtoras de sabão foram incluídos como exemplos e problemáticas das aulas.

A discussão de conceitos químicos com alunos do ensino fundamental foi o maior desafio da intervenção pedagógica. O sabão é obtido reagindo-se um lipídio, que pode ser óleo ou gordura, com uma substância alcalina, em meio aquoso; a reação resulta em sais de ácido carboxílico, que são o sabão, e a glicerina; essa reação recebe o nome de saponificação ou hidrólise básica (Selinger e Russell, 2017). Por se tratar de uma reação que envolve conteúdos mais avançados, optamos

por trabalhar com os alunos principalmente o conceito de transformação química. De acordo com a proposição de Saviani (2008, p. 14), identificar “aquilo que se firmou como fundamental, como essencial” é um critério útil para a seleção dos conteúdos escolares, e entendemos que o conceito escolhido representa um conteúdo clássico para a PHC. Acreditamos que toda a comunidade de educadores químicos concordaria com a centralidade da transformação química, que é essencial até para definir essa ciência. Além disso, consideramos que se trata de um conceito com diferentes níveis de aprofundamento e que poderia ser abordado de modo coerente com a ZDI dos estudantes do ensino fundamental (Vigotski, 2010).

O intuito era que os alunos pudessem se apropriar desse conceito, compreendendo que as substâncias majoritariamente responsáveis pela propriedade de limpeza do sabão são os sais de ácido carboxílico, os quais derivam de três ingredientes essenciais – lipídio, substância alcalina e água –, e que os aditivos possuem a função de deixar o produto em padrão comercial, com características que são divulgadas pela mídia e atraem o consumidor, gerando necessidades justificadas apenas pelo valor de troca e não pelo valor de uso da mercadoria, o que contribui para a fetichização do sabão e dos processos de limpeza.

Nesse processo, primeiramente, foi fundamental que os alunos compreendessem a diferença entre mistura mecânica, transformação física e transformação química. Nosso foco principal foi construir a noção de transformação química articulando os três níveis de conhecimento químico: no nível macroscópico, recuperamos exemplos de transformações cotidianas e, em laboratório, realizamos misturas mecânicas e transformações químicas, envolvendo os mesmos reagentes da reação de saponificação, visando destacar as mudanças macroscópicas; no nível submicroscópico, abordamos os conceitos de átomo, molécula, transformação física e reação química; no nível representacional, usamos o modelo de bolas coloridas para representar os reagentes e os produtos da reação de saponificação clássica, permitindo que os alunos visualizassem o rearranjo dos átomos.

Ainda sobre os conteúdos químicos, foi necessário que explicássemos a função de cada um dos aditivos nas receitas, em termos gerais e mais simples, contando com as explicações e sugestões da professora especialista em Química Orgânica, as quais apresentamos a seguir:

- O uso de álcool de posto, etanol, serve para solubilizar melhor o lipídio no meio reacional, acelerando a reação e reduzindo as chances de parte do lipídio não reagir;
- Quanto ao fubá, farinha de milho, embora a produtora Marlene tenha explicado que ele serve para acelerar a reação, por ela visualizar a formação do sólido mais

rápido, a sua principal função é de fornecer ao produto propriedade esfoliante, assim como a areia, assumindo o lugar dos pós abrasivos adicionados pela indústria;

- Quanto ao sabão em pó, é provável que a produtora Maristela o utilize buscando adicionar ao seu sabão caseiro os aditivos que ele contém, como agentes espumantes, branqueadores e fragrâncias;
- A solubilização total da soda sempre deve ser a etapa inicial do processo, o que não foi verificado no modo de preparo da Marlene;
- É importante manter o meio reacional em constante mistura, e uma alternativa eficaz é o método apresentado pela produtora Ozilia, que utilizou dois baldes ao invés de mexer o meio reacional com uma pá.

Aproveitando-se das receitas e seus aditivos, foi possível discutir com os alunos sobre o processo de limpeza do sabão, que envolve estruturas micelares, evidenciando que espuma não é sinônimo de limpeza, e, ainda, sobre alguns impactos ambientais causados principalmente em rios, como a proliferação de algas devido à adição de fosfatos nos sabões (Selinger e Russell, 2017).

Também discutimos em sala de aula a respeito da procedência do hidróxido de sódio comprado nos supermercados, atentando para a não decomposição das embalagens plásticas no meio ambiente, o gasto de combustível fóssil no transporte do produto feito pelos caminhões, o gasto energético das indústrias e até mesmo as condições de trabalho nas quais os funcionários podem estar submetidos.

A conclusão das atividades em sala de aula ocorreu quando os alunos responderam ao estudo de caso, evidenciando a apropriação dos impactos sociais e ambientais sobre o tema e, de modo mais superficial, do conceito de transformação química aplicado à reação de saponificação. O objetivo do ensino, de acordo com a PHC, é produzir a catarse, ou seja, a incorporação dos conteúdos científicos na percepção da prática social por parte dos estudantes, reconhecendo a alienação da sociedade capitalista em relação aos conhecimentos científicos produzidos historicamente e coletivamente (Saviani, 1999). Sabemos que esse processo nem sempre é imediato e pode ocorrer após a conclusão do processo de ensino-aprendizagem; portanto, consideramos que poucos alunos apresentaram indícios desse desenvolvimento. Além disso, enfrentamos diversos desafios nesse processo, pois a PHC é uma teoria em construção; logo, surgiram muitas dúvidas quanto ao planejamento e à condução das aulas. Entendemos que metodologias experimentais investigativas e recursos como os estudos de caso, consensualmente defendidos por pesquisadores em educação em ciências, podem ser incorporados por essa pedagogia, mesmo que tenham sido propostos com base em outros fundamentos pedagógicos e

Acreditamos que toda a comunidade de educadores químicos concordaria com a centralidade da transformação química, que é essencial até para definir essa ciência. Além disso, consideramos que se trata de um conceito com diferentes níveis de aprofundamento e que poderia ser abordado de modo coerente com a ZDI dos estudantes do ensino fundamental (Vigotski, 2010).

psicológicos, desde que sejam ressignificados em uma perspectiva de superação, assim como Marx superou a economia de Ricardo (Lowy, 1987).

Outro ponto que merece destaque foram os desafios ao provocar os alunos a participar das aulas de modo mais ativo e crítico, ao contrário do que eles pareciam estar acostumados, fora as dificuldades de leitura, escrita e compreensão de textos e até indisciplina de alguns estudantes. Apesar dos desafios, acreditamos que foi possível planejar e desenvolver as SD em consonância com os princípios da PHC, contribuindo para a ampliação dos poucos estudos sobre a inserção dessa pedagogia no ensino de ciências (Zilli *et al.*, 2015).

Devolutiva à Comunidade do Assentamento e Divulgação para o Público em Geral

Por fim, por sugestão da professora de ciências, participamos da Mostra Cultural organizada pela escola para a comunidade escolar e cujo objetivo foi divulgar as ações desenvolvidas no ano letivo. Nesse evento, apresentamos parte do documentário e oferecemos um minicurso, contando com a colaboração da professora especialista em Química Orgânica, para compartilhar as aprendizagens desenvolvidas com os estudantes sobre o sabão e estimular a produção de um sabão mais sustentável por parte de famílias que ainda não tinham experiências nesse sentido.

Embora poucos pais tenham comparecido no dia do evento, conseguimos exibir partes do documentário para uma quantidade considerável de pessoas. A baixa participação foi explicada pela gestão e pelos professores da escola em função do pouco interesse e valorização da educação por parte das famílias. No minicurso, que procedeu a apresentação, foi possível discutir diversos pontos da temática com os que estavam presentes, recuperando seus saberes populares, semelhantes aos já identificados nas quatro produtoras entrevistadas, e mostrando as vantagens e a viabilidade de produzir o sabão caseiro.

A dúvida pertinente entre os indivíduos que participaram do minicurso era saber qual é, afinal, a receita de sabão ideal; porém, enquanto para eles a receita ideal era aquela que fosse rápida, fácil de fazer e eficaz, para nós se tratava da mais sustentável, e isso foi discutido. Destacamos o impacto ambiental associado aos aditivos, às embalagens, aos transportes e à indústria, bem como a desnecessidade do álcool, do sabão em pó, do fubá etc., e a importância da utilização do óleo de cozinha reciclado, evitando os problemas ambientais decorrentes do seu descarte inadequado. Para os que não produzem sabão, indicamos a possibilidade de entregar o óleo utilizado para as produtoras e comprar os sabões caseiros, favorecendo

esse modelo de produção e economia. Procuramos, ainda no minicurso, incentivar a criação de cooperativas no assentamento para a produção de sabão.

Após concluir as atividades na escola, investimos três meses no trabalho de edição do documentário, que foi postado no canal TV UNESP no *Youtube*. O link foi disponibilizado aos envolvidos e também foram realizadas divulgações *online*. Entrevistar as produtoras de sabão e trazer essas filmagens nas aulas facilitou o acesso dos alunos a esses saberes e permitiu uma aproximação maior da temática com a sua realidade, além de representar uma forma de valorização dessas mulheres e seus saberes para um público mais amplo, pois os participantes se veem representados na mídia, e os que não participaram têm a oportunidade de conhecer esses conhecimentos e refletir sobre o conteúdo trabalho.

Em uma sociedade profundamente afetada pela lógica capitalista, conforme foi identificado nas falas e receitas das produtoras de sabão, a informação da mídia é carregada de distorções e imediatismos, conforme interesses do mercado. Sem um trabalho educativo transformador e a produção de conteúdos alternativos, como o documentário, a sociedade fica sem um canal para outras ideologias e reflexões. O documentário pode ser acessado buscando-se pelo seu título, *Produção de sabão no assentamento Monte Alegre*, ou pelo link <https://www.youtube.com/watch?v=9PtU104wekI&t=4554s>.

Conclusões

Assim como no meio urbano, percebemos que no rural a produção de sabão também tem sido afetada pela lógica do mercado. Embora existam limitações geográficas e de recursos, as mulheres que entrevistamos buscam no supermercado seus produtos, perdendo a relação com sua história e impactando o meio ambiente de forma mais direta que nas cidades. Pudemos identificar quão plurais são os seus saberes acerca da produção do sabão ao mesmo tempo em que rompemos com visões ingênuas sobre a “pureza” ou o caráter “artesanal” desse saber. Acreditamos que essa perspectiva, revelada a

partir da PHC, complementa os estudos sobre saberes populares na educação em ciências acrescentando seu caráter dialético (Xavier e Flôr, 2015; Gondim e Mól, 2008; Pinheiro e Giordan, 2010).

A intervenção pedagógica que ocorreu na escola, confrontando de modo dialético o saber popular e o saber sistematizado, permitiu trazer discussões ricas e apresentar aos estudantes uma compreensão melhor do mundo em uma

A intervenção pedagógica que ocorreu na escola, confrontando de modo dialético o saber popular e o saber sistematizado, permitiu trazer discussões ricas e apresentar aos estudantes uma compreensão melhor do mundo em uma perspectiva histórica e social, sem abandonar ou desqualificar os saberes populares de suas famílias. Apesar disso, reconhecemos diversas dificuldades associadas à implementação de uma pedagogia em construção e pouco desenvolvida na educação em ciências (Zilli *et al.*, 2015).

perspectiva histórica e social, sem abandonar ou desqualificar os saberes populares de suas famílias. Apesar disso, reconhecemos diversas dificuldades associadas à implementação de uma pedagogia em construção e pouco desenvolvida na educação em ciências (Zilli *et al.*, 2015). O uso de material audiovisual auxiliou as intervenções pedagógicas por permitir trazer o saber popular para a sala de aula de uma forma mais próxima dos alunos, para que esse saber pudesse ser ressignificado com a linguagem da química.

Em relação à produção de sabão, notamos inovações tecnológicas que são dispensáveis; poderíamos remover o excesso de ingredientes contidos nesse produto, diminuindo seu custo e fetichização e conscientizar a população sobre seus impactos, apontando para a importância da reciclagem do óleo e para a complexa rede de problemas ambientais associados a alguns dos componentes. A educação química em uma perspectiva crítica e contra-hegemônica nos parece fundamental nesse sentido e pode ser explorada a partir de seus conceitos clássicos em uma abordagem pedagógica comprometida com a transformação da sociedade.

Referências

GONDIM, M. S. C. e MÓL, G. S. Saberes populares e ensino de ciências: possibilidades para um trabalho interdisciplinar. *Química Nova na Escola*, n. 30, p. 3-9, 2008.

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

LOWY, M. *As aventuras de Karl Marx contra o Barão de Münchhausen*: marxismo e positivismo na sociologia do conhecimento. 4ª ed. São Paulo: Busca Vida, 1987.

PINHEIRO, P. C. e GIORDAN, M. O preparo do sabão de cinzas em Minas Gerais, Brasil: do status de etnociência à sua mediação para a sala de aula utilizando um sistema hipermídia etnográfico. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 15, n. 2, p. 355-383, 2010.

PRESTES, Z. R. *Quando não é quase a mesma coisa*: análise de traduções de Lev Semionovitch Vigotski no Brasil: repercussões no campo educacional. Tese (Doutorado em Educação). Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

SAVIANI, D. *Escola e democracia*: teorias da educação, curvatura da vara, onze teses sobre educação e política. 32ª ed. Campinas: Autores Associados, 1999.

_____. O conceito dialético de mediação na pedagogia histórico-crítica em intermediação com a psicologia histórico-cultural. *Germinal: Marxismo e Educação em Debate*, v. 7, n. 1, p. 26-43, 2015.

_____. *Pedagogia histórico-crítica*: primeiras aproximações. 10ª ed. Campinas: Autores Associados, 2008.

Nota

¹Embora existam propostas de produção de Sequências Didáticas pautadas na PHC para a didática em geral e para o ensino de ciências, procuramos seguir apenas as orientações de Saviani (1999) quanto ao processo de ensino-aprendizagem com base na PHC. Essa opção se deu tanto por preferirmos valorizar a especificidade do contexto escolar e construir uma proposta a partir das suas características e demandas, quanto pela preocupação de manter uma perspectiva dialética – que tende a se perder com a adoção rígida de uma sequência de ensino – e baseada na articulação entre saberes populares e científicos.

Luciana Massi (luciana.massi@unesp.br) é doutora em Ensino de Química pela USP, licenciada em Química pela UNESP e mestre em ciências pela USP. Atua como docente da Faculdade de Ciências e Letras de Araraquara e do Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciência da Faculdade de Ciências de Bauru da UNESP. Bauru, SP – BR. **Carlos Sérgio Leonardo Júnior** (carlos.leonardo@unesp.br) é licenciando em Química pelo Instituto de Química da UNESP. Araraquara, SP – BR.

SELINGER, B. K. e RUSSELL, B. *Chemistry in the marketplace*. 6th ed. Clayton South: CSIRO Publishing, 2017.

THE SOAP AND DETERGENT ASSOCIATION (SDA). *Soaps and detergents*. 2nd ed. Washington, DC: SDA, 1994.

VENQUIARUTO, L. D.; DALLAGO, R. M.; VANZETO, J. e DEL PINO, J. C. Saberes populares fazendo-se saberes escolares: um estudo envolvendo a produção artesanal do pão. *Química Nova na Escola*, v. 33, n. 3, p. 135-141, 2011.

VIGOTSKI, L. S. *Psicologia pedagógica*. 3ª ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2010.

XAVIER, P. e FLÔR, C. Saberes populares e educação científica: um olhar a partir da literatura na área de ensino de ciências. *Ensaio*, v. 17, p. 308-328, 2015.

ZILLI, B.; SGARBOSA, E. C.; NASCIBEM, F. G.; FERRARI, T. B. e CALVANESE, V. Apropriação teórica e metodológica da pedagogia histórico-crítica na educação em ciências. In: *Anais do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Águas de Lindóia, SP, 2015.

Para saber mais

<http://www.iq.ufrgs.br/aeq/html/publicacoes/matdid/livros/pdf/sabao.pdf>, acessada em Abril 2019.

SANTOS, C. S. *Ensino de ciências*: abordagem histórico-crítica. Campinas: Autores Associados, 2005.

VANIN, J. A. *Alquimistas e químicos*: o passado, o presente e o futuro. 8ª ed. São Paulo: Moderna, 1994.

Abstract: *Soap Making in the Monte Alegre Rural Settlement: Didactic, Social and Environmental Aspects.* Soap has its origins in popular knowledge, being later modified by science and technology. It is a product of saponification reactions and widely used today. We raised women's knowledge about soap making as a social practice in the Monte Alegre settlement. Based on the relationship between popular and scientific knowledge in the light of the Historical-Critical Pedagogy (HCP), we developed two Didactic Sequences (DS) and applied them to elementary school students at the local school. The DS debated the soap making with additives, leading to social, historical and environmental discussions. At the same time, we conducted interviews with the soap makers, using audiovisual record to produce a documentary and to transpose their knowledge into the lessons. We verified the women's knowledge is plural and reveals adoration and alienation regarding the capitalist society. We also reported both advances and challenges in applying the DS coherently with HCP.

Keywords: soap making, popular knowledge, historical-critical pedagogy

Construção de Objetos de Aprendizagem para o Ensino de Química

Michele A. R. Guizzo, Elen G. Pereira, Priscila C. Nicolete, Neiva L. Kuyven e Patrícia A. Behar

O objetivo deste artigo é apresentar os resultados obtidos com a aplicação do software Rasmol no ensino de Geometria Molecular, por meio de um curso totalmente a distância. O curso em questão foi construído baseado na metodologia de Construção de Materiais Educacionais Digitais (ConstruMED) e disponibilizado aos alunos das turmas do curso Técnico Integrado em Química e Licenciatura em Química, do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) Câmpus Criciúma. No total 25 estudantes concluíram o curso e realizaram uma avaliação do mesmo. Os alunos consideraram positiva a experiência do uso de tecnologias no ensino de química e o formato do curso a distância. Contudo, foram propostas alterações para ampliação e aprofundamento do conteúdo. Como resultado da análise desta avaliação, pretende-se promover as modificações sugeridas, aprimorando-o para novas aplicações.

► Rasmol, ConstruMED, objetos de aprendizagem, ensino de química ◀

Recebido em 23/08/2018, aceito em 08/12/2018

133

Os benefícios proporcionados pelas Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) na educação são uma realidade que atinge todos os níveis de ensino, desde o fundamental até a pós-graduação. Nesse contexto, os Objetos de Aprendizagem (OAs) assumem um importante papel como facilitadores do processo de ensino e aprendizagem. Estes podem ser definidos como qualquer entidade, digital ou não digital, que pode ser usada, reusada, ou referenciada durante o aprendizado apoiado sobre a tecnologia (IEEE, 2019). Wiley (2000) considera que qualquer recurso digital, que pode ser reusado para apoiar a aprendizagem, define um objeto. Vários tipos podem ser citados: imagens, vídeos, animações, simulações, ou cursos a distância inteiros.

Os OAs que apresentam um maior nível de interatividade possibilitam ao aluno um aprendizado mais eficaz, qualitativo e aberto (Fabre *et al.*, 2003). As características de um objeto visam suas qualidades didático-pedagógico e técnicas, sendo essenciais para que realmente auxiliem no processo de aprendizagem e sejam reutilizados (Silva *et al.*, 2010). Em se tratando da dimensão pedagógica, pode-se citar as

seguintes características para um OA: interatividade, autonomia, cooperação, afetividade e cognição. Sucessivamente, as características técnicas referem-se às questões como: disponibilidade, acessibilidade, confiabilidade, portabilidade, facilidade de instalação, interoperabilidade, usabilidade, manutenibilidade, granularidade, agregação, durabilidade e reusabilidade (Braga, 2014).

Os OAs de alta qualidade podem atender às demandas propostas. Entretanto, para deferir a sua qualidade é necessário que os desenvolvedores desses recursos consigam selecionar metodologias que se comprometam em oferecer características tecnológicas, pedagógicas e educacionais. Cada tipo de objeto deve ser desenvolvido com uma metodologia específica, a fim de garantir que os aspectos pedagógicos (design instrucional), aspectos técnicos ou computacionais, e os que trabalham conjuntamente com os dois aspectos (pedagógicos e computacionais), sejam aplicados adequadamente (Braga, 2014).

Em trabalhos recentes sobre a utilização de recursos instrucionais tecnológicos para o ensino de química, os autores Moreno e Heidelmann (2017) apontam para a necessidade de capacitação dos professores para utilização de TICs. Em geral, os professores consideram um avanço a utilização de ferramentas tecnológicas nas aulas de química, pois tornam

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.

as aulas mais interessantes e motivadoras, melhorando a maneira como o professor faz o acompanhamento e presta suporte aos alunos.

Os OAs podem também auxiliar professores no ensino de química, evitando o uso excessivo de aulas expositivas. Mas estes precisam estar adequados ao seu propósito. Costa *et al.* (2016) alertam para o desenvolvimento de OAs contextualizados, que abordem o conteúdo de maneira crítica, com embasamento pedagógico. Na experiência relatada por esses autores, as etapas do planejamento e validação tiveram aspectos ignorados, comprometendo os resultados da aplicação do OA.

Conhecendo o que são OAs, assim como a necessidade de garantir a sua qualidade através do uso de metodologias para a construção dos mesmos, o presente trabalho apresenta uma experiência obtida com a metodologia Construmed, na construção e oferta de um curso a distância sobre o tema Geometria Molecular. A metodologia Construmed nasceu em 2014 com o objetivo de orientar o planejamento e a implementação de materiais educacionais digitais (Torrezan, 2014). No curso, o tema Geometria Molecular foi abordado com o apoio do software Rasmol, que permite a visualização e análise de biomoléculas ou pequenas moléculas a partir do computador.

Metodologia

Metodologicamente, este estudo se caracteriza em uma pesquisa aplicada que, segundo Gil (2010), tem como finalidade a aplicação imediata dos resultados, para a solução de um problema prático. Por consequência, a criação de um produto ou um processo. Ainda, a pesquisa seguiu uma abordagem quantitativa, a fim de explorar os dados de forma numérica, para analisar e descrever as causas de um fenômeno. E uma abordagem qualitativa, uma vez que também objetivou obter perspectivas e pontos de vista dos participantes por meio de questões abertas (Barbetta, 2017).

Em relação ao procedimento para o desenvolvimento do OA seguiu-se a metodologia Construmed, que descreve um processo de elaboração de Materiais Educacionais Digitais, para ser utilizado por professores, pedagogos, designers e programadores (Torrezan, 2014). As etapas básicas previstas na metodologia Construmed são: preparação, planejamento e implementação. Posteriormente são realizadas a avaliação, distribuição e análise dos resultados.

Na etapa de preparação ocorrem definições básicas como a delimitação do tema, a identificação do perfil do público-alvo, a estruturação do conteúdo baseado nos Conhecimentos, Habilidades e Atitudes (CHA) a serem desenvolvidos pelos alunos, escolha da modalidade de utilização do OA (presencial ou a distância) e a formação da equipe interdisciplinar.

O planejamento acontece em duas fases. Na Fase A o

conteúdo a ser desenvolvido é elaborado a partir de situações-problema. Na Fase B há o planejamento da página inicial para instigar a curiosidade e motivação do usuário sobre o tema e o objetivo.

Na implementação viabiliza-se o funcionamento do OA e a realização de pré-testes, necessário para avaliar se ocorreu a exploração do conteúdo e das práticas educacionais previamente elaboradas.

A metodologia Construmed está disponível para a comunidade acadêmica em geral, assim como a pedagogos, designers, programadores e equipes desenvolvedoras. O objeto de aprendizagem construído em 2014 pode ser acessado através do endereço <http://nuted.ufrgs.br/oa/construmed/>. Este apresenta todos os passos

de implantação da metodologia e material relacionado. Considerando que o professor nem sempre tem acesso a uma equipe interdisciplinar, a metodologia apresenta também uma versão adaptada (Single), voltada a auxiliar o professor a elaborar, sozinho, o material educacional digital, embora não seja o recomendado.

Rasmol

O software Rasmol está disponível para download gratuito (<http://openrasmol.org>), sendo muito utilizado para visualização e investigação de biomoléculas (proteínas, ácidos nucleicos, carboidratos etc.) ou pequenas moléculas. Foi originalmente desenvolvido por Roger A. Sayle em seu trabalho de graduação em Ciências da Computação no início dos anos 90 na Universidade de Edimburgo, Escócia, e continua sendo aprimorado pela Glaxo Corporation (Sayle, 1995).

Assim, a partir do arquivo com extensão .pdb, que fornece as informações necessárias ao Rasmol, é possível visualizar a estrutura química de diferentes maneiras, por exemplo: Wireframe, Backbone, Sticks, Spacefill, Ball & Stick e Ribbons, Strands e Cartoons; através do menu Display do Rasmol. É possível ainda, utilizar diferentes padrões de colorização: Monochrome, CPK, Shapely, Group, Chain, Temperature, Structure, User, Model e Alt, acessando o Menu Options. O Rasmol também permite exibir ligantes e heteroátomos, produzir imagens tridimensionais, identificar átomos, medir distâncias de ângulos e valores de torção, entre outras funções.

Após a instalação do programa observa-se que sua operação também pode ser realizada a partir de linhas de comando. Os comandos são digitados na janela RasMol Command Line, exigindo do usuário conhecimentos específicos.

Construção do Objeto

A trajetória do aluno no ambiente e os objetivos a serem alcançados com o OA foram baseados em dados coletados

A metodologia Construmed está disponível para a comunidade acadêmica em geral, assim como a pedagogos, designers, programadores e equipes desenvolvedoras. O objeto de aprendizagem construído em 2014 pode ser acessado através do endereço <http://nuted.ufrgs.br/oa/construmed/>.

dos próprios alunos. Pensando nos estudantes que já estudaram o conteúdo em semestre anteriores, um questionário foi aplicado no início do projeto (em agosto de 2016), em fases avançadas do curso de Licenciatura em Química do IFSC Câmpus Criciúma. Eles foram convidados a responder sobre o que gostavam, não gostavam e como seria ideal na abordagem sobre o conteúdo de Geometria Molecular.

Tendo sido identificado o que representantes do público-alvo “gostam”, “não gostam” e do que eles acham que “seria ideal” para aprender determinado conteúdo, foram definidos CHA¹ que seriam desenvolvidos a partir da utilização do OA. Os tipos de abordagens (animações, efeitos, softwares) passíveis de serem utilizadas para expor o objetivo e o tema do OA foram selecionados. A modalidade do OA nesse projeto foi ‘totalmente a distância’.

Para contextualizar o tema e instigar a curiosidade do aluno, uma história envolvente, a partir de uma situação-problema (*case*) da vida real foi criada. O contexto da história baseia-se em um problema da atualidade, que está frequentemente sendo apresentado nas mídias, a utilização da fosfoetanolamina no tratamento do câncer. Sendo assim, foi construído um roteiro tendo como base os CHAs a serem desenvolvidos, onde o aluno é desafiado a compreender de que maneira a Geometria Molecular se relaciona com a eficácia da pílula que promete ser a cura do câncer. O ambiente do curso de Geometria Molecular foi estruturado em 8 Cenas, no ambiente virtual Moodle (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*): Cena 1

– Abertura; Cena 2 – Nuvens Eletrônicas; Cena 3 – Teoria da Repulsão dos Pares Eletrônicos; Cena 4 – Introdução à Modelagem Molecular; Cena 5 – Visualizando em 3D; Cena 6 – Rasmol; Cena 7 – A Polêmica da Fosfoetanolamina; e, Cena 8 – Envio da Tarefa Final.

Um cuidado especial no conceito visual foi realizado, caracterizando graficamente o objetivo e tema do OA, e assim a personagem principal da história criou forma através das Figuras 1a e 1b.

Na cena de abertura o aluno é apresentado a um problema, tendo como pano de fundo a personagem “Lia”. Na cena 2 apresenta-se o conceito de nuvens eletrônicas. Na próxima cena (cena 3) apresenta-se os tipos de geometria e a “Teoria da Repulsão dos Pares Eletrônicos”. Ao final

desta cena o primeiro desafio é proposto. Uma introdução à modelagem molecular é oferecida na cena 4. São apresentados textos e vídeos e algumas referências em pesquisas nessa área. Um segundo desafio está disponível nesta etapa. Todos os desafios compõem a nota final do aluno no curso, sendo que os desafios totalizam 3 pontos e o trabalho final 7 pontos.

Na cena 5 a geometria das moléculas é revista na forma tridimensional. O terceiro e último desafio aparece nesta cena. O software Rasmol é apresentado na cena 6. O software Rasmol é gratuito e permite a visualização de estruturas moleculares em 3D. O aluno aprende a instalar e utilizar o software nesta cena. Na cena 7, de volta à polêmica da fosfoetanolamina e a história da personagem “Lia”, o aluno é convidado a desvendar o problema com base no que aprendeu

O ambiente do curso de Geometria Molecular foi estruturado em 8 Cenas, no ambiente virtual Moodle (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*): Cena 1 – Abertura; Cena 2 – Nuvens Eletrônicas; Cena 3 – Teoria da Repulsão dos Pares Eletrônicos; Cena 4 – Introdução à Modelagem Molecular; Cena 5 – Visualizando em 3D; Cena 6 – Rasmol; Cena 7 – A Polêmica da Fosfoetanolamina; e, Cena 8 – Envio da Tarefa Final.



Figura 1: (a) Construção conceitual da personagem principal. (b) Imagem final da personagem principal.

até aqui e a seguir adiante, para a tarefa final na cena 8. A tarefa final é subjetiva e avaliada por tutores, ela compõe a nota final do aluno, que só está apto a receber sua certificação de 20 h se atingir no mínimo 6 pontos.

O curso a distância elaborado no Moodle apresenta: inserção de links de reportagens em vídeo mostrando a polêmica com a fosfoetanolamina, imagens das moléculas mostrando a representação de nuvens eletrônicas e os formatos tridimensionais dessas nuvens, vídeos mostrando a interação da cisplatina com o DNA, indicação de leitura de artigos, vídeos mostrando a importância da interação de uma molécula de água para a correta posição de um fármaco com seu receptor, tutorial para a instalação do software que permite a visualização das moléculas em 3D (Rasmol), vídeo tutorial ensinando a visualizar a cisplatina com seus ângulos, arquivo da fosfoetanolamina, glossário e questionários. A Figura 2 apresenta a tela de entrada do curso disponível no ambiente Moodle da instituição.

Instrumentos de Coleta de Dados e População

O total de inscritos no curso de Geometria Molecular foi 61 alunos, dos quais 27 realizaram todas as atividades propostas, com 100% de aprovação. A fim de conhecer a percepção dos estudantes em relação ao OA utilizado, um questionário foi aplicado ao final do curso. O questionário foi construído com 19 questões, 17 objetivas, dispostas em uma escala Likert de cinco pontos, que pretendiam identificar o nível de concordância do aluno por meio das afirmações apresentadas e 2 questões subjetivas, a fim de conhecer as sugestões dos alunos quanto ao OA utilizado.

O questionário, nas questões objetivas, propôs a avaliação do curso sob quatro dimensões: autoavaliação da aprendizagem (Dimensão A – 3 questões); suporte da equipe (Dimensão E – 5 questões), na qual avalia-se o suporte prestado pelas equipes de professores/tutores durante a realização do curso; aspectos pedagógicos (Dimensão O – 7 questões), avaliação dos aspectos de organização do ambiente, material, conteúdos, sequência lógica e relação entre teoria e prática; e, por fim, uma avaliação geral sobre a experiência de participar da atividade (Dimensão C – 2

questões). Os resultados apresentados a seguir dizem respeito à população que respondeu o questionário de avaliação, um total de 25 alunos.

Análise e Discussão dos Resultados

Os resultados a seguir, apresentados na Tabela 1 e 2, são correspondentes às percepções dos estudantes por dimensão analisada, e separados por modalidade de curso: Técnico (T) e Licenciatura (L). Como pode-se observar, os resultados da dimensão “Autoavaliação da Aprendizagem” obtiveram a maior variabilidade de respostas entre os estudantes, se comparados às outras dimensões. Principalmente entre os estudantes do curso Técnico, obtendo o maior índice de respostas entre “Não apresenta” (3,92%), “Insuficiente” (5,88%) e “Suficiente” (19,61%). Já entre os estudantes do curso de Licenciatura apenas 4,17% manifestaram como suficiente sua aprendizagem. Porém, vale ressaltar que do total dos estudantes, 78,67% ficaram entre as respostas “Muito bom” e “Excelente” nessa dimensão. Observa-se nessa dimensão que os estudantes do ensino técnico, ao final do curso, sentem-se ainda inseguros a respeito do tema. A hipótese é que alunos com dificuldade nos conteúdos que servem de base para o assunto Geometria Molecular precisam dispor de material específico para consolidar esses conceitos antes do início do curso. Ou ainda, durante a utilização do software os alunos podem ter sido acometidos por dificuldades técnicas que não puderam ser superadas com o material disponível.

Na dimensão que avaliou o suporte prestado pela equipe de tutores/professores ambos os níveis, técnico e licenciatura, concentraram suas respostas em “Muito bom” e “Excelente” (T – 86,55% e L – 98,21%). Quando perguntados sobre a ‘Avaliação Geral do Curso’ e ainda sobre os aspectos pedagógicos, pode-se observar também que a maioria das respostas convergem para “Muito bom” e “Excelente”. Entretanto, será preciso dar atenção às respostas “Suficiente” da dimensão de aspectos pedagógicos (T – 12,61% e L – 1,79%), de modo a promover alterações nos materiais disponíveis no ambiente, sequência didática e organização do conteúdo. Esta dimensão influencia diretamente no resultado das demais dimensões. Inclusive reforça-se a hipótese, levantada no parágrafo



Figura 2: Curso Geometria Molecular. Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

Tabela 1: Proporção, por curso, das dimensões A e E

Respostas	Autoavaliação da Aprendizagem (A)		Suporte Equipe (E)	
	Técnico (T) / %	Licenciatura (L) / %	Técnico (T) / %	Licenciatura (L) / %
Não apresenta	3,92	0,00	0,00	0,00
Insuficiente	5,88	0,00	0,00	0,00
Suficiente	19,61	4,17	10,59	2,50
Muito bom	33,33	41,67	37,65	45,00
Excelente	37,25	54,17	51,76	52,50
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabela 2: Proporção, por curso, das dimensões C e O

Respostas	Avaliação Geral do Curso (C)		Aspectos Pedagógicos (O)	
	Técnico (T) / %	Licenciatura (L) / %	Técnico (T) / %	Licenciatura (L) / %
Não apresenta	0,00	0,00	0,00	0,00
Insuficiente	2,94	0,00	0,84	0,00
Suficiente	14,71	0,00	12,61	1,79
Muito bom	38,24	12,50	36,13	35,71
Excelente	44,12	87,50	50,42	62,50
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

anterior, de que é preciso reforçar o material, de modo a atender alunos que talvez ainda não tenham consolidado os conceitos que servem de base para o assunto Geometria Molecular.

Observando o Gráfico 1, dos percentuais da dimensão que tratou sobre os aspectos pedagógicos, verifica-se respostas “Insuficiente” e “Suficiente” em algumas das questões.

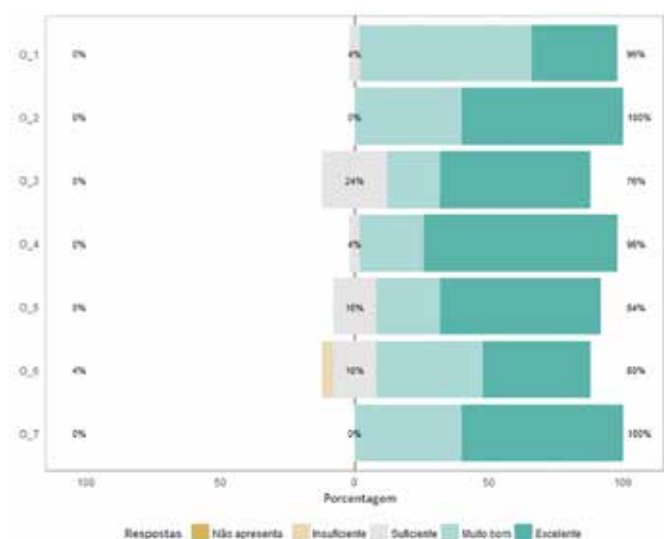


Gráfico 1: Proporção das questões da dimensão Aspectos Pedagógicos.

Na questão 3, na qual se perguntou sobre a existência de articulação da teoria com a prática, 24% dos alunos responderam “Suficiente”. Na questão 6, os alunos foram perguntados sobre o material didático do curso, se este apresentava qualidade e o aprofundamento necessário, e 20% dos alunos concentraram suas respostas em “Insuficiente” e “Suficiente”, sendo que, destes todos são do curso Técnico. Sendo assim, fica evidente

a necessidade de aprofundamento do conteúdo e reorganização didática de modo a atender com maior qualidade os alunos do nível técnico. Os alunos da Licenciatura apresentam uma base mais consolidada sobre os conceitos abordados, por isso avaliam de forma mais positiva aspectos pedagógicos do curso e sua autoavaliação da aprendizagem.

Além das dimensões apresentadas acima, os alunos responderam subjetivamente a duas questões. A primeira tratou das necessidades de mudanças no curso, sugestões sobre o material utilizado e as atividades realizadas. A segunda questão perguntou aos alunos se estes indicariam o curso aos colegas.

Sobre quais mudanças eles realizariam no curso ou no material didático, ou ainda nas atividades de estudo e avaliativas, alguns alunos relataram:

“*Maior aprofundamento no assunto*” (aluno LGN – Técnico Integrado em Química).

“*Mais atividades avaliativas seria uma mudança para o curso*” (aluno PCA – Licenciatura em Química).

As falas acima corroboram com as conclusões obtidas a partir das questões objetivas, quanto à necessidade de maior profundidade no material apresentado no curso. Ainda pode-se incluir a observação da aluna de Licenciatura em Química sobre a necessidade de outras atividades avaliativas.

Nas respostas obtidas para esta mesma questão, alguns alunos relataram dificuldade em relação a utilização do software Rasmol:

“*Achei meio complicado de utilizar o programa, mas tirando isso é um curso excelente!!*” (aluno BRV – Técnico Integrado em Química).

“*Modificar a forma de interação com o programa computacional que mostra a molécula, poderia ter mais algumas formas de utilização além de aprender como calcular os ângulos. Além disso, poderia ser mais bem explicada a*

forma de usar o programa” (aluno GAL – Licenciatura em Química).

Neste caso também existe a necessidade de um aprofundamento dos materiais que auxiliam na utilização do software no ambiente. Quanto à recomendação do curso aos colegas, a maioria se sente confortável em recomendá-lo. Entre as justificativas para recomendação, destaca-se o fato do curso ter trazido um assunto polêmico e a importância dos conceitos abordados para a área.

“Sim, pois fala de um assunto polêmico e ainda com objetivo maior ensinar as formas da geometria molecular. Descrevendo o porquê as moléculas têm determinadas geometria” (aluno FSR – Licenciatura em Química).

“Sim, pois, para o nosso ramo, que é a química, o assunto abordado é realmente muito importante é esse curso pôde me mostrar outras maneiras de visualizar e entender o assunto” (aluno HES – Técnico Integrado em Química).

Conclusão

Na experiência relatada, de modo geral, os alunos demonstraram interesse na utilização dos recursos apresentados, embora tenham sido identificadas oportunidades de melhorias no curso. Um primeiro ponto que deve ser considerado é a necessidade de avaliar os conhecimentos prévios dos alunos com relação ao uso da tecnologia, para assim buscar um nivelamento destes, podendo este ser um motivo da insatisfação dos alunos do ensino técnico na autoavaliação da sua aprendizagem. Assim como é provável ainda que essa percepção se justifique pela falta de profundidade do conteúdo apresentado, como relatado pelos alunos. Diante disso, sugere-se a disponibilização de novos materiais, para maior aprofundamento do conteúdo, sem alteração na organização

ou sequência de apresentação do mesmo.

Em se tratando da inserção de tecnologias digitais no ensino de química, percebe-se uma oportunidade em co-operar com os alunos na compreensão de conceitos abstratos. Assim, atividades práticas complementares são recursos de ensino extremamente importantes para o suporte a esse tipo de conteúdo. O processo de adequação dessas atividades é importante para sua constante evolução e alcance dos objetivos desejados.

Nota

¹C: Conhecimentos, H: Habilidades e A: Atitudes.

Michele Alda Rosso Guizzo (michele.guizzo@ifsc.edu.br) é bacharel em Ciências da Computação (UNISUL, 1999), mestre em Ciências da Computação (2004), e aluna de doutorado em Informática na Educação (UFRGS). Professora titular no Instituto Federal de Santa Catarina, em Criciúma, SC, desde 2010. Criciúma, SC – BR. **Elen Gomes Pereira** (elen.gp@aluno.ifsc.edu.br) é bacharel em Química (USP, 2006), mestre em Modelagem Computacional (LNCC, 2009) e doutora em Ciências da Saúde (UNESC, 2015). Bolsista CAPES e microempreendedora individual (MEI) registrada no Diretório de Instituições – CADI do CNPq prestando serviços em Educação a Distância (EaD), desde 2016. Criciúma, SC – BR. **Priscila Cadornin Nicolette** (priscilanicolete@hotmail.com) é bacharel e mestre em Tecnologias da Informação e Comunicação (UFSC, 2013, 2016), e bolsista de doutorado em Informática na Educação (UFRGS), em Porto Alegre, desde 2017. Porto Alegre, RS – BR. **Neiva Larisane Kuyven** (neivakuyven@acad.ftcc.com.br) é bacharel em Informática (UNIJUÍ, 1996), mestre em Ciências da Computação (UFSC, 2002), e aluna de doutorado em Informática na Educação (UFRGS). Coordenadora dos cursos de Bacharelado em Engenharia de Computação e Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas (UNIFTEC), em Caxias do Sul, desde 2009. Caxias do Sul, RS – BR. **Patricia Alejandra Behar** (pbehar@terra.com.br) é bacharel em Informática (PUCRS, 1990), mestre e doutora em Ciência da Computação (UFRGS, 1993, 1998). Professora titular da Faculdade de Educação e dos cursos de Pós-graduação em Educação (PPGEdu) e Informática na Educação (PPGIE) da UFRGS, em Porto Alegre, desde 1998. Porto Alegre, RS – BR.

Referências

- BARBETTA, P. A. *Estatística aplicada às ciências sociais*. 9ª ed. Florianópolis: Editora da Ufsc, 2017.
- BRAGA, J. C (Org.). *Objetos de aprendizagem: introdução e fundamentos*. Santo André: Editora da Ufabr, 2014.
- COSTA, H. R.; SILVA, A. L. P.; LIMA, J. B. e SOUZA, A. R. Equívocos no desenvolvimento e/ou aplicação de objetos de aprendizagem no ensino de química: um relato de experiência. *Química Nova na Escola*, v. 38, n. 4, p. 334-341, 2016.
- FABRE, M. C. J. M.; TAROUÇO, L. M. R. e TAMUSIUNAS, F. R. Reusabilidade de objetos educacionais. *Renote: Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 1, n. 1, 2003.
- GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- IEEE. 1484.12.1 IEEE standard for learning object metadata.

Disponível em <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=1032843>, acessado em Abril 2019.

MORENO, E. L. e HEIDELMANN, S. P. Recursos instrucionais inovadores para o ensino de química. *Química Nova na Escola*, v. 39, n. 1, p. 12-18, 2017.

SAYLE, R. RASMOL: biomolecular graphics for all. *Trends in Biochemical Sciences*, v. 20, n. 9, p. 374-376, 1995.

SILVA, E. L.; CAFÉ, L. e CATAPAN, A. H. Os objetos educacionais, os metadados e os repositórios na sociedade da informação. *Ciência da Informação*, v. 39, n. 3, 2010.

TORREZZAN, C. A. W. *ConstruMED: metodologia para a construção de materiais educacionais digitais baseados no design pedagógico*. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

WILEY, D. A. *Learning object design and sequencing theory*. Tese (Doutorado). Brigham Young University, Provo, 2000.

Abstract: Construction of Learning Objects for Teaching Chemistry. The aim of the present article is to show the results obtained with the Rasmol software application in the teaching of Molecular Geometry, through a distance learning course. The course in question was built based on Construction of Digital Educational Materials (ConstruMED) methodology and was available to the students of the Integrated Technical Course in Chemistry and Licentiate Degree Course in Chemistry from Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC). A total of 25 students completed the course and evaluated it considering positive the experience of the use of technologies in the teaching of chemistry beyond the format of the distance course. However, changes were proposed to expand and deepen the content. As a result of the analysis of this evaluation, it is intended to promote the suggested modifications, improving it for new applications.

Keywords: Rasmol, ConstruMED, learning objects, chemistry teaching

O Jornal da Química como Etapa Inicial de Abordagem Problematicadora: Proposta para Ensino e Formação de Professores

Ricardo S. G. Pinheiro e Márlon H. F. B. Soares

Este trabalho apresenta e discute um projeto denominado “Jornal da Química”, cujo objetivo foi produzir um veículo de informação em uma linguagem mais acessível aos alunos do ensino médio, e também discutir as contribuições deste projeto para a formação de professores de química. O jornal traz temas com abordagem interdisciplinar e contextualizada, ao mesmo tempo em que traz conceitos de química e áreas afins, estimulando o aluno a investigar os fatos e buscar o conhecimento. O objetivo do jornal é iniciar uma abordagem problematizadora, que será continuada em outro trabalho, através do diálogo com os alunos. Neste projeto, nos concentramos em motivar o aluno, levando-o à apropriação de fatos e conceitos e instigando o desenvolvimento do senso crítico. O projeto foi planejado e executado por estudantes de graduação em Química, durante a segunda etapa da regência, e o jornal foi distribuído no evento científico de uma Escola Pública do Município de Iporá, Goiás. Depois, foi aplicado um questionário aos alunos para identificar o impacto do jornal e se os objetivos pretendidos foram alcançados. A ideia do jornal também foca na formação do aluno de graduação em Química a partir da reflexão de suas práticas pedagógicas, dentro de uma abordagem problematizadora e construtivista.

► jornal da química, abordagem problematizadora, formação de professores ◀

Recebido em 12/12/2017, aceito em 27/06/2018

139

No exercício da docência, o professor às vezes se preocupa muito com ensino dos conceitos básicos e acaba não os contextualizando e nem explicitando sua aplicação, o que leva o aluno a questionar a utilidade do conhecimento na sua vida e até na futura profissão. Mais importante do que memorizar conceitos básicos de cada conteúdo é indispensável compreender a sua aplicação na vida cotidiana.

Vemos, dessa forma, que ensinar Ciências de forma interdisciplinar e contextualizada através de uma linguagem mais simples é um grande desafio. Devido a isso, na educação básica buscamos transpor conceitos científicos para uma linguagem acessível aos alunos. A Ciência, com a linguagem específica e técnica na

O objetivo com a proposta apresentada neste trabalho é trazer um recurso didático que motive e estimule os alunos a buscarem conhecimento para compreensão de situações cotidianas.

qual é produzida, não é adequada para ensino na educação básica, visto que muitos dos conceitos que os profissionais dominam para leitura técnica ainda são desconhecidos pelos alunos que estão iniciando o estudo científico.

O objetivo com a proposta apresentada neste trabalho é trazer um recurso didático que motive e estimule os alunos a buscarem conhecimento para compreensão de situações cotidianas. Por meio desse recurso esperamos despertar no sujeito a curiosidade e o senso crítico e investigativo. O

recurso didático foi pensado como algo contextualizado e interdisciplinar em algumas partes, para assim transmitir aos alunos a ideia de que, no cotidiano, a compreensão integral de um fato ocorre quando o compreendemos como um todo, o que exige o envolvi-

mento de conceitos de diferentes áreas do conhecimento. Neste trabalho, buscamos elaborar e aplicar um veículo de comunicação simples denominado “Jornal da Química”.

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

O projeto foi idealizado durante o Estágio Supervisionado do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal Goiano – Campus Iporá.

O Jornal Escolar

O uso do jornal na escola representa uma forma mais dinâmica e atrativa de leitura para os alunos, podendo gerar resultados positivos para a aprendizagem em relação aos conteúdos ali expostos. Segundo Bonini (2011), o recurso do jornal tem ganhado mais espaço no ambiente escolar devido ao incentivo de empresas jornalísticas e ao trabalho de ONGs que visam ao desenvolvimento de projetos de Jornais Escolares. De fato, este tem se tornado um meio de interação e instrumento de ensino na sala de aula. Esse instrumento pedagógico forma um conjunto de cidadãos mais informados e participantes, além de poder instigar a investigação a respeito do que é noticiado, levando à busca de mais explicações. Além disso, a confecção do jornal

proporciona maior interação entre alunos e professores, melhora na produção textual e oral, além de manter a comunidade escolar informada quanto aos assuntos do ambiente interno e os principais eventos externos que possam contribuir com os interesses escolares (Passoni et al., 2012, p. 207).

Essa visão de Passoni et al. (2012) leva a refletir o que Freinet (1974) dizia sobre o Jornal Escolar. Para Freinet, o Jornal Escolar é uma técnica baseada na seleção de textos livres, sendo que esses textos são produções dos próprios alunos, nos quais podem de fato exteriorizar o que pensam e o que sentem sobre a vida, sobre os fatos etc. A confecção do jornal na escola é uma forma de interação, ensino e, sobretudo, de exteriorização de ideias, colocando o sujeito como ator principal.

Neste trabalho o texto livre ainda não é utilizado na construção do Jornal Escolar. Mas o jornal produzido funcionou como estímulo, como espécie de mídia para os alunos, assim como Bonini (2011) propõe. Essa mídia é aquilo que o jornal precisa ter para ser diferente e não apenas uma forma convencional que trata dos conteúdos curriculares. É em primeiro momento sugerido pelo professor, para então criar um ambiente atrativo para que o aluno se torne o sujeito e possa futuramente, em outra etapa, produzir os textos livres que farão parte dos próximos jornais.

Interdisciplinaridade, Contextualização e Construção de Conhecimento

Como temos citado anteriormente, o jornal é um recurso didático que torna a leitura mais dinâmica e atrativa, principalmente por muitas vezes apresentar aspectos lúdicos, combinação de cores, quadros em diferentes tamanhos com diferentes fontes de letras etc. O jornal pode ser utilizado para abordar fatos do cotidiano que envolvam conceitos de

Química, Física, Biologia, Geografia e outras, podendo ser contextualizado e interdisciplinar.

Bonatto et al. (2012) compreende a interdisciplinaridade como algo que liga as diferentes áreas do conhecimento por meio de uma abordagem inovadora sobre um determinado tema. Esse tema permite que haja uma abordagem de conhecimentos de forma não fragmentada. Nessa mesma linha de pensamento, Trindade (2008) coloca a interdisciplinaridade como um movimento de contraposição à desfragmentação do saber, e afirma que isso “deixa de enfatizar apenas as partes e articula-se com o todo, em todas as suas implicações, em toda a sua complexidade e riqueza, já que o todo contém sempre algo mais que a soma das partes” (Trindade, 2008, p. 72).

De acordo com Wartha et al. (2013), o conceito de contextualização é, de alguma forma, bastante discutido na literatura, mas não necessariamente bem definido. Os autores descrevem uma série de outros trabalhos sobre o termo contextualização e discutem que uma parte considerável deles apresenta o conceito em três principais vertentes e entendimentos: (i) contextualização como estratégia para facilitar a aprendizagem; (ii) contextualização como descrição científica de fatos e processos do cotidiano do aluno; e (iii) como desenvolvimento de atitudes e valores para a formação de um cidadão crítico.

A contextualização na visão de Silva e Marcondes (2010) é o processo em que há o estudo de situações cotidianas na tentativa de estabelecer relação com conhecimentos científicos. Dessa forma, contextualizar não se resume somente em exemplificar fatos, mas sim aprofundar esses fatos reais como forma de entendê-los integralmente. Ainda, baseando-se nesses autores, contextualizar visa partir do contexto para assim compreendê-lo, ficando evidente isso ao afirmarem que a meta é a problematização do conhecimento exposto pelos alunos. Os alunos só poderão expor esses conhecimentos quando tiverem contato com situações que estimulem a isso, como aquelas que sejam próximas ao seu contexto.

Silva et al. (2016) apresentam a transposição didática como recurso que permite tornar o saber científico um saber ensinável. Os autores apresentam dois tipos de transposição didática: externa e interna. A externa corresponde à primeira etapa, em que o saber científico é transposto para os livros didáticos e currículos por meio da Noosfera, que é a comunidade que define o que deve ser ensinado nas escolas. A segunda etapa, da transposição interna, corresponde ao trabalho do professor em sala de aula, de transpor os saberes dos livros e currículos para uma linguagem mais acessível aos alunos (Silva et al., 2016).

Neste trabalho, podemos considerar o jornal como recurso que permite haver transposição didática, isto é, por meio da interdisciplinaridade e contextualização haver ensino de conhecimento científico. A partir do ensino de conhecimento científico por meio do jornal, pode haver a problematização com os alunos para estes começarem a construir conhecimento de fato. Assim sendo, a interdisciplinaridade e contextualização são recursos que contribuem para a transposição didática e esta é necessária para tornar o saber científico um saber ensinável. Esse saber ensinável

pode ser levado ao aluno por meio de diferentes recursos capazes de despertar seu senso crítico para as informações apresentadas e, a partir disso, buscar explicações, rever conceitos e apresentar novas definições.

Voltamos a defender novamente que o trabalho aqui apresentado é uma proposta inicial de problematização, uma forma de motivar e instigar os alunos ao senso crítico, a terem seus próprios questionamentos, para assim construir conhecimento. O processo de construção de conhecimento é uma etapa seguinte a esta que apresentamos. Tratamos a construção de conhecimento do ponto de vista dialógico, de que o jornal é que levará a esse diálogo futuro. Acreditamos, assim, que não existe conhecimento pronto e acabado, como defendem Leite e Soares (2015) e Sá e Santim Filho (2017). Não podemos afirmar que o conhecimento científico está pronto e acabado, pois pode ser reconstruído em sala de aula quando são apresentados fatos aos alunos, que ao serem problematizados podem levar os sujeitos a reverem conceitos e adotar um novo ponto de vista.

O conhecimento pode ser reconstruído em sala de aula a partir de uma apropriação anterior, a qual leva à modificação da estrutura cognitiva. Em Piaget, assim como apresentado por Sá e Santim Filho (2017), a apropriação do conhecimento se dá pela assimilação, em que informações são incorporadas à estrutura cognitiva, enquanto que a acomodação é a modificação dessa estrutura para que ocorra uma reorganização das informações assimiladas. O sujeito só pode assimilar a partir daquilo que já se encontra acomodado, o que nos leva a entender que o conhecimento científico assimilado pode ser reconstruído sob um novo olhar e aplicado em um novo contexto. Por meio da assimilação e acomodação, o sujeito pode passar de um nível de operações concretas para um nível de operações formais.

O estágio das operações concretas corresponde àquele em que a criança estabelece noções de conservação do objeto, mas não consegue estabelecer deduções lógicas. Nessa etapa, habilidades de classificação, contagem, pesagem e seriação são construídas. No estágio das operações formais a criança consegue estabelecer relações e calcular probabilidades, fazendo deduções de formas abstratas. Consegue prever e representar objetos não somente pela forma em que se apresentam, mas por outras elaboradas pelo próprio sujeito (Sá e Santim Filho, 2017).

O Jornal Escolar representa as informações a serem assimiladas para depois haver a acomodação. O despertar do aluno para o senso crítico é consequência de um desequilíbrio na estrutura cognitiva, que leva a novos processos de assimilação. O jornal é o agente estimulador para causar o desequilíbrio inicial e levar a novos reequilíbrios, cujo resultado é o que esperamos como sendo a aprendizagem escolar efetiva.

A Formação do Professor de Química

A ideia do Jornal Escolar foi idealizada durante a 2ª Regência do Estágio Supervisionado do Curso de

Licenciatura em Química. Foi proposta com o objetivo de superar a forma tradicional de ensino, como a educação bancária, cujo conhecimento é depositado no aluno e o professor é o detentor deste (Leite e Soares, 2015). Essa visão clássica de ensino (depósito de conhecimento) é a que muitos estagiários ainda têm colocado como modelo único a ser seguido, e vendo com pessimismo outros diferentes deste. Leite e Soares (2015), em seu trabalho com estagiários, perceberam uma resistência à educação problematizadora de Paulo Freire, sendo que nesta a postura crítica é mais importante e o professor não detém o conhecimento pronto e acabado, mas sim construído com base na reflexão e no diálogo educador-educando. Assim, defendemos novamente que o jornal pode levar à construção de novos conhecimentos a partir de conhecimentos já construídos.

É consistente a importância de se ter uma formação baseada na postura crítica e libertadora, em que o professor reconhece o aluno como sujeito ativo na construção do conhecimento e, portanto, cria métodos que possam facilitar a interação com esses sujeitos. Para Leite e Soares (2013, p. 7), os estagiários apresentam resistência à abordagem problematizadora porque

o contexto favorece as práticas do ensino tradicional: currículo organizado por disciplinas, classes numerosas, programas de disciplinas pré-estabelecidas, fragmentação do tempo em horas-aula, avaliações somativas, expectativas dos pais, a não-vinculação do professor a uma única escola, etc. Diante dessas condições, o método tradicional assegura um controle da ação por parte do professor, estabelecendo rotinas e estabilidade às atividades desenvolvidas, reforçando a ideia de um modelo eficaz.

Essa visão é a única que o estagiário pode apresentar inicialmente, ou seja, baseado nos métodos que seus professores utilizaram e funcionaram. Até a própria ideia de Jornal Escolar pode ser, por se acreditar que não possa, de início, gerar uma aprendizagem rápida, assim como os métodos tradicionais. Mas a falsa ideia disso está ligada ao fato de considerar aprendizagem efetiva uma aprendizagem de memória curta, que apresenta também menor tempo de durabilidade. Isso quer dizer que poderíamos optar por ensinar todos os conceitos abordados no jornal em sala de aula, de forma expositiva. Os alunos apenas iriam memorizar sem expressar muitas críticas, dando ideia de algo pronto. Utilizando-se desse método, os alunos não teriam o tempo necessário para tirarem suas próprias conclusões e nem para investigar mais os fatos. Sá e Santim Filho (2017) afirmam que esse é um método de ensino focado somente na transmissão de conhecimentos, de apenas repetir e demonstrar conteúdos como se eles estivessem prontos e nada mais pudesse ser acrescentado. Quando trazemos a ideia do jornal, não esperávamos que fosse haver apenas transmissão de conceitos, mas sim um estímulo a investigar fatos e a forma como conceitos são apresentados.

Por meio do jornal, o aluno pode explorar e investigar vários aspectos durante certo tempo antes de dialogar com o professor. Durante esse tempo, mais desequilíbrios poderiam acontecer para que mais questionamentos surtissem. Tessaro e Maceno (2016, p. 34) também colocam a importância da formação crítica do licenciando em Química por meio da abordagem problematizadora, afirmando que:

Nos cursos de Licenciatura, os estágios também fortalecem a visão crítica dos estudantes sobre os modelos de ensino, e na sua avaliação sobre a pertinência ou não destes modelos para ensinar Química. Os licenciandos participam de atividades e de rotinas próprias do trabalho docente, o que permite a aprendizagem sobre diversos aspectos pedagógicos, curriculares, avaliativos, além do desenvolvimento de atividades educativas e a sua concretude por meio da regência e dos projetos de ensino planejados.

Isso quer dizer que durante a prática de observação e semi-regência, o estagiário tem a oportunidade de refletir sobre as práticas pedagógicas numa instituição, identificando o que pode melhorar e quais recursos podem ser utilizados. Tessaro e Maceno (2016) falam da importância da produção de recursos didáticos e aplicação dos mesmos durante as atividades de estágio, que é algo capaz de levar o licenciando a superar modelos tradicionais de educação química e a refletir sobre suas ações em sala de aula.

Nesse mesmo trabalho a abordagem problematizadora também é defendida como substituta ao modelo tradicional de educação, reafirmando o que Leite e Soares (2013) colocam acerca do novo olhar para formação do licenciando em Química. Se, conforme os autores, a formação do licenciando é determinante na postura que vai assumir em sala de aula, então o estagiário precisa refletir, propor, produzir recursos didáticos, aplicar, replanejar e avaliar para compreender a eficácia dos diferentes métodos.

Acreditamos que o jornal é uma forma de ensino que leva o estagiário a buscar mais conhecimentos para produzir um veículo de informações verídicas. Permite ainda investigar fatos antes de publicá-los, para compreender as explicações por trás destes e levar aos alunos situações que vão contribuir para sua aprendizagem. Dessa forma, o jornal exige mais tempo, mais reflexão e mais conhecimento por parte do estagiário, o que contribui bastante para sua formação, visto que o planejamento inclui várias etapas, como o levantamento de notícias, seleção destas, desenvolvimento de arte, escrita, confecção etc.

Planejamento, Confecção e Divulgação do Jornal da Química

O primeiro passo para confecção do Jornal Escolar foi a seleção dos tópicos e os assuntos específicos que seriam

Por meio do jornal, o aluno pode explorar e investigar vários aspectos durante certo tempo antes de dialogar com o professor. Durante esse tempo, mais desequilíbrios poderiam acontecer para que mais questionamentos surtissem.

abordados. A estratégia foi selecionar temáticas de Ciências Naturais (Química, Física e Biologia), apresentando informações e conhecimentos de forma não fragmentada, conforme o que Trindade (2008) afirma. Essas informações foram selecionadas

a partir de fatos reais, sempre trazendo para o cotidiano dos alunos e integrando aos conteúdos curriculares.

Para esse processo fez-se uso de computador e internet para pesquisa de textos e imagens. A ideia era selecionar pela internet informações úteis e conhecimentos que os alunos pouco compreendem e nem imaginam que podem facilmente ter acesso. Esse recurso, por mais que tivesse a essência de chamar a atenção do aluno pelo enredo, era necessário ainda algo que chamasse a atenção para a leitura.

O que foi dito anteriormente sobre a mídia para os alunos, como proposto por Bonini (2011), fez a grande diferença para se tornar algo atrativo. A estética do jornal foi desenhada com diversas cores e divisões internas. O design foi construído utilizando-se programa Word®. Foi criado também um slogan e definido o nome do jornal: “Química News” (Figura 1). É interessante citar que boa parte do humor esteve ligada principalmente a conteúdos específicos de Química, não apresentando em si a ideia da interdisciplinaridade e contextualização, mas focando na produção midiática. Dessa forma, alguns aspectos do jornal estavam contextualizados e interligados a outras áreas, enquanto outros apresentavam apenas conceitos químicos de forma atrativa. Isso foi feito principalmente para que os alunos fossem motivados e posteriormente pudessem questionar até as analogias presentes. A ideia da analogia não foi a de levar à memorização do conceito, mas sim despertar o senso crítico para a forma como é apresentado.

O público-alvo para entrega do jornal foram os alunos do ensino médio, e por isso os assuntos abordados precisariam estar em grande sintonia com o que estudam e compreendem sobre Química. A ideia era de despertar a curiosidade e fazer com que o aluno não ficasse preso somente ao jornal, mas sim que fosse à busca de mais informações, levando-o a desenvolver uma postura crítica em relação às informações apresentadas e buscar compreender, propor e expor seus argumentos. Isso caracterizaria a abordagem problematizadora defendida por Leite e Soares (2015). Assim que os alunos tiverem investigado fatos e desenvolvido questionamentos, será o momento de iniciar a próxima etapa da problematização, isto é, o diálogo. Nesse trabalho ainda não trazemos resultados a respeito do diálogo com os alunos, visto que o objetivo foi a motivação e estímulo à investigação.

O jornal foi impresso em papel A5 (14,8 cm × 21 cm), num total de 300 cópias que foram distribuídas durante a Mostra Científica e Cultural de um Colégio Público da cidade de Iporá, Goiás. Esse evento reuniu exposições literárias, degustação de comidas típicas, feira de ciências, sarau, apresentações teatrais e exposição de objetos matemáticos. Tratou-se de um evento que mobilizou toda a escola, e era

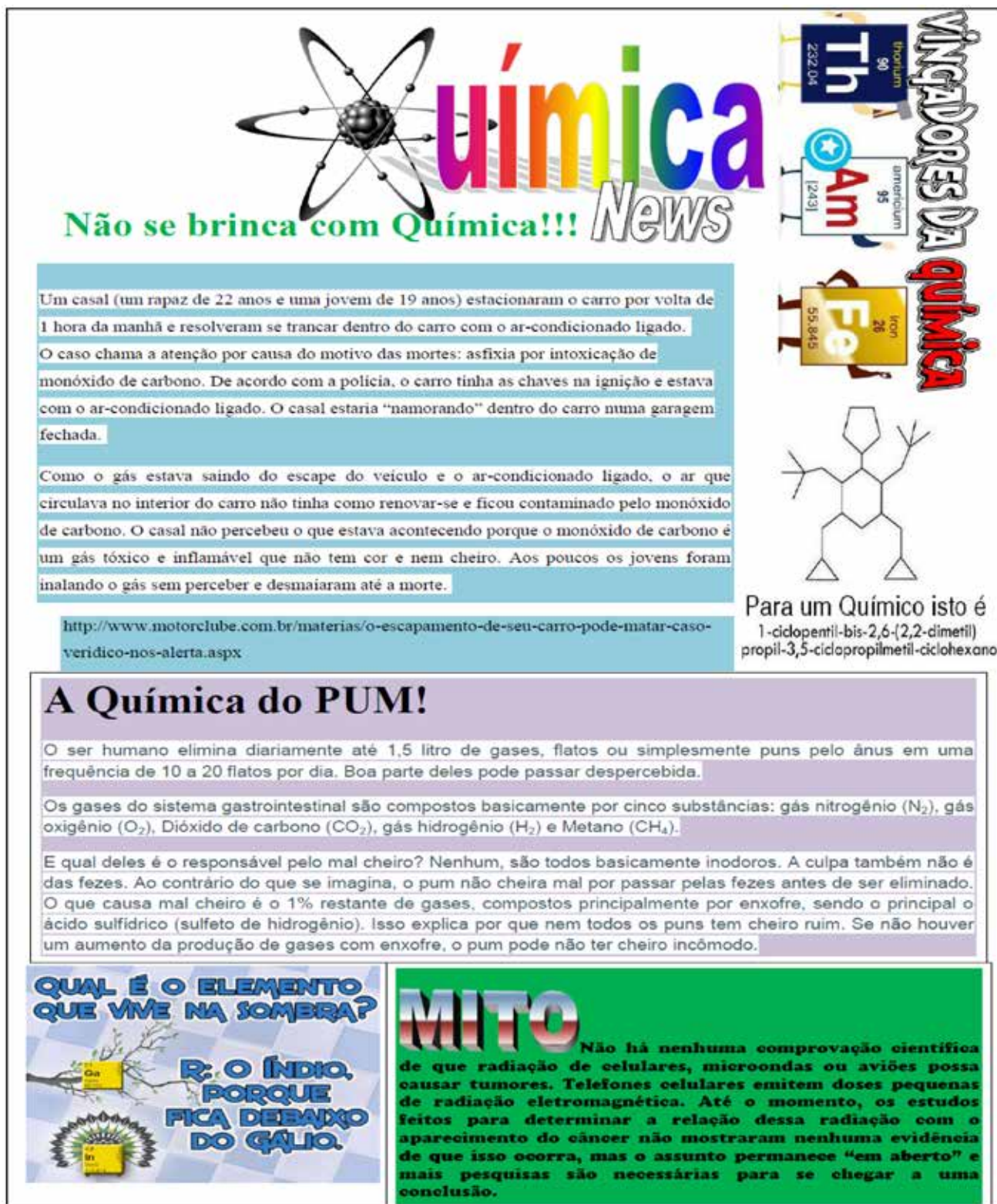


Figura 1: O jornal "Química News".

o momento propício para a divulgação do Jornal Escolar, num meio onde seriam reunidos alunos, professores e comunidade.

Para distribuição do jornal foi montada uma banca utilizando uma mesa, balões, material tecido não tecido (TNT) e embalagens de metal recicladas, para que o ambiente ficasse mais atrativo a quem passasse por ali (Figura 2). Durante

o evento, as cópias foram entregues pela banca e também distribuídas de forma aleatória às pessoas que se encontravam prestigiando os diversos trabalhos.

Uma semana após a divulgação do jornal, foi realizada uma pesquisa com 5 turmas de alunos do ensino médio do Colégio onde foi distribuído. As turmas foram escolhidas aleatoriamente para responderem aos questionamentos:



Figura 2: A banca montada para distribuição do jornal.

1. O que você achou da ideia do Jornal da Química?
2. Você aprendeu algo novo?
3. O que poderia ser melhorado?

Nesse caso os alunos responderam a primeira pergunta marcando: ótima, boa, regular, ruim ou não tive acesso. A segunda pergunta responderam: sim ou não. A terceira pergunta era discursiva. Foi entregue aos alunos um cartão com o questionário para que respondessem e devolvessem ao aplicador. Depois os resultados foram sistematizados em gráficos e a equipe executora fez a auto-avaliação do projeto e o levantamento da repercussão entre os alunos. É importante ressaltar que o questionário aplicado não está focado em saber se houve construção de conhecimento, mas sim em identificar se os alunos: ficaram motivados, apresentaram senso crítico sobre o recurso utilizado, foram capazes de apropriar-se dos fatos e os conceitos envolvidos nestes, e se sentiram a necessidade em continuidade do projeto. Esses aspectos foram importantes para saber se a próxima etapa da problematização poderia ser iniciada, isto é, o diálogo com os alunos. Sem aplicação desse questionário não poderíamos identificar o impacto do recurso utilizado para dar continuidade a outras etapas do processo. Aplicamos o questionário a 110 alunos, sendo alunos de 1º, 2º e 3º anos do ensino médio, totalizando 5 turmas, sendo que destas, três foram do matutino e duas do vespertino, sendo proporcional ao turno com maior quantidade de estudantes.

Os Resultados do Jornal da Química

Durante o planejamento do jornal, pudemos buscar informações via internet, ler, reler, criar explicações, adaptar. Passamos bastante tempo encontrando formas de transpor a linguagem dos conceitos químicos para uma linguagem acessível e de fácil compreensão para os alunos. Isso caracteriza a reflexão que fizemos com base em Tessaro e Maceno (2016). Buscamos um posicionamento mais crítico e atento para evitar que os sujeitos pudessem criar interpretações ambíguas. Pensamos em dividir nosso trabalho em etapas de abordagem problematizadora, tendo a primeira etapa com a confecção e distribuição do jornal como estímulo, sem qualquer discussão anterior. Pensamos em colocar textos divertidos e de notícias impactantes para atrair e levar a investigar. Buscamos humor com conceitos químicos para termos uma produção midiática conforme Bonini (2011) e, com isso, esperar um posicionamento do aluno a respeito dessa forma de apresentação do conceito. Acreditamos que se o jornal fosse muito extenso, não chamaria tanto a atenção e poderia ter boa parte da leitura ignorada, por isso se assemelhou mais ao formato de um panfleto.

Para o questionário, pensamos em perguntas simples, que realmente expressassem o sentimento do aluno quanto ao impacto que o jornal provocou para si. Por isso foram poucas questões, bem sucintas e de fácil análise. Após a aplicação do questionário, obtivemos os seguintes resultados, como mostrado na Figura 3.

Com base nos dados acima, identificamos que o Jornal da Química teve uma aceitação muito positiva. É considerado que nem todos tiveram acesso ao jornal devido à quantidade de cópias ser inferior ao total de alunos e pelo processo de distribuição ser espontâneo. Não vemos isso como ponto negativo, visto que um aluno que pegou o jornal poderia comentar com outro e levar a uma disseminação de informações maior do que esperávamos. Além disso, mantendo a distribuição do jornal de forma espontânea, fez com que tivéssemos um processo mais semelhante à distribuição de uma banca real de jornais.

As informações apresentadas no jornal tinham como

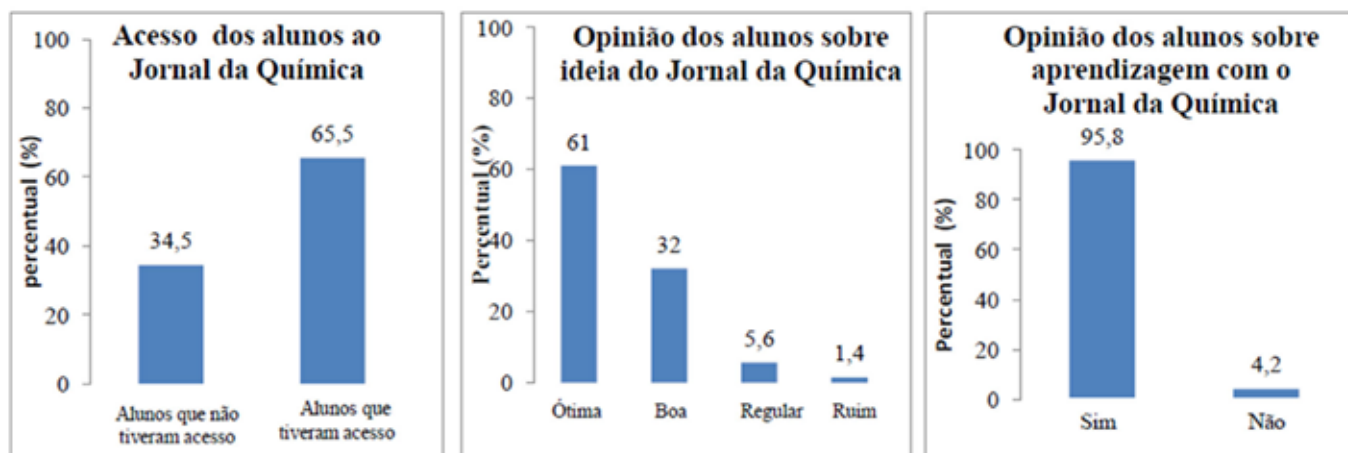


Figura 3: Resultado da pesquisa realizada com os alunos.

intuito permitir ao aluno conhecer a importância, aplicação e relação dos conceitos aprendidos em sala de aula com o contexto. Podemos citar as simbologias e nomenclatura, conceitos de eletromagnetismo, concentração de substâncias no ar, fórmulas químicas, radiação, sistema digestivo, células cancerígenas etc. Tudo isso se deu a partir da interdisciplinaridade consistente com o que afirma Bonatto *et al.* (2012) e Trindade (2008).

A história do casal dentro de um carro em um recinto fechado, assim como é mostrada no jornal, apresenta três conceitos-chave: monóxido de carbono, ar-condicionado e asfixia. Cada um desses três conceitos tem sua fundamentação numa subárea diferente das Ciências, e o fato descrito não faria sentido se não houvesse conexão entre esses conceitos. Então a desfragmentação proposta por Trindade (2008) visa não uma soma comum, mas buscar o contexto já pronto e decifrar dentro dele os conhecimentos, e através disso compreender os acontecimentos como numa verdadeira investigação científica. Essa investigação só é possível quando o aluno começa a ter uma postura sobre o que lhe foi apresentado. A leitura do jornal desinibe o aluno e o leva a refletir. Essa reflexão é o estímulo inicial para se desprender da forma opressiva como o conhecimento lhe foi imposto, passando então a uma forma libertadora do conhecimento, uma percepção crítica da realidade (Leite e Soares, 2013). Assim como afirmamos anteriormente, a percepção crítica da realidade só seria possível após o aluno ler e reler o jornal diversas vezes. No início, o contato inicial poderia acontecer apenas como forma de motivação, e o senso crítico seria a consequência de maior contato com o material e um olhar mais atento.

O texto intitulado “A Química do Pum” apresenta um título atraente pela questão do assunto ser tratado muitas vezes como pura diversão, e traz em seu enredo mais conceitos-chave de forma interdisciplinar, como: concentração de substâncias, composição química, o funcionamento do sistema digestivo, o conceito de cheiro e outros que também envolvem conhecimentos de diferentes áreas. O mesmo pode ser percebido no texto sobre a radiação de celulares poder ou não causar câncer, pois nesse fato tudo se volta ao conceito da radiação, ondas eletromagnéticas e radioatividade, e o conceito de câncer adentra a ideia de célula e divisão celular, sempre dentro de um mesmo contexto.

O jornal é um material interdisciplinar porque os textos apresentados são compreendidos quando se relacionam conceitos de Química, Física e Biologia. É contextualizado porque traz o recorte de diferentes realidades para serem analisadas com base nos conceitos científicos, correspondendo ao que Silva e Marcondes (2010) afirmam, ou seja, a contextualização ocorre com um objetivo didático de relacionar o contexto a conceitos específicos. É ainda um recurso que transpõe os conceitos científicos para uma linguagem mais

acessível, por meio de narrativas e termos mais próximos ao contexto social e de sala de aula dos alunos. O humor do jornal se dá por meio de situações hilárias que servem como atração para a leitura e para despertar nos alunos a crítica quanto a forma como os conceitos são apresentados. Com os resultados obtidos podemos iniciar a identificação do senso crítico dos alunos, mas ressaltamos que somente quando adentrarmos a próxima etapa problematizadora que poderemos avaliar de forma mais efetiva como o senso crítico foi despertado. No entanto, temos que ressaltar que apesar dos objetivos terem relação com a tentativa de ser interdisciplinar, fica mais claramente estabelecida uma relação multidisciplinar, já que de fato não é possível avaliar o nível de aprofundamento e entrelaçamento entre as disciplinas apresentadas e discutidas no jornal.

É possível perceber que maioria dos alunos disse ter aprendido algo com o jornal, podendo ser um novo conceito, uma aplicação do conhecimento químico ou mesmo um fato cuja explicação não era conhecida pelo sujeito.

Provavelmente aqueles que afirmaram que a ideia foi ótima e boa são os que podem ter marcado a opção que indica que houve aprendizagem. Dos que marcaram que a ideia foi ruim ou regular, existe a tendência de terem marcado a opção de que não houve aprendizagem. Essa minoria pode ter achado ruim porque talvez não

aprendeu algo novo, ou seja, podem ter tido dificuldade na interpretação, visualização de conceitos básicos ou outros fatores, como a linguagem usada, as imagens etc.

Precisamos ressaltar que a aprendizagem a que os alunos se referem é correspondente à apropriação de conhecimentos, seja científicos ou não, que na nossa concepção não significa aprendizagem escolar efetiva. Acreditamos que a aprendizagem ocorre por meio do processo de construção de conhecimento a partir de conhecimentos antes apropriados, através da equilibrção e formação de um novo equilíbrio, como apresentado por Sá e Santim Filho (2017). O que estamos avaliando é a apropriação de conhecimentos, que foi denominada por aprendizagem nos questionários, para facilitar o entendimento dos alunos. A aprendizagem escolar efetiva é o que esperamos que vai acontecer quando passarmos à próxima etapa da abordagem problematizadora. Os conhecimentos apropriados serão a base para o diálogo e, dessa forma, poderemos identificar se há aprendizagem escolar efetiva.

Quando perguntamos se o aluno aprendeu algo novo, esperávamos respostas positivas, considerando que houve muito mais apropriação do fato noticiado em si, do que dos próprios conceitos científicos. A apropriação do fato faz com que os alunos possam posteriormente entendê-lo como um todo, de forma desfragmentada, reconhecendo os conceitos e relacionando-os.

Assim, a primeira pergunta teve intuito de identificar a satisfação quanto ao jornal, isto é, se realmente o recurso é

A leitura do jornal desinibe o aluno e o leva a refletir. Essa reflexão é o estímulo inicial para se desprender da forma opressiva como o conhecimento lhe foi imposto, passando então a uma forma libertadora do conhecimento, uma percepção crítica da realidade (Leite e Soares, 2013).

atraente e motivador. A segunda pergunta teve como intuito identificar se os alunos conseguiram apropriar-se do fato e de alguns conceitos científicos relacionados a ele. A terceira pergunta foi realizada para identificação do senso crítico dos alunos quanto ao jornal como um todo, em termos do humor, das leituras, dos conceitos etc.

Na análise das respostas da questão 3, fizemos uma relação com as respostas das questões 1 e 2. A maioria dos alunos que marcou ótima, acredita que apenas um aspecto deve ser melhorado, e os que marcaram boa, apontam mais de um aspecto a ser melhorado. É notável lembrar que os critérios utilizados pelos alunos podem não ter sido somente a apropriação do fato, mas a estética do jornal pode ter ajudado bastante a gerar opiniões positivas e negativas, que influenciaram diretamente nas respostas, tanto que nessa questão 3 pediram muitas melhoras que envolvem mais a estética do que o próprio conteúdo.

A postura crítica quanto a estética do jornal é um ponto a ser investigado, visto que nem todos os alunos possam enxergar o humor, cores e formato como fatores que motivem para a busca do conhecimento. Precisamos focar também em outro conjunto de respostas, como aquelas em que os alunos pedem mais leituras como as que foram apresentadas, isto é, vemos aí que estão pedindo mais informações, sentem a necessidade em buscar mais para melhor compreensão.

Essa postura dos alunos na resposta da questão 3 demonstra o quanto já apresentam uma visão crítica sobre o que leram. O estímulo provocado se torna algo a ser investigado e até cria uma suposição de continuidade. Uma continuidade em que o jornal possa ser construído pelos próprios alunos, com base no que viram neste jornal construído por professores.

Alguns alunos disseram que o jornal estava bem chamativo e divertido, afirmando que nada deveria ser melhorado. Esse talvez seja o ponto que Figueira-Oliveira *et al.* (2011) chamam atenção para o papel do professor, que é recuperar o encanto dos aprendizes pela Ciência. Mas também, quando o aluno afirma que nada precisa ser melhorado, demonstra que ainda não houve o desenvolvimento de um senso crítico, visto que o sujeito se encontra preso apenas a aspectos estéticos.

Outros alunos sugeriram colocar mais informações e ter um tamanho maior, ou seja, não somente uma página. Uma grande parte também pediu que o jornal fosse mais frequente.

O que se percebe nessas análises é que os alunos tiveram uma aceitação muito boa e colocam opiniões claras e explícitas que indicam o quanto querem ser mais ativos na continuidade da ideia. Os Jornais, assim como citado por Bonini (2011), têm conquistado muito espaço, não somente na questão de noticiário, mas como meio informativo, como espaço profissional bem reconhecido e como forma de ser um cidadão mais ativo dentro de uma sociedade. Tudo isso reflete a ideia de Freinet (1974), mas num momento em que além do professor oferecer condições para o aluno se expressar, é o próprio aluno quem busca isso, através de um estímulo que provoca seu senso crítico e criativo.

Levando em conta todas as reflexões do grupo de estagiários, é possível perceber que o jornal é motivador, é um recurso que permite a apropriação de alguns conhecimentos e ainda pode levar ao desenvolvimento de uma postura mais crítica. Identificamos que nem todos os alunos conseguiram alcançar uma postura mais crítica ou de fato se apropriar dos conhecimentos envolvidos nos fatos, o que pode ser explicado por algumas habilidades que esses alunos ainda não conseguiram desenvolver. Buscamos a explicação para isso em Sá e Santim Filho (2017), quando afirmam que muitos dos alunos podem não ter alcançado ainda um nível de operações formais, se encontrando no patamar de operações concretas, conseguindo analisar aspectos que estejam ligados somente ao objeto de estudo.

Dessa forma, o que dificulta alguns alunos a alcançarem o senso crítico é a falta de raciocínio lógico e de levantamento de hipóteses para serem analisadas pelo próprio sujeito. O foco na estética do jornal e na conservação de todos os elementos presentes neste, caracteriza um estágio de operação concreta. Nas análises das questões, percebemos que boa parte dos alunos não apresentaram um posicionamento crítico. Por isso, o processo dialógico pode requerer mais tempo e, dessa forma, a abordagem problematizadora com o jornal aponta apenas o início da aprendizagem efetiva. De toda forma, o jornal foi uma importante ferramenta para estimular a interação entre alunos e entre alunos e professor, como defendido por Passoni *et al.* (2012).

Tessaro e Maceno (2016) afirmam que o licenciando precisa ter uma visão crítica sobre os modelos de ensino, e a partir do momento que se propõe um método diferente usando o recurso do jornal como meio de comunicação, de forma interdisciplinar e contextualizada, tem-se um processo totalmente oposto à educação bancária.

Uma ideia errônea que acabou circulando após a distribuição do jornal foi de que o ar condicionado de um veículo não poderia ser ligado, já que sugaria o monóxido de carbono para o interior do carro. Essa ideia demonstra que alguns alunos não conseguiram se apropriar do fato e apresentaram uma interpretação incorreta, o que é mais um aspecto a ser discutido posteriormente. Podemos ainda afirmar que esse tipo de interpretação é decorrente de uma ausência de releitura e olhar mais atento, ou seja, significa que houve leitura rápida e superficial.

Considerações Finais

A ideia inicial de não propor a confecção do jornal aos alunos foi uma estratégia para primeiramente os motivar e despertar a curiosidade. O projeto pode ser continuado e até ampliado para ter mais páginas, mais assuntos, ser mais frequente, como se fosse criada uma espécie de imprensa escolar. Um ponto que pode ser melhorado nesse trabalho, também, é a inclusão de temas mais próximos à realidade local dos alunos, ou seja, ao invés de pesquisar na internet, poder levá-los a fazer fotografias e a produzir as próprias matérias. Mas esse momento virá após a próxima etapa da

problematização, que é a discussão do Jornal Escolar com os alunos.

Os resultados mostraram que muitos dos alunos já começaram a ter uma visão mais crítica, se sentiram motivados e apropriaram-se das informações apresentadas. Isso demonstra que o jornal, enquanto recurso inicial para uma abordagem problematizadora, é adequado e pode até ser continuado. Além disso, os licenciandos em Química também tiveram uma visão mais crítica sobre o método utilizado, percebendo assim que uma abordagem diferente da habitual demonstra o quanto os alunos sentem a necessidade de serem mais ativos no processo.

Em relação à formação docente, o projeto demonstrou que o professor precisa refletir sobre suas práticas e propor novos métodos, como a abordagem problematizadora, que

Em relação à formação docente, o projeto demonstrou que o professor precisa refletir sobre suas práticas e propor novos métodos, como a abordagem problematizadora, que coloca o aluno não apenas como sujeito passivo do conhecimento, mas leva-o a investigar fatos e conceitos para tirar suas próprias conclusões.

coloca o aluno não apenas como sujeito passivo do conhecimento, mas leva-o a investigar fatos e conceitos para tirar suas próprias conclusões. Além disso, percebemos que iniciar o estagiário nesse tipo de abordagem exercerá forte influência em sua carreira como professor, principalmente porque a todo momento é preciso refletir sobre o ensino e aprendizagem, seja no planejamento, confecção do jornal, execução de aulas e avaliação.

Ricardo Silvério Gomes Pinheiro (ricardosilveriogp@hotmail.com) é licenciado em Química pelo Instituto Federal Goiano, Campus Iporá, e mestre em Química pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Goiânia, GO – BR. **Márlon Herbert Flora Barbosa Soares** (marlon@ufg.br) é licenciado em Química pela Universidade Federal de Uberlândia, mestre em Química e doutor em Ciências (Química) pela Universidade Federal de São Carlos. É professor do Instituto de Química da UFG, onde coordena o Laboratório de Educação Química e Atividades Lúdicas (LEQUAL). Goiânia, GO – BR.

Referências

- BONATTO, A.; BARROS, C. R.; GEMELI, R. A.; LOES, T. B. e FRISON, M. D. Interdisciplinaridade no ambiente escolar. In: *Anais do IX Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul (ANPED)*. Caxias do Sul, RS, 2012.
- BONINI, A. Jornal escolar: gêneros e letramento midiático no ensino-aprendizagem de linguagem. *Revista Brasileira de Linguística Aplicada (RBLA)*, v. 11, n. 1, p. 149-175, 2011.
- FIGUEIRA-OLIVEIRA, D. F.; ROCQUE, L.; CACHAPUZ, A. e MEIRELLES, R. M. S. Ciência e arte: expressão de grupos criativos no ensino de ciências. In: *Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)*. Campinas, SP, 2011.
- FREINET, C. *O jornal escolar*. Lisboa: Editorial Estampa, 1974.
- LEITE, V. C. e SOARES, M. H. F. B. Formação inicial de professores: concepções e resistências de estagiários em uma perspectiva problematizadora. In: *Anais do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)*. Águas de Lindóia, SP, 2013.
- _____. e _____. Intervenção problematizadora no ensino de química: um relato de experiência. *Revista Virtual de Química*, v. 7, n. 3, p. 1007-1029, 2015.
- PASSONI, L. C.; VEGA, M. R. G.; GIACOMINI, R.; BARRETO, A. M. P.; SOARES, J. S. C.; CRESPO, L. C. e NEY, M. R. G. Relatos de experiências do programa institucional de bolsa de iniciação à docência no curso de licenciatura em química da Universidade Estadual do Norte Fluminense. *Química Nova na Escola*, v. 34, n. 4, p. 201-209, 2012.
- SÁ, M. B. Z. e SANTIM FILHO, O. Alguns aspectos da obra de Piaget e sua contribuição para o ensino de química. *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, v. 12, n. 1, p. 190-204, 2017.
- SILVA, E. L. e MARCONDES, M. E. R. Visões de contextualização de professores de química na elaboração de seus próprios materiais didáticos. *Ensaio*, v. 12, n. 1, p. 101-118, 2010.
- SILVA, P. N.; SOUZA, L. O.; SILVA, F. C. V. e SIMÕES NETO, J. E. A transposição didática do conteúdo propriedades periódicas dos elementos químicos. In: *Anais do XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ)*. Florianópolis, SC, 2016.
- TESSARO, P. S. e MACENO, N. G. Estágio supervisionado em ensino de química. *Revista Debates em Ensino de Química (REDEQUIM)*, v. 2, n. 2, p. 32-44, 2016.
- TRINDADE, D. F. Interdisciplinaridade: um novo olhar sobre as ciências. In: FAZENDA, I. (Org.). *O que é interdisciplinaridade?* São Paulo: Cortez, 2008.
- WARTHA, 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: *Newspaper of Chemistry as the Initial Step in Problematizing Approach: Teaching and Training of Teachers Proposal.* This paper presents and discusses a project called “Newspaper of Chemistry”, whose objective was to produce an information vehicle in a language more accessible to high school students and also discuss the contributions of this project to the training of chemistry teachers. The newspaper brings themes with interdisciplinary and contextualized approach, at the same time that it brings concepts of chemistry and related areas, stimulating the student to investigate the facts and seek knowledge. The purpose of the newspaper is to initiate a problematizing approach that will be continued in another work through dialog with the students. In this project, we focus on motivating the student, taking him to the appropriation of facts and concepts and instigating the development of the critical sense. The project was planned and executed by chemistry undergraduate students during the second stage of regency, and the newspaper was distributed in the scientific event of a public school in the municipality of Iporá, Goiás. After, a questionnaire was applied to the students to identify the impact of the newspaper and if the intended objectives were achieved. The idea of the newspaper also focuses on the formation of the undergraduate chemistry student based on the reflection of its pedagogical practices, within a problematizing and constructivist approach.

Keywords: newspaper of chemistry, problematizing approach, teachers training

O Conhecimento Escolar: Um Estudo do Tema Diagrama de Linus Pauling em Livros Didáticos de Química – 1960/1970

André A. G. Bianco e Reginaldo A. Meloni

Nesse trabalho serão apresentados os resultados iniciais da pesquisa que têm como objetivo verificar a relação entre o conhecimento produzido pelos cientistas e os saberes que são planejados para a educação escolar. Usando como referência as teorias de Ivor Goodson e de Yves Chevallard, procurou-se responder à seguinte questão: qual a relação entre os conhecimentos científico e escolar no tema distribuição eletrônica/Diagrama de Linus Pauling? O trabalho está sendo desenvolvido em uma perspectiva histórica por meio da investigação do tema entre 1939 e 1948 e pelo estudo dos livros didáticos de Química publicados na década de 1960. Os resultados indicam que não há sintonia entre o conhecimento produzido fora da escola e o conhecimento escolar, e também que há versões do tema que se distanciaram dos propósitos originais. Com isso, podemos concluir que o processo de transposição didática não foi adequadamente considerado pelos autores dos manuais analisados.

► diagrama de Linus Pauling, conhecimento escolar, livros didáticos ◀

Recebido em 30/08/2018, aceito em 18/01/2019

Entre os temas de maior dificuldade no ensino de Química no nível médio está o que aborda as características energéticas dos átomos e o comportamento dos elétrons em relação às variações de energia. Isso ocorre pelo fato de que se trata de um assunto distante do cotidiano, que exige alto nível de abstração e uso de conceitos matemáticos complexos e que, portanto, suscita o questionamento sobre qual a sua finalidade no ensino médio.

Em um trabalho no qual são analisados os livros didáticos de Química a partir da noção de “obstáculos epistemológicos” de Bachelard (1996), Lopes (1992) destaca que a incorporação do conteúdo relativo à Mecânica Quântica no ensino de Química nos anos 1960 não modificou o “estatuto epistemológico dos conceitos” (p. 259) abordados.

Segundo a autora, nessa época ainda prevalecia a

Um recurso usado para distanciar a interpretação do fenômeno dos formalismos matemáticos é o diagrama de distribuição eletrônica. Ele foi incluído por Linus Pauling em seu livro *The Nature of the Chemical Bond* (Pauling, 1939) como uma estratégia didática, e debatido em uma sequência de trabalhos publicados no *Journal of Chemical Education* no decorrer do século XX.

estratégia pedagógica dos realistas de “apresentar conceitos racionais como formas a serem descritas” (Lopes, 1992, p. 258). Para os realistas o objeto contém a verdade e o conhecimento é a revelação dessa verdade. Portanto, o realista não admite a possibilidade da construção do conhecimento, mas apenas da revelação a partir do concreto. No caso de substâncias inacessíveis

aos sentidos, o realista constrói imagens do que julga real, mas “o real construído é distorcido em nome do real factual” (Lopes, 1992, p. 258).

Assim, o ensino de conceitos abstratos como os envolvidos na Mecânica Quântica seria distorcido em seus verdadeiros significados visto que, para sua compreensão, seriam elaboradas imagens ou metáforas que os aproximassem de modelos concretos, mas que os distanciariam dos formalismos matemáticos próprios para a compreensão da Natureza.

Um recurso usado para distanciar a interpretação do fenômeno dos formalismos matemáticos é o diagrama de distribuição eletrônica. Ele foi incluído por Linus Pauling em

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

seu livro *The Nature of the Chemical Bond* (Pauling, 1939) como uma estratégia didática, e debatido em uma sequência de trabalhos publicados no *Journal of Chemical Education* no decorrer do século XX.

O esquema de distribuição de elétrons nos níveis de energia, conhecido no Brasil como *Diagrama de Linus Pauling*, foi incluído em programas da educação secundária e passou a ser usado de forma operatória sem qualquer problematização sobre a relação entre o esquema proposto e o fenômeno descrito.

Autores como Ivor Goodson (1990; 1997) e Yves Chevallard (1997) desenvolveram teorias para explicar o processo de elaboração dos currículos pré-ativos como, por exemplo, os programas ou os manuais de ensino. Goodson (1997) parte da ideia de que “o currículo escolar é um artefato social concebido para realizar determinados objetivos específicos” (p. 17). Nesse sentido, o currículo não seria definido diretamente pela ciência de referência, mas estaria relacionado às ações dos “grupos disciplinares” (Goodson, 1997, p. 22) que seriam os responsáveis pelas permanências ou mudanças nas propostas pedagógicas em um processo histórico. Segundo esse autor, a investigação histórica

[...] pode fornecer evidência de uma disparidade considerável entre as mensagens políticas e filosóficas que buscam explicar e legitimar a “tradição acadêmica” das matérias escolares e o detalhado processo histórico através do qual as matérias escolares são definidas e estabelecidas (Goodson, 1990, p. 234).

Essas mudanças poderiam ser rastreadas nos manuais de ensino, pois esses são uma expressão tanto do conhecimento elaborado pela academia, quanto dos saberes praticados nas escolas.

O processo da construção curricular também foi teorizado por Chevallard (1997). Procurando entender o que foi chamado de “sistema didático” em certo contexto, esse autor propõe a existência de uma relação ternária entre docentes, alunos e saberes, e problematiza a noção de “saber”, integrando-o como um dos pilares do processo de ensino e aprendizagem, que antes se limitava às habilidades dos docentes para o ensino e às capacidades de aprendizagem dos discentes.

Ao pensar o saber como uma categoria de análise, Chevallard (1997) propõe algumas questões, tais como: o que é o saber de que trata o sistema didático? Que relação existe entre os saberes que se estabelecem fora do âmbito escolar com os conhecimentos trabalhados no âmbito da escola? Procurando responder a essas questões, Chevallard postulou a existência de um saber sábio e de um saber a ser ensinado, mediado por um processo que ele denominou de transposição didática.

Segundo esse autor, a transposição didática extrapola a didatização do conhecimento, pois o transforma não apenas na sua forma de apresentação, mas em sua essência. De acordo com Chevallard (1997), “para que o ensino de um determinado elemento de saber seja possível, esse elemento deverá ter sofrido certas deformações, que o tornarão apto a ser ensinado”. Essa transposição envolveria processos de descontemporização, descontextualização e despersonificação que distanciariam o saber sábio da sua produção original em relação ao tempo e ao contexto de produção, e também em relação à autoria. Esses processos promoveriam uma naturalização dos saberes a serem ensinados (Marandino, 2004, p. 97).

O processo de transposição didática proposto por Chevallard ocorre em três dimensões distintas: a sociedade, instância em que se tomam as decisões políticas e que é composta, entre outros agentes, pelos pais e pelos acadêmicos; o sistema de ensino *stricto sensu*, composto pelos professores e alunos; e a noosfera, na qual se daria o processo propriamente dito da transposição didática entre o saber sábio e o saber a ser ensinado.

Nessa última dimensão ocorreria o processo de mediação entre os interesses da sociedade e o sistema de ensino *stricto sensu*, ou entre as finalidades que a sociedade planeja para a educação e os processos de aprendizagem que se estabelecem na escola e na sala de aula. Na noosfera estariam em debate os professores militantes e todos aqueles que definiriam o que se deve modificar ou manter em relação aos saberes a serem ensinados. É nessa instância que se produziriam, por exemplo, os livros didáticos.

As possibilidades indicadas por Goodson e Chevallard

sugerem que o currículo é construído em um processo histórico na relação entre o que é elaborado fora da escola, nesse caso pelos cientistas, e o que é realizado nas instituições escolares nas práticas pedagógicas cotidianas. O que será apresentado neste trabalho é uma análise das transformações na transposição didática da proposta de diagrama de distribuição de elétrons em um período de 10

anos (1960 a 1970).

O objetivo deste trabalho é analisar se a escolha e o desenvolvimento dos temas sobre a energia dos átomos e o esquema de distribuição dos elétrons nos níveis energéticos mantiveram relação com o conhecimento científico de referência ou se houve um processo de transformação no caráter do conhecimento a ser ensinado no decorrer dos anos sessenta do século XX.

Considerações sobre a Metodologia

Neste artigo foi analisado o processo de elaboração do instrumento “Diagrama de Linus Pauling” e sua inserção nos

manuais de ensino de Química para o nível secundário em livros didáticos elaborados nos anos 1960. Para isso, foram analisadas as propostas de esquema de distribuição de elétrons entre 1939 e 1948 e a ocorrência do tema em oito livros didáticos publicados na década de 1960. O ano de 1939 se justifica em função do trabalho de Linus Pauling (Pauling, 1939) que as pesquisas indicam ser o primeiro a propor um esquema de distribuição de elétrons motivando a elaboração de outras versões publicadas, principalmente, no *Journal of Chemical Education* que estão descritas e ilustradas na primeira parte dos resultados desse trabalho. A investigação do conhecimento escolar (ou saber a ser ensinado) foi realizada por meio da análise dos oito livros didáticos indicados no Quadro 1.

Quadro 1: Livros didáticos de Química analisados. Fonte: elaborado pelos autores

CHEMICAL EDUCATION MATERIAL STUDY. <i>Química: uma ciência experimental</i> . São Paulo: EDART, 1973, v. 2.
CHEMICAL BOND APPROACH COMMITTEE (CBA). <i>Química</i> . Parte II. Brasília: Editora UnB, 1964.
CARVALHO, G. C. e SAFFIOTI, W. <i>Química para o terceiro ano colegial</i> . 13ª ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1961.
AMARAL, L. F. P. <i>Química geral e inorgânica</i> . São Paulo: Editora do Brasil, 1967, v. 1.
BONATO, I. F. <i>Química: curso colegial</i> . 10ª ed. São Paulo: FTD, 1968, v. 1.
SAFFIOTI, W. <i>Fundamentos de química: química geral, inorgânica e físico-química</i> . São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1968, v. 1.
PIMENTA, A. e LENZA, D. P. <i>Elementos de química</i> . São Paulo: Editora do Brasil, 1968, v. 2.
FELTRE, R. e YOSHINAGA, S. <i>Atomística</i> . São Paulo: Editora Moderna, 1970.

A escolha do período de análise dos livros se justifica porque esse tema começou a ser abordado em livros didáticos, no Brasil, no início da década de 1960 e se consolidou com a obra *Atomística* de Ricardo Feltre e Setsuo Yoshinaga, de 1970. Sendo assim, trata-se de um período representativo para se verificar como os trabalhos científicos publicados até a década de 1960 influenciaram a apresentação do diagrama de distribuição eletrônica em manuais de Química. A análise do material foi realizada após a definição das categorias do sistema de codificação e identificação das unidades de registro contidas no Quadro 2.

A fim de identificar o distanciamento do saber sábio (propostas de diagramas elaboradas entre 1939 e 1948) do saber ensinado (propostas de diagramas presentes nos livros didáticos), foram confrontadas as categorias do Quadro 2 com os processos sugeridos por Marandino (2004) decorrentes da teoria da transposição didática de Chevallard (1997). Assim, a análise dos diagramas nos livros consistiu na comparação das categorias do Quadro 2 com os elementos indicados no Quadro 3.

Quadro 2: Categorias de codificação e identificação das unidades de registro. Fonte: elaborado pelos autores

Categorias	Identificação
Denominação da representação	As representações podem ser denominadas de “Esquema de distribuição de energia”, “Diagrama de distribuição eletrônica”, “Diagrama de Linus Pauling”, etc.
Disposição vertical das camadas	As camadas seguem a disposição vertical da base para o topo obedecendo a ordem de energia (camadas inferiores possuem níveis de energia menores) ou o inverso (camadas inferiores possuem níveis de energia maiores). As camadas apresentam espaçamento proporcional ao conteúdo energético para o salto quântico do elétron.
Disposição horizontal dos subníveis	Os subníveis estão de acordo com um padrão horizontal de modo a agrupá-los.
Apresentação dos orbitais	Os orbitais estão representados por círculos, na quantidade adequada a cada subnível, evidenciando o limite de elétrons correspondente.

Quadro 3: Processos decorrentes da transposição didática. Fonte: elaborado pelos autores

Processos	Descrição
Descontemporização	O saber ensinado é afastado de sua origem e de sua produção histórica no saber sábio.
Descontextualização	O texto ensinado perde o sentido original, de modo a não ser mais possível identificá-lo com o saber sábio.
Despersonalização	A identificação do saber ensinado ao processo de produção social do conhecimento é preferencial em relação à vinculação ao seu produtor, que ocorre com o saber sábio.

Resultados

O diagrama da Figura 1a possivelmente foi baseado no método utilizado para determinar a configuração eletrônica do estado fundamental. Esse método é conhecido como procedimento de *Aufbau* (Figura 1b) – cujo significado em alemão é “construção” (Russel, 1999). Em geral, o diagrama da Figura 1a é referido em livros didáticos publicados no Brasil como “Diagrama de Linus Pauling”. Em livros internacionais (Luder, 1943; Devault, 1944; Swinehart, 1950), é atribuída a Linus Pauling a autoria do diagrama publicado na obra *The Nature of the Chemical Bond*, de 1939 (Figura 2), mas tratam-no por “diagrama de distribuição eletrônica”.

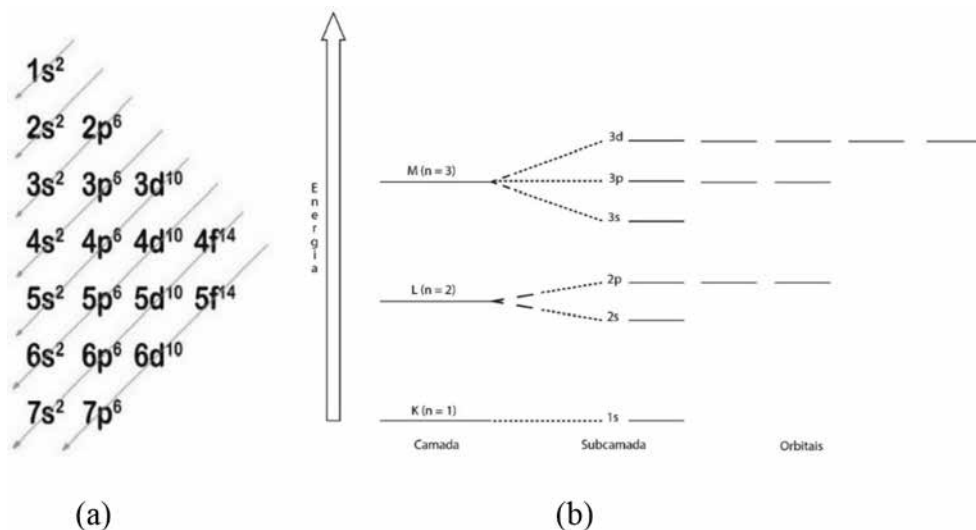


Figura 1: (a) Ordem de preenchimento das subcamadas. (b) Procedimento de *Aufbau* (para $n = 3$). Os elétrons são adicionados sucessivamente, iniciando pela base e avançando para cima. Fonte: elaborada pelos autores.

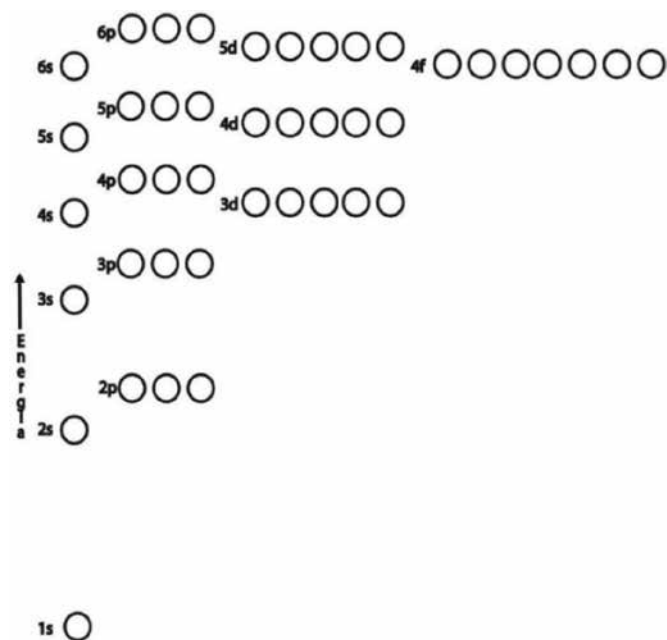


Figura 2: Diagrama de distribuição eletrônica. Fonte: adaptado de Pauling (1939).

Após a publicação do diagrama elaborado por Linus Pauling (Pauling, 1939), Hazlehurst (1941) e Luder (1943) mencionam o referido diagrama com o título de diagrama de nível de energia (*energy level diagram*) em seus trabalhos. Futuramente, diversos autores (Yi, 1947; Hakala, 1948; Simmons, 1948) apresentam na revista *Journal of Chemical Education* alternativas mnemônicas para a sequência de distribuição eletrônica.¹

Esquemas publicados em outras obras (Carroll e Lehrman, 1948; Chapin e Steiner, 1943; Emeleus e Anderson, 1947; Pauling, 1945; Rice, 1940; Richtmeyer e Kennard, 1942; Thorne e Roberts, 1943) são referidos no trabalho de Swinehart (1950) como “trabalhos de memorização proibitivos” (p. 622) que justificariam sugestões de princípios fáceis de serem lembrados que, por aplicação sistemática,

poderiam levar diretamente à configuração desejada de um determinado átomo. Esse parece ter sido o escopo do desenvolvimento das propostas dos diagramas de distribuição eletrônica apresentadas no *Journal of Chemical Education*.

O modelo de Pao-Fang Yi (Figura 3) (Yi, 1947) apresenta disposição inversa à mais utilizada atualmente, com a camada 7 acima e a 1 abaixo (tal qual a de Linus Pauling).

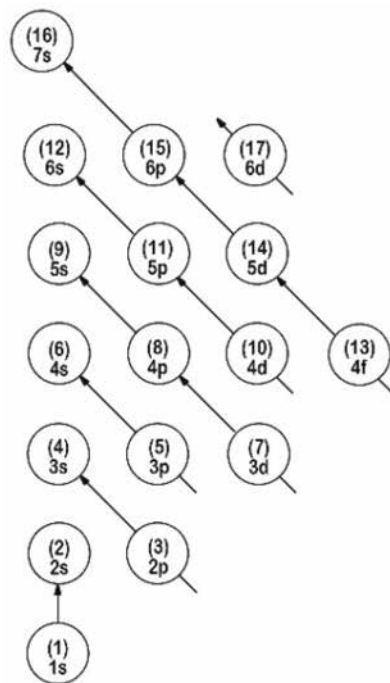


Figura 3: Diagrama de Pao-Fang Yi. Fonte: adaptado de Yi (1947).

Na obra *Química Inorgânica* de Beltrán (1961), o diagrama de Pao-Fang Yi já é apresentado em ordem invertida (com a camada 1 no topo e a 7 na base) e com adição do subnível p à camada 7.

Para a distribuição dos elétrons nos níveis de energia na proposta de Yi (1947) usa-se a chamada Regra de Madelung,

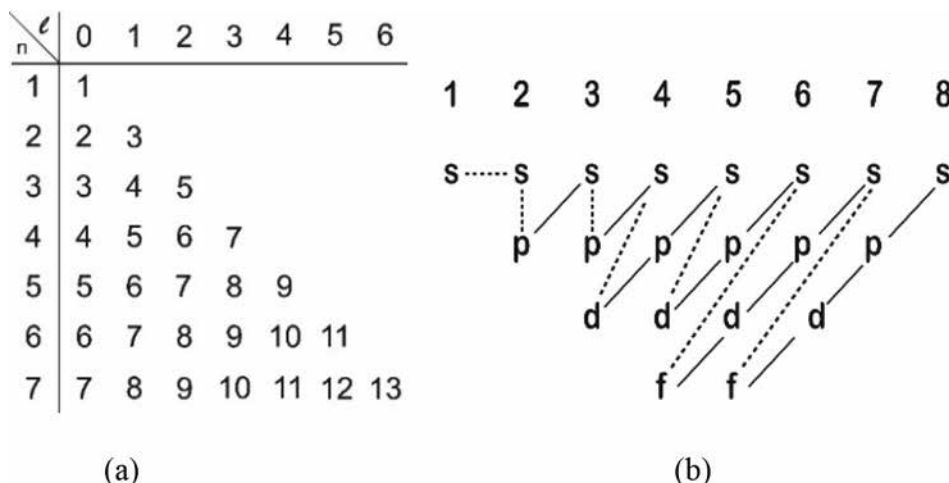


Figura 4: (a) Diagrama de Yeou Ta. (b) Tabela de acompanhamento de Simmons. Fonte: adaptado de Yeou Ta (1946) e de Simmons (1948).

em referência ao físico alemão Erwin Madelung (1881-1972). De acordo com essa regra empírica, os subníveis devem ser preenchidos na ordem crescente de $n + \ell$ e a distribuição eletrônica se iniciará do topo, com a primeira seta cruzando o orbital $1s^2$. Seguindo-se a ordem das camadas e subcamadas indicadas pelas setas no sentido descendente, pode-se facilmente determinar a ordem do preenchimento eletrônico dos orbitais. Na edição seguinte do *Journal of Chemical Education*, Simmons (1947) publica uma carta ao editor na qual critica o diagrama de Pao-Fang Yi e aponta uma adaptação dele, publicada na revista *Annals of Physics* em 1946 (Ta, 1946) (Figura 4a).

Em 1948, Simmons propõe a sua “tabela de acompanhamento” (Simmons, 1948), pois, segundo o autor, a regra mnemônica de Pao-Fang Yi era menos conveniente do que a sua tabela (Figura 4b). Na proposta de Simmons, a primeira linha apresenta os oito números quânticos principais. Abaixo estão os subníveis s , p , d e f , sempre pulando a coluna anterior. As linhas diagonais são desenhadas do topo, à direita, para o canto inferior esquerdo (como apresentado pelas linhas contínuas). A série é completada com as linhas pontilhadas.

Em 1948, Hakala (1948) publica uma carta ao editor do *Journal of Chemical Education*, afirmando que no verão de 1946 (portanto um ano antes da publicação de Yi) já trabalhara com um diagrama de distribuição eletrônica em seu curso introdutório de Química Geral (Figura 5).

Pelo que foi exposto, percebe-se que, desde a publicação do trabalho de Linus Pauling, em 1939, houve várias tentativas de apresentar esquemas que indicassem a configuração eletrônica dos átomos. O que será visto a seguir é como essas propostas foram incorporadas nos manuais de ensino publicados no Brasil nos anos 1960.

O Esquema de Distribuição de Energia nos Livros Didáticos

Em ordem cronológica, a primeira obra aqui analisada é *Química: uma ciência experimental* (*Chemical Education Material Study*, 1973), publicada pela primeira vez em 1960. A edição consultada é a tradução para a língua portuguesa de

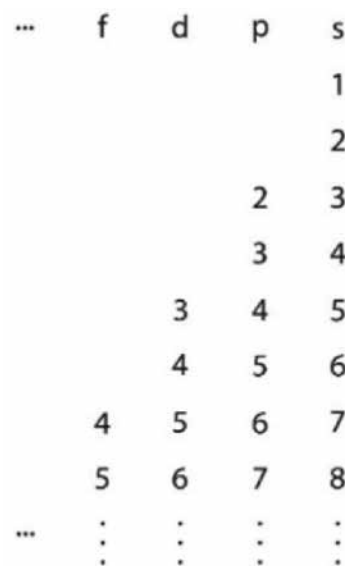


Figura 5: Diagrama de Hakala. Fonte: adaptado de Hakala (1948).

1973, e a explicação da energia dos elétrons está no capítulo 15 do volume 2, intitulado “Elétrons e a Tabela Periódica”.

O “Esquema dos níveis de energia” aparece no subitem “15.2 – Átomos constituídos de muitos elétrons” (p. 354). O título da figura não está associado ao nome de Pauling, sugerindo um processo de despersonalização do que foi considerado saber sábio. A ilustração apresenta os níveis de energia mais baixos na parte inferior e em escala, indicando que as diferenças energéticas entre os orbitais variam tal como a proposta por Pauling. Os orbitais também são representados de forma semelhante à proposta por esse autor em 1939.

Os orbitais estão representados por círculos na quantidade de cada subnível, mas o esquema não é usado como um instrumento para a distribuição de elétrons e sim como um elemento explicativo das características do átomo. Nesse sentido, o “Esquema dos níveis de energia” foi descontextualizado da obra original, uma vez que Pauling visava oferecer um instrumento que apresentasse a distribuição dos elétrons e a representação do livro didático tinha como objetivo explicar a estrutura da eletrosfera.

A segunda obra em que o tema foi abordado é do *Chemical Bond Approach Committee* (CBA, 1964), cuja primeira edição estadunidense é de 1961. Nessa obra, a ilustração dos níveis de energia aparece no capítulo 7 – “Níveis de energia dos elétrons” – que tem como objetivo “[...] tentar classificar os átomos em grupos baseados nas energias de ionização” (CBA, 1964, p. 125).

A representação é intitulada “Níveis de energia relativos dos átomos no estado gasoso dos primeiros vinte elementos” (CBA, 1964, p. 129), em clara despersonalização da obra na qual foi baseada, e contém orbitais em disposição horizontal e distribuídos em escalas de energia. A figura se assemelha à da outra obra estadunidense, considerando as categorias estabelecidas no Quadro 2, indicando que houve uma estabilidade da abordagem.

Na categoria Eixo Horizontal são observadas algumas diferenças: na primeira obra, a escala de energia é arbitrária e determinada intuitivamente pela disposição espacial das camadas; já na segunda obra, o autor explicita em legenda, no eixo das ordenadas, o termo “energia crescente”. No CBA os subníveis estão em forma de retângulos e, também nesse caso, o uso da imagem se afasta da finalidade da proposta de 1939 que era a de oferecer um instrumento facilitador para a distribuição dos elétrons.

A primeira obra de autor brasileiro que faz referência ao tema é *Química para o terceiro ano colegial*, dos autores Geraldo Camargo de Carvalho e Waldemar Saffioti (Carvalho e Saffioti, 1961). A obra não apresenta ilustração do esquema de distribuição de níveis de energia dos elétrons, mas contém um quadro intitulado “Distribuição dos elétrons nos níveis de energia dos átomos dos elementos” (p. 186 e 187), denotando, novamente, despersonalização do saber sábio, com a estrutura eletrônica de todos os elementos até o urânio.

Na obra *Química geral e inorgânica* de Luciano do Amaral (Amaral, 1967), o tema é tratado no capítulo IV – “Estrutura do átomo” – do primeiro volume, com o objetivo de caracterizar as partículas que constituem os átomos. A imagem do esquema de níveis de energia contém apenas um título – “Orbitais vazios” – (p. 86) e não apresenta legenda. Não há identificação do autor da teoria, indicando uma despersonalização do saber sábio.

Os níveis de energia mais baixos estão na parte inferior do desenho, mas não há escala entre os subníveis. Esses são apresentados de forma horizontal como quadrados e sem escala de energia. O esquema também não se assemelha a nenhuma proposta que aparece na teoria, caracterizando um processo de descontextualização do saber sábio. Na página 88 há um esquema de níveis de energia com os orbitais preenchidos e na página 89 há uma representação da distribuição eletrônica pronta dos elementos do hidrogênio até o argônio. Nesses casos, as representações das distribuições eletrônicas encontram-se dispostas linearmente, excluindo-se o sentido de diagrama. Semelhante à outra obra de autor brasileiro, o objetivo das representações é descrever a estrutura da eletrosfera.

Na obra *Química*, de Irmão Firmino Bonato, publicada

em 1968 (Bonato, 1968), o tema é tratado no 1º volume do curso colegial. O texto contém somente definições e a imagem é inserida na sequência das definições, sem que seja feita referência a ela. A ilustração é apresentada com a seguinte legenda: “Diagrama das camadas e subcamadas de elétrons no átomo” (Bonato, 1968, p. 39), ou seja, despersonalizada. Nessa imagem os níveis de energia mais baixos estão na parte inferior da figura e os orbitais estão ligados por uma linha, formando a imagem de uma escada ascendente. Não há escala entre os subníveis e não há relação com a teoria, caracterizando um processo de descontextualização. Entre os livros analisados, é o mais antigo a usar o termo “diagrama” como título.

Embora “esquema” e “diagrama” possam ser sinônimos, a mudança do termo pode indicar que ao se referir ao termo “esquema” o que se propunha era oferecer uma representação simplificada que auxiliasse na explicação das características dos átomos, enquanto que o uso do termo “diagrama” objetivava ilustrar a estrutura da eletrosfera.

Outra obra do mesmo ano é *Elementos de química*, de Aluisio Pimenta e Duilio de Paiva Lenza (Pimenta e Lenza, 1968). Nessa obra, a ilustração apresenta os níveis de menor energia na parte superior, e a ordem de preenchimento dos subníveis é dada por linhas diagonais semelhantes às da Figura 1a, com o seguinte título: “Ordem de preenchimento dos subníveis” (p. 146). Nesse caso, a imagem é completamente diferente da que aparece na obra de Pauling de 1939, revelando um total distanciamento do saber sábio e um processo acentuado de descontextualização e de descontextualização, mas sua função é auxiliar a distribuição dos elétrons nos subníveis.

Na obra de Waldemar Saffioti, *Fundamentos de química*, de 1968 (Saffioti, 1968), o tema é tratado no capítulo 12 – “Estrutura do átomo”. Nessa obra, a imagem também é denominada pelo termo “diagrama” e é apresentada como um instrumento para ser usado na definição da ordem de energia dos orbitais. Apesar disso, apresenta os níveis de energia menores na parte superior do desenho, e os orbitais estão representados por círculos em disposição horizontal, mas sem escala de energia (p. 222), apontando para um saber descontextualizado. Nessa obra, a ilustração explicava a disposição dos elétrons nos átomos.

A obra *Atomística*, de Ricardo Feltre e Setsuo Yoshinaga, de 1970 (Feltre e Yoshinaga, 1970), trata do assunto no capítulo 3, intitulado “Estrutura do átomo” (p. 119). A ilustração dos níveis de energia é introduzida para explicar as diferenças de energia dos elétrons. No primeiro desenho, intitulado “Diagrama energético dos subníveis”, o nível 1s aparece na parte inferior para indicar a ordem de energia dos orbitais. Após essa explicação, é apresentado um esquema de distribuição de elétrons nos orbitais denominado “Diagrama de Pauling” com a seguinte explicação: “O cientista Linus Pauling idealizou um dispositivo prático que permite dar, imediatamente, a ordem energética dos subníveis e que é conhecido como Diagrama de Pauling” (Feltre e Yoshinaga, 1970, p. 160). Nesse caso, pela primeira

vez nos livros analisados, não se verifica um processo de despersonalização. No entanto, é verificado um processo de descontextualização, uma vez que os níveis de energia mais baixos encontram-se na parte de cima do desenho, os orbitais são designados pelos números, e não há definição de eixo de energia, indicando que há um distanciamento do sentido original, não sendo mais possível identificá-lo com o saber sábio.

Percebe-se que nessa obra o esquema de energia é usado como um instrumento para auxiliar a distribuição dos elétrons nos subníveis de energia, e não como um argumento explicativo da estrutura da eletrosfera, o que pode ser verificado pelos argumentos dos autores: “No preenchimento de elétrons num átomo, eles vão ocupando os orbitais de menor energia. Portanto, o diagrama de Pauling mostra-nos como devemos preencher os subníveis dos átomos” (Feltre e Yoshinaga, 1970, p. 160).

Considerações Finais

Da proposta de Pauling às utilizadas em livros didáticos de Química do período investigado, muitas modificações foram realizadas, sendo que uma delas foi a inversão da ordem das camadas. O que para Pauling era a correlação do nível de energia das camadas da eletrosfera (abaixo, a menos energética), relacionando-se com outras proposições, como a de Madelung ou os princípios matemáticos vislumbrados no desenvolvimento da Química Quântica, para autores de livros didáticos dos anos 1960 essa informação foi perdida com a inversão da ordem do diagrama.

Na ciência, as finalidades da proposta de Pauling, de 1939, foram modificadas ao longo do tempo, pois se a intenção de Pauling era criar um procedimento que dispensasse os cálculos matemáticos requeridos para a distribuição eletrônica, as propostas subsequentes tiveram como objetivo criar um instrumento que facilitasse a memorização da ordem de distribuição dos elétrons na eletrosfera. Isso é observado nos diagramas apresentados pelos autores dos artigos científicos investigados, nos quais o termo “mnemônico” é utilizado para se referir ao caráter facilitador de seus diagramas.

Em relação aos livros didáticos, também foi verificada uma mudança nas finalidades do diagrama. Observou-se em todos os exemplares que o diagrama de distribuição de elétrons foi descontextualizado, tanto em relação à proposta elaborada por Pauling, quanto às elaboradas pelos demais cientistas. Também foi verificado que, com exceção da obra de Feltre e Yoshinaga (1970), o diagrama

foi despersonalizado da proposta original. Nesse sentido, conclui-se que houve um processo de descontextualização, visto que em todas as obras didáticas o assunto foi afastado de sua origem histórica.

No entanto, esse processo de descontextualização não se deu de maneira uniforme. Apesar de inicialmente não ser uma categoria de análise, percebeu-se que as finalidades do diagrama se transformaram durante o período analisado de um instrumento de auxílio para as explicações sobre a estrutura da eletrosfera para um de apoio às regras que definiam a estrutura da eletrosfera.

Os resultados indicam que as obras estadunidenses analisadas seguem ou se aproximam da proposta de diagrama de distribuição eletrônica de Linus Pauling de 1939 (Figura 2). Já as obras escritas por autores brasileiros se distanciam do processo histórico de elaboração do diagrama, pois tanto as características da proposta de Pauling de 1939, como as alterações realizadas nesse instrumento, foram ignoradas.

Finalmente, é possível concluir que a inserção e o desenvolvimento desse assunto nos livros didáticos têm uma explicação que se distancia da relação direta com o desenvolvimento da Química. No entanto, não é possível afirmar que houve um processo de transposição didática semelhante ao que é proposto por Chevallard, pois as mudanças nos livros didáticos não parecem ser derivadas de um processo de reflexão organizado em uma “noosfera”. Além disso, a investigação ofereceu indícios de que as propostas de transposição didática sofreram modificações ao longo do tempo, mas esse tema ainda precisará ser mais bem analisado.

Nota

¹Além desses, outros autores também trataram sobre o mesmo tema (Strong III, 1959; 1985; Keller, 1962; Krupsaw e Ng, 1972; Wong, 1979; Carpenter, 1983; Hovland, 1986; Grenda, 1988; Darsey, 1988; von Marttens Osorio e Goldschmidt, 1989; Rieck, 1990; Sing e Dikshit, 1991; Iza e Gil, 1995).

André Amaral Gonçalves Bianco (andre.bianco@unifesp.br), bacharel e licenciado em Química pela Universidade de São Paulo (USP), doutor em Ciências (modalidade Ensino de Bioquímica) pela USP, é docente do curso de Ciências – Licenciatura da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), campus Diadema, Diadema, SP – BR. **Reginaldo Alberto Meloni** (meloni@unifesp.br), bacharel em Química, licenciado em Química e Pedagogia, mestre em História Social pela USP e doutor em História da Educação pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), é docente do curso de Ciências – Licenciatura da Unifesp, campus Diadema, Diadema, SP – BR.

Referências

- BACHELARD, G. *A formação do espírito científico*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BELTRÁN, J. *Química inorgánica: texto superior para uso de los estudiantes de las facultades de ciencias y escuelas de ingeniería*. 3ª ed. Barcelona, Buenos Aires, México: Editorial Reverté, 1961.

CARPENTER, A. K. 4s, 3d, what? *Journal of Chemical Education*, v. 60, n. 7, p. 562, 1983.

CARROLL, B. e LEHRMAN, A. The electron configuration of the ground state of the elements. *Journal of Chemical Education*, v. 25, n. 12, p. 662-666, 1948.

CHAPIN, W. H. e STEINER, L. *Second year college chemistry*. 5ª ed. New York: John Wiley and Sons, 1943.

CHEVALLARD, Y. *La transposición didáctica: del saber sábio*

al saber enseñado. Buenos Aires: Aique, 1997.

DARSEY, J. A. A new approach for determining electronic configurations of atoms. *Journal of Chemical Education*, v. 65, n. 12, p. 1036, 1988.

DEVAULT, D. A method of teaching the electronic structure of the atom. II. Advanced topics. *Journal of Chemical Education*, v. 21, n. 12, p. 575-581, 1944.

EMELEUS, H. J. e ANDERSON, J. S. *Modern aspects of inorganic chemistry*. New York: D. Van Nostrand and Co., 1947.

GOODSON, I. *A construção social do currículo*. Lisboa: Educa, 1997.

_____. Tornando-se uma matéria acadêmica: padrões de explicação e evolução. *Teoria & Educação*, v. 2, p. 230-254, 1990.

GREND, S. C. A simple mnemonic device for electron configuration. *Journal of Chemical Education*, v. 65, n. 8, p. 697, 1988.

HAKALA, R. W. Letter to the editor. *Journal of Chemical Education*, v. 25, n. 4, p. 229, 1948.

HAZLEHURST, T. H. Quantum numbers and the periodic table. *Journal of Chemical Education*, v. 18, n. 12, p. 580-581, 1941.

HOVLAND, A. K. Aufbau on a chessboard. *Journal of Chemical Education*, v. 63, n. 7, p. 607, 1986.

IZA, N. e GIL, M. A mnemonic method for assigning the electronic configurations of atoms. *Journal of Chemical Education*, v. 72, n. 11, p. 1025-1026, 1995.

KELLER, R. N. Energy level diagrams and extranuclear building of the elements. *Journal of Chemical Education*, v. 39, n. 6, p. 289-293, 1962.

KRUPSAW, M. e NG, G. Electron configuration diagram. *Journal of Chemical Education*, v. 49, n. 6, p. 433, 1972.

LOPES, A. R. C. Livros didáticos: obstáculos ao aprendizado da ciência química. I. Obstáculos animistas e realistas. *Química Nova*, v. 15, n. 3, p. 254-261, 1992.

LUDER, W. F. Electron configuration as the basis of the periodic table. *Journal of Chemical Education*, v. 20, n. 1, p. 21-26, 1943.

MARANDINO, M. Transposição ou recontextualização? Sobre a produção de saberes na educação em museus de ciências. *Revista Brasileira de História da Educação*, n. 26, p. 95-108, 2004.

PAULING, L. *College chemistry: an introductory textbook of general chemistry*. 1st ed. São Francisco: W.H. Freeman and Company, 1950.

_____. *The nature of the chemical bond*. 2nd ed. Ithaca: Cornell University Press, 1939.

RICE, O. K. *Electronic structure and chemical binding*. New York: McGraw-Hill Book Co., 1940.

RICHTMEYER, F. K. e KENNARD, E. H. *Introduction to modern physics*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill Book Co., 1942.

RIECK, D. F. Understanding electron configurations. *Journal of Chemical Education*, v. 67, n. 5, p. 398, 1990.

RUSSEL, J. B. *Química geral*. São Paulo: Pearson Universidades, 1999, v. 1.

SIMMONS, L. M. Display of electronic configuration by a periodic table. *Journal of Chemical Education*, v. 24, n. 12, p. 588-589, 1947.

_____. Letter to the editor. *Journal of Chemical Education*, v. 25, n. 12, p. 698, 1948.

SINGH, R. e DIKSHIT, S. K. Aufbau rewritten. *Journal of Chemical Education*, v. 68, n. 5, p. 396, 1991.

STRONG III, F. C. Revised atomic form periodic table. *Journal of Chemical Education*, v. 62, n. 5, p. 456, 1985.

_____. The atomic form periodic table. *Journal of Chemical Education*, v. 36, n. 7, p. 344-345, 1959.

SWINEHART, D. F. The building-up principle and atomic and ionic structure. *Journal of Chemical Education*, v. 27, n. 11, p. 622-624, 1950.

TA, Y. Une nouvelle représentation du tableau périodique des éléments. *Annales de Physique*, v. 12, n. 1, p. 88-99, 1946.

THORNE, P. C. L. e ROBERTS, E. R. *Ephraim's inorganic chemistry*. 4th ed. New York: Interscience Publishers, 1943.

VON MARTTENS OSORIO, H. e GOLDSCHMIDT, A. The electronic periodic chart of the elements. *Journal of Chemical Education*, v. 66, n. 9, p. 758-761, 1989.

WONG, D. P. Theoretical justification of Madelung's rule. *Journal of Chemical Education*, v. 56, n. 11, p. 714-717, 1979.

YI, P. F. Letter to the editor. *Journal of Chemical Education*, v. 24, n. 11, p. 567, 1947.

Abstract: *School Knowledge: A Study of the Theme Linus Pauling Diagram in Chemistry Textbooks – 1960/1970.* This work will present the initial results of the research whose main objective is the verification of the relation between the knowledge produced by scientists and the knowledge which is planned and translated for the purposes of education. Using as references the theories of Ivor Goodson and Yves Chevallard, we tried to answer the following question: what is the relation between the scientific knowledge and the scholar knowledge in regards to the topic of electronic distribution/Linus Pauling Diagram? The work is being developed in a historic perspective by means of an investigation of the history of science between 1939 and 1948 and through the study of Chemistry textbooks published in the 1960's. The results indicate that there was no relation between the knowledge originated outside the school and the knowledge obtained in the school. Additionally, there is evidence showing that some versions of the topic seem to have lost its original meaning. We thus conclude that the process of didactic transposition was not adequately considered by the authors of the analyzed textbooks.

Keywords: Linus Pauling diagram, scholar knowledge, textbooks

Saberes Docentes Compartilhados Durante o Estágio Supervisionado: Uma Experiência Com Licenciandos em Química

Renata B. Araújo, Yassuko Iamamoto e Daniela G. A. Favacho

Geralmente, o licenciando em química realiza o estágio em escolas de ensino médio e, durante a supervisão na universidade, as discussões envolvem a forma como ele planeja atividades didáticas, quais estratégias ele prioriza, os recursos, entre outros. Dessa forma, o olhar na maioria das vezes está voltado para a prática do professor atuante na escola são compartilhados com os licenciandos durante o estágio. A fundamentação teórica foi baseada na tipologia de saberes docentes propostas por Tardif. As fontes de dados foram anotações feitas pela pesquisadora durante as supervisões e gravação dos diálogos estabelecidos, sendo analisados a partir da microgenética. Os saberes docentes no dia a dia da sala de aula vão além de dominar simplesmente o conteúdo químico, e neste artigo se procura elucidar alguns conhecimentos tácitos compartilhados.

► saberes docentes, estágio supervisionado, licenciatura em química ◀

Recebido em 27/09/2017, aceito em 06/08/2018

156

A formação inicial de professores é uma fase significativa e tem sido alvo de discussões. A literatura (Maldaner, 2013; Silva e Oliveira, 2009; Silva e Schnetzler, 2008) tem apontado que possíveis dificuldades dos licenciandos em química, no momento em que vão atuar como docentes na escola, podem ser consequência da escassez de práticas e instrumentos de formação diversificados e inovadores que devem ser trabalhados ao longo do curso de formação, em especial nas disciplinas de Práticas de Ensino e Estágio Supervisionado.

Ainda nesta linha, Gauche *et al.* (2008) relatam que o Estágio Supervisionado possibilita ao aluno da Licenciatura a vivência em uma situação real de ensino e de investigação das condições do seu exercício profissional. Esses autores reforçam que:

A proximidade do futuro professor com a realidade cotidiana vivenciada na atividade docente dos que

já atuam no ensino de Química, problematizando-a e fundamentando ações e estratégias de intervenção pedagógica, permite-nos esperar sempre uma melhor formação do professor de Química (Gauche et al., 2008, p. 29).

Toda essa possibilidade de relacionar teoria e prática durante a vida acadêmica do licenciando é regulamentada pela legislação brasileira, segundo a qual os licenciandos em Química devem realizar 400 (quatrocentas) horas de estágio curricular supervisionado.

Silva e Schnetzler (2008), no contexto do Estágio Supervisionado em Química, enfatizam:

O Estágio Supervisionado se constitui em espaço privilegiado de interface da formação teórica com a vivência profissional. Tal interface teoria-prática compõe-se de uma interação constante entre o saber e o fazer, entre conhecimentos acadêmicos disciplinares e o enfrentamento de problemas decorrentes da vivência de situações próprias do cotidiano escolar (Silva e Schnetzler, 2008, p. 2175).

Toda essa possibilidade de relacionar teoria e prática durante a vida acadêmica do licenciando é regulamentada pela legislação brasileira, segundo a qual os licenciandos em

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

Química devem realizar 400 (quatrocentas) horas de estágio curricular supervisionado. Sua realização deve acontecer conforme o projeto de curso da instituição, atendendo à Resolução nº 2, de 1º de julho de 2015 (Brasil, 2015), que instituiu a duração e a carga horária dos cursos de licenciatura.

No Curso de Licenciatura em Química de uma universidade pública paulista o Estágio Curricular Supervisionado é distribuído entre 9 disciplinas de conteúdos pedagógicos. Nos estágios iniciais, que têm início no 5º semestre do Curso, o licenciando realiza principalmente atividades de observação, participação, monitoria e prestação de serviço. Posteriormente, mais no final do curso, no 9º e no 10º semestres, são realizadas atividades de regência (100 h), nas disciplinas de Química para o Ensino Médio I e II (QEM I e QEM II). O objetivo da QEM I é fomentar a reflexão

crítica dos licenciandos em relação ao ensino de química no Ensino Médio, bem como discutir currículos e programas de química. Na QEM II pretende-se resgatar pressupostos teóricos e aspectos metodológicos da abordagem tradicional e de propostas alternativas para o ensino de química.

As duas disciplinas visam fornecer subsídios para o licenciando elaborar materiais pedagógicos, bem como planos de aula para o ensino de química no ensino médio. Na primeira disciplina são enfatizadas as estratégias didáticas para o ensino de conceitos químicos, e na segunda disciplina temos a ênfase em relação a materiais didáticos.

Nesse contexto, os licenciandos em Química realizam os Estágios Supervisionados nas escolas e, no momento da supervisão na universidade, enfatiza-se a prática do licenciando, ou seja, saber como ele planejou sua aula, quais concepções de homem e educação estão implícitas no planejamento, quais estratégias utilizam para motivar os alunos no processo de aprendizagem, entre outros aspectos. As contribuições dos professores de química atuantes como supervisores de estágio poucas vezes apareciam nas supervisões na universidade. Trabalhos como o de Zanon e Schnetzler (2003), que privilegiam a interação do docente universitário (Formador), o licenciando e o professor do ensino médio (Professor) evidenciam que este contexto triádico favorece a superação de idéias simplistas referentes à prática docente escolar.

Dessa forma, neste trabalho procuramos promover diálogos durante as supervisões na universidade que permitissem investigar quais conhecimentos são compartilhados pelo professor da escola com os licenciandos durante a realização do estágio. Esta seria uma forma de trazer “a voz” do professor de ensino médio para os momentos de supervisão na universidade.

Atividades Realizadas e Procedimentos Metodológicos

As atividades de estágio supervisionado foram realizadas

vinculadas às disciplinas de Química para o Ensino Médio I e II, oferecidas no 1º e 2º semestres de 2016, para 28 licenciandos do 9º e 10º períodos de um curso de Licenciatura em Química. As aulas das disciplinas foram ministradas uma vez por semana, das 19 às 20 h 40. Além do horário na sala de aula, duplas de licenciandos agendaram horários extra-classe que compreenderam 1 h e 30 min de supervisão com a docente e uma educadora a cada semana, para discutir as atividades no âmbito do estágio na escola.

Nas supervisões, os licenciandos sanaram suas dúvidas sobre os planos de aula, discutiram e pediram sugestões sobre os temas de suas regências, tipos de recursos didáticos que poderiam ser utilizados nas aulas e métodos de ensino. Após os licenciandos terem ministrado suas aulas nas escolas, eles levaram a gravação das regências

para a educadora e a professora responsável pelas disciplinas de QEM. Essas gravações foram assistidas e comentadas com os licenciandos. Os diálogos ocorridos nessas supervisões foram gravados e serviram como fonte de dados, juntamente com anotações realizadas. Nos procedimentos metodológicos da investigação adotamos a abordagem de análise microgenética, assim definida por Góes (2000):

De um modo geral, trata-se de uma forma de construção de dados que requer a atenção a detalhes e o recorte de episódios interativos, sendo o exame orientado para o funcionamento dos sujeitos focais, as relações intersubjetivas e as condições sociais da situação, resultando num relato minucioso dos acontecimentos (Góes, 2000, p. 9).

Assim, foram analisados trechos das citações feitas pelos licenciandos durante as supervisões. Esse processo possibilitou conhecer alguns dos saberes docentes compartilhados entre o professor formado e aquele em formação. Os trechos foram agrupados e compuseram o episódio que chamamos de “Aprendizagens a partir da interação com os professores de química do ensino médio”.

Fundamentação Teórica

As investigações sobre os saberes docentes foram iniciadas nos Estados Unidos e no Canadá, e tiveram como um dos seus objetivos reconhecer os saberes mobilizados para que houvesse uma melhoria na formação de professores (Almeida e Biajone, 2007). Assim, Shulman (1986), Gauthier (1998) e Tardif (2014) apresentaram ideias em comum ao considerarem as relações entre saberes docentes e formação inicial de professores. Porém, não se pode deixar de salientar que eles apresentam interesses investigativos distintos. Gauthier (1998) aborda a Teoria Geral da Pedagogia, e Tardif (2014) aponta o

reconhecimento da pluralidade e heterogeneidade do saber, com destaque para os saberes da experiência, e considera este saber constituinte dos outros saberes. Shulman (1986) investigou o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK, da expressão em inglês *Pedagogical Content Knowledge*), que é o conhecimento que os professores têm dos conteúdos de ensino e como este conteúdo é ensinado aos estudantes. Tendo esse autor como referencial, Montenegro e Fernandez (2015) também realizaram investigação por meio de uma intervenção com professores de Química. No entanto, para discutir as aprendizagens construídas nos estágios no contexto deste artigo, nos apoiamos na definição de tipos de saberes de Tardif (2014). Conforme este autor, podemos classificar os saberes docentes em:

Saberes da formação profissional (das ciências da educação e da ideologia pedagógica) – conjunto de saberes transmitidos pelas instituições formadoras referentes à formação pedagógica;

Saberes disciplinares – transmitidos nos cursos de formação e departamentos das universidades específicos de um campo disciplinar como a Química, por exemplo. São saberes que são aceitos e disseminados pela comunidade científica do campo de conhecimento específico;

Saberes curriculares – referentes ao que o professor deve ensinar e correspondem aos discursos, conteúdos, métodos, objetivos que a escola define e seleciona. Trata-se do conhecimento sobre os programas escolares, sobre o currículo;

Saberes experienciais – desenvolvidos pelos professores baseados no trabalho cotidiano e no conhecimento do seu meio de trabalho. São saberes que emergem da experiência e são validados por ela.

O Quadro 1 apresenta o modelo tipológico para identificar e classificar os saberes dos professores, mostra o pluralismo do saber profissional, relacionando-o com os lugares nos quais os próprios professores atuam, com as organizações que os formam e nas quais trabalham, com seus instrumentos de trabalho, e enfim com sua experiência

de trabalho, colocando em evidência as fontes de aquisição desse saber e seus modos de integração no trabalho docente.

Assim, entendemos que o saber profissional está ligado a outras fontes de saberes, provenientes da história de vida individual, da sociedade, da instituição escolar, dos outros atores educativos, dos lugares de formação e outros. Nesse sentido, Pimenta (2012) afirma:

Dada a natureza do trabalho docente, que é ensinar como contribuição ao processo de humanização dos alunos historicamente situados, espera-se da licenciatura que desenvolva nos alunos conhecimentos e habilidades, atitudes e valores que lhes possibilitem permanentemente irremediavelmente seus saberes-fazeres docentes a partir das necessidades e desafios que o ensino como prática social lhes coloca no cotidiano (Pimenta, 2012, p. 18-19).

Essa autora reforça que, nos estágios supervisionados, sejam mobilizados os conhecimentos da teoria da educação e da didática necessários à compreensão do ensino como realidade social. E que os futuros professores desenvolvam a capacidade de investigar a própria atividade, para que consigam transformar os seus saberes-fazeres docentes, em um processo contínuo de construção de suas identidades como professores. Isso poderá ocorrer com a mobilização dos saberes experienciais. Ainda com relação ao saber docente, Tardif (2014) enfatiza:

Todo saber, mesmo o “novo”, insere-se numa duração temporal que remete à história de sua formação e de sua aquisição. Todo saber implica um processo de aprendizagem e de formação. E quanto mais desenvolvido, formalizado e sistematizado é um saber, como acontece com as ciências e os saberes contemporâneos, mais longo e complexo se torna o processo de aprendizagem, o qual exige uma formalização e uma sistematização adequadas (Tardif, 2014, p. 35).

Quadro 1: Os saberes dos professores. Fonte: Tardif (2014)

Saberes dos professores	Fontes sociais de aquisição	Modos de integração no trabalho docente
Saberes pessoais dos professores	A família, o ambiente de vida e a educação.	Pela história de vida e pela socialização primária.
Saberes provenientes da formação escolar	A escola primária e se secundária, os estudos pós-secundários não especializados.	Pela formação e pela socialização pré-profissionais.
Saberes provenientes da formação profissional para o magistério	Os estabelecimentos de formação de professores, os estágios, os cursos de reciclagem.	Pela formação e pela socialização profissionais nas instituições de formação de professores.
Saberes provenientes dos programas e livros didáticos usados no trabalho	A utilização das “ferramentas” dos professores: programas, livros didáticos, cadernos de exercícios, fichas, etc.	Pela utilização das “ferramentas” de trabalho, sua adaptação às tarefas.
Saberes provenientes de sua própria experiência na profissão, na sala de aula e na escola	A prática do ofício na escola e na sala de aula, a experiência dos pares, etc.	Pela prática do trabalho e pela socialização profissional.

Para que ocorra a formalização e sistematização adequadas na formação inicial de professores, Tardif (2014) afirma que é necessário valorizar os conhecimentos dos professores atuantes nas escolas, e que esses professores deveriam ter o direito de dizer algo a respeito de sua própria formação profissional, isto é, ter o direito de determinar, com os outros atores da educação, seus conteúdos e formas, e poder colaborar com os professores universitários na formação dos futuros professores.

Episódio: Aprendizagens a Partir da Interação com os Professores

Os professores em exercício possuem saberes em relação a conteúdos, funcionamento da escola e estratégias de ensino oriundas da experiência. Durante a realização das regências, esses saberes foram compartilhados e puderam ser resgatados nos momentos das supervisões na universidade. No Quadro 2 descrevemos algumas observações reportadas pelos licenciandos (designados pela letra L) e identificamos, nos trechos grifados das falas, os saberes docentes: profissional, experiencial, disciplinar e curricular (designados, respectivamente, pelos números sobrescritos: 1, 2, 3 e 4).

Como descrito no Quadro 2, nas falas dos licenciandos 1 a 8 são identificados os saberes provenientes da experiência do professor. Como Tardif (2014) aponta, são saberes provenientes do trabalho cotidiano e validados pela experiência. Segundo Pimenta (2012), os saberes experienciais que os professores constroem no seu cotidiano são reflexões sobre a prática do trabalho mediada por outros professores e materiais produzidos sobre o ensino. Essas análises

demonstraram o que Tardif (2014) resume ao categorizar o saber do professor como um saber social: “[...] O que um professor deve saber ensinar não constitui, acima de tudo, um problema cognitivo ou epistemológico, mas sim uma questão social” (p. 13). Trata-se de reconhecer que o saber do professor não se resume somente em processos mentais, pois o professor está, a todo o momento no seu ambiente escolar, aprendendo, interagindo com outras pessoas e compartilhando significados.

Dessa forma, Tardif (2014) esclarece:

[...] o saber dos professores deve ser compreendido em íntima relação com o trabalho deles na escola e na sala de aula. Noutras palavras, embora os professores utilizem diferentes saberes, essa utilização se dá em função do seu trabalho e das situações, condicionamentos e recursos ligados a esse trabalho. Em suma, o saber está a serviço do trabalho. Isso significa que as relações dos professores com os saberes nunca são relações estritamente cognitivas: são relações mediadas pelo trabalho que lhes fornece princípios para enfrentar e solucionar situações cotidianas (Tardif, 2014, p. 14).

No trecho reportado pelo licenciando 8 foram identificados os quatro saberes docentes, com destaque para o saber disciplinar definido pelos autores Pimenta (2012) e Tardif (2014) como o conhecimento da matéria a ser ensinada. O referido trecho faz ligação com a discussão de Pimenta (2012), no sentido de que os licenciandos deveriam ser estimulados a desenvolver os conhecimentos científicos

Quadro 2: Observações reportadas pelos licenciandos e os saberes docentes identificados. Fonte: elaboração das autoras

Saberes: ¹ profissional ² experiencial ³ disciplinar ⁴ curricular	Observações reportadas pelos licenciandos/Saberes docentes identificados
	L1: O professor <u>me aconselhou a usar giz e lousa, pois ele acredita que a memorização dos alunos é maior quando usa a lousa</u>^{1,2}. L2: Ao falar de <u>catalise</u>³ a professora sugeriu que eu usasse uma analogia que ela usa, em relação a quando <u>começam a namorar</u>². <u>Ela brincou que o catalisador seria o amiguinho que ajuda a facilitar</u>³ a ocorrência do namoro. L3: A professora deu um toque sobre o <u>tempo da aula, para não distribuir muito conteúdo em pouco tempo</u>^{1,2}. L4: A professora <u>deu dica de como fazer e corrigir uma prova com questões objetivas e dissertativas</u>^{1,2,4}. L5: Durante a regência, <u>a professora propôs que os alunos resolvessem as questões do caderno do aluno</u>^{2,4}. L6: A professora <u>comentou que a minha aula poderia ser bem mais leve</u>², <u>não precisava aprofundar tanto o conteúdo</u>⁴. <u>Era a parte de estequiometria</u>³, <u>sugeriu introduzir exemplos mais simples</u>², <u>bastava saber que a queima de hidrocarboneto gerava CO₂ e H₂O</u>³. L7: Na nossa regência o tema foi pilhas, eu estava explicando <u>reação de óxido-redução e utilizei o exemplo do ferro enferrujado, utensílios domésticos e amálgama</u>³. <u>E o professor interferiu nessa aula e disse para eu escrever as equações químicas no quadro e exemplificar a panela de alumínio embaçada</u>^{2,3}. L8: O professor disse que, quando vamos ensinar, não adianta pegar aquele exercício mais difícil para os alunos resolverem, e se você fizer assim, você vai ver que a maior parte ou todos os alunos não vão entender o que você explicou². Ele perguntou para mim: como mudar, sabendo diferenciar essa situação de Universidade para Ensino Médio^{1,4}? E me sugeriu procurar acessar informações pela internet para enxergar o que se dá naquele determinado assunto. Ele disse que gosta de trabalhar com a parte histórica da Química³, pois é importante situar o aluno no contexto em que ele está vivendo¹, e que isso dá para fazer com modelos atômicos, tabela periódica e outros³.

de sua área específica aliados à tecnologia no contexto da sociedade contemporânea.

Como apontam Zanon e Schnetzler (2003), os conteúdos disciplinares da licenciatura em química carecem do vínculo com a prática profissional na escola, e assim os licenciandos terminam o curso sem terem sido adequadamente inseridos nos processos reflexivos sobre sua própria formação. Acreditamos que foi possível abordar aspectos da prática docente escolar e contribuir para romper a visão simplista dominante sobre o ensino de Ciências, de que para ser um professor de química basta conhecer o conteúdo e dominar algumas técnicas pedagógicas (Carvalho e Gil-Pérez, 1993).

Destacamos que, em nossa concepção, o ideal seria um diálogo triádico como proposto por Zanon e Schnetzler (2003), em que são investigadas as interações simultâneas de licenciandos com o professor e o formador. Nesse modelo, a perspectiva de melhoria da formação inicial em química é focada na discussão da transposição didática do conteúdo químico aprendido na universidade para o contexto escolar. Porém, em nosso contexto, isso não foi possível.

A realização do estágio em aproximadamente 20 escolas, em horários diversificados, foi um dos fatores que comprometeu o estabelecimento de encontros entre os sujeitos citados (formador-licenciando-professor de ensino médio). Embora isso nos pareça o mais adequado, uma maneira de trazer a participação do professor foi direcionar os diálogos durante as supervisões, visando trazer a voz desses sujeitos no momento de supervisão.

Algumas Considerações

A interação entre professor e licenciando em Química possibilitou que o licenciando refletisse sobre assuntos que se constituíram nos saberes docentes que foram identificados. Durante as supervisões, por exemplo, foi possível discutir os saberes:

- Profissional, curricular e experiencial, quando foi abordada a necessidade de adequação do ensino dos conteúdos estudados na universidade para a faixa etária e nível do ensino médio;
- Profissional e experiencial, ao discutir que o uso da lousa permite uma pausa, necessária para que o aluno acompanhe a explicação do conteúdo;
- Experiencial e disciplinar, ao mencionar que elementos como aplicações e história da ciência podem tornar o ensino mais atrativo e contextualizado para o aluno;
- Experiencial e curricular, ao constatar que os objetivos da aula precisam estar alinhados com o tempo da mesma. Muito conteúdo num tempo limitado pode inviabilizar o alcance dos objetivos.

[...] como perspectiva, nota-se a necessidade de planejarmos situações futuras em que o diálogo entre professor, formador e licenciando seja possibilitado num mesmo tempo e espaço. Considerando o número de escolas e professores talvez seja inviável um formato em que todos compareçam.

Outras reflexões puderam ser realizadas e, como perspectiva, nota-se a necessidade de planejarmos situações futuras em que o diálogo entre professor, formador e licenciando seja possibilitado num mesmo tempo e espaço. Considerando o número de escolas e professores talvez seja inviável um formato em que todos com-

pareçam. Temos como perspectiva futura convidar alguns professores que tenham disponibilidade para participar de discussões durante as supervisões na universidade. De toda forma, ter acesso aos saberes docentes durante o estágio contribui para a melhoria na formação inicial de professores, pois permite que o professor da universidade faça intervenções pedagógicas articuladas às contribuições do professor da escola.

Renata Bernardo Araújo (araujorenatab@gmail.com), doutora em Ciências área Química, com pesquisa no Ensino de Química, pelo Departamento de Química da FFCLRP/USP, é professora de Química na UEMG campus de Ituiutaba-MG. Ituiutaba, MG – BR. **Yassuko Iamamoto** (iamamoto@usp.br) é pós-doutora em Porfirinas pela Universidade da Califórnia/San Diego e professora da FFCLRP/USP. Ribeirão Preto, SP – BR. **Daniela Gonçalves de Abreu Favacho** (danielaga@ffclrp.usp.br) é pós-doutora em Educação pela Faculdade de Educação da USP e professora da FFCLRP/USP. Ribeirão Preto, SP – BR.

Referências

ALMEIDA, P. C. e BIAJONE, J. Saberes docentes e formação inicial de professores: implicações e desafios para as propostas de formação. *Educação e Pesquisa*, v. 33, n. 2, p. 281-295, 2007.

BRASIL. *Resolução nº 2, de 1º de julho de 2015*. 2015. Disponível em http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=17719-res-cne-cp-002-03072015&category_slug=julho-2015-pdf&Itemid=30192, acessado em Abril 2019.

CARVALHO, A. M. P. e GIL-PÉREZ, D. *Formação de professores de ciência*. São Paulo: Cortez, 1993.

GAUCHE, R.; DA SILVA, R. R.; BAPTISTA, J. A.; SANTOS,

W. L. P.; MÓL, G. S. e MACHADO, P. F. L. A formação de professores de química: concepções e proposições. *Química Nova na Escola*, n. 27, p. 26-29, 2008.

GAUTHIER, C. *Por uma teoria da pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente*. Ijuí: Unijuí, 1998.

GÓES, M. C. R. A abordagem microgenética na matriz histórico-cultural: uma perspectiva para o estudo da constituição da subjetividade. *Cadernos Cedes*, n. 50, p. 21-29, 2000.

MALDANER, O. A. *A formação inicial e continuada de professores de química: professores/pesquisadores*. 4ª ed. Ijuí: Unijuí, 2013.

MONTENEGRO, V. L. S. e FERNANDEZ, C. Processo reflexivo e desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo numa intervenção formativa com professores de

química. *Ensaio*, v. 17, n. 1, p. 251-275, 2015.

PIMENTA, S. G. *Saberes pedagógicos e atividade docente*. 8ª ed. São Paulo: Cortez, 2012.

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

SILVA, C. S. e OLIVEIRA, L. A. A. Formação inicial de professores de química: formação específica e pedagógica. In: NARDI, R. (Org.). *Ensino de ciências e matemática, I: temas sobre a formação de professores* [online]. São Paulo: UNESP/Cultura Acadêmica, 2009, p. 258.

SILVA, R. M. G. e SCHNETZLER, R. P. Concepções e

ações de formadores de professores de química sobre o estágio supervisionado: propostas brasileiras e portuguesas. *Química Nova*, v. 31, n. 8, p. 2174-2183, 2008.

TARDIF, M. *Saberes docentes e formação profissional*. 17ª ed. Petrópolis: Vozes, 2014.

ZANON, L. B. e SCHNETZLER, R. P. Elaboração conceitual de prática docente em interações triádicas na formação inicial de professores de Química. In: *Atas do IV ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Bauru, SP, 2003, p. 1-12. Disponível em <http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/ivenpec/Arquivos/Orais/ORAL068.pdf>, acessado em Abril 2019.

Abstract: *Teachers' Knowledge Shared During Supervised Internship: Experience with Undergraduate Chemistry Students.* Undergraduate chemistry students usually do supervised internship at high schools. In the university, students plan didactic activities with their supervisors and discuss which strategies they should prioritize and which resources they should employ, among other issues. Most of the time, the discussion focuses on the undergraduate students' practice. This work investigates what knowledge high school teachers share with undergraduate chemistry student during internship. The theoretical basis of this research is Tardif's teacher knowledge typology. Data sources were notes taken by the researcher during supervision and recordings of dialogues, which were analyzed from the microgenetic standpoint. The day-to-day teacher knowledge of the classroom goes beyond simply mastering the subject (chemistry) content. In this article, we will describe some of the shared knowledge.

Keywords: teacher knowledge, supervised internship, chemistry graduation

Ensino de Química e Codocência: Interdependência Docente/Tradutor e Intérprete de Língua de Sinais

Eleandro A. Philippsen, Ricardo Gauche, Patrícia Tuxi e Eduardo F. Felten

Apesar da existência de Lei e de Decreto, as pessoas Surdas enfrentam obstáculos relacionados às atividades educacionais, especialmente no âmbito formal. Então, como proporcionar aos futuros professores de Química formação adequada à educação inclusiva efetiva e conceitual de estudantes Surdos? Na busca por respostas, foi preciso estabelecer parâmetros e metodologias adequadas ao processo ensino-aprendizagem de estudantes Surdos. No processo investigativo foram realizadas análises sobre a interdependência Docente/Tradutor e Intérprete de Língua de Sinais (TILS) no contexto do ensino de Química, mais especificamente na formação docente em Química para a codocência do TILS, o que nos levou à criação de uma disciplina no âmbito de um curso de licenciatura. Conclui-se que ao acoplar a modalidade de serviço codocência como modelo operacional dos agentes do processo ensino-aprendizagem, atinge-se o objetivo fundamental que é a compreensão conceitual por parte dos estudantes Surdos e não-Surdos.

► educação de surdos, inclusão, libras ◀

Recebido em 23/08/2018, aceito em 19/01/2019

A Educação de Surdos tem sido desenvolvida no Brasil desde 1855, com a chegada do professor, francês, Ernest Huet – Surdo congênito¹ – ao Rio de Janeiro e com a fundação do Imperial Instituto dos Surdos-Mudos (IISM), atualmente Instituto Nacional de Educação de Surdos (INES) (Lulkin, 2013). Em 24 de abril de 2002 foi promulgada a Lei 10.436, conhecida como Lei da Libras, que reconhece a Língua Brasileira de Sinais como meio de comunicação de pessoas Surdas, além de no Art. 1º se referir a Libras como uma forma de comunicação e expressão, em que o sistema linguístico de natureza visual-motora, com estrutura gramatical própria, constituem um sistema linguístico de transmissão de ideias e fatos, oriundos de comunidades de pessoas Surdas do Brasil (Brasil, 2002).

No ano de 2005, foi aprovado o Decreto nº 5.626, em 22 de dezembro, que regulamenta a Lei da Libras, e determina,

no Art. 3º, que a Libras deve ser inserida como disciplina curricular em caráter obrigatório nos cursos de formação de professores (Brasil, 2005). Nesse sentido, os cursos de licenciatura devem ofertar uma disciplina de Libras em caráter obrigatório. Apesar da existência da Lei e do Decreto,

as pessoas Surdas, em virtude do uso da língua de sinais enfrentam, ainda, obstáculos linguísticos que impedem a participação efetiva nos processos educativos, especialmente no âmbito formal, pois a escola não está completamente adaptada o que acaba por afastar o estudante Surdo,² levando-o muitas vezes à descontinuidade de seus estudos.

Em geral a formação profissional docente, especialmente em Química, não prepara o professor para lidar com estudantes Surdos, principalmente no que tange à

construção de conceitos científicos (Feltrini e Gauche, 2011). Conforme Bueno (1999), a formação de professores com

Em geral a formação profissional docente, especialmente em Química, não prepara o professor para lidar com estudantes Surdos, principalmente no que tange à construção de conceitos científicos (Feltrini e Gauche, 2011). Conforme Bueno (1999), a formação de professores com vistas à educação inclusiva efetiva e conceitual envolve, além da formação específica e de conhecimentos mínimos sobre necessidades educativas especiais, professores especializados nessas necessidades.

vistas à educação inclusiva efetiva e conceitual envolve, além da formação específica e de conhecimentos mínimos sobre necessidades educacionais especiais, professores especializados nessas necessidades. Sobre tudo, conforme apontam Silva *et al.* (2011), no caso da Educação de Surdos, “as dificuldades vão além desses aspectos, tendo em vista a inexistência de formação específica na área” (p. 59).

A partir daí, há a necessidade de realização de pesquisas que viabilizem a produção de conhecimento e prováveis soluções para os problemas enfrentados no ensino oferecido aos Surdos. A problemática estabelecida no processo ensino-aprendizagem de Química para Surdos decorre, ainda, principalmente, da falta de sinais-termo, em Libras, específicos para termos químicos e à delicada e muitas vezes confusa relação entre professor e Tradutor e Intérprete de Língua de Sinais (TILS), o que inclui a carência de TILS com formação específica em Química (Feltrini e Gauche, 2011).

Considerando os aspectos supracitados, e pensando na formação docente, como proporcionar aos futuros professores de Química formação adequada com vistas à educação inclusiva efetiva e conceitual de estudantes Surdos? Em que medida a formação específica em Química contribui para a efetiva codocência³ (Kelman, 2005; 2008; 2010; Kelman e Tuxi, 2011) do TILS e como a licenciatura pode incluir essa perspectiva em sua proposta curricular?

Nesse contexto, é necessário que sejam mais bem compreendidos como o TILS desempenha a sua função, na perspectiva da Educação em Química, e como se estabelece a inter-relação docente/TILS no processo ensino-aprendizagem de Química de estudantes Surdos. Há ainda a necessidade de melhor compreensão do processo de aprendizagem de conceitos científicos pelos estudantes Surdos e como são elaborados e validados os termos na Libras, mais especificamente os de terminologias químicas.

E, em se tratando de cursos de formação de professores de Química, torna-se evidente a necessidade e desenvolvimento de novas pesquisas, com vistas à formação de docentes e TILS capacitados. O objetivo, aqui, foi o de analisar os aspectos e os questionamentos supracitados no contexto de uma aula piloto conduzida, na modalidade de serviço codocência, no âmbito de um curso de licenciatura em Química.

O presente texto apresenta resultados parciais de uma proposta que tem investigado a interdependência docente/TILS nos contextos da Educação em Química e do ensino de Química, mais especificamente na formação de professores de Química na perspectiva da codocência do TILS, e faz parte de pesquisa desenvolvida com vistas à elaboração de tese de doutorado.

Referencial Teórico-Metodológico

A escola deve oferecer condições para que a aprendizagem dos conceitos científicos seja efetiva, e em se tratando de estudantes Surdos, sua escolarização torna-se muito complexa (Feltrini e Salles, 2011). Em um modelo ideal para tornar possível a aprendizagem desses conceitos por

estudantes Surdos, Feltrini e Gauche (2011) ressaltam que é necessária uma reorientação do ensino de Ciências baseado nos seguintes pressupostos:

a) a Língua Brasileira de Sinais deve ser o meio de instrução na escola;

b) o professor é o mediador do conhecimento, portanto, não deve oferecer respostas prontas, mas exercitar a argumentação em sala de aula;

c) o conteúdo deve ser trabalhado de maneira a possibilitar que o conhecimento científico seja oferecido em sua totalidade;

d) a metodologia deve ser bilíngue: a Libras como primeira língua e o português em sua modalidade escrita com metodologia de ensino de segunda língua; e

e) os recursos didáticos devem ser bilíngues e visuais (apropriados às especificidades linguísticas e às habilidades visuais dos surdos) (Feltrini e Gauche, 2011, p. 30).

Na mesma página, estes autores reforçam que, esses aspectos convergem para uma didática visual “[...] que confere status à especificidade pedagógica dos surdos, privilegiando-os como seres dotados de uma cultura própria”. Ao analisar a cultura surda por meio de entrevistas, Pereira *et al.* (2011) investigaram o estabelecimento do diálogo com essa cultura nas aulas de Química. Segundo estes autores, os

[...] resultados apontam ainda que professores e intérpretes atuam de maneiras distintas na aula de química, pois ocupam papéis diferentes: o professor é o mediador do conhecimento científico, e o intérprete, o intermediador. Portanto, como intermediador, tem poucos argumentos e propriedade para atuar efetivamente no ensino de química, já que esta tem linguagem específica que, geralmente, não é de domínio da formação dos intérpretes (p. 51).

No que se refere ao papel dos TILS, Kelman e Tuxi (2011) apresentam diferenças na atuação desses profissionais. Conforme as autoras, os TILS podem trabalhar de duas maneiras: bidocência e/ou codocência. A diferença é que a bidocência pode ser entendida como a atuação de dois profissionais que ocupam um mesmo espaço e a codocência – mais eficaz – ocorre quando os profissionais desempenham seus papéis mutuamente, compartilhando planejamentos, avaliações etc. (Kelman, 2008; Kelman e Tuxi, 2011).

Oliveira e Benite (2015) estudaram a relação entre o TILS e o professor de Ciências e apresentaram resultados conflitantes e ao mesmo tempo preocupantes ou, conforme as próprias autoras, contraditórios, pois “o intérprete é o não intérprete, ou seja, ele assume funções que não são suas. A mesma coisa acontece com o professor que nesta relação se assume como o não professor” (p. 617). Isso reitera a ideia de que o trabalho do TILS não deve ser visto como a

solução das dificuldades e obstáculos encontrados no processo ensino-aprendizagem de estudantes Surdos, tampouco acreditar que basta que sejam introduzidos TILS nas escolas para que se proceda corretamente a Educação dos Surdos.

De acordo com Arrojo (1996),⁴

*[...] o tradutor/intérprete necessita conhecer todo tipo de texto (literatura, jornalismo publicitário, cartas, **entre outros**), variando autores, épocas, propósitos, terminologias pertinentes a cada área a que vai se dedicar, como bagagem obrigatória para exercer com qualidade sua função. [...] Trata-se de um desafio e tanto, que para ser executado com competência depende de um profundo conhecimento de ambas as línguas e da multiplicidade de possibilidades de produção de sentido – para além do conhecimento gramatical ou de termos técnicos (apud Lacerda, 2014, p. 8, grifo nosso).*

O TILS precisa ser altamente instruído e culto e, certamente, Arrojo se refere, em geral, à função de traduzir/interpretar os textos, mesmo que de jornalismo publicitário..., mas textos de língua portuguesa, e, nesse contexto, traduzi-los/interpretá-los para Libras. No caso da Química (“**entre outros**”) isso é ainda mais complicado, porque não é possível se referir a essa Ciência como uma língua, mas que faz uso de uma linguagem própria com sinais-termo muito específicos.

Em uma nota lexical, Faulstich (2012) apresentou o “sinal-termo”, que seria mais apropriado, em se tratando de conceitos, símbolos ou fórmulas, usados em áreas específicas de conhecimento, como é o caso da Química.

Parte da nota lexical pode ser lida a seguir:

Sinal-termo.

Termo da Língua de Sinais Brasileira que representa conceitos com características de linguagem especializada, próprias de classe de objetos, de relações ou de entidades. 2. Termo criado para, na Língua de Sinais Brasileira, denotar conceitos contidos nas palavras simples, compostas, símbolos ou fórmulas, usados nas áreas especializadas do conhecimento e do saber. 3. Termo adaptado do português para representar conceitos por meio de palavras simples, compostas, símbolos ou fórmulas, usados nas áreas especializadas do conhecimento da Língua de Sinais Brasileira (Faulstich, 2012, s.p.).

Portanto, a linguagem da Ciência possui peculiaridades que requerem atenção redobrada e conhecimento para que

sua devida tradução/interpretação seja feita o mais fiel possível, evitando eventuais equívocos, principalmente em se tratando do processo ensino-aprendizagem de conceitos científicos escolares.

Outro papel fundamental dos TILS reside na elaboração dos sinais (Kelman e Tuxi, 2011). A língua de sinais não é artificial, não é “o resultado de uma convenção destinada a permitir a comunicação dos surdos” (Royo, 2012, p. 133), a língua de sinais é um constructo destinado à comunicação dos Surdos e é, geralmente, elaborada nas comunidades de Surdos, o que propicia rapidez e eficácia no aprendizado, devido à naturalidade com que é inserida no meio, sendo, ainda, uma língua que varia de país para país.

No caso do Brasil e da Educação em Ciências, alguns trabalhos têm discutido a criação e a utilização de sinais em Libras, a exemplo de Marinho (2007), Feltrini (2009), Feltrini e Salles (2011), Marinho e Carvalho (2011), Sousa e Silveira (2011) e Leite e Leite (2012). No que se refere ao trabalho de Sousa e Silveira (2011), são apresentados apontamentos e reflexões sobre a utilização de sinais referentes ao que os autores denominaram de: terminologias químicas na Libras. Esses autores fizeram um mapeamento nos dois volumes do Dicionário Enciclopédico Ilustrado Trilíngue da Língua de

Sinais Brasileira – DEIT-Libras (Capovilla e Raphael, 2008)⁵ e encontraram 62 termos, em Libras, que podem ser utilizados ou aproveitados no ensino de Química para estudantes Surdos.

Embora haja trabalhos desenvolvidos no contexto da Educação de Surdos, no que tange às pesquisas na área de Química têm sido incipientes. Em artigo publicado na revista Química Nova na Escola sobre os dez anos da criação da Lei da Libras, Ferreira *et al.* (2014) verificaram a produção científica

que trata e discute questões relacionadas à Libras no ensino de Química. Os autores fizeram uma análise dos resumos publicados de 2002 a 2012 das Reuniões Anuais da Sociedade Brasileira de Química (RASBQs), e constataram apenas 11 resumos que tratavam de assuntos educacionais relacionados à Surdez, de um total de 1968 resumos.

Os trabalhos analisados denunciam a precariedade do ensino oferecido aos surdos por meio da apresentação da séria problemática que o envolve, cujas causas abrigam um leque de questões a serem avaliadas em prol da melhoria do ensino, as quais abrigam a dicotomia existente entre o modelo de ensino idealizado e o praticado nas escolas (Ferreira et al., 2014, p. 188-189).

Outro apontamento sobre a Educação de Surdos reside na existência, ou não, de sinais-termo, em Libras, específicos

para o contexto do ensino de Química. “Os alunos surdos têm dificuldades na aprendizagem em química em função da especificidade da linguagem química e da escassez de termos químicos na língua de sinais” (Sousa e Silveira, 2011, p. 42).

Existem poucos sinais-termos específicos para Química na Libras, mas alguns sinais encontrados no DEIT-Libras podem ser utilizados nas aulas de Química relacionados à linguagem desse conteúdo. São eles:

Materiais químicos:

Aço, açúcar, água, álcool, alumínio, diamante, ferro, borracha, fósforo, gasolina, ouro, detergente, prata, sabão, vidro, vinagre, vinho, cubo de gelo, gelo e imã.

Processos químicos:

Absorver, filtrar, aumentar, banhar, condensar, congelar, modificar, aspirar, atear fogo, derreter, fogo, misturar, modificar, gelar, gotejar e injetar.

Instrumentos laboratoriais:

Bomba, microscópio, óculos e bomba de ar.

Outros termos:

Atração, esfera, material, odor, oval, pesado, pó, quente, veneno, calor, frio, inodoro, química, cor, aroma, doce, eletricidade, fétido, força, kilograma, litro e luz (Sousa e Silveira, 2011, p. 42).

Sinais-termos químicos mais específicos como átomo, íon, íon positivo (cátion), íon negativo (ânion), elétron, próton, substância, ácido, tabela periódica, termômetro ou temperatura e Becker têm sido sinalizados por TILS em salas de aula de Química na cidade de Uberlândia-MG (Sousa e Silveira, 2011). Cabe ressaltar que ainda há pouca interação entre elaboradores de sinais e/ou sinais-termos, específicos para Química, com docentes em exercício e raramente se tem discutido possibilidades semelhantes nos cursos de formação de professores.

Muito embora a Química seja uma Ciência que possui linguagem própria, que utiliza modelos e teorias específicas, e seja por meio dessa linguagem que os químicos se comunicam, é também essa linguagem que permite que inúmeras informações sobre produtos e serviços se tornem públicas. A leitura e compreensão de algumas dessas informações permitem aos cidadãos participar ativamente e contribuir crítica e conscientemente com a sociedade.

A linguagem Química – assim como qualquer linguagem – oferece, àqueles que dela fazem uso, a oportunidade de (re) elaborar significados, produzir conhecimentos e exercitar o pensamento, em um movimento constante entre o pensar e o

fazer. Dominar a linguagem, incluindo a linguagem Química, traz consigo possibilidades de aprendizagens efetivas e o domínio de conhecimentos para que seja lançado um novo olhar sobre o mundo, possibilitando a formação de cidadãos ativos e participativos.

No caso de uma pessoa Surda, a maneira com a qual ela lidará com as informações oriundas da linguagem Química dependerá, em parte, de sua habilidade em se comunicar com o mundo. A maneira mais adequada para isso se dá por meio do uso da linguagem ou modalidade visuoespacial e sua Língua de Sinais (Barbosa, 2009; Harrison, 2013). Por meio da Libras, também é possível expressar os conceitos científicos relacionados aos conhecimentos químicos. Por isso é que se deve estimular o aprendizado da Língua de Sinais independentemente do estudante ser Surdo ou não-Surdo.

Caminhos Trilhados e Informações Analisadas

A ideia que tem orientado a elaboração da tese de doutorado refere-se às licenciaturas em Química como espaços que podem ser utilizados para promover as interações supracitadas, visto que no âmbito desses cursos, de licenciatura, é que se utiliza a linguagem Química e são discutidos, ampla e profundamente, conceitos científicos na perspectiva da formação de professores. Portanto, local apropriado para a presença de TILS e campo de estudo para esses profissionais. À presença de estudantes Surdos, novas propostas de sinais-termo poderão surgir, e uma vez estudados e efe-

tuada a consolidação conceitual e respectiva validação, poderão ser organizados em manuais e/ou dicionários de sinais-termo específicos, contribuindo para a melhoria do processo ensino-aprendizagem de estudantes Surdos no contexto do ensino de Química e Educação de Surdos.

Nesse sentido é que realizamos um estudo piloto em que foi possível conduzir uma aula, em uma perspectiva codocente, em 26 de maio de 2017. Para proceder a investigação, inicialmente, foi utilizado o espaço de uma disciplina já existente e ofertada regularmente em um curso de li-

cenciatura em Química. Destinamos parte da carga horária que permitiu a inserção de materiais adaptados a uma modalidade didática visuoespacial que colabora para processo ensino-aprendizagem de estudantes Surdos.

Para a aula piloto, além dos estudantes regularmente matriculados no curso, também foram convidados a participar uma professora de Química, uma estudante Surda e uma TILS da Rede Estadual de Educação. Essas pessoas são oriundas do espaço regular de ensino, mais especificamente, ensino médio, de uma escola de período integral.

Todo o trabalho desenvolvido na aula piloto foi conduzido mediante a assinatura de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e direito ao anonimato. Destaco aqui, que durante a aula piloto esses convidados assumiram a posição de estudantes na aula que foi conduzida por mim⁶ e pelo TILS, colaborador e coautor deste trabalho.

Durante as atividades, fizemos o registro das aulas em vídeo com câmeras cruzadas (Figura 1): uma posicionada no fundo da sala em direção à lousa e a outra posicionada, ao lado da lousa, apontada para o fundo; além de registro fotográfico com máquina específica. Tudo isso tem nos permitido investigar por quê as linguagens se articulam, a exemplo de fenômenos macroscópicos que podem ser visualizados, mas, os elementos da Libras não se articulam facilmente, principalmente em relação aos conceitos. Também tem sido possível melhor compreender a interdependência docente/TILS.

Para analisar o grau de satisfação e concordância da estratégia foram elaborados 20 itens em escala Likert (Likert, 1932; Pasquali, 1999; 2013) que constaram de uma enquête/questionário associado a um espaço em que o participante teve a chance de escrever a opinião dele sobre a aula em uma perspectiva da codocência.

Os resultados iniciais apontaram para a necessidade de criação de uma disciplina – inicialmente intitulada de **Intérprete e Codocência** – em que seja possível discutir desde a natureza da ciência, processo de desenvolvimento do conhecimento científico e a experimentação no ensino, alfabetização científica e letramento científico-tecnológico,

passando pelos processos de inclusão/exclusão de estudantes Surdos e não-Surdos, até o papel TILS e o processo ensino-aprendizagem na Educação de Surdos.

Antecipadamente, contei com a colaboração do TILS (coautor) para preparação e adaptação dos materiais e do conteúdo, simulando uma atividade codocente. Nós realizamos juntos a preparação da aula piloto. Resumidamente, ele procurou sanar suas dúvidas em relação ao conteúdo para gerar o seu discurso que seria desenrolado na sala, e eu procurei adaptar, ao máximo, todas as especificidades conceituais de Química à modalidade didática visuoespacial.

Para preparar aulas de Química em uma perspectiva codocente é preciso levar em consideração – ou pelo menos ter em mente – que será preciso ter a velocidade de fala do professor regulada com a velocidade de racionalização dos sinais e sinais-termo existentes na aula. Muitas vezes, não existem os sinais-termo e o TILS precisa realizar a datilologia levando um pouco mais de tempo até ser completamente pronunciada. Com o tempo, essa velocidade acaba sendo corretamente condicionada quando ambos os profissionais assumem posturas codocentes.

Mesmo sabendo disso, e procurando nos adaptar – ou pelo menos me adaptar – concluímos que não se trata de uma tarefa tão trivial. Um dos participantes observou que nós ainda precisamos melhorar. De acordo com ele:

A aula, foi bem conduzida. Uma experiência totalmente nova e que faz muita falta na educação. O ensino da Química não é simples, porém, a ideia



Figura 1: Registro da Aula. Fonte: autor.

passada nesta aula quebra muitas barreiras entre o aluno surdo e o ensino. Na minha opinião, o que poderá ser melhorado é a relação do tempo; o professor que está conduzindo precisa desacelerar um pouco para que a explicação seja melhor compreendida, e o intérprete possa acompanhá-lo (Relato escrito).

Cabe ressaltar, também, que há carência de TILS com formação específica em Ciências, e, no nosso caso, não foi diferente. Defendemos aqui que esses profissionais – que venham a trabalhar nas escolas, na educação básica – devem possuir formação em nível superior no âmbito da licenciatura e que, além dos pré-requisitos normais e de especificidade da Libras, tenham formação nas áreas de conhecimento atualmente percebidas no Brasil: **Linguagens, Matemática, Ciências Humanas e Ciências da Natureza**.

A aula piloto foi intitulada Gás Carbônico – fontes e usos, e ficou decidido que utilizaríamos duas atividades demonstrativo-investigativas. A primeira tinha como título: Como produzir dióxido de carbono a partir de rochas e conchas marinhas? a segunda recebeu o título de: É possível sequestrar o dióxido de carbono da nossa respiração? O desenrolar da aula se deu conforme Roteiros de Plano de Aula Experimental (RPAE), previamente elaborado em regime de codocência. Os três níveis de conhecimento químico (macroscópico, submicroscópico e representacional) também foram amplamente explorados.

Nos RPAEs estavam previstas a análise e discussão dos conceitos vinculados à ação de ácidos em rochas e ao dióxido de carbono da respiração, incluindo a interface Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) que, em última análise, colaborou para formulação do discurso do TILS. Para que a ação codocente tivesse mais chances de sucesso eu elaborei, ainda, um **glossário** com os termos, conceitos e definições específicos da Ciência/Química, que também colaboraram para construção do discurso do TILS que foi sinalizado em aula.

Um exemplo de termo foi: **Dióxido do Carbono**: Símbolo químico CO_2 . Substância gasosa à temperatura ambiente formada por dois átomos de oxigênio e um átomo de carbono. Gás incolor. Var. dióxido de carbono. Var. gás carbônico. Para este termo, existe um sinal-termo que pode ser utilizado em aulas de Química e que tem sido utilizado por nós, na pesquisa, e que foi adaptado do trabalho de Nascimento (2016).

A versão estática do sinal-termo do dióxido de carbono pode ser vista pela Figura 2, a seguir.

Devido à aula ter sido preparada codocentemente, foi possível planejar um momento durante a atividade experimental de interação com o TILS, a estudante Surda e os demais participantes. No momento em que o sinal-termo de dióxido de carbono (CO_2) foi anunciado e apresentado, vinculando à expressão representacional escrita na lousa (quadro), todos, incluindo os estudantes não-Surdos, foram convidados a observar e interagir no mundo do Surdo. Repetimos e interagimos realizando, juntos, o sinal-termo.

Assim, na sala de aula, quem não era Surdo passou a aprender um pouco sobre o mundo no Surdo. É a Educação de Surdos e de não-Surdos em um contexto só de interação. Gera, inclusive a possibilidade de um não-Surdo, futuramente, se sentar com o estudante Surdo para estudarem juntos. A expectativa é de uma interação codocente entre o professor e o TILS, mas que, além disso, haja interação entre professor-estudante Surdo; estudantes Surdo-estudantes não-Surdos [...] professor-estudante Surdo-estudante não-Surdo-TILS. O estudante não-Surdo acabará interagindo com o TILS, também. Essas são algumas oportunidades de inclusão do não-Surdo no mundo do Surdo.

É notório que quando o professor regente e o intérprete educacional trabalham como uma dupla responsável, visualizando a turma como um todo, o processo ensino-aprendizagem tem uma qualidade maior do que a alcançada em turmas em que os professores trabalham no sistema da bidocência. Quando a dupla

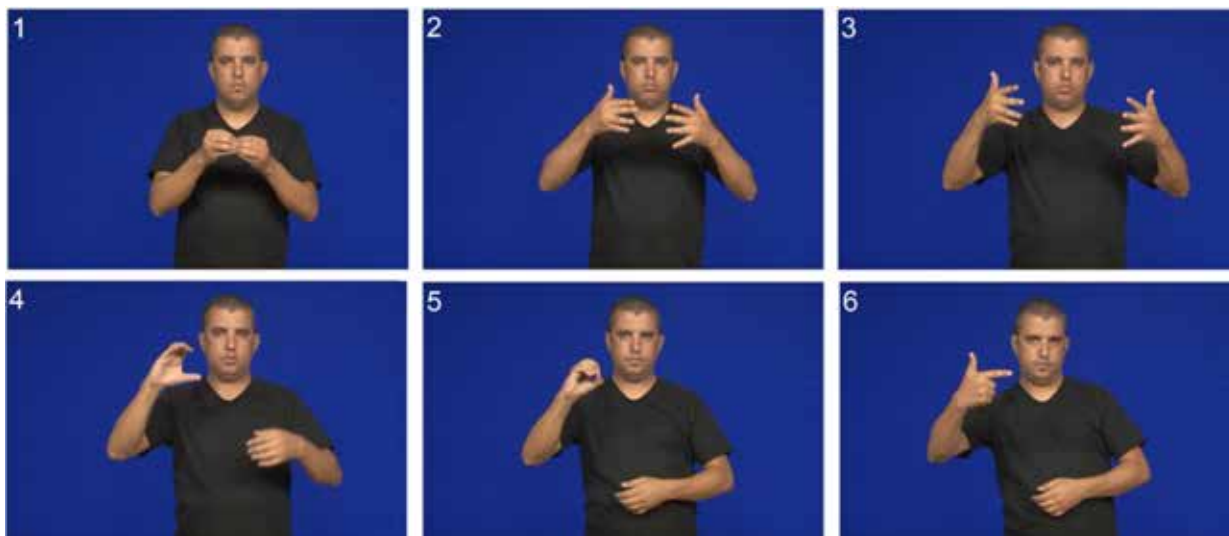


Figura 2: Sinal-termo para Dióxido de Carbono em Libras. Fonte: adaptado de Nascimento (2016).

não tem esse vínculo, o trabalho fica comprometido. Em alguns momentos, ocorre até mesmo a ausência de qualquer construção de significado para o aluno surdo (Kelman e Tuxi, 2011, p. 96).

Durante as atividades, os licenciandos foram convidados a refletir sobre a elaboração de materiais específicos para estudantes Surdos e sobre sua futura vivência como professor em salas de aula inclusivas. Cabe destacar que ao preparar esses materiais e adaptá-los às necessidades específicas da surdez amplia-se a formação para o futuro trabalho docente e não exclui estudantes não-Surdos, muito pelo contrário, as aulas assim preparadas atendem ambos os públicos.

É notável que o trabalho desenvolvido durante a aula, só obteve um resultado eficaz e satisfatório, porque houve uma interação e preparação antecipada, entre o professor e o intérprete. Acredito que seja esse, um dos pontos principais para que uma aula como essa possa alcançar os resultados esperados (Relato escrito).

Com essa opinião, outro participante nos ajuda a refletir sobre o impacto que esta modalidade de serviço codocência pode conferir à Educação de Surdos e ao ensino de Química. Está, inclusive, de acordo com Kelman (2010) ao afirmar que a codocência contribui para facilitar a inclusão de estudantes Surdos ao mesmo tempo que melhora a compreensão dos conteúdos curriculares, “[...] destaca-se o benefício que o trabalho da codocência traz para ambos os profissionais envolvidos e para todos os alunos presentes na sala de aula, quando ela de fato ocorre” (p. 150).

Além dos resultados já apresentados, outro nos chamou a atenção porque corrobora com a ideia de que é necessário prosseguir pesquisando e procurando meios para melhor compreender todos esses processos. Um dos participantes da pesquisa escreveu que “a aula foi bem interessante, pois eu nunca havia pensado como é complicado para estudantes Surdos aprenderem conceitos de ciência na sala de aula”.

Esse espanto, muitas vezes causado pelo desconhecimento ou a não percepção da existência de pessoas Surdas, acabou se tornando, para nós uma oportunidade. Quando ele diz “**nunca ter pensado nisso**”, nos fez refletir sobre a necessidade de oferecer condições para que os estudantes de cursos de licenciatura tenham contato com especificidades dessa natureza. Daí a importância de se planejar uma disciplina que sirva de espaço para formação de professores de Química e de TILS em uma perspectiva, além de codocente, de formação específica em Ciências.

Em parte, esse apontamento pode ser apoiado na análise de alguns itens Likert, a exemplo do item vi: A estratégia apresentada pelo professor me proporcionou melhoria significativa no tocante à minha compreensão sobre a relação entre o TILS e o professor. 100%, ou concordaram parcialmente ou concordaram plenamente com a afirmativa.

O item x: A estratégia utilizada pelo professor deveria

ser melhor discutida e conduzida em uma nova disciplina. O nível de concordância foi de 67%, ou seja, 12 dos 18 participantes, ou concordaram parcialmente ou concordaram plenamente com a afirmativa, e ainda, 94% de concordância para o item xx: A estratégia da codocência deve ser praticada por todos os professores e TILS, na escola, porque é mais eficaz na Educação de Surdos.

Sendo assim, por meio deste estudo, foi possível pensar e planejar uma disciplina que possa ser oferecida no âmbito de um curso de licenciatura em Química, inicialmente intitulada de **Intérprete e Codocência**. Além de estudantes regularmente matriculados no curso, a disciplina pode ser aberta à comunidade conferindo um caráter extensionista e podendo, também, ser ofertada aos professores de Química e TILS da rede de educação, mais especificamente as escolas/ os colégios vinculados(as) às Secretarias e Subsecretaria de Estado de Educação.

No processo de elaboração da ementa da disciplina precisou ser levado em consideração a ideia de que a ela constituirá espaço para o debate das questões vinculadas à inclusão de estudantes Surdos e não-Surdos, e as relações com o ensino de Química como: Linguagem e Conhecimento Científico; Alfabetização Científica e Letramento Científico-Tecnológico em uma Perspectiva Inclusiva; Pensamento, Linguagem e Inclusão. Outros aspectos também podem ser discutidos, como Inclusão Escolar/Exclusão Social; Legislação; Pesquisas Científicas; Aplicações Metodológicas e Tecnológicas em um Contexto Inclusivo.

Para Não Concluir, Ainda

A elaboração da tese está em andamento. Outros resultados estão sendo preparados para publicação, o que inclui o estudo sobre a criação da disciplina supracitada e seu impacto no processo de formação inicial e contínuo do professor de Química bem como a formação do TILS em área específica e em uma perspectiva de trabalho codocente em Química.

A presente pesquisa nos permitiu avançar na compreensão e nas possibilidades para o oferecimento de melhores condições de formação para estudantes de licenciatura em Química em uma perspectiva futura de atuação em salas de aula inclusiva, seja como TILS seja como ente codocente. A análise do estudo piloto permitiu elaborar um conjunto de estratégias e de parâmetros para o desenvolvimento de uma disciplina que inclui metodologias adequadas ao processo ensino-aprendizagem de estudantes Surdos e, especialmente, colabora na compreensão sobre a modalidade de serviço codocência. Destaco, ainda, que é preciso melhor compreender a interdependência docente/TILS para se avançar no processo educativo e de formação de Surdos mais bem preparados e esclarecidos de sua cidadania.

Utilizar as licenciaturas como espaços anteriores ao processo que se dá nas escolas é, também, propiciar uma melhor condição de formação profissional que acompanhe as mudanças que têm ocorrido no âmbito das Educação de Surdos e nas pesquisas em Educação em Química. A

expectativa é que mais respostas para os questionamentos apresentados surjam e nos ajudem a melhor compreender as relações existentes entre os envolvidos.

Ao consideramos os espaços, por excelência, das licenciaturas, proporcionaremos uma formação de professores que inclua, intrinsecamente, o TILS e antecipe a incorporação da compreensão conceitual necessária para a atuação profissional adequada à educação inclusiva efetiva. E, ao acoplar a modalidade de serviço codocência como modelo operacional dos agentes do processo ensino-aprendizagem, atinge-se o objetivo fundamental deste processo, cujo qual é a compreensão conceitual por parte dos estudantes Surdos e não-Surdos.

Ao manter o foco a Educação de Surdos, mais especificamente no papel do TILS e a codocência no âmbito de uma disciplina de licenciatura em Química, acreditamos que as oportunidades se ampliarão, pois as distâncias poderão ser reduzidas. Isso porque, uma vez estando juntos, licenciandos em Química, professores de Química da Educação Básica, TILS e, possivelmente, estudantes Surdos, o diálogo terá de acontecer.

Notas

¹Surdo desde o nascimento.

²Tal qual como foi feito em Castro Júnior (2011), utilizaremos as denominações Surda e Surdo, com letra maiúscula, como formas estratégicas de empoderamento por reconhecermos o Surdo “com suas especificidades e sua identidade vivenciadas nos artefatos culturais (p. 12), por meio das manifestações da Libras. Além de ser uma visão social de posição e divulgação das pessoas Surdas enquanto cidadãos que lutam por seus direitos políticos, culturais, linguísticos, educacionais entre outros, para que sejam respeitadas suas

manifestações por meio da Libras e, finalmente, uma inclusão efetiva e conceitual.

Ao consideramos os espaços, por excelência, das licenciaturas, proporcionaremos uma formação de professores que inclua, intrinsecamente, o TILS e antecipe a incorporação da compreensão conceitual necessária para a atuação profissional adequada à educação inclusiva efetiva. E, ao acoplar a modalidade de serviço codocência como modelo operacional dos agentes do processo ensino-aprendizagem, atinge-se o objetivo fundamental deste processo, cujo qual é a compreensão conceitual por parte dos estudantes Surdos e não-Surdos.

³O termo co-docência originalmente foi grafado por Kelman (2005). Pensando no aspecto conceitual do termo para este trabalho há, então, uma visão de percepção do TILS e do professor em uma relação de codocência em que não é um, corresponsabilidade do outro, mas sim, uma parceria. Utilizaremos, portanto o termo sem o hífen: codocência.

⁴ARROJO, R. Os estudos da tradução na pós-modernidade, o reconhecimento da diferença e a perda da inocência. *Cadernos de Tradução*, v. 1, n. 1, p. 53-69, 1996.

⁵CAPOVILLA, F. C. e RAPHAEL, W. D. (Eds.). *Dicionário enciclopédico ilustrado trilingue da língua de sinais brasileira*. São Paulo: Editora da USP, 2008, v. I e II.

⁶Quando o verbo aparecer em primeira pessoa estará se referindo ao primeiro autor deste trabalho.

Referências

BARBOSA, H. O desenvolvimento cognitivo da criança surda focalizado nas habilidades visual, espacial, jogo simbólico e matemática. In: QUADROS, R. M. e STUMPF, M. R. (Orgs.). *Estudos surdo IV*. Petrópolis: Editora Arara Azul, 2009.

BRASIL. *Decreto n.º 5.626, de 22 de dezembro de 2005*. Regulamenta a lei n.º 10.436, de 24 de abril de 2002, que dispõe sobre a língua brasileira de sinais - libras, e o art. 18 da lei n.º 10.098, de 19 de dezembro de 2000. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/decreto/d5626.htm, acessado em Maio 2019.

_____. *Lei n.º 10.436, de 24 de abril de 2002*. Dispõe sobre a língua brasileira de sinais e dá outras providências. Disponível

em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10436.htm, acessado em Maio 2019.

BUENO, J. G. S. Crianças com necessidades educacionais especiais, política educacional e a formação de professores: generalistas ou especialistas. *Revistas Brasileira de Educação Especial*, v. 3, n. 5, p. 7-25, 1999. Disponível em http://www.abpee.net/homepageabpee04_06/artigos_em_pdf/revista5numero1pdf/r5_art01.pdf, acessado em Maio 2019.

CASTRO JÚNIOR, G. *Variação linguística em língua de sinais brasileira: foco no léxico*. Dissertação (Mestrado em Linguística). Universidade de Brasília, Brasília, 2011. Disponível em <http://repositorio.unb.br/handle/10482/8859>, acessado em Maio 2019.

FAULSTICH, E. *Nota lexical: sinal-termo*. 2012. Disponível

em <http://www.centrolexterm.com.br/notas-lexicais>, acessado em Maio 2019.

FELTRINI, G. M. *Aplicação de modelos qualitativos à educação científica de surdos*. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências). Universidade de Brasília, Brasília, 2009. Disponível em <http://repositorio.unb.br/handle/10482/6204>, acessado em Maio 2019.

_____. e GAUCHE, R. O ensino de ciências no contexto da educação de surdos. In: SALLES, P. S. B. A. e GAUCHE, R. (Orgs.). *Educação científica, inclusão social e acessibilidade*. Goiânia: Cãnone Editorial, 2011.

_____. e SALLES, P. S. B. A. Uma proposta para intervenção em sala de aula: o uso de modelos qualitativos no ensino de ciências. In: SALLES, P. S. B. A. e GAUCHE, R. (Orgs.). *Educação científica, inclusão social e acessibilidade*. Goiânia: Cãnone Editorial, 2011.

FERREIRA, W. M.; NASCIMENTO, S. P. F. e PITANGA, Â. F. Dez anos da lei da libras: um conspecto dos estudos publicados nos últimos 10 anos nos anais das reuniões da Sociedade Brasileira de Química. *Química Nova na Escola*, v. 36, n. 3, p. 185-193, 2014. Disponível em http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc36_3/05-EA-36-13.pdf, acessado em Maio 2019.

HARRISON, K. M. P. Libras: apresentando a língua e suas características. In: LACERDA, C. B. F. e SANTOS, L. F. (Orgs.). *Tenho um aluno surdo, e agora?* Introdução à libras e educação de surdos. São Carlos: EdUFSCar, 2013.

KELMAN, C. A. A pessoa com surdez na escola. In: MACIEL, D. A. e BARBATO, S. (Orgs.). *Desenvolvimento humano, educação e inclusão escolar*. 2ª ed. Brasília: Editora UnB, 2010.

_____. O intérprete educacional: quem é? O que faz? In: ALMEIDA, M. A.; MENDES, E. G. e HAYASHI, M. C. P. I. (Orgs.). *Temas em educação especial: deficiências sensoriais e deficiência mental*. Araraquara: Junqueira & Martins, 2008.

_____. Os diferentes papéis do professor intérprete. *Revista Espaço (INES)*, v. 24, p. 25-30, 2005.

_____. e TUXI, P. Intérprete educacional ou professor? A atuação profissional do intérprete da língua de sinais no ensino de ciências. In: SALLES, P. S. B. A. e GAUCHE, R. (Orgs.). *Educação científica, inclusão social e acessibilidade*. Goiânia: Cãnone Editorial, 2011.

LACERDA, C. B. F. *Intérprete de libras: em atuação na educação infantil e no ensino fundamental*. 6ª ed. Porto Alegre: Mediação, 2014.

LEITE, E. R. O. R. e LEITE, B. S. O ensino de química para estudantes surdos: a formação dos sinais. In: *Anais do XVI Encontro Nacional de Ensino de Química/X Encontro de Educação Química da Bahia*. Salvador, BA, 2012. Disponível em <http://www.portalseer.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/viewFile/7562/5801>, acessado em Maio 2019.

LIKERT, R. A technique for the measurements of attitudes. In: WOODWORTH, R. S. (Ed.). *Archives of psychology*. New York: The Science Press, 1932, n. 140. Disponível em https://legacy.voteview.com/pdf/Likert_1932.pdf, acessado em Maio 2019.

LULKIN, S. A. O discurso moderno na educação dos surdos: práticas de controle do corpo e a expressão cultural amordaçada. In: SKLIAR, C. (Org.). *A surdez: um olhar sobre a diferença*. 6ª ed. Porto Alegre: Mediação, 2013, p. 33-49.

MARINHO, M. L. *O ensino da biologia: o intérprete e a geração de sinais*. Dissertação (Mestrado em Linguística). Universidade de Brasília, Brasília, 2007. Disponível em <http://repositorio.unb.br/handle/10482/2768>, acessado em Maio 2019.

_____. e CARVALHO, O. L. S. Contexto educacional bilíngue e a criação de termos científicos na língua brasileira de sinais: experimentos nas áreas de biologia e física. In: SALLES, P. S. B. A. e GAUCHE, R. (Orgs.). *Educação científica, inclusão social e acessibilidade*. Goiânia: Cãnone Editorial, 2011.

NASCIMENTO, C. B. *Terminografia em língua de sinais brasileira: proposta de glossário ilustrado semibilíngue do meio ambiente, em mídia digital*. Tese (Doutorado em Linguística). Universidade de Brasília, Brasília, 2016. Disponível em <http://repositorio.unb.br/handle/10482/21851>, acessado em Maio 2019.

OLIVEIRA, W. D. e BENITE, A. M. C. Estudos sobre a relação entre o intérprete de LIBRAS e o professor: implicações para o ensino de ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 15, n. 3, p. 597-626, 2015. Disponível em <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4331/2897>, acessado em Maio 2019.

PASQUALI, L. *Instrumentos psicológicos: manual prático de elaboração*. Brasília: LabPAM; IBAPP, 1999.

_____. *Psicometria: teoria dos testes na psicologia e na educação*. 5ª ed. Petrópolis: Vozes, 2013.

PEREIRA, L. L. S.; BENITE, C. R. M. e BENITE, A. M. C. Aula de química e surdez: sobre interações pedagógicas mediadas pela visão. *Química Nova na Escola*, v. 33, n. 1, p. 47-56, 2011. Disponível em http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc33_1/07-AF4510.pdf, acessado em Maio 2019.

ROYO, M. Á. L. A educação da criança deficiente auditiva. In: ROYO, M. Á. L. e URQUÍZAR, N. L. (Orgs.). *Bases psicopedagógicas da educação especial*. Trad. R. Rosenbusch. Petrópolis: Vozes, 2012.

SILVA, R. C. J.; KELMAN, C. A. e SALLES, H. M. M. L. Formação de professores na educação dos surdos. In: SALLES, P. S. B. A. e GAUCHE, R. (Orgs.). *Educação científica, inclusão social e acessibilidade*. Goiânia: Cãnone Editorial, 2011.

SOUSA, S. F. e SILVEIRA, H. E. Terminologias químicas em libras: a utilização de sinais na aprendizagem de alunos surdos. *Química Nova na Escola*, v. 33, n. 1, p. 37-46, 2011. Disponível em http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc33_1/06-PE6709.pdf, acessado em Maio 2019.

Abstract: *Teaching Chemistry and Co-Teaching: Interdependence Teacher/Translator and Interpreter of Sign Language.* Despite the existence of Law and Decree, the Deaf people face obstacles related to educational activities, especially in the formal scope. So, how to provide future chemistry teachers with adequate training for the effective inclusive and conceptual education of Deaf students? In the search for answers, it was necessary to establish parameters for developing methodologies appropriate to the teaching-learning process of Deaf students. In the research process, analyses were performed on Teaching/Translator and Interpreter of Sign Language (TILS, in Portuguese) interdependence in the teaching of Chemistry, more specifically in the training of Chemistry teachers for the co-teaching of TILS through the creation of a new subject in the teacher degree. It is concluded that coupling the service modality co-teaching as an operational model of the agents of the teaching-learning process, it is reached the fundamental objective being the conceptual understanding on the part of Deaf and non-Deaf students.

Keywords: education of the deaf, inclusion, libras

O Método de Estudo de Caso Como Alternativa para o Ensino de Química: Um Olhar para o Ensino Médio Noturno

Aleide R. Tomaz, Sarah M. Novaes, Gilmar S. Machado, Cláudia V. Crispim e Elisa P. Massena

Este trabalho apresenta uma experiência com o método de estudo de caso (EC), realizada com 32 estudantes do Ensino Médio, noturno, de uma escola pública do interior do Nordeste, ocorrida no âmbito do PIBID. O caso aborda as implicações que o consumo da água fora dos parâmetros de qualidade pode trazer para a saúde humana, uma problemática enfrentada pelos alunos da escola. A atividade foi dividida em quatro momentos, a saber: (i) apresentação do EC e constatação de conhecimentos prévios dos estudantes; (ii) análise dos parâmetros físico-químicos em contas de água e da composição química de águas comercializadas no mercado; (iii) realização de um experimento; e (iv) resolução do caso. O estudo promoveu uma aprendizagem contextualizada e efetiva, uma vez que os estudantes foram levados a refletir sobre uma questão vivenciada por eles e mediada pelos bolsistas do PIBID, sendo as questões científicas trabalhadas pela professora e bolsistas do PIBID com base nos conhecimentos dos alunos.

► estudo de caso, ensino médio noturno, ensino e aprendizagem ◀

Recebido em 22/08/2018, aceito em 15/02/2019

171

A aprendizagem só se torna efetiva quando o aluno percebe a importância do conteúdo estudado para a sua vida. No que diz respeito à aprendizagem de Química, é necessário que o aluno compreenda os processos químicos, bem como a relação dos mesmos com o seu meio cultural e natural e as implicações ambientais, sociais, econômicas, ético-políticas, científicas e tecnológicas (Brasil, 2006a). Contudo, os professores têm enfrentado uma série de obstáculos na execução de seu trabalho, que vão desde a limitada carga horária para o desenvolvimento e preparação das aulas até a falta de interesse e incentivo por parte dos estudantes.

No que tange ao ensino noturno, os principais problemas que tornam o ensino de Química defasado são: (a) os professores que atuam no noturno geralmente trabalham, também, nos demais turnos, encontrando-se, conseqüentemente, neste período, desgastados; (b) a maioria dos estudantes possui jornada de

trabalho diária em torno de oito ou mais horas; (c) os conteúdos apresentados não condizem com a área de interesse dos alunos; (d) há turmas muito heterogêneas, principalmente em relação à idade; (e) o tempo de aula é reduzido em relação ao tempo de aula do diurno; (f) há dificuldade dos estudantes em aprender conceitos apresentados de forma descontextualizada, dentre outros (Togni e Carvalho, 2007).

Assim o Estudo de Caso (EC) é uma alternativa que tem sido bastante difundida e tem contribuído de forma significativa para o processo de ensino e aprendizagem de Química, podendo assim ser utilizada pelos professores com os estudantes do turno noturno. A potencialidade do EC consiste na capacidade que este possui de propiciar o trabalho de situações (questões ambientais, econômicas, éticas e sociais) que se enquadram dentro do contexto

dos alunos, levando-os a refletir acerca de uma situação real ou simulada (Sá e Queiroz, 2010).

[...] o Estudo de Caso (EC) é uma alternativa que tem sido bastante difundida e tem contribuído de forma significativa para o processo de ensino e aprendizagem de Química, podendo assim ser utilizada pelos professores com os estudantes do turno noturno. A potencialidade do EC consiste na capacidade que este possui de propiciar o trabalho de situações (questões ambientais, econômicas, éticas e sociais) que se enquadram dentro do contexto dos alunos, levando-os a refletir acerca de uma situação real ou simulada (Sá e Queiroz, 2010).

Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo relatar uma experiência com estudantes do ensino médio noturno, de uma escola pública do interior da Bahia, no contexto do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), com a metodologia de EC, destacando como o desenvolvimento dessa metodologia contribuiu nos processos de ensino e aprendizagem desses estudantes.

Estudo de Caso no Ensino de Química

O método de Estudo de Casos é apresentado pelas autoras Sá e Queiroz (2010, p. 1), no livro “Estudo de Casos no Ensino de Química”, como uma variação do método de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), conhecido também como *Problem Based Learning* (PBL), com origem na Escola de Medicina da Universidade de McMaster, na cidade de Ontário, no Canadá, no final dos anos sessenta. Este método difundiu-se para outras faculdades de Medicina de países como a Holanda, Austrália e Estados Unidos, e é caracterizado pelo uso de problemas reais para estimular o pensamento crítico e a resolução de questão baseada em conceitos específicos da área em estudo (Ribeiro, 2005).

O EC é definido sob diversas perspectivas, mas, conforme Sá e Queiroz (2010, p. 12), consiste “na utilização de narrativa sobre dilemas vivenciados por pessoas que necessitam tomar decisões importantes a despeito de determinadas questões. Tais narrativas são chamadas de casos”. Já Silva *et al.* (2011) afirmam que o EC consiste em uma metodologia que faz uso de narrativas sobre uma problemática vivenciada por indivíduos que procuram respostas para os problemas enfrentados. Herreid (1997), mencionado por Sá e Queiroz (2010), define o EC como sendo um método que consiste em uma narrativa que expõe uma situação verídica ou hipotética, em que os personagens narrados vivem um dilema e necessitam de uma resolução.

Todas as definições apresentadas apontam o EC como uma narrativa cuja a problemática faz parte do contexto dos indivíduos que terão contato com a mesma. Assim, considerar o meio social, em que os discentes estão inseridos para se trabalhar os conteúdos científicos, seja da Química ou de outra área da Ciência, é uma alternativa que pode desenvolver nos estudantes a compreensão da importância do conteúdo estudado, atribuindo assim significado ao mesmo. Dessa forma, os discentes poderão fazer articulações do que estão estudando e os conteúdos, levando-os a desenvolver uma responsabilidade pessoal quanto a sua aprendizagem, uma vez que conseguem enxergar uma finalidade para a mesma.

Segundo Queiroz *et al.* (2007), o método de EC confere aos estudantes o direcionamento de sua aprendizagem, ao passo que exploram a Ciência envolvida em situações relativamente complexas. Além disso, o método de EC promove aos estudantes o desenvolvimento da comunicação escrita, da argumentação, da capacidade de trabalhar em grupo, de investigar e solucionar problemas (Sousa *et al.*, 2012). Sendo assim, ao promover o desenvolvimento de habilidades nos estudantes que suscitam a reflexão e a criatividade, o método

de EC viabiliza a superação de uma educação bancária por uma educação problematizadora, pautada no desenvolvimento da criticidade dos alunos (Freire, 2005).

Na aplicação de uma estratégia de ensino, usando o EC como material de apoio, os estudantes primeiramente se familiarizam com os personagens e circunstâncias mencionados no caso, de modo a compreender os fatos, os valores e o contexto da situação apresentada, com a intenção de solucioná-la. Para tanto, os estudantes são levados a procurar informações sobre o tema exposto, analisar as alternativas, criar hipóteses e fazer o julgamento destas, para só então chegar a uma conclusão e apresentar argumentos acerca da mesma (Brito e Sá, 2010).

Reconhecemos, através das considerações dos autores supracitados, a importância do método para o ensino de Ciências nas suas variadas áreas e diversos são os trabalhos apresentados em congressos e publicados em revistas da área de Ensino de Ciências que têm evidenciado a utilização do EC no ensino de Química. Os autores Alba *et al.* (2013), por meio de um caso voltado para a temática “Medicamentos” com ênfase na automedicação, trabalharam o conteúdo funções da Química Orgânica em uma turma de segundo ano do ensino médio de uma escola pública estadual de Porto Alegre. Segundo os autores, o tema está relacionado com situações reais, vivenciadas por indivíduos, e concluíram que a metodologia de EC se mostrou válida, pois contribuiu para que os estudantes compreendessem o conteúdo em questão, ao mesmo tempo que tomavam consciência dos perigos da automedicação.

Reis e Faria (2014) também desenvolveram um trabalho com a temática de EC, em que os autores trabalharam o tema “Alimentos Embutidos” por meio de uma estratégia de ensino baseada na resolução de um caso intitulado “O caso da EMBUTLIAR”, realizado em uma turma de segundo ano do ensino médio. Segundo as autoras, a proposta levou os estudantes a participarem ativamente das atividades, e foi possível abordar temas atuais envolvendo questões sociais próximas da realidade dos alunos, com destaque para os aditivos químicos.

Sousa *et al.* (2012), ao trabalharem com estudo de casos em aulas de Química, com estudantes do terceiro ano do ensino médio, revelaram que houve o desenvolvimento de habilidades de pesquisa, trabalho em grupo e curiosidade. Silva *et al.* (2011), ao aplicarem o método em classe do Ensino Médio, descrevem sobre a percepção dos estudantes, o desenvolvimento de várias habilidades, entre estas a comunicação oral e escrita, a argumentação e persuasão, a capacidade de trabalhar em grupo, de investigar e solucionar problemas.

Estas produções revelam que o método tem ganhado significado entre os profissionais do ensino de Química. Partindo desses pressupostos, o EC configura-se como um recurso metodológico que contribui com o rompimento de aulas tradicionais, centradas no professor, possibilitando o envolvimento dos alunos, a mediação ativa do professor, além de possibilitar um leque de alternativas didáticas

que podem ser utilizadas para se chegar a compreensão de conceitos científicos por meio de temas sociocientíficos contextualizados.

Caminho Metodológico

A atividade relatada neste texto foi desenvolvida em uma escola pública do interior da Bahia em que a professora de Química e os seis bolsistas do PIBID desenvolveram um EC intitulado “Uma Cidade em Alerta”, cuja problemática estava centrada na crise hídrica enfrentada por moradores do entorno da escola e por moradores de uma cidade próxima.

Na elaboração da atividade supracitada, foram definidos, primeiro, o tema a ser trabalhado e os conteúdos. Em uma segunda reunião, os bolsistas levaram sugestões de narrativas e a versão final do EC, apresentado no Quadro 1, foi construída coletivamente pelos bolsistas e a professora da turma.

Quadro 1: Estudo de Caso construído coletivamente. Fonte: Os autores

UMA CIDADE EM ALERTA
Pedro está cursando o ensino médio, tem 17 anos e mora numa cidade da região sul da Bahia. Desde cedo, Pedro foi um aluno muito dedicado aos estudos. Recentemente, a cidade onde ele mora, e as cidades próximas, passaram por uma crise de água e os reservatórios que as abasteciam começaram a secar, fazendo com que ficassem sem água potável para o consumo, e a água que era fornecida, muitas das vezes apresentava-se com uma característica salobra. Dois amigos de Pedro, chamados Gustavo e Ana, começaram a se sentir mal, ficaram muito doentes e não estavam frequentando a escola onde estudavam. Na semana seguinte, sua irmã Carol, apresentou os mesmos sintomas de seus amigos. Todos acreditavam ser mais uma dessas viroses sem muita importância e que logo iria passar. No entanto Pedro ficou preocupado com os sintomas de sua irmã, que eram praticamente os mesmos na sua vizinhança, e com o que o médico argumentou, que poderia ser algo relacionado à água. Pedro, pensando nessa situação, e muito curioso, procurou sua professora de Química para saber se a qualidade da água que estavam consumindo poderia ter alguma influência com os sintomas apresentados na sua comunidade. Aproveitando a curiosidade de Pedro, a professora lançou para turma um desafio: Investigar qual a melhor água para se consumir: Água mineral, da torneira ou água de poço? Vocês deverão se reunir em grupo, e cada grupo deverá se posicionar, argumentando sobre sua decisão.

O EC foi desenvolvido em uma turma com 32 estudantes do segundo ano do ensino médio, noturno. A maioria desses estudantes mora no entorno escolar e alguns são provenientes da zona rural. A atividade desenvolvida foi dividida em quatro momentos, sendo utilizadas duas aulas de 40 min em cada um deles, completando quatro dias no total. Podemos observar que, no noturno, a professora conta com 20 min a menos de tempo se comparado com o ensino diurno. Além disso, geralmente, os alunos que moram na zona rural solicitam para sair um pouco mais cedo devido ao horário do

transporte escolar. A realização da atividade foi em quatro momentos descritos a seguir.

1º Momento: Apresentação do EC e Constatação dos Conhecimentos Prévios dos Estudantes

A turma foi dividida em seis grupos (quatro grupos de seis estudantes e dois grupos de quatro estudantes). Após a divisão dos grupos, a professora distribuiu cópias do caso para os alunos e fez uma leitura do mesmo. Em seguida, explicou como as atividades seriam realizadas. Os alunos foram orientados a escrever a sua compreensão de cada momento, bem como suas pesquisas no diário de bordo que foi entregue a cada grupo. Neste momento, a professora solicitou aos alunos que levassem, para a aula da semana seguinte, contas de água da empresa fornecedora da comunidade e de cidades próximas, rótulos de diferentes marcas de água mineral e uma pesquisa geral sobre o tema (qualidade da água para o consumo) apresentada no caso para posterior discussão em sala de aula. A professora também sugeriu que os estudantes realizassem essa pesquisa inicial na *internet*, mas ficaram livres para utilizar outros materiais como jornais, revistas e até consulta aos próprios moradores, uma vez que esses materiais seriam discutidos no segundo momento da atividade.

2º Momento: Análise dos Parâmetros Físico-Químicos das Contas de Água e Rótulos de Água Mineral Comercializada

A professora conduziu uma discussão, tomando como suporte os materiais solicitados aos estudantes na aula anterior. Ainda nesta aula, a professora apresentou e explicou os parâmetros de qualidade da água, a legislação e discutiu cada item da conta de água como turbidez, cor, teor de cloro e de flúor, coliformes totais, fonte de captação da água, dentre outros. Com o auxílio da professora e dos bolsistas do PIBID, os estudantes verificaram se esses parâmetros estavam dentro dos limites estabelecidos pela legislação e compararam as contas das diferentes empresas de distribuição de água. Após a análise das contas, os estudantes responderam a quatro questões elaboradas pelos bolsistas do PIBID, a saber: (a) quais informações aparecem na conta de água? (b) destas informações, quais vocês julgam importantes para a qualidade da água que consumimos? (c) de onde vem a água que chega a sua torneira? e (d) quais os parâmetros que constam na conta que você julga serem químicos e quais você julga serem físicos?

3º Momento: Experimentação

A professora, juntamente com os bolsistas, realizou um experimento com materiais alternativos em sala de aula, visando à identificação de alguns parâmetros da água como dureza, pH e turbidez. Para esse procedimento, foram utilizadas duas amostras de água de poço diferentes e uma amostra de água da torneira coletada na região. Foram realizados os seguintes testes:

- **Cor:** os estudantes, segundo suas percepções, anotaram as cores que cada amostra de água apresentava.
- **pH:** utilizando amostra dos diferentes tipos de água, os alunos mediram o pH de cada amostra utilizando o indicador vermelho de fenol.
- **Dureza:** foram colocadas amostras de água em três tubos e um pedaço de sabão foi adicionado. A mistura foi agitada até ocorrer a formação de espuma.
- **Turbidez:** uma luz de laser foi incidida sobre amostras de água postas em paralelo e o alcance do feixe de luz foi observado.

Com esses testes, a professora sugeriu que os estudantes elaborassem uma tabela com os resultados e respondessem à pergunta: “Apenas pela análise desses parâmetros é possível afirmar que a água está adequada ao consumo?” Cada grupo respondeu apresentando seus argumentos.

Os dados obtidos em cada momento da atividade foram analisados por meio da Análise Textual Discursiva (ATD) que, segundo Moraes e Galiuzzi (2007, p. 157), “pode ser compreendida como um processo auto-organizado de construção da compreensão”. A primeira etapa no desenvolvimento do processo da ATD é a unitarização, que é a separação dos textos em unidades de significado. Em seguida, as unidades de significado semelhantes são agrupadas em um processo denominado de categorização.

atividade com Estudo de Caso. Primeiramente, são mencionadas as subcategorias emergentes da categoria *Compreensões de conteúdos discutidos no EC*.

Transporte e Tratamento de Água

Com base na análise de dados, percebemos que os estudantes ficaram curiosos com a nova atividade, pois não conheciam a metodologia de EC e também a temática tratada no caso era algo que eles tinham vivenciado, principalmente os alunos do noturno que

possuem uma vivência maior com as problemáticas sociais.

Com base nos relatos do primeiro momento, percebemos que houve um bom envolvimento dos mesmos quando relataram conhecimentos e ideias pessoais e/ou adquiridas durante a primeira aula em que os alunos mencionaram seus conhecimentos sobre a qualidade e tratamento da água que consumiam, como pode ser observado nas falas dos G1 e G2, a seguir.

“A água é transportada dos mananciais ou represas até as estações de tratamento através de tubos muito grandes, chamados adutoras. Nas estações de tratamento, a água é purificada. Depois disso, ela é conduzida para outras tubulações que ligam as caixas d'água e reservatórios que abastecem a cidade”. (G1)

“Mas uma das coisas mais importantes é a chegada da água as (sic) nossas torneiras. O ciclo da água nós conhecemos, e para que essa água chegue até nossas casas é necessário que seja captada numa estação de tratamento, também acontece a purificação e distribuição. E essa distribuição é feita por máquinas potentíssimas da estação de tratamento”. (G2)

Analisando a afirmação dos grupos quanto aos processos de tratamento pelo qual a água passa até chegar aos consumidores, percebemos que não citam todos os processos de tratamento que as empresas responsáveis pela distribuição da água utilizam, mas citam, de forma geral, como se dá esse processo, desde a coleta da água, quando eles falam: “[...] é transportada dos mananciais ou represas até as estações de tratamento [...]” e que antes de chegar até nossas torneiras passa por tratamentos: “[...] a água é purificada [...]”, as falas dos grupos evidenciam que os estudantes possuem um conhecimento acerca do conteúdo em questão. Esses conhecimentos, quando valorizados pelo professor, tornam as discussões mais interessantes, favorecendo, em sala de aula, a troca de conhecimento entre ambas as partes.

Neste mesmo contexto, Schnetzler (2004) afirma que os estudantes não chegam à aula como tábula rasa, pois as experiências que adquirem, ao serem confrontados com situações

4º Momento: Apresentação da Solução do Caso pelos Estudantes

Neste momento, cada grupo apresentou sua solução para o caso e a professora e bolsistas discutiram cada uma delas juntamente com os estudantes. Os diários de bordo foram recolhidos pela professora para verificar, por meio da escrita, a compreensão dos alunos com relação à atividade desenvolvida.

Os dados obtidos em cada momento da atividade foram analisados por meio da Análise Textual Discursiva (ATD) que, segundo Moraes e Galiuzzi (2007, p. 157), “pode ser compreendida como um processo auto-organizado de construção da compreensão”. A primeira etapa no desenvolvimento do processo da ATD é a unitarização, que é a separação dos textos em unidades de significado. Em seguida, as unidades de significado semelhantes são agrupadas em um processo denominado de categorização.

Neste trabalho, partimos de duas categorias *a priori* foram elas: (1) *Compreensões de conteúdos discutidos no EC* e (2) *Resolução do Caso*. Por meio de uma leitura minuciosa dos diários de bordo, foram selecionadas partes dos relatos para serem analisadas, originando três subcategorias emergentes, a saber: (1) *Transporte e Tratamento de Água*, (2) *Características físico-químicas da água*, e (3) *Compreensão sobre potencial hidrogeniônico (pH)*. Da mesma forma, da segunda categoria, *a priori*, emergiram duas subcategorias: (1) *água mineral* e (2) *água da torneira*.

Resultados e Discussão

Nesta parte do texto, são discutidos os resultados da

diárias, fazem deles indivíduos que possuem e constroem ideias, inclusive sobre diversos fenômenos que envolvem os conceitos de Química. Mesmo que suas concepções não sejam cientificamente corretas, para os estudantes, elas fazem sentido. Cabe ao professor, auxiliá-los no processo de ressignificação.

Este relato foi feito antes da professora introduzir os conteúdos. Ao estimular os estudantes a apresentarem suas concepções sobre o que iria ser tratado e a considerarem suas colocações, fez como que estes atribuíssem significado ao conteúdo tratado, percebendo sua importância para a vida, uma vez que o tema trabalhado fazia parte do contexto social dos mesmos (dos alunos).

Características Físico-Químicas da Água

No processo de análise da conta de água, os estudantes perceberam que a mesma é um documento que relata desde a taxa de consumo de cada residência bem como os parâmetros de qualidade da água que consumimos. Essa etapa foi de grande importância, pois foi possível discutir, em sala de aula, os itens (flúor, coliformes totais, teor de cloro etc.) presentes na conta, mas que, na maioria das vezes, passam despercebidos, sendo consultados apenas para o pagamento mensal das taxas. Então, os alunos perceberam que se tratava de algo mais, como menciona o G2.

“Como aprendemos que nessa conta encontramos parâmetros que julgamos ser químico e físico, como por exemplo: o cloro que é químico e a cor que é físico. Bom falando da água mineral, analisamos algumas garrafinhas e vimos que suas informações são um tanto parecidas, menos quando o assunto é a fonte da água e a composição química que vem nas tabelas, as quantidades variam de uma marca para outra. Outro detalhe são as características químicas, físico. [...] o que preencheu muito nosso conhecimento, porque além das informações voltadas ao consumidor que vai dos seus dados ao período de consumo, podemos ver que existem parâmetros que julgam a importância da qualidade da água que bebemos”. (G2)

É importante que no desenvolvimento de um EC sejam incluídas questões éticas, sociais, ambientais, políticas, quando possível, pois assim o estudante terá condições de fazer uso desses conhecimentos para se posicionar frente às situações reais (Brito e Sá, 2010). Ao discutir com os estudantes as informações da conta de água, direcionamos a discussão para mostrar que nesse documento existem informações que são importantes para a saúde deles e dos seus filhos. Nesse sentido, instigamos a pensarem sobre a qualidade da água que a distribuidora estava oferecendo, levando em conta, por exemplo, os parâmetros microbiológicos e físico-químicos e seus valores-limites permitidos, bem como as possíveis fontes de contaminação da água que consumimos determinados pela Secretaria de Vigilância em Saúde (Brasil, 2006b).

Na etapa de análise das contas de água e dos rótulos de água mineral de diferentes marcas, os estudantes participaram, em parte, das discussões mediadas pela professora. A professora explicou que os componentes presentes na água têm um limite máximo exigido por lei. Foi observado, por exemplo, que a maioria das marcas de água mineral apresentava em seus rótulos pH abaixo de 6,0, ou seja, um pH abaixo do ideal para o consumo como é descrito pela Portaria nº 1.469, de 29 de dezembro de 2000, em que se lê “Recomenda-se que, no sistema de distribuição, o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5” (Anvisa, 2000). Fazendo uma leitura dos rótulos, os estudantes perceberam que, a depender da marca, a composição da água variava, como menciona o G1.

“Em relação entre os rótulos das águas minerais, conseguimos (sic) perceber uma alteração em suas composições químicas como: bicarbonato, potássio, cloreto, sódio, magnésio, sulfato, nitrato, fosfato. Esses componentes químicos são encontrados em valores maiores ou menores entre uma marca ou outra”. (G1)

Nessa fala, também, podemos observar um conhecimento sobre composição química, uma vez que os estudantes listam os componentes presentes e os denominam como “componentes químicos”. O G3 não apenas aponta os parâmetros químicos, mas também os físicos.

“Como aprendemos que nessa conta encontramos parâmetros que julgamos ser químico ou físico, como por exemplo: o cloro que é químico e a cor que é físico”. (G3)

Percebe-se que esse grupo já menciona parâmetros químicos e físicos e na composição química e física cita o teor de cloro como um parâmetro químico. Como a professora estava analisando os rótulos de distintas marcas de água mineral, esses componentes aparecem como indicadores de qualidade e, por isso, nesse contexto, devem ser chamados de parâmetros. Em relação a alguns dos parâmetros citados nas contas de água, muitos estudantes já tinham conhecimento, por exemplo, do teor de cloro e flúor; outros aprenderam por meio da pesquisa realizada e solicitada pela professora na aula inicial. Essa autonomia que os estudantes possuem na metodologia do EC os torna responsáveis pela sua aprendizagem (Sá e Queiroz, 2009).

Além disso, a pesquisa bibliográfica é uma das etapas cruciais na metodologia de EC, pois o estudante tem a responsabilidade de buscar, avaliar e, então, usar essas informações como base para propor uma solução para o problema (Sá e Queiroz, 2009).

Compreensão Sobre Potencial Hidrogeniônico (pH)

Analisando a composição da água mineral, a professora iniciou a discussão em relação ao conteúdo de pH. Após a

explicação do conteúdo, os alunos formularam suas ideias sobre o assunto. Os estudantes do G3, por exemplo, apresentaram uma definição com base nos valores da faixa de pH.

“O pH é ácido quando é de 7 pra baixo, e não é ácido de 7 pra (sic) cima, é básico. O pH é aquele que informa quando a água é ácida ou básica”. (G3)

Segundo Brown *et al.* (2005), o pH de uma solução neutra é igual a 7,0, o de uma solução ácida é menor que 7,0, e o de uma solução básica é maior que 7,0, ambos a 25 °C. Então, com essa definição, percebemos que se eles chegarem no mercado e forem consultar o rótulo de uma água saberão identificar se o pH da mesma está básico ou ácido. Por outro lado, não conseguimos identificar, por exemplo, suas compreensões sobre as características químicas de um meio ácido e um meio básico, logo o aluno pode ter aprendido a identificar o pH ácido ou básico, mas pode ser que não saiba o significado.

Já o G1 apresenta características químicas em sua definição, porém expressa um entendimento errôneo do pH ideal que a água deve apresentar para ser consumida, afirmando que quando o pH é básico ou alcalino, a água pode ser consumida.

“Durante o trabalho foi possível perceber os tipos de água e suas diferenças, como o pH. O pH é a concentração de H^+ na água ou seja ácido (sic). A água que possui muito ácido sendo que se torna imprópria para o consumo. E a água que possui pequena concentração de H^+ se torna básica ou alcalina e pode ser consumida (sic)”. (G1)

Outro aspecto a ser observado é que apontam que a concentração do íon H^+ na água lhe confere característica ácida, porém não mencionam a definição para a substância alcalina. Os alunos apenas citam que a água básica possui pequena quantidade de H^+ , o que não está incorreto, mas poderiam ter mencionando a definição de base também, uma vez que a professora explicou a definição.

Em seguida, são discutidas as subcategorias emergentes da categoria *Resolução do caso*.

Água Mineral

Na etapa final à apresentação da resolução do caso pelos estudantes, a professora deixou claro que não havia resposta certa, então cada grupo deveria expressar sua opinião e a mesma seria discutida em sala de aula. Os estudantes apresentaram suas conclusões em cartazes, slides e até em peças teatrais.

Os grupos 1 e 4 escolheram a água mineral como sendo ideal para o consumo, porém apenas o G1 apresentou argumentos para justificar sua escolha.

“Durante o trabalho foi possível perceber os tipos de água e suas diferenças, assim como o pH. O pH é

a concentração de H^+ na água, ou seja o ácido (sic). A água que possui muito ácido sendo que se torna imprópria para o consumo. Com o estudo da água aprendemos muito, pois ainda não sabíamos o que era pH e a quantidade correta que deve ter nas águas. Chegamos a conclusão que a melhor água (sic) para ser consumida é a água mineral pois possui pH 7,0 ou próximo disso. Não podemos passar despercebidos em relação a água que bebemos pois há alguns tipos de água contaminadas que podem ser prejudicial a saúde (sic). É importante que tenhamos sempre curiosidade em conhecer aquilo que consumimos, pois muitas vezes passamos despercebidos com aquilo que é muito importante para a nossa saúde”. (G1)

Ainda que o G1 tenha justificado sua escolha, percebe-se, na fala acima, que o grupo faz uso apenas de um quesito (pH) de tudo que foi estudado para fundamentar sua opinião. Porém, a apresentação desse grupo foi bastante rica, uma vez que os componentes apresentaram uma peça teatral sobre uma situação do cotidiano deles, abordando e aplicando os conhecimentos adquiridos durante a resolução do caso.

A peça consistia em uma pessoa indo a uma mercearia comprar água mineral. Lá, o atendente perguntava se o suposto cliente tinha preferência de marca e o mesmo dizia que não, pois eram todas iguais. Assim, o atendente explicou a diferença que há entre distintas marcas de água mineral, abordando questões como pH, teor dos componentes químicos e pureza, bem como a importância de analisar os rótulos antes de fazer a compra.

Os estudantes, nas apresentações orais, mostraram o desenvolvimento de suas habilidades de argumentação (uma das competências que é desenvolvida no EC), argumentando frente a uma problemática sociocientífica (Queiroz *et al.*, 2007). E não foi apenas a capacidade de argumentar dos alunos que foi desenvolvida, mas também a capacidade de tomada de decisão ao optarem por qual água seria melhor para ser consumida pensando na saúde e bem-estar da população (Queiroz *et al.*, 2007).

Percebemos que os alunos deixaram a desejar na escrita, mesmo participando das discussões e fazendo uma boa apresentação ao final da atividade. Nessa etapa, o ideal era que fizessem um resumo geral dos outros momentos e formulassem um argumento com base nos conhecimentos adquiridos em cada momento, porém só fizeram isso durante a apresentação e não houve relato escrito.

Água da Torneira

Outros três grupos (G2, G5 e G6) escolheram a água da torneira e todos apresentaram argumentos. O grupo 5 justificou a seguir.

“E foi apresentado também a solução do caso de Pedro (sic) onde escolhemos, a água da torneira que passa por vários tratamentos (sic) ficando assim própria para o consumo”. (G5)

“Aprendemos que a contaminação da água não tratada como a de poços pode nos trazer doenças com os sintomas de enjoo (sic), vômito e diarreia. Estudamos o processo de tratamento e purificação da água que chega até nossas torneiras, como os parâmetros vistos nas contas como turbidez, coliformes, flúor (sic) etc. (...) Podemos concluir que a melhor água para ser consumida é a da torneira, pois passa por todos os tratamentos, quando que a mineral não passa por nenhum. Aprendemos também que a depender do lugar não existe a mais indicada, mas a que é fornecida (sic). Como lugares que só tem a cisterna, mas não é por isso que não vamos beber essas águas, podemos fervê-las para eliminar os coliformes fecais (sic)”. (G2)

Esses três grupos atribuíram a qualidade da água ao fato dela passar por tratamento antes de chegar às casas. Eles acreditam que, dessa maneira, a quantidade de contaminantes na água torna-se menor. É válido salientar que muitos outros aspectos tratados durante as atividades poderiam ter sido considerados pelos grupos, mas apenas o G2 apresentou um argumento mais completo, ou seja, os grupos deixaram a desejar nos relatos escritos, no entanto, as apresentações foram excelentes, principalmente nessa última etapa.

Na escolha da água para o consumo, como resposta esperávamos que os estudantes apresentassem a água da torneira, pois discutimos todos os processos pelas quais a mesma passa até chegar às casas e sobre o controle de qualidade, mesmo porque a água mineral, que geralmente costuma-se pensar que é a mais ideal, das três marcas avaliadas duas possuíam valores discrepantes de pH. Outro motivo para a escolha da água da torneira está relacionado às questões sociais como a acessibilidade. Se a água mineral fosse a ideal para o consumo, quem iria desfrutar desse “bem”?

O problema apresentado no caso surgiu devido a uma crise hídrica na região, e as irritações causadas pela água eram porque a mesma não estava recebendo o tratamento recomendado, até porque não estava sendo distribuída pela empresa responsável pelo abastecimento. Já na cidade próxima, o teor em excesso de sal realmente causou danos, mas também foi um problema resultado principalmente das nossas ações. Logo, esperávamos que os alunos levassem esses critérios em consideração, e optassem pela água da torneira, até porque, sabendo dos nossos direitos, podemos identificar, por meio da conta de água, a qualidade da água que estamos consumindo, comparando-os, assim, com os estabelecidos por lei, e, caso não estejam como recomendado, podemos reivindicar, uma vez que pagamos pelo serviço.

Por fim, percebemos que, embora nem todos os alunos tenham participado ativamente de todas as atividades, o objetivo de utilizar o EC como uma ferramenta facilitadora no processo de ensino e aprendizagem foi que os alunos aprovaram a metodologia utilizada como mostram os comentários finais transcritos de alguns diários de bordo.

“Achamos importante o assunto em questão pois agora podemos consumir a melhor água e aquela que é mais pura e limpa para nossa saúde”. (G1)

“Essas últimas (sic) aulas serviram de grande aprendizado para nós, podemos (sic) observar que somente pela aparência (sic) da água não podemos dizer que ela é própria para o consumo”. (G2)

“[...] aprendemos a importância que há nas informações que contém na conta de água. Podemos perceber também que a água é fundamental por que é um recurso natural único, escasso e essencial à vida de todos os seres vivos (sic)”. (G6)

Considerações Finais

O EC desenvolvido com estudantes do segundo ano do ensino médio noturno possibilitou que o conteúdo fosse abordado de forma mais dinâmica e despertou a curiosidade dos estudantes, uma vez que a professora utilizou elementos que fazem parte do cotidiano dos mesmos. As produções realizadas pelos alunos, durante e ao final da atividade, mostraram que o EC é uma estratégia de ensino que propicia a contextualização dos conteúdos trabalhados, promovendo uma melhora na aprendizagem dos estudantes relacionado a um tema social.

No ensino noturno, esta atividade ganha destaque por conta da vivência dos alunos, pois esse público possui maior conhecimento e experiência acerca de problemas sociais e possui também um maior interesse por discussões relacionadas a algumas situações que enfrentam diariamente, como foi o caso da qualidade da água da região em que vivem. Nesse caso, abordar esse assunto em sala utilizando o EC possibilitou que o aluno refletisse e se posicionasse de forma crítica sobre os problemas presentes no meio em que vive.

Os estudantes do turno noturno não dispõem de tempo suficiente para estudar, logo, percebeu-se uma inconsistência nas considerações e pesquisas apresentadas por eles. Também, em alguns momentos das aulas, os relatos feitos não eram ricos em informações, mas durante as aulas os estudantes eram bastante participativos. O fato de terem deixado a desejar na escrita não significa que não tenham se apropriado do que foi discutido em sala de aula. Essa situação mostra que, devido à falta de tempo para se dedicarem aos estudos, esses sujeitos necessitam de atenção especial por parte dos docentes, que podem encontrar formas de ensinar o conteúdo de maneira que esses estudantes entendam e ampliem seu pensamento crítico.

A metodologia utilizada estimulou os estudantes a buscarem mais informações além da sala de aula. Mesmo não dispondo de muito tempo, já que a maioria possui uma jornada de trabalho exaustiva, os estudantes fizeram um bom trabalho em grupo, além de utilizar o pouco tempo livre que tinham em casa para pesquisar, puderam refletir sobre os temas tratados em sala de aula e argumentar oralmente sobre suas escolhas durante as apresentações, expondo seus pontos

de vista. Essa necessidade de buscar informações também confere aos estudantes autonomia e responsabilidade com sua própria aprendizagem.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsas no âmbito do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) e aos estudantes do Colégio Estadual do Salobrinho.

Referências

ALBA, J.; SALGADO, T. D. M. e DEL PINO, J. C. Estudo de caso: uma proposta para a abordagem de funções da química orgânica no ensino médio. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 6, n. 2, p. 76-96, 2013.

ANVISA. Portaria MS nº 1.469, de 29 de dezembro de 2000. Disponível em <http://www.agenciapcj.org.br/docs/portarias/portaria-ms-1469-00.pdf>, acessado em Maio 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Orientações curriculares para o ensino médio – ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. 2006a. Disponível em http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf, acessado em Maio 2019.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. *Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano*. 2006b. Disponível em http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf, acessado em Maio 2019.

BRITO, J. Q. A. e SÁ, L. P. Estratégias promotoras da argumentação sobre questões sócio-científicas com alunos do ensino médio. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 9, n. 3, p. 505-529, 2010.

BROWN, T. L.; LEMAY, H. E. e BURSTEN Jr., B. E. *Química, a ciência central*. 9ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. 48ª reimpressão. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

HERREID, C. F. What is a case? *Journal of College Science Teaching*, v. 27, n. 2, p. 92-93, 1997.

MORAES, R. e GALIAZZI, M. C. *Análise textual discursiva*. Ijuí: Unijuí, 2007.

QUEIROZ, S. L.; SÁ, L. P. e FRANCISCO, C. A. Estudos de caso em química. *Química Nova na Escola*, v. 30, n. 3, p. 731-739, 2007.

Aleide Roma Tomaz (aleideroma@hotmail.com), licencianda em Química na Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). Ilhéus, BA – BR. **Sarah Maurício Novaes** (sarahnovaes15@hotmail.com), licencianda em Química na UESC. Ilhéus, BA – BR. **Gilmar dos Santos Machado** (gilmar.eq@gmail.com), licenciando em Química na UESC. Ilhéus, BA – BR. **Cláudia das Virgens Crispim** (cvirgenscrispim@gmail.com), licenciada em Química pela UESC, mestre em Educação em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências (PPGEC)/UESC, é professora na Educação Básica no Colégio Estadual de Salobrinho (Ensino Médio) e na Escola Municipal de Salobrinho (Ensino Fundamental II), Ilhéus, BA – BR. **Elisa Prestes Massena** (elisapmassena@gmail.com), química e licenciada em Química, mestre em Ciências e doutora em Educação pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, é docente do Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas da UESC e do PPGEC. Ilhéus, BA – BR.

REIS, F. I. e FARIA, L. F. Abordando o tema alimentos embutidos por meio de uma estratégia de ensino baseada na resolução de casos: os aditivos alimentares em foco. *Química Nova na Escola*, v. 37, n. 1, p. 63-70, 2014.

RIBEIRO, L. R. C. *A aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma implementação na educação em engenharia na voz dos atores*. Dissertação (Doutorado em Educação). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

SÁ, L. P. e QUEIROZ, S. L. *Estudo de casos no ensino de química*. Campinas: Editora Átomo, 2009.

_____. e _____. *Estudos de casos no ensino de química*. 2ª ed. Campinas: Editora Átomo, 2010.

SCHNETZLER, R. P. A pesquisa no ensino de química e a importância da Química Nova na Escola. *Química Nova na Escola*, n. 20, p. 49-54, 2004.

SILVA, O. B.; OLIVEIRA, J. R. S. e QUEIROZ, S. L. SOS Mogi-Guaçu: contribuições de um estudo de caso para a educação química no nível médio. *Química Nova na Escola*, v. 33, n. 3, p. 185-192, 2011.

SOUSA, R. S.; ROCHA, P. D. P. e GARCIA, I. T. S. Estudo de caso em aulas de química: percepção dos estudantes de nível médio sobre o desenvolvimento das suas habilidades. *Química Nova na Escola*, v. 34, n. 4, p. 220-228, 2012.

TOGNI, A. C. e CARVALHO, M. J. S. A escola noturna de ensino médio no Brasil. *Revista Iberoamericana de Educación*, v. 44, p. 61-76, 2007.

Para Saber Mais

QUEIROZ, S. L. e CABRAL, P. F. O. (Orgs.) *Estudos de caso no ensino de ciências naturais*. São Carlos: ArtPoint Gráfica e Editora, 2016.

_____. e SILVA, E. M. S. (Orgs.) *Estudos de caso para o ensino de química I*. 1ª ed. Curitiba: CRV, 2017.

Abstract: *The Case Study Method as an Alternative to the Teaching of Chemistry: A Look at the Night School.* This work presents an experience with a case study method carried out with 32 high school students who attend night classes at a public school in the Brazilian Northeastern countryside within the framework of PIBID. The case addresses the implications that outside of quality parameters water consumption can bring to human health, a problem faced by school students. The activity was divided in four moments: (i) presentation of the case study and assessment of students' previous knowledge; (ii) analysis of physicochemical parameters in water accounts and the chemical composition of water traded in the market; (iii) an experiment conduction; and (iv) solving the case. The study promoted a contextualized and effective learning, as students were led to reflect on a question lived by them and mediated by the PIBID scholarship holders, and scientific questions were worked out by the teacher based on students' knowledge.

Keywords: case study, night classes, teaching and learning.

Aprendizagem dos Conceitos de Ácidos e Bases em um Estudo Sobre a Linguagem

Geruza S. Nascimento e Bruno F. dos Santos

Este trabalho apresenta uma pesquisa de intervenção realizada junto a estudantes do segundo ano do Ensino Médio. A intervenção envolveu a realização de uma titulação ácido-base e a aplicação de um questionário sobre conceitos de ácidos, bases e neutralização, por meio do qual analisamos o uso da linguagem científica nas respostas dos estudantes. Foi observado um aumento nas respostas dos alunos com definições conceituais mais apropriadas à linguagem científica após a realização do experimento, e um abandono da linguagem mais coloquial, e próxima do nível fenomenológico dos conceitos questionados. Considerando-se as dificuldades e problemas no ensino e na aprendizagem do conteúdo de ácidos e bases na Química, sugerimos que o exercício da escrita como comunicação do conhecimento pode auxiliar e contribuir para a aquisição destes conceitos pelos estudantes.

► escrita, ácidos e bases, linguagem ◀

Recebido em 27/02/2018, aceito em 30/06/2018

179

Aprender Química significa também aprender a linguagem dessa ciência. O reconhecimento do papel da linguagem e do discurso para o ensino e a aprendizagem das ciências redirecionou a agenda da pesquisa em educação científica há pelo menos três décadas. Contribuições de diferentes orientações teóricas das ciências humanas e sociais foram então incorporadas à pesquisa em educação e empregadas na caracterização e elucidação das relações entre a linguagem e a aprendizagem. Deve-se observar, entretanto, que a concepção de linguagem na investigação em educação não se restringe à nomenclatura e aos símbolos utilizados na representação das entidades e dos processos típicos de uma ciência como a Química: ela também envolve as formas peculiares de comunicação do conhecimento científico, como o uso de grupos nominais e o emprego da metáfora gramatical (Halliday e Matthiessen, 2014), e a que se desenvolve entre professores e aprendizes nos contextos educacionais.

A Química é, por excelência, a ciência do abstrato. Porém, quando apenas essa dimensão é apresentada aos

estudantes, na escola, ela parecerá distante da realidade e pouco ou nada atrativa:

Muito frequentemente, o modo como a química é apresentada aos alunos os afasta dessa matéria por toda a vida: eles se deparam com conceitos abstratos e difíceis, às vezes em sua primeira aula (átomos, moléculas, estrutura eletrônica). (...) Eles usam produtos químicos com nomes desconhecidos, que são impossíveis de soletrar; eles são bombardeados com uma nova linguagem; e eles se deparam com símbolos e uma terminologia misteriosa (Childs et al., 2015, p. 34).

Tornar familiar aos estudantes essa linguagem até então desconhecida é um dos desafios dos professores de Química. Acrescente-se a isso que a linguagem cotidiana, por sua vez, se diferencia em muitos aspectos da linguagem científica. Segundo Mortimer (2010), “o valor pragmático da linguagem cotidiana preserva significados que estão em desacordo com a visão científica” (p. 183).

A expressão do conhecimento científico sob a forma escrita, ao privilegiar a linguagem técnica, parece distanciá-lo ainda mais de sua forma oral, mais livre e criativa e menos

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.

rígida do que a forma escrita (Wright, 2008). Talvez esse seja um dos motivos que faz com que os estudantes tenham dificuldade em expressar seus conhecimentos sob a forma escrita. No entanto, escrever é uma prática escolar central para o processo de ensino e aprendizagem, além de constituir a forma mais utilizada para acessar o que os estudantes dominam a respeito de determinado conteúdo.

A investigação sobre a apropriação pelos estudantes da linguagem científica nas situações de ensino se baseia em diferentes marcos teórico-conceituais e metodológicos, como as noções de dialogismo em Bakhtin e de perfil conceitual (Mortimer, 2010). Lemke (1990) considera que a linguagem é fundamental para o estudo da aprendizagem, pois ela constitui um fenômeno externo e observável. Baseamo-nos, em nosso estudo, na perspectiva da Linguística Sistêmica Funcional de Halliday, a qual será objeto de discussão na próxima sessão do presente artigo.

Este artigo apresenta uma pesquisa realizada com estudantes do segundo ano do Ensino Médio de escolas públicas no interior da Bahia, e discute a aprendizagem dos conceitos de ácidos e bases por meio da produção escrita ancorada em uma atividade experimental. Por meio dessa pesquisa, objetivamos investigar como a aprendizagem dos estudantes em torno dos conceitos de ácidos e bases se manifesta na linguagem em sua forma escrita. A realização de uma titulação ácido-base pelos alunos e as interações conduzidas durante o procedimento serviram de contexto a partir do qual elaboramos o instrumento para acessar a linguagem escrita dos estudantes a respeito da definição daqueles conceitos.

Linguagem e Aprendizagem em Química

De acordo com Halliday (1993), o processo de aprendizagem coincide com o processo de aquisição da linguagem. Segundo esse autor, a característica mais marcante da aprendizagem humana é que esta é um processo semiótico, sendo a linguagem a forma prototípica deste processo. Halliday argumenta que a linguagem escrita e a educação escolar introduzem, desde muito cedo, novas formas de conhecimento no universo cognitivo das crianças, diferentes daquelas aprendidas fora da escola, caracterizadas pelo senso comum. Sua teoria, conhecida como Linguística Sistêmica Funcional (LSF), estabelece um conjunto de etapas para o desenvolvimento semiótico humano, o qual atinge seu último estágio ao redor da *metáfora gramatical*, a qual seria a chave para ingressar na educação secundária e permitir o acesso às formas de conhecimento científico-disciplinar e técnico característicos desse nível da educação escolar (Halliday, 1993). A noção de metáfora gramatical, por sua vez, provém dos estudos da LSF sobre a linguagem das ciências, cuja peculiaridade é abordada e discutida por Mortimer (2010). A metáfora gramatical é um recurso linguístico desenvolvido

pelos cientistas que nominaliza os processos observados nos fenômenos científicos, condensando o significado do processo em um nome.

Se aprender ciências significa também aprender a linguagem das ciências, a Química em particular adiciona alguns desafios ao domínio de sua linguagem pelos aprendizes: seu conhecimento corresponde a três níveis ou dimensões diferentes relacionados entre si. Mortimer e Machado (2000) argumentam que “do ponto de vista didático, é útil distinguir três aspectos do conhecimento químico: fenomenológico, teórico e representacional” (p. 276).

O nível fenomenológico consiste nas propriedades empíricas dos materiais e substâncias que são percebidas tanto nos laboratórios como na vida cotidiana. O nível teórico, por sua vez, consiste na modelização com a qual os químicos constroem as explicações causais para os fenômenos que eles buscam compreender conceitualmente. Esses modelos envolvem entidades como átomos, moléculas e íons e, por isso, esse nível também é conhecido como *submicroscópico* (Johnstone, 2000). O nível representacional corresponde ao uso de símbolos e signos que representam as entidades supracitadas e seus estados ou configurações; também inclui o uso de uma ampla modalidade de linguagem matemática e geométrica, associadas aos símbolos e signos.

Por todas as características apresentadas, Wartha e Rezende (2015) argumentam que “(...) aprender Química é aprender uma nova linguagem, associada a uma nova forma de pensar o mundo” (p. 50). A linguagem química, portanto, inclui distintos níveis de referencialidade ao conhecimento e constitui uma construção semiótica

de alta densidade conceitual. Além disso, esta linguagem é multimodal, uma vez que inclui distintos elementos além da linguagem verbal (Mortimer, 2010). Essas características particulares da linguagem química podem “embaralhar” o raciocínio dos aprendizes que são introduzidos nesta disciplina, pois os professores normalmente transitam entre os diferentes níveis na maioria das vezes sem distingui-los entre si. Isso pode gerar incompreensões e dificuldades, quando não o rechaço pelos estudantes, por se tratar de um conhecimento abstrato e parecer, de certo modo, insondável e intangível.

O Ensino e a Aprendizagem de Ácidos e Bases

Ácidos e bases constituem um dos conteúdos fundamentais do currículo de Química como disciplina no Ensino Médio. Ao mesmo tempo, eles estão presentes na vida cotidiana e são importantes para a indústria e para as atividades biológicas. Sua centralidade e importância na Química não os isentam de problemas e dificuldades para o ensino e a aprendizagem (Furió-Más *et al.*, 2007). Esse conteúdo, por exemplo, normalmente é apresentado por meio de uma visão cumulativa e linear do conhecimento químico, a qual ignora

Halliday argumenta que a linguagem escrita e a educação escolar introduzem, desde muito cedo, novas formas de conhecimento no universo cognitivo das crianças, diferentes daquelas aprendidas fora da escola, caracterizadas pelo senso comum.

as crises e rupturas presentes na história da ciência. Furió-Más *et al.* (2007) argumentam que os estudantes normalmente confundem a substância ácida com a partícula ou molécula, embaralhando os níveis macro e submicro, e também que compreendem a teoria de Brønsted-Lowry como uma versão ampliada da teoria de Arrhenius. Problemas conceituais envolvendo reações entre ácidos e bases também foram identificados na literatura, pois muitos estudantes consideram que o produto dessas reações são sempre soluções neutras, independentemente da natureza e da quantidade de ácidos e bases que reagem entre si (Paik, 2015). As dificuldades conceituais, entretanto, não são somente localizadas entre estudantes e professores, mas também nos livros didáticos (Souza e Aricó, 2017; Furió-Más *et al.*, 2005).

Os problemas de ensino e aprendizagem sobre ácidos e bases têm origem na densidade conceitual desse conteúdo que, segundo Sheppard (2006), necessita uma compreensão integrada de diferentes aspectos da Química Geral, a qual envolve a natureza corpuscular da matéria, estrutura atômica, ionização, ligações químicas, entre outros. As concepções alternativas sobre esses conceitos que os estudantes adquirem no Ensino Médio podem, como consequência, dificultar a aprendizagem da Química no Ensino Superior (Pastre *et al.*, 2012; Bertotti, 2011). Silva *et al.* (2008) sustentam que tais concepções alternativas permanecem mesmo após os graduandos estudarem Química Geral, destacando entre as dificuldades observadas entre eles a relativa à definição conceitual dos termos envolvendo estes conteúdos.

Dada a centralidade e importância desse conteúdo para o ensino e a aprendizagem de Química, se verifica na literatura brasileira e internacional uma grande quantidade de artigos abordando tanto a compreensão conceitual e os problemas associados, como propostas alternativas para o seu ensino que minimizem as dificuldades conceituais já identificadas. Como não é nosso objetivo uma descrição exaustiva deste levantamento, sugerimos a leitura de trabalhos como os de Silva e Amaral (2014; 2016) para o leitor que deseje se aprofundar a respeito de inúmeras contribuições para essa temática no ensino de Química, bem como os demais trabalhos citados nesta sessão deste artigo.

Linguagem e Experimentação no Ensino de Química

De acordo com Silva *et al.* (2010), a experimentação no ensino seria uma atividade que articula os fenômenos com as teorias, e na qual a aprendizagem se origina na relação entre o fazer e o pensar:

Quando os alunos realizam uma atividade experimental e observam determinados fenômenos, geralmente solicita-se que os expliquem. A explicação

de um fenômeno utilizando-se de uma teoria é o que denominamos de relação teoria-experimento, ou seja, é a relação entre o fazer e o pensar (Silva *et al.*, 2010, p. 236).

Entretanto, segundo esses mesmos autores, nem toda atividade desenvolvida em laboratório no ensino de ciências é capaz de estabelecer a relação entre a teoria e o mundo concreto, pois existem diversos obstáculos no uso da experimentação, como a crença, amplamente difundida, de que a experimentação evidencia de um modo concreto como as teorias funcionam.

Silva *et al.* (2010) sugerem que uma atividade experimental em uma aula de Química deve envolver os três níveis do conhecimento químico, ou seja, “a observação macroscópica, a interpretação microscópica e a expressão representacional” (p. 247). Desse modo, abre-se espaço na experimentação para as questões vinculadas à linguagem científica e sua apropriação pelos estudantes: os estudantes são solicitados a explicar o fenômeno observado por meio de suas próprias concepções, que normalmente diferem do conhecimento científico. Além disso, eles também são levados a registrar por escrito a descrição do fenômeno observado, utilizando para tal todo o conjunto de ferramentas multimodais (símbolos, signos, linguagem matemática e estatística) necessárias para expressar na linguagem da Química a atividade e seus resultados.

O processo de interação entre professores, estudantes e artefatos no laboratório também permite pensar nas relações entre a linguagem, a experimentação e a aprendizagem, sob um ponto de vista da cognição situada e do socioconstrutivismo. De acordo

com essas perspectivas, a linguagem constitui um instrumento mediador entre os objetos manipulados e a construção de conhecimento conceitual pelos aprendizes no ambiente do laboratório (Nakhleh *et al.*, 2002; Lunetta *et al.*, 2008).

No entanto, apesar das considerações apresentadas sobre as imbricações entre a linguagem e a experimentação no ensino de Química, ainda há pouca pesquisa a respeito das aulas experimentais (Nakhleh *et al.*, 2002). O laboratório como espaço de interação em pesquisas sobre o discurso e a linguagem no Brasil, por exemplo, aparece somente com 4% do total de trabalhos encontrados em um levantamento prévio (Souza *et al.*, 2014). Buscando contribuir para preencher tal lacuna, a pesquisa que apresentamos teve como contexto um experimento de titulação ácido-base, sobre o qual os estudantes responderam a um questionário, que será descrito nas próximas sessões desse artigo.

Métodos da Pesquisa

O campo empírico desta pesquisa foi desenvolvido sob

a forma de uma intervenção em quatro escolas públicas urbanas do interior da Bahia, e envolveu um total de 69 estudantes do segundo ano do Ensino Médio regular do turno diurno durante o segundo semestre do ano de 2016. Das quatro escolas em que a intervenção pedagógica foi realizada, apenas uma não possuía laboratório de ciências, e nesta utilizamos o espaço do laboratório de informática. Nas demais escolas, os laboratórios possuíam apenas bancadas e cadeiras, e todo o material empregado no experimento foi cedido às escolas pelos pesquisadores. O acesso às escolas foi negociado com os professores e, após a permissão de nossa entrada, foram agendados os horários para a realização do experimento em cada escola. Os estudantes, por sua vez, foram convocados pelos próprios professores a comparecerem no turno oposto ao das aulas regulares, e sua participação na intervenção foi voluntária. Vale ressaltar que essa pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética de nossa universidade previamente à sua realização.

Depois de nossa apresentação, os alunos foram solicitados a responder a um questionário sobre seus conhecimentos acerca dos conceitos (e teorias) referentes à titulação e aos ácidos e bases. Em seguida, foi realizada uma breve apresentação sobre titulação ácido-base, já que os professores de três das quatro escolas onde a intervenção foi realizada informaram que tal conteúdo nunca havia sido abordado em sala de aula, e os alunos necessitariam de noções mínimas para realizar a titulação. Essa informação dos professores acabou por mudar um pouco o nosso planejamento inicial, já que acreditávamos que, por serem estudantes do segundo ano do Ensino Médio, eles já estavam familiarizados com as definições de ácidos e bases. É importante salientar que não foram mencionados conceitos sobre teorias ácido-base, mas apenas os procedimentos básicos para a realização de uma titulação. Após realizarem a titulação, os alunos responderam novamente ao mesmo questionário distribuído no início da intervenção. A intervenção resultou, em cada escola, em uma atividade desenvolvida em aproximadamente quatro horas com os alunos.

As substâncias utilizadas na titulação foram: solução de ácido clorídrico 0,1 M, solução de hidróxido de sódio 0,1 M, solução de fenolftaleína e papel indicador universal, além das vidrarias necessárias à titulação (bureta, béquer, pipeta, proveta graduada, frasco conta-gotas).

Por meio dos questionários respondidos, antes e após a titulação, analisamos as respostas dos alunos por meio de duas análises: uma baseada nas características linguísticas das respostas e uma análise do conteúdo, que permitiu investigar a definição dos conceitos de ácidos e bases. As respostas anteriores e posteriores à experimentação foram então comparadas, com o intuito de observar a

apropriação da linguagem científica referentes aos conceitos investigados.

Análise dos Dados e sua Discussão

A Orientação sobre Titulação Ácido-Base

Antes da realização do experimento, os estudantes foram orientados sobre a técnica da titulação por meio de uma apresentação em *PowerPoint*, a qual incluiu alguns conceitos fundamentais sobre o método (definição, materiais empregados, classificação, caracterização da volumetria de neutralização, uso de indicadores, cálculos de concentração e escala de pH). Durante a apresentação foi empregada a linguagem descontextualizada da Química (“a volumetria de neutralização envolve a reação entre uma solução de um ácido com uma solução de uma base com a produção de sal e água”; “um indicador é uma substância que muda de cor em uma faixa conhecida de pH”). Somente na ilustração da escala de pH foram mostrados materiais de uso cotidiano (“vinho, tomate, refrigerantes”) ao lado de substâncias químicas como o bicarbonato de sódio e hidróxido de sódio. A apresentação também incluiu a linguagem simbólica da Química, como a equação que representa a neutralização, $H^+ + OH^- \rightleftharpoons H_2O$.

Após a apresentação, muitos alunos conversaram entre si comentando seus acertos e erros nas respostas ao questionário, de acordo com seus pontos de vista.

As Características Linguísticas

Para essa análise, empregamos o conceito de densidade informativa, o qual se refere à quantidade de informação contida em determinado texto (Putra e Tang, 2018). A densidade informativa reflete a densidade lexical, a qual pode ser avaliada por duas formas: (1) pelo cálculo da quantidade de itens lexicais por período simples; (2) pelo cálculo percentual das palavras de conteúdo em relação ao total de palavras apresentadas no texto. As palavras de conteúdo incluem os nomes, os verbos principais, os adjetivos e alguns advérbios; as de não conteúdo incluem as conjunções, proposições, verbos auxiliares, artigos, pronomes e alguns advérbios. Um exemplo dessa análise é mostrado a seguir, por meio de uma resposta selecionada:

É o processo feito utilizando um ácido e uma base para determinar a concentração de uma solução denominada solução-problema. A solução que conhecemos a concentração é denominada solução-padrão.

Nesse extrato há um total de 29 palavras, das quais 14 são palavras de conteúdo, em dois períodos simples. Isso

representa uma densidade léxica de 7 palavras de conteúdo por período simples, ou 48,3% de palavras de conteúdo. De acordo com Halliday e Matthiessen (2014), a forma escrita é mais complexa em termos de densidade léxica do que a forma oral da linguagem, e o grupo nominal é o principal recurso utilizado para elevar a densidade lexical. Um aumento da densidade léxica representa, em nossa análise, um afastamento da linguagem cotidiana em direção à linguagem científica em sua forma escrita. A Tabela 1 sumariza o resultado dessa análise para o conjunto de respostas apresentadas pelos alunos. Deve-se ressaltar que consideramos apenas as respostas que representavam períodos simples para a contabilidade das palavras de conteúdo.

Tabela 1: Análise da densidade lexical e da presença de palavras de conteúdos nos períodos simples

Descrição	Antes	Depois
Total de períodos simples	168	293
Palavras de conteúdo por período	4,5	5,9
Total de palavras de conteúdo (%)	47,1	60,3

Observa-se um aumento na quantidade de períodos simples, diminuindo a quantidade de respostas curtas ou mesmo em branco. Isso se relaciona também ao resultado da quantidade de palavras de conteúdo por período e em percentual, o que sinaliza para uma linguagem mais próxima à linguagem científica, embora esse aumento não tenha sido muito significativo.

A Análise do Conteúdo

Apresentamos a seguir os resultados por pergunta do questionário aplicado aos estudantes. As categorias de análise foram construídas com base nas respostas obtidas.

1ª Questão: Você já ouviu falar em titulação? Sim ou não?

Dos 69 alunos que participaram da atividade, inicialmente 21 alunos responderam que já haviam escutado este termo,

34 afirmaram nunca ter ouvido falar em titulação e 14 não responderam.

2ª Questão: Procure definir em suas próprias palavras o que significa uma titulação.

Com base nas respostas obtidas, desenvolvemos um conjunto de categorias que representassem as definições dos alunos. Essas foram *Relacional* (quando suas respostas indicavam que uma titulação relaciona ácidos e bases), *Operacional* (quando definiam titulação somente como uma técnica ou procedimento), *Quantitativo* (quando responderam que a titulação serve para determinar concentrações) e *Classificação* (quando responderam que a titulação serve para identificar o caráter das substâncias). A Figura 1 apresenta os resultados para essa questão, antes e após a realização do experimento. Observa-se que uma grande quantidade de alunos não responde ou não apresenta uma definição coerente para titulação, conforme se poderia esperar com base nas respostas (ou na ausência delas) à primeira pergunta do questionário.

Também se pode notar que uma quantidade substancial de alunos adquiriu um entendimento sobre titulação após a realização do experimento, apresentando respostas que se encaixaram nas categorias Operacional e Quantitativo, como as exemplificadas a seguir:

Aluno 1: Processo que determina a concentração de uma solução.

Aluno 2: Processo que determina a concentração de uma mistura.

Aluno 3: Processo que determina a concentração desconhecida e a classifica em ácida, básica ou neutra.

Também foi possível constatar que esse entendimento adquirido apresenta uma confusão sobre a finalidade de uma titulação, visto que, como na resposta do Aluno 3, alguns a compreendem como um procedimento para classificar substâncias como ácidas, básicas ou neutras. A titulação é uma técnica analítica utilizada para a determinação de concentrações

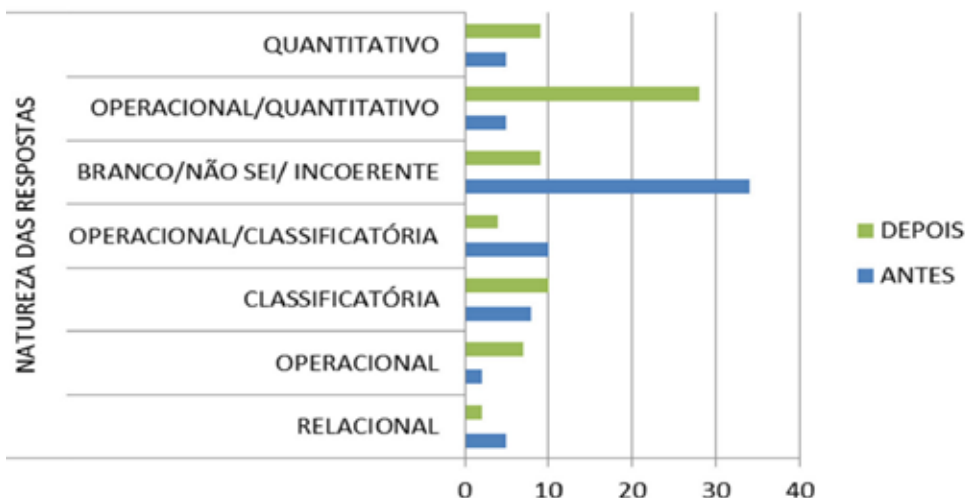


Figura 1: Gráfico de barras com as categorias de análise das respostas obtidas para a Questão 2.

de espécies químicas. Jiménez-Liso e De Manuel Torres (2002) e Sheppard (2006) realizaram estudos com os quais concluíram que o uso dessa técnica pode contribuir para o ensino de ácidos e bases, embora alguns cuidados quanto à inserção dos conceitos relacionados devem ser tomados, principalmente o conceito de pH: “é provável que os alunos tenham dificuldade em entender o que está acontecendo com os valores de pH durante uma titulação” (Sheppard, 2006, p. 33). Romine *et al.* (2016) sugerem que “instruções introdutórias da química precisam dedicar mais tempo à compreensão do conceito do pH e da natureza da escala de pH” (p. 25).

A realização da atividade experimental também contribuiu com a elaboração de respostas com definições mais conceitualizadas, conforme vemos nos exemplos abaixo:¹

Aluno 4 (antes): ... algo relacionado a concentração de substâncias envolvendo ácidos e base.

Aluno 4 (depois): ... Calcular a concentração de uma solução a partir de uma solução padrão em que já conhecemos a concentração.

Aluno 5 (antes): é o título de uma ação química.

Aluno 5 (depois): processo utilizado para calcular a concentração de uma solução.

A linguagem se tornou mais canônica, o que podemos perceber nas respostas do Aluno 4, que se modificam de uma proposição Relacional para Operacional/Quantitativo. Essa mudança de categoria reflete a aquisição de uma linguagem mais científica (Machado e Mortimer, 2012). Na resposta do Aluno 5, o conceito de titulação foi totalmente modificado, uma vez que anteriormente o aluno definia titulação como sendo simplesmente o “título de uma ação química” e, posteriormente, sua resposta é bem mais elaborada, apresentando maior densidade informativa, e expressando a definição processual de uma técnica utilizada com um objetivo específico. Isso indica que, além de adquirir um novo entendimento sobre titulação, o estudante modificou a sua forma de expressá-lo. Em termos da LSF, a ação relativa ao ato de titular foi nominalizada como um “processo”, o que indica a apropriação da gramática metafórica (Halliday, 1993).

3ª Questão: Na Química, o que significa a palavra ácido?

Para a análise das respostas a esta pergunta, empregamos categorias relacionadas com os níveis do conhecimento químico (fenomenológico, teórico e representacional). Os resultados dessa análise são mostrados na Figura 2.

Inicialmente, suas definições abordaram as dimensões teórica e fenomenológica. Após a atividade experimental, houve um aumento das respostas que abordaram a dimensão teórica e uma leve diminuição da dimensão fenomenológica. As respostas baseadas na visão fenomenológica sobre os ácidos descrevem aquilo que os alunos visualizam ou percebem nas substâncias classificadas como ácidos, como, por exemplo:

Aluno 6: ... pode ser considerado azedo exemplo de alimento usado é o limão.

Aluno 7: ... é uma substância corrosiva.

Aluno 8: ... substância que quando em água libera cátions H^+ e tem sabor azedo.

A resposta do Aluno 6 é baseada na sensação do paladar; o Aluno 7 se baseia na visualização de um fenômeno; o Aluno 8 aborda simultaneamente as dimensões fenomenológica e representacional, ao relacionar o sabor azedo dos ácidos com a liberação de cátions H^+ .

Em geral, as respostas posteriores ao experimento foram adquirindo uma linguagem mais científica. Na interação com o meio prático e com seus pares, o aluno se apropria de termos técnicos que colaboram para a formação dos conceitos, assim como da linguagem científica utilizada para descrever o experimento. Nesse ambiente foi possível desmistificar, por exemplo, que ácidos são sempre azedos ou corrosivos (Silva e Amaral, 2016) e que “soluções com pH diferentes possuem cores diferentes” (Romine *et al.*, 2016, p. 5).

4ª Questão: Na Química, o que significa a palavra base?

As respostas para esta questão diferem levemente dos resultados encontrados nas respostas da terceira questão, como pode ser visto na Figura 3.

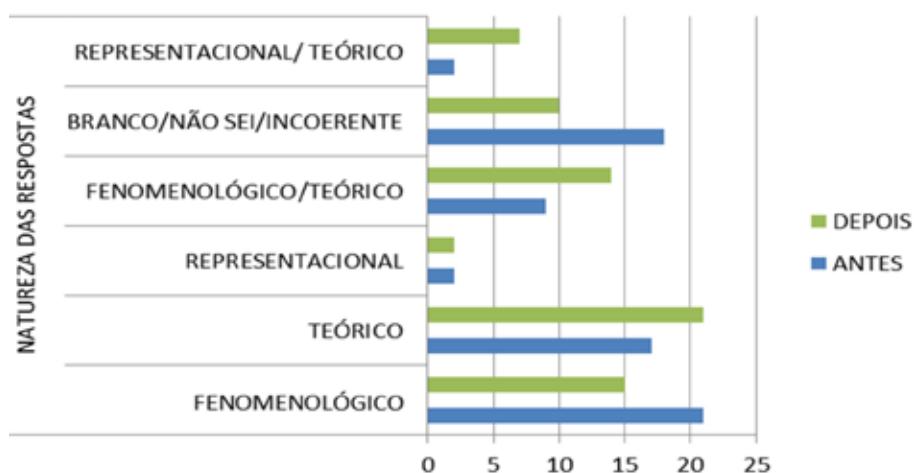


Figura 2: Gráfico de barras com as categorias de análise das respostas obtidas para a Questão 3.

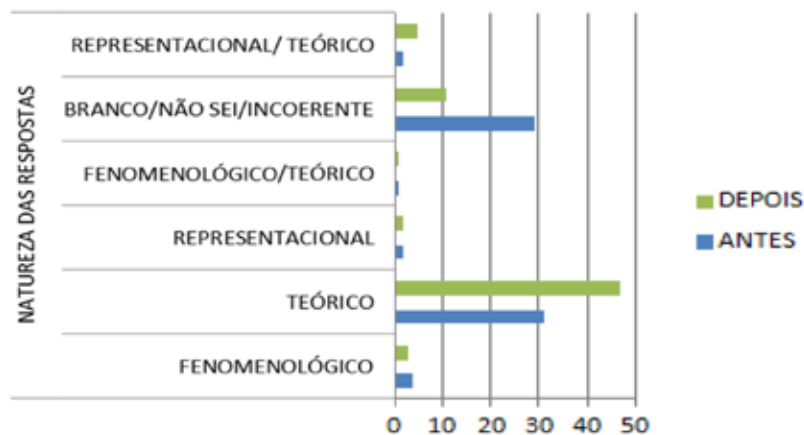


Figura 3: Gráfico de barras com as categorias de análise das respostas obtidas para a Questão 4.

Na definição inicial de bases, o nível fenomenológico aparece em menor quantidade que nas respostas para ácidos, talvez refletindo a maior presença dos ácidos do que das bases na linguagem cotidiana. Nesse caso, nota-se maior presença de definições teóricas, o que significa que a palavra base está mais próxima do contexto científico do que ácido, mais associado ao uso cotidiano (Silva e Amaral, 2014). Algumas das respostas apresentadas pelos alunos são mostradas a seguir:

Aluno 10: ... quando o pH é maior que 7, exemplo a soda cáustica.

Aluno 11: ...qualquer substância que libera única e exclusivamente o OH^- .

Aluno 12: ...Base é adstringente ou seja, prende o sabor, como por exemplo uma banana verde, pode ser considerada uma base.

Aluno 13: ...Libera $[\text{OH}^-]$.

Ao comparar as respostas de dois alunos, antes e após a atividade experimental, podemos observar a mudança na definição das bases, o que indica a apropriação da linguagem científica mais elaborada, em suas formas mais canônicas:

Aluno 14 (antes): Uma substância que sustenta.

Aluno 14 (depois): Solução aquosa que libera OH^- .

Aluno 15 (antes): Solução aquosa que libera hidroxilas íons negativos.

Aluno 15 (depois): Solução aquosa que libera hidroxilas íons negativos OH^- .

A resposta do Aluno 14 anteriormente ao experimento era incoerente e sem sentido, mas se modificou após a atividade experimental, se tornando mais científica ao empregar a expressão simbólica para o íon hidroxila. O Aluno 15 também acrescenta a representação simbólica dos íons hidroxila em sua resposta. Em ambas as respostas chama a atenção o domínio da conceituação de Arrhenius para bases, pois os alunos se referem à solução aquosa em suas definições.

5ª Questão: O que ocorre quando fazemos reagir um ácido e uma base?

Essa pergunta remetia à noção de neutralização, e foi abordada na apresentação antes da realização do experimento. A análise dos dados mostra que houve apropriação conceitual, bem como mudança da linguagem comum para a científica. O gráfico da Figura 4 mostra que a maioria dos alunos opta por uma abordagem teórica em suas respostas após o experimento.

Algumas respostas obtidas antes e depois da ação são apresentadas a seguir:

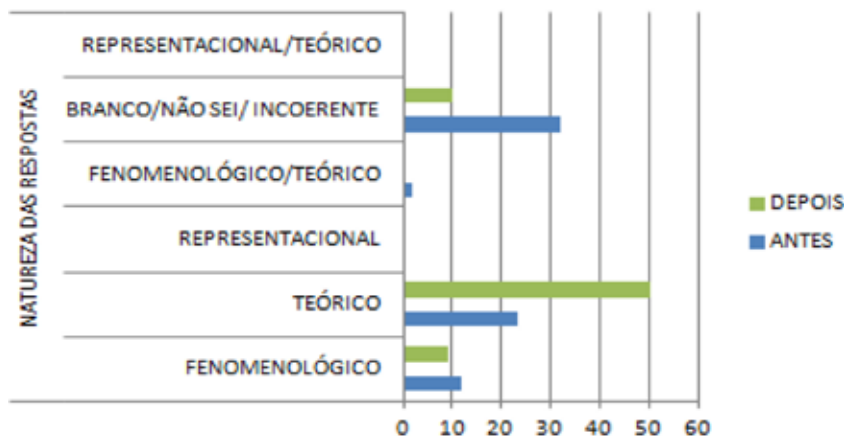


Figura 4: Gráfico de barras com as categorias de análise das respostas obtidas para a Questão 5.

Aluno 14 (antes): Neutralização.

Aluno 14 (depois): Ocorre a neutralização. Eles reagem formando sal e água. O pH é aproximadamente 7 e a cor da solução é um roxo muito claro.

Aluno 15 (antes): Acho que dependendo das quantidades a base pode "neutralizar" o ácido ou vice-versa. Tendo em vista a escala de pH da substância composta.

Aluno 15 (depois): Quando reagimos um ácido e uma base, de acordo com Brønsted-Lowry, um é doador de elétrons [o ácido] e o outro é receptor [base] é originado um sal e água. Como por exemplo reagimos o ácido clorídrico (HCl) e o hidróxido de sódio (NaOH). $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$.

O Aluno 14 indica inicialmente que a reação entre ácido e base resulta em neutralização. Porém, após a atividade, sua resposta apresenta uma definição para a noção de neutralização (reagem formando sal e água, o pH é aproximadamente 7) e ainda acrescenta uma informação baseada na observação visual do experimento, o que remete ao nível fenomenológico (a cor da solução é um roxo muito claro). O Aluno 15 responde inicialmente de forma mais coerente com o conhecimento científico acerca do processo de neutralização que ocorre em uma reação entre um ácido e uma base, indicando saber que a neutralização depende, entre outros fatores, das quantidades dos reagentes que reagem entre si ("acho que dependendo das quantidades a base pode 'neutralizar' o ácido ou vice-versa"), embora atribua o resultado à "escala de pH" da substância formada. Em sua resposta após o experimento, ele utiliza as definições de Brønsted-Lowry para ácidos e bases, indicando que a reação entre eles produz água e sal, representada pelo exemplo da reação entre ácido clorídrico e hidróxido de sódio. Além da dimensão teórica, ele utiliza a dimensão simbólica para completar sua resposta.

As mudanças nas respostas dos alunos nos sugere a aquisição de novas formas de conceitualizar os fenômenos após a realização da atividade experimental, ou novos modos de pensar sobre um determinado conceito, em um processo de reformulação de seu pensamento e de sua linguagem.

As mudanças nas respostas dos alunos nos sugere a aquisição de novas formas de conceitualizar os fenômenos após a realização da atividade experimental, ou novos modos de pensar sobre um determinado conceito, em um processo de reformulação de seu pensamento e de sua linguagem. Isso é particularmente evidenciado pela segunda resposta do Aluno 14, que inclui períodos simples e diversas palavras de conteúdo, exibindo muito maior densidade informativa que sua resposta inicial à pergunta.

6ª Questão: Na sua concepção, a água é um ácido ou uma base? Justifique sua resposta.

A análise das respostas a essa questão foi dividida em duas partes: a primeira verificou somente a classificação apresentada pelos alunos e a segunda parte incluiu a justificativa para a classificação. A Figura 5 apresenta os resultados da primeira parte da análise:

Na análise das justificativas, verificamos a natureza da informação utilizada para explicar o caráter da água. Como apenas uma resposta afirmava ter a água um caráter ácido, sendo as demais neutro ou básico, as categorias foram sem justificativa, justificativa teórica e justificativa fenomenológica para as respostas

apresentadas pelos alunos, conforme se verifica na Figura 6.

Sobre o caráter da molécula da água, nos chama a atenção que, anteriormente ao experimento, muitos alunos responderam que a molécula de água é uma base. Suas principais justificativas estavam fundamentadas na dimensão fenomenológica, visto que muitos não concebem tal molécula possuir um caráter ácido. Exemplos de suas respostas foram:

Aluno 16: base porque não tem odor picante nem sabor acre como o vinagre.

Aluno 17: base porque não é ácido.

Aluno 18: base pois não é uma substância corrosiva.

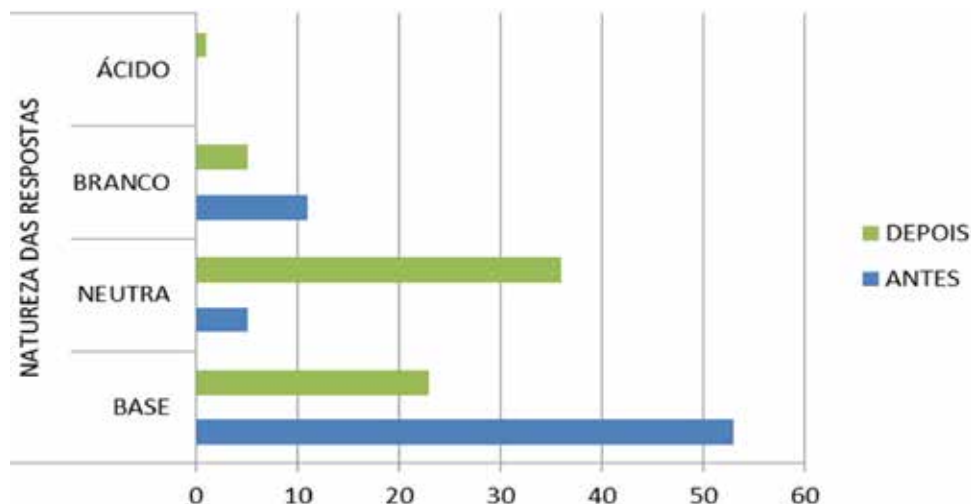


Figura 5: Gráfico de barras com as categorias de análise das respostas obtidas para a Questão 6 parte 1.

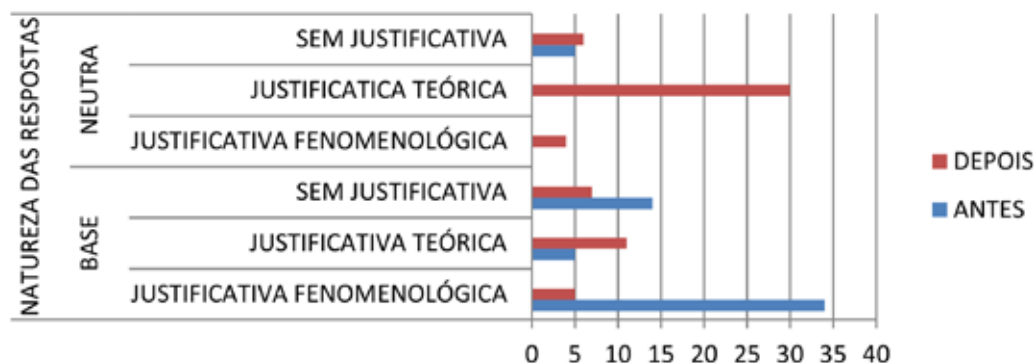


Figura 6: Gráfico de barras com as categorias de análise das respostas obtidas para a Questão 6 parte 2.

Segundo Romine *et al.* (2016), os alunos consideram que os ácidos são “prejudiciais e maléficos, com pH baixo e à medida que aumenta o pH da solução ela assume caráter básico deixando de ser prejudicial” (p. 5). Essa associação dos ácidos com características negativas explica o fato de a maioria dos alunos classificar a molécula de água como base, visto que é inconcebível afirmar que a água é corrosiva ou maléfica.

Após o experimento percebe-se uma mudança quanto ao número de alunos que apresentam uma resposta com justificativa teórica em detrimento da justificativa fenomenológica, embora as respostas que justificam o caráter neutro estejam ligadas à escala de pH. Ao que nos parece, para esses estudantes é essa escala que define o caráter da solução, sem associá-la com a concentração de íons H^+ ou OH^- presentes, o que de fato define a sua natureza. Esse equívoco pode ser justificado pelo fato de o aluno normalmente “aprender sobre o pH como sendo devido à natureza inversa e logarítmica da escala” (Sheppard, 2006). Definições que não são trabalhadas conceitualmente em sala de aula podem conduzir a um entendimento limitado da noção de pH sem associá-la aos aspectos submicroscópicos da matéria. As respostas a seguir são exemplos desta limitação:

Aluno 19: Neutra porque o pH é 7.

Aluno 20: Nem ácido nem base, a água tem pH 7.

Jiménez-Liso e De Manuel Torres (2002) ressaltam a influência dos meios de comunicação na formação desses conceitos errôneos, pois o valor do pH é relacionado com a qualidade benéfica do produto, considerando que os ácidos são prejudiciais para o corpo (pele, dentes, etc.) ou para a roupa, etc. Em nossos dados também observamos concepções de ácidos como prejudiciais, nas quais os alunos destacam o caráter corrosivo dessas substâncias.

Considerações Finais

Neste trabalho focalizamos o uso da linguagem ao redor

dos conceitos de ácidos e bases por estudantes do ensino médio, verificando como essa linguagem se modifica por meio de uma intervenção que envolveu uma atividade experimental. Destacamos que o uso da produção escrita dos alunos como fonte de dados evidencia seu entendimento dos conceitos da forma mais próxima com a que eles normalmente são avaliados (Wright, 2008). Nossa análise, ao considerar a análise semântica das respostas iniciais e finais, demonstrou que muitos estudantes adquiriram uma linguagem mais próxima dos padrões da linguagem científica associada àqueles conceitos. Eles passaram a elaborar definições dos conceitos com o uso de períodos, embora ainda simples, em substituição às respostas curtas, de apenas uma ou duas palavras. Também elevaram o emprego de palavras de conteúdos em suas respostas e o das dimensões teórica e simbólica, diminuindo o uso da dimensão fenomenológica, mais próxima da linguagem cotidiana. Atribuímos essa aquisição aos intercâmbios ocorridos entre os estudantes, durante e após a intervenção, e também à apresentação sobre a atividade experimental desenvolvida, a qual empregou quase exclusivamente a linguagem descontextualizada típica da química.

O conteúdo trabalhado nessa intervenção apresenta uma série de dificuldades e problemas associados com a aprendizagem dos estudantes, devido à sua densidade conceitual. As definições apresentadas a eles pelos livros didáticos e por seus professores variam entre as operacionais e conceituais, além de uma série de conceitos como pH, neutrali-

zação, força de ácidos e bases, indicadores, entre outros, que por vezes misturam os níveis da representação com o teórico, além da presença dos conhecimentos cotidianos associados a esses conceitos, o que contribui para a confusão conceitual dos aprendizes (Sheppard, 2006). Esses problemas são percebidos nas respostas apresentadas pelos estudantes, antes e após a intervenção.

A análise das respostas apresentada nesse trabalho sinaliza para a necessidade de atenção para o processo de aquisição da linguagem no ensino de Química e uma reorientação para

dirimir a confusão conceitual. O exercício da escrita como forma de dar conta da compreensão conceitual pode ser uma boa estratégia didática para enfrentar esse problema.

Nota

¹O antes e o depois que aparecem subscritos à palavra aluno se referem às respostas produzidas no questionário

pré-titulação e no questionário pós-titulação, respectivamente.

Geruza da Silva Nascimento (srtagel@hotmail.com) é licenciada em Química pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Jequié, BA – BR. **Bruno Ferreira dos Santos** (bf-santos@uol.com.br), bacharel e mestre em Química pela Universidade Federal da Bahia, doutor em Ciências Humanas e Sociais pela Universidade Nacional de Quilmes, Argentina, é professor titular do Departamento de Ciências e Tecnologias da UESB, Campus de Jequié, Jequié, BA – BR.

Referências

BERTOTTI, M. Dificuldades conceituais no aprendizado de equilíbrios químicos envolvendo reações ácido-base. *Química Nova*, v. 34, n. 10, p. 1836-1839, 2011.

CHILDS, P. E.; HAYES, S. M. e O'DWYER, A. Chemistry and everyday life: relating secondary school chemistry to the current and future lives of students. In: EILKS, I. e HOFSTEIN, A. (Eds.). *Relevant chemistry education – from theory to practice*. Rotterdam: Sense Publishers, 2015, p. 33-54.

FURIÓ-MÁS, C.; CALATAYUD, M.-L. e BÁRCENAS, S.L. Surveying students' conceptual and procedural knowledge of acid-base behavior of substances. *Journal of Chemical Education*, v. 84, n. 10, p. 1717-1724, 2007.

_____; _____. GUIASOLA, J. e FURIÓ-GÓMEZ, C. How are the concepts and theories of acid-base reactions presented? Chemistry in textbooks and as presented by teachers. *International Journal of Science Education*, v. 27, n. 11, p. 1337-1358, 2005.

HALLIDAY, M. A. K. Towards a language-based theory of learning. *Linguistics and Education*, n. 5, p. 93-116, 1993.

_____. e MATTHIESSEN, M. I. M. *Introduction to functional grammar*. 4thed. New York: Routledge, 2014.

JIMÉNEZ LISO, M. R. e DE MANUEL TORRES, E. La neutralización ácido-base a debate. *Enseñanza de Las Ciencias*, v. 20, n. 3, p. 451-464, 2002.

JOHNSTONE, A. H. Teaching of chemistry – logical or psychological? *Chemical Education Research and Practice*, n. 1, p. 9-15, 2000.

LEMKE, J. L. *Talking science: language, learning and values*. Norwood: Ablex Publishing Co., 1990.

LUNETTA, V. N.; HOFSTEIN, A. e CLOUGH, M. P. Learning and teaching in the school science laboratory: an analysis of research, theory and practice. In: ABELL, S. K. e LEDERMAN, N. G. (Eds.). *Handbook of research on science education*. New York: Routledge, 2008, p. 393-441.

MACHADO, A. H. e MORTIMER, E. F. Química para o ensino médio: fundamentos, pressupostos e o fazer cotidiano. In: MALDANER, O. A. e BASSO, L. (Orgs.). *Fundamentos e propostas de ensino de química para a educação básica*. Ijuí: Editora da Unijuí, 2012, p. 21-41.

MORTIMER, E. F. As chamadas e os cristais revisitados: estabelecendo diálogos entre a linguagem científica e a linguagem cotidiana no ensino de ciências da natureza. In: SANTOS, W. L. P. e MALDANER, O. A. (Orgs.). *Ensino de química em foco*. Ijuí: Editora da Unijuí, 2010, p. 181-207.

_____. e MACHADO, A. H. A proposta curricular de química no estado de Minas Gerais. Fundamentos e pressupostos. *Química Nova*, n. 23, p. 273-283, 2000.

NAKHLEH, M. B.; POLLES, J. e MALINA, E. Learning in a

laboratory environment. In: GILBERT, J. K.; JONG, O.; JUSTI, R.; TREAGUST, D. F. e VAN DRIEL, J. H. (Eds.). *Chemical education: towards research-based practice*. Dordrecht: Kluwer, 2002, p. 69-94.

PAIK, S. H. Understand the relationship among Arrhenius, Brønsted-Lowry and Lewis theories. *Journal of Chemical Education*, v. 92, n. 9, p. 1484-1489, 2015.

PASTRE, I. E.; PLICAS, L. M. A.; TIERA, V. A. O.; CUSTÓDIO, J. L. e AGOSTINHO, S. M. L. Reações ácido-base: conceito, representação e generalização a partir das energias envolvidas nas transformações. *Química Nova*, v. 35, n. 10, p. 2072-2075, 2012.

PUTRA, G. B. S. e TANG, K. S. Supporting scientific report writing in a chemistry classroom. In: YEO, J.; TEO, T. W. e TANG, K. S. (Eds.). *Science education research and practice in Asia-Pacific and beyond*. Singapore: Springer, 2018, p. 53-67.

ROMINE, W. L.; TODD, A. N. e CLARK, T. B. How do undergraduate students conceptualize acid-base chemistry? Measurement of a concept progression. *Science Education*, v. 100, n. 6, p. 1150-1183, 2016.

SHEPPARD, K. High school students' understanding of titrations and related acid-base phenomena. *Chemistry Education Research and Practice*, v. 7, n. 1, p. 32-45, 2006.

SILVA, F. C. V. e AMARAL, E. M. R. Tendências de pesquisa, concepções de estudantes e desenvolvimento histórico do conceito de ácido. In: *Atas do XVII Encontro Nacional de Ensino de Química*. Ouro Preto, MG, 2014. Disponível em http://www.sbbq.org.br/eneq/xvii/anais_xvii_eneq.pdf, acessado em Dezembro 2018.

_____. e _____. Relação entre diferentes concepções de ácidos e as zonas do perfil conceitual de substância. In: *Atas do XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química*. Florianópolis, SC, 2016. Disponível em <http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0116-2.pdf>, acessado em Dezembro 2018.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L. e TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W. L. P. e MALDANER, O. A. (Orgs.). *Ensino de química em foco*. Ijuí: Editora da Unijuí, 2010, p. 231-261.

SILVA, S. M.; EICHLER, M. L.; SALGADO, T. D. M. e DEL PINO, J. C. Concepções alternativas de calouros de química para as teorias ácido-base. In: *Atas do XIV Encontro Nacional de Ensino de Química*. Curitiba, PR, 2008. Disponível em <http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0483-1.pdf>, acessado em Dezembro 2018.

SOUZA, F. M. e ARICÓ, E. M. Mapa cronológico da evolução das definições ácido-base: um potencial material de apoio didático para contextualização histórica no ensino de química. *Educación Química*, v. 28, p. 2-10, 2017.

SOUZA, G. S. M.; SILVA, E. S.; SANTOS, K. N. e SANTOS,

B. F. A pesquisa sobre linguagem e ensino de ciências no Brasil em teses e dissertações (2000-2011). In: GALIETA, T. e GIRALDI, P. M. (Orgs.). *Linguagens e discursos na educação em ciências*. Rio de Janeiro: Multifoco, 2014, p. 34-47.

WARTHA, E. J e REZENDE, D. B. A elaboração conceitual em

química orgânica na perspectiva da semiótica Peirceana. *Ciência & Educação*, v. 21, n. 1, p. 49-64, 2015.

WRIGHT, L. J. Learning by doing: the objectification of knowledge across semiotic modalities in middle school chemistry lab activities. *Linguistics and Education*, v. 19, p. 225-243, 2008.

Abstract: *The Learning of Concepts of Acids and Bases through an Intervention in a Study on the Language.* This article presents an intervention research carried out with students of the second grade of High School. The intervention involved the accomplishment of an acid-base titration and the application of a questionnaire on concepts of acids, bases and neutralization, through which we analyzed the use of scientific language in students' responses. It was observed an increase in the students' answers with conceptual definitions more appropriate to the scientific language after the experiment, and the abandonment of more colloquial language, close to the phenomenological level of the concepts questioned. Taking into account the difficulties and problems in teaching and learning the content of acids and bases in chemistry, we suggest that the exercise of writing as a way of communicating knowledge can help and contribute to students' acquisition of these concepts.

Keywords: writing, acids and bases, language

Compreensões sobre a Cegueira e as Atividades Experimentais no Ensino de Química: Quais as Relações Possíveis?

Renata A. da Silveira e Fábio P. Gonçalves

Ao reconhecer a importância dos experimentos no ensino e na aprendizagem de Química, esta pesquisa analisa as compreensões acerca da cegueira e das atividades experimentais e suas possíveis relações em trabalhos que contemplam a temática atividades experimentais para cego(s) publicados na revista *Química Nova na Escola* (QNEsc) e em edições do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ). A partir da análise textual discursiva, identificaram-se duas compreensões de cegueira: (a) aquela para qual há compensação pela audição e outros sentidos em função dela; e (b) aquela que, ao contrariar a anterior, chama a atenção para o papel das interações entre cegos e videntes e a dimensão social das barreiras impostas aos primeiros. Em parte dos trabalhos que abordam uma ou outra compreensão destacaram-se aquelas inovadoras e problemáticas sobre as atividades experimentais. Neste sentido, não foi possível estabelecer uma relação direta entre os entendimentos acerca da cegueira e dos experimentos no ensino.

► cegos, experimentação, ensino de química ◀

Recebido em 23/08/2018, aceito em 08/01/2019

No Brasil é crescente o número de matrículas na educação básica de estudantes entre 4 e 17 anos com deficiência,¹ transtornos globais do desenvolvimento ou altas habilidades. O Censo Escolar de 2017 (Brasil, 2018) indica o aumento desse número que, de 2013 a 2017, passou de 639.888 para 827.243. Atualmente, 90,9% dos estudantes matriculados estão nas chamadas classes comuns, com implicações expressivas na atuação dos docentes da educação básica. De outra parte, estudos preliminares, como o de Moreira e Carvalho (2014), sugerem relativa parcimônia na interpretação de microdados do Censo Escolar. De acordo com as autoras, há uma descontinuidade de matrículas de estudantes com as especificidades aqui consideradas entre os ensinos fundamental e médio. Esta é uma questão que aponta para a premente discussão relativa não apenas ao acesso de todos os estudantes à educação básica, mas para as condições de permanência.

No âmbito do Ensino de Ciências, pesquisas sobre o público alvo da Educação Especial são reconhecidamente discretas (Camargo *et al.*, 2007), enquanto que, por outro lado, as dificuldades educacionais vivenciadas por esse mesmo público são acentuadas. Por exemplo, em uma investigação acerca das situações de ensino experienciadas por

“deficientes visuais” de um curso de Química, Camargo *et al.* (2007) apontaram que os docentes tendem a desvalorizar a participação desses estudantes em atividades experimentais. Voos e Gonçalves (2015a), por sua vez, analisaram interpretações de estudantes cegos de cursos de Fisioterapia a respeito de mediações associadas ao processo educativo vivenciadas por eles, sobretudo em componentes curriculares de Ciências da Natureza e de Ciências da Saúde. Apoiados em Vygotski (1983), identificaram que a cegueira em si não se constituiu como um obstáculo aos estudantes cegos de Fisioterapia, uma vez que as dificuldades enfrentadas puderam ser caracterizadas mais como barreiras sociais. Em outro trabalho, Voos e Gonçalves (2015b) destacaram a mesma dificuldade no desenvolvimento de atividades experimentais com os referidos estudantes cegos de Fisioterapia.

Em relação às atividades experimentais com a participação de cegos, é preciso reconhecer questões incentivadas na literatura, como a valorização dos conhecimentos discentes, o fomento ao questionamento constante e às dúvidas, a promoção de debates e o incentivo à interação social (Biagini e Gonçalves, 2015). Contudo, mesmo que se reconheçam tais aspectos, a sociedade como um todo, incluindo o ambiente formal de educação, pode incentivar valores e atitudes

indesejáveis no convívio com cegos. Por exemplo, em uma pesquisa, Uliana e Mól (2015) identificaram esses valores e atitudes na docência em Física, Matemática e Química. Nessa mesma direção, Voos e Gonçalves (2015a) apontaram uma possível correlação entre as mediações promovidas no processo educativo e as compreensões relativas à cegueira.

Frente ao cenário exposto, este trabalho teve como objetivo analisar as compreensões acerca da cegueira e das atividades experimentais e suas possíveis relações em trabalhos que contemplam a temática atividades experimentais para cego(s) publicados na revista *Química Nova na Escola* (QNEsc) e em edições do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ).

Interlocução Teórica

Apresenta-se uma discussão que direcionou, em parte, a interpretação das produções textuais examinadas nesta pesquisa. Em primeiro lugar, abordam-se compreensões acerca da cegueira com base, principalmente, em Vygotski (1983). Em seguida, discutem-se ideias voltadas às atividades experimentais no Ensino de Ciências. E como suporte, este estudo se apoia em Biagini (2015), que discute características relevantes às atividades experimentais que envolvem estudantes cego(s) e videntes.

Compreensões sobre a Cegueira

Ao longo do tempo, surgiram diversos entendimentos relacionados à cegueira, os quais podem ser aprofundados a partir da abordagem histórico-cultural apresentada por Vygotski (1983), que propõe três compreensões em relação à cegueira: a mais antiga, denominada visão mística, considera o cego como um ser indefeso e desenvolvido em forças místicas superiores da alma. Em outras palavras, a cegueira é associada, por exemplo, à infelicidade, à invalidez e ao medo, como destacado por Camargo (2005). Apesar de envolver a antiguidade, a Idade Média e uma parte da história moderna, conforme descrito por Camargo (2005), essa compreensão é identificada com certa frequência em lendas, contos e provérbios (Lira e Schlindwein, 2008), o que pode, em alguma medida, contribuir para os resquícios da visão mística identificados por Voos (2013) na sociedade atual.

A partir do avanço ao acesso do cego no meio educativo, surgiu outra compreensão: a biológica ingênua, a qual afirma que, frente à carência de determinado órgão, há uma compensação por outros (Vygotski, 1983). Para tanto, tomam-se como exemplos os rins e os pulmões. No caso da falta de um rim ou de um pulmão, o outro pode compensar uma parte das funções do órgão ausente (Vygotski, 1983).

Atividades desenvolvidas na escola podem ser orientadas pela compreensão biológica ingênua, quando se procura incentivar a participação dos alunos cegos valorizando outros sentidos diferentes da visão, na crença de que o tato, a audição, o olfato e o paladar são mais desenvolvidos nesses estudantes, pelo simples fato de serem cegos. No entanto, de acordo com Vygotski (1983, p. 101, tradução nossa), “não

existe nos cegos um desenvolvimento acentuado das funções do tato e da audição”, o que pode justificar o insucesso de certas atividades “adaptadas” em harmonia com essa compreensão acerca do aluno cego e dos sentidos remanescentes.

De acordo com a visão sociopsicológica, denominada também de período científico – a que possibilitou uma maior compreensão sobre a cegueira –, não existe um desenvolvimento acentuado de outros sentidos remanescentes nos indivíduos cegos. Quando se tem um sentido mais desenvolvido, isso é uma consequência do seu uso (Vygotski, 1983). Além disso, destaca-se o papel das interações sociais, o que pode ser essencial para o enfrentamento de imposições da sociedade (Voos, 2013). É necessário considerar ainda que as interações sociais não sejam de caráter filantrópico e assistencialista, como ressaltam Regiani e Mól (2013).

Voos e Gonçalves (2015a) identificaram, entre estudantes cegos de cursos de graduação em Fisioterapia, compreensões que se aproximam da compensação biológica ingênua e da sociopsicológica, argumentando que ambas podem conviver em um mesmo sujeito cego.

Acredita-se, por isso, que essas compreensões podem orientar processos educativos com estudantes cegos e trazer, por conseguinte, implicações ao ensino e à aprendizagem, as quais, em alguns casos, precisam ser evitadas.

Compreensões sobre Atividades Experimentais

Biagini (2015) aponta a necessidade de superar o desenvolvimento de atividades experimentais que possam se caracterizar pela suposta transmissão e recepção de conhecimentos, marcadas, em geral, pela pura execução de um roteiro experimental com a finalidade de demonstrar/comprovar um conhecimento estudado previamente. Atividades experimentais com essas características têm contribuído minimamente à aprendizagem discente, além de colaborar para que a experimentação se constitua em um problema no Ensino de Ciências.

Nesta direção, Biagini (2015) reconhece como uma característica importante às atividades experimentais, presente em diferentes propostas teórico-metodológicas publicadas na literatura, a valorização do conhecimento prévio dos estudantes, o que corrobora a discussão exposta por outros autores, a exemplo de Schein e Coelho (2006). Ao lado dessa discussão, está aquela voltada à presença do questionamento nas atividades experimentais. Nisso está implícito o reconhecimento do papel da pergunta no processo de apropriação do conhecimento, mesmo que haja diferenças entre as variadas propostas teórico-metodológicas em relação ao incentivo do questionamento (Biagini, 2015).

As interações sociais estabelecidas em diversos momentos das atividades experimentais também precisam ser perseguidas (Biagini, 2015). A literatura defende, como uma possibilidade às interações sociais, o trabalho em pequenos grupos durante os experimentos. Por exemplo, Reigosa Castro e Jiménez Aleixandre (2000) advogam em favor dessa característica, inclusive como uma forma de expressar uma visão de ciência como atividade social. Por outro lado, é

importante considerar, de acordo com Biagini (2015), que propor aos estudantes o trabalho em pequenos grupos durante as atividades experimentais, com a atribuição de uma tarefa comum, pode ser uma condição insuficiente à promoção das almejavéis interações sociais nessas atividades. Assim, a autora, apoiada na literatura, coloca a necessidade de se tomar o trabalho em grupo como um objeto de ensino.

Além disso, Biagini (2015) considera que um dos objetivos frequentemente atribuídos às atividades experimentais é motivar os estudantes. No entanto, não é consenso na literatura que estas devam ser motivadoras (Hodson, 1994). A atribuição desse objetivo pode, inclusive, implicar em um obstáculo à aprendizagem, quando se limita ao belo, sem refletir sobre o fenômeno em si (Biagini, 2015). Gonçalves e Marques (2012) acrescentam que a motivação se constitui em um fenômeno complexo no âmbito educativo e que não precisa ser reduzida à discussão acerca das atividades experimentais. Fundamentados na literatura, os autores expõem que a psicologia contemporânea, ao tratar do comportamento, reconhece a dificuldade de elucidar a influência de fatores externos ou internos oriundos desse comportamento.

Ademais, a realização de atividades experimentais vem sendo incentivada a partir do que se denomina de princípios ético-ambientais. Segundo Gonçalves e Marques (2012), esses princípios estão relacionados a atitudes que contribuem com o respeito ao meio ambiente e à integridade física dos estudantes. Além disso, documentos oficiais de orientação curricular (Brasil, 2002; 2006) recomendam a exploração de questões ambientais nos processos de ensino e aprendizagem, sabendo que as ações humanas podem favorecer diferentes impactos. Desta forma, valorizam-se características almejavéis nas atividades experimentais, como o respeito à integridade física – algo já estabelecido por lei (Brasil, 1990) – e a preocupação com questões ambientais.

Em síntese, se a literatura aponta que é preciso superar o senso comum pedagógico que compreende essas atividades como incondicionalmente motivadoras, sinaliza também considerações importantes para que sejam incorporados, nos experimentos propostos, a valorização do conhecimento dos estudantes e o respeito ao meio ambiente e à integridade física deles.

Caminhos Metodológicos

Para uma análise dos trabalhos voltados à participação de estudantes cegos em atividades experimentais, consultaram-se os artigos do periódico *Química Nova na Escola* (QNEsc) on-line, relativos ao período de 2010 até 2017, e as publicações (trabalhos completos e resumos) nos Anais do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), referentes aos anos de 2010, 2012, 2014 e 2016. Esse período de análise se justifica pelo fato de, nos últimos anos, terem se intensificado as políticas na área de Educação Especial no Brasil (Brasil, 2010a; 2010b). A consulta aos Anais foi realizada conforme os seguintes descritores: cego, cegueira, deficiente visual, deficiência visual e baixa visão. Na *Química Nova na Escola*,

a busca foi realizada através do sítio da revista, mediante a adoção dos mesmos descritores.

As publicações foram selecionadas primeiramente pela leitura do título, resumo e palavras-chave. Ao total, foram identificados 17 trabalhos caracterizados por códigos alfanuméricos: A1, A2, A3... An para os artigos; TC1, TC2, TC3... TCn para os trabalhos completos; e R1, R2, R3... Rn para os resumos. No caso de um estudo, intitulado “Formação docente em química a partir da experimentação: estudos sobre o uso de tecnologia assistiva para deficientes visuais”, não foi possível analisá-lo, devido à indisponibilidade. Todos os trabalhos localizados foram submetidos à leitura na íntegra.

No Quadro 1, apresenta-se a distribuição temporal das publicações por veículo e a divisão de acordo com a classificação. Nota-se que a maioria está concentrada nos últimos quatro anos.

Quadro 1: Distribuição temporal de artigos (A), trabalhos completos (TC) e resumos (R). Fonte: os autores

Ano	QNEsc	ENEQ		Total
	Artigo	Trabalho completo	Resumo	
2010	–	1	1	2
2011	–	–	–	–
2012	–	1	1	2
2013	1	–	–	1
2014	–	1	2	3
2015	1	–	–	1
2016	–	3	3	6
2017	2	–	–	2
Total	4	6	7	17

Já no Quadro 2 apresentam-se as referências e os respectivos códigos utilizados na análise das publicações, que se constituem como contribuições na área de Ensino de Química.

Para o exame dos trabalhos selecionados, adotaram-se os procedimentos da análise textual discursiva (ATD), que:

Pode ser compreendida como um processo auto-organizado de construção de compreensão em que novos entendimentos emergem de uma sequência recursiva de três componentes: desconstrução dos textos do corpus, a unitarização; estabelecimento de relações entre os elementos unitários, a categorização; o captar do novo emergente em que a nova compreensão é comunicada e validada (Moraes, 2003, p. 192).

Utilizaram-se categorias *a priori* e emergentes. Segundo Moraes (2003, p. 198), as categorias *a priori* “correspondem a construções que o pesquisador elabora antes de realizar

Referência dos artigos	Códigos
GONÇALVES, F. P.; REGIANI, A. M.; AURAS, S. R.; SILVEIRA, T. S.; COELHO, J. C. e HOBMEIR, A. K. T. A educação inclusiva na formação de professores e no ensino de química: a deficiência visual em debate. <i>Química Nova na Escola</i> , v. 35, n. 4, p. 264-271, 2013.	A1
SILVA, R.; PIRES, M. J. R.; AZEVEDO, C. M. N.; FERRARO, C. S. e THOMAZ, E. Kit experimental para análise de CO ₂ visando à inclusão de deficientes visuais. <i>Química Nova na Escola</i> , v. 37, n. 1, p. 4-10, 2015.	A2
FERNANDES, T. C.; HUSSEIN, F. G. S. e DOMINGUES, R. C. P. R. Ensino de química para deficientes visuais: a importância da experimentação num enfoque multissensorial. <i>Química Nova na Escola</i> , v. 39, n. 2, p. 195-203, 2017.	A3
BENITE, C. R. M.; BENITE, A. M. C.; BONOMO, F. A. F.; VARGAS, G. N.; ARAÚJO, R. J. S. e ALVES, D. R. A experimentação no ensino de química para deficientes visuais com o uso de tecnologia assistiva: o termômetro vocalizado. <i>Química Nova na Escola</i> , v. 39, n. 3, p. 245-249, 2017.	A4
Referência dos trabalhos completos	
NUNES, B. C.; DUARTE, C. B.; PADIM, D. F.; MELO, I. C.; ALMEIDA, J. L. e TEIXEIRA JÚNIOR, J. G. Propostas de atividades experimentais elaboradas por futuros professores de química para alunos com deficiência visual. In: <i>Anais do XV Encontro Nacional de Ensino de Química</i> . Brasília, DF, 2010.	TC1
BELTRAMIN, F. S. e GOIS, J. Materiais didáticos para alunos cegos e surdos no ensino de química. In: <i>Anais do XVI Encontro Nacional de Ensino de Química</i> . Salvador, BA, 2012.	TC2
VITORIANO, F. A.; RIZZATTI, I. M.; PESSOA, R. C. e TELES, V. L. G. Construção de um termômetro acessível aos deficientes visuais para uso em aulas experimentais. In: <i>Anais do XVII Encontro Nacional de Ensino de Química</i> . Ouro Preto, MG, 2014.	TC3
GONÇALVES, F. P.; REGIANI, A. M. e FURTADO, S. B. Experimentação no ensino de química com cegos: uma pesquisa na formação inicial dos professores. In: <i>Anais do XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química</i> . Florianópolis, SC, 2016.	TC4
OLIVEIRA JÚNIOR, M. A.; MOTTA, L. C. e COMARÚ, M. W. Investigação sobre ensino de cromatografia para alunos com deficiência visual: perspectivas de professores e proposta de atividade didática. In: <i>Anais do XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química</i> . Florianópolis, SC, 2016.	TC5
RAMIN, L. Z. e LORENZETTI, L. A experimentação no ensino de química como uma ferramenta para a inclusão social. In: <i>Anais do XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química</i> . Florianópolis, SC, 2016.	TC6
Referência dos resumos	
PEREIRA, S. L. P. O. e SILVA, J. L. P. B. A aprendizagem química para alunos que apresentam deficiência visual. In: <i>Anais do XV Encontro Nacional de Ensino de Química</i> . Brasília, DF, 2010.	R1
LEITE, R. F. L.; SILVA, F. B.; ARANDA, L. Z.; STANZANI, E. L.; ARAMBUL, D. B.; BROIETTI, F. C. D. e MARTORANO, S. A. A. Uso de analogias para ensino contextualizado de soluções para alunos de inclusão social da rede básica de educação. In: <i>Anais do XVI Encontro Nacional de Ensino de Química</i> . Salvador, BA, 2012.	R2
FERREIRA, J. E. V. e MORAES, M. D. O ensino das propriedades coligativas para um aluno deficiente visual. In: <i>Anais do XVII Encontro Nacional de Ensino de Química</i> . Ouro Preto, MG, 2014.	R3
LONGHIN, S. R. e ALEM, R. L. Inclusão social: equipamento facilitador para o estudo de substâncias iônicas e moleculares. In: <i>Anais do XVII Encontro Nacional de Ensino de Química</i> . Ouro Preto, MG, 2014.	R4
PEDRO, C. C. S.; SILVA FILHO, L. C. R.; NOGUEIRA FILHO, E.; VILELA, G. V. M. A. Acessibilidade e experimentação química: simulação de inclusão de portadores de necessidade educacional específica (visual). In: <i>Anais do XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química</i> . Florianópolis, SC, 2016.	R5
SOUZA, N. C. e TEIXEIRA JÚNIOR, J. G. A proposição de atividade experimental inclusiva sobre o conteúdo de termoquímica – uma experiência na formação inicial docente. In: <i>Anais do XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química</i> . Florianópolis, SC, 2016.	R6
BENITE, C. R. M.; BENITE, A. M. C.; VARGAS, G. N. RODOVALHO, F. M.; ARAÚJO, R. J. S. e ALVES, D. R. Tecnologia assistiva: design do termômetro vocalizado para a experimentação no ensino de química numa perspectiva inclusiva. In: <i>Anais do XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química</i> . Florianópolis, SC, 2016.	R7

a análise propriamente dita dos dados. Provêm das teorias em que fundamenta o trabalho e são obtidas por métodos dedutivos”.

Ressalta-se também que não consta qualquer análise de natureza quantitativa, já que não indica uma preocupação da ATD.

Análise das Informações Qualitativas

A análise das informações qualitativas foi dividida em dois conjuntos: (a) a compreensão sobre a cegueira a partir das categorias *a priori*; e (b) as compreensões acerca das atividades experimentais subdivididas em categorias

a priori – as ideias iniciais dos discentes nas atividades experimentais com estudantes cegos; caráter motivador de atividades experimentais realizadas com estudantes cegos; e a experimentação entremeada por princípios ético-ambientais – e emergentes.

Compreensões sobre a Cegueira

Parte dos trabalhos analisados expressa compreensões de cegueira que se enquadram ou se aproximam daquelas expostas preliminarmente, com base nas definições de Vygotski (1983). Não foi possível identificar compreensões que pudessem ser categorizadas na visão mística, embora Voos e Gonçalves (2015a) apontem que, nos dias atuais, as pessoas ainda apresentam ideias que se aproximam dessa visão. Contudo, em trabalhos acadêmicos, admite-se a superação dessas ideias.

Compreensão Biológica Ingênua

Identificaram-se compreensões em sintonia com a ideia de que a ausência da visão é compensada pelo funcionamento de outros órgãos, devendo ser contemplada no desenvolvimento de atividades experimentais. Isso consta, de forma explícita, em um trabalho completo:

[...] já que ao apresentarem deficiência em um dos órgãos dos sentidos, desenvolvem melhor os outros. (TC2)

Essa compreensão pode ter como implicação a elaboração de atividades experimentais acessíveis, por exemplo, pelo tato, partindo da suposição que somente a acessibilidade representa uma condição necessária para a aprendizagem dos estudantes cegos. Vygotski (1983) chama a atenção para o fato de que as pesquisas mostram que os cegos não têm o desenvolvimento acentuado do tato e da audição por se constituírem cegos. Ao discutir a compreensão biológica ingênua, o autor sinaliza a reestruturação da atividade psíquica. Deste modo, indiretamente, coloca em xeque compreensões que, em alguma medida, associam pessoas cegas a videntes de olhos vendados, por exemplo. Essas compreensões também permearam os seguintes trabalhos:

[...] alunos videntes auxiliavam os alunos vendados [...]. (R5)

Durante a simulação da aula, em cada grupo havia pelo menos um licenciando com os olhos vendados, buscando participar do experimento usando outros sentidos [...]. (R6)

De acordo com a definição de Vygotski (1983, p. 99, tradução nossa) sobre a cegueira, “não se tem apenas a falta

de visão, mas também uma reestruturação profunda de todas as forças do organismo e da personalidade”. E prossegue, argumentando que “o cego não vê o mundo igual a um vidente de olhos fechados” (Vygotski, 1983, p. 104, tradução nossa).

Convém registrar que, entre as publicações, uma delas reconheceu, de forma explícita, as limitações da compreensão biológica ingênua:

Não existe uma compensação automática da agudeza auditiva causada pela perda da visão. (TC1)

Isso pode ser um indicativo de que existem grupos de pesquisa que têm se aproximado, consistentemente, de discussões pertinentes ao campo da Educação Especial.

De maneira geral, reconhece-se o caráter problemático de atividades experimentais pautadas na compreensão biológica ingênua. Além disso, é preciso destacar que tal compreensão, em certo sentido, pode limitar a participação e o desenvolvimento do estudante cego no processo de ensino e aprendizagem por meio dessas atividades, visto que, muitas vezes, restringem-se à valorização da “manipulação” dos recursos em detrimento das imperativas interações sociais.

[...] reconhece-se o caráter problemático de atividades experimentais pautadas na compreensão biológica ingênua. Além disso, é preciso destacar que tal compreensão, em certo sentido, pode limitar a participação e o desenvolvimento do estudante cego no processo de ensino e aprendizagem por meio dessas atividades, visto que, muitas vezes, restringem-se à valorização da “manipulação” dos recursos em detrimento das imperativas interações sociais.

Compreensão Sociopsicológica

Outras publicações expressaram entendimentos que se aproximam da compreensão sociopsicológica, conforme os exemplos:

[...] as adaptações apresentadas na atividade experimental foram realizadas com a finalidade de proporcionar, mediante a linguagem, a interação do estudante cego com os sujeitos videntes e com o conhecimento. O trabalho em pequenos grupos como estratégia se mostrou uma ferramenta profícua na socialização e aprendizagem discentes para além de conteúdos conceituais e procedimentais, pois se identificou entre os alunos atitudes de cooperação [...]. (A1)

Mesmo assim observaram que se sentiram bem quando estavam fazendo atividades em grupos misturados de ADV [aluno deficiente visual] e vidente, pois puderam interagir mais e trocar experiências com seus colegas. (A3)

[...] nas atividades experimentais que envolvem estudantes cegos se fazem necessárias transformações que estão para além daquelas que favorecem a manipulação [...]. Acrescenta-se que esse é um dos aspectos que autores [...] chamam a atenção, ao destacarem o caráter imperativo das interações entre estudantes cegos e videntes com o professor. (TC4)

relacionados ao cotidiano dos alunos. (TC3)

A discussão a respeito das atividades experimentais nos trabalhos representados pelos fragmentos acima valoriza outros sentidos diferentes da visão. Ademais, as interações sociais contribuem para a atuação não apenas do cego no processo educativo, mas também de videntes, assim como destacam Fatareli *et al.* (2010), que argumentam que os discentes trabalham em pequenos grupos mediante uma perspectiva cooperativa.

Por outro lado, Biagini (2015) destaca que a interação entre estudantes videntes e cego(s), em atividades experimentais, pode se caracterizar por certas dificuldades, mesmo quando se lhes atribuem papéis.

Entende-se que a relação entre os discentes contribui para a aprendizagem de todos, desde que sejam reconhecidas suas características e fornecidas as condições para que os estudantes possam interagir, como especificado em TC4. Além disso, as interações sociais colaboram para a construção de atitudes e valores que vão além dos conteúdos conceituais e procedimentais (Biagini e Gonçalves, 2015).

De forma geral, a compreensão sociopsicológica pode influenciar não apenas a aprendizagem de cegos e videntes, mas também as relações estabelecidas entre os pares e o desenvolvimento da experiência sociocultural (Raposo e Mól, 2010). Assim, advoga-se em favor da necessidade de superar a compreensão biológica ingênua, anteriormente descrita.

Compreensões Acerca das Atividades Experimentais

Na sequência, apresentam-se as categorias *a priori* e emergentes vinculadas às compreensões acerca das atividades experimentais. Reitera-se que foram organizadas, principalmente, segundo os postulados de Biagini (2015), que elencou características relevantes a essas atividades, as quais podem ser consideradas em propostas de experimentos envolvendo estudantes cegos. As três primeiras categorias se caracterizam como *a priori*, enquanto que as demais são emergentes.

As Ideias Iniciais dos Discentes nas Atividades Experimentais com Estudantes Cegos

Nesta categoria, considera-se o incentivo à explicitação dos conhecimentos iniciais dos alunos, identificado nos fragmentos abaixo:

A presença dessa pergunta, durante o experimento, tem a finalidade de favorecer o diálogo do professor com o conhecimento inicial dos alunos e incentivá-los a refletir sobre o que estão fazendo e o porquê de tal procedimento, de modo a superar a ideia da experimentação como uma receita de bolo a ser seguida. (A1)

Acredita-se que as atividades experimentais aliadas ao uso das tecnologias podem ser utilizadas como possibilidade de questionamentos e explicitação do conhecimento dos alunos, aqui em especial os com deficiência visual, desde que realizados de forma criativa, através de atividades e resolução de problemas

Interpreta-se que há uma valorização, em parte das publicações, da explicitação das ideias iniciais dos estudantes. Aliada a ela, encontra-se outra relativa ao diálogo sobre os conhecimentos prévios, no intuito de entender possíveis limitações do conhecimento que os estudantes trazem consigo a respeito de determinadas situações (Gonçalves e Marques, 2011). A experimentação pode contribuir para a valorização da curiosidade, fazendo com que os estudantes reflitam acerca do que estão fazendo. Com isso, reconhece-se, explicitamente, a não neutralidade das interações entre o sujeito e o objeto do conhecimento (Gonçalves e Marques, 2011).

Por outro lado, faz-se necessário registrar que há, entre os trabalhos, a ideia de “comprovação” da teoria, que às vezes pode se contrapor à valorização dos conhecimentos iniciais dos alunos:

Então, como ensinar conteúdos químicos a deficientes visuais permitindo a esse educando comprovar a aprendizagem a partir da experimentação do fenômeno? (R1)

Assim como é preciso realizar escolhas acerca dos conteúdos abordados no processo educativo, é preciso também realizá-las quanto às formas de abordagem dos conteúdos. Conforme comentam Gonçalves e Marques (2011), a valorização dos conhecimentos iniciais pode ter como decorrência a superação do caráter meramente ilustrativo dos postulados teóricos por meio das atividades experimentais.

Em suma, entende-se que a valorização dos conhecimentos iniciais dos discentes, incentivando o diálogo entre eles e o conhecimento sistematizado, pode contribuir ao processo de ensino e aprendizagem. Porém, é necessário “problematizar”, na formação docente, os experimentos que se aproximam da ideia de uma suposta comprovação da teoria.

Caráter Motivador de Atividades Experimentais Realizadas com Estudantes Cegos

Nesta categoria, considera-se a compreensão arraigada ao caráter incondicionalmente motivador atribuído às atividades experimentais. Seguem exemplos de como aparece nas publicações:

É discutido e reconhecido por muitos pesquisadores que as práticas laboratoriais motivam e estimulam o interesse dos alunos [...]. (A3)

No caso do cego, há a necessidade de motivação junto com o uso de recursos didáticos para suprir as lacunas de informação que a visão nos possibilita. (TC2)

A aula experimental é de suma importância para o ensino de Química, por despertar o interesse entre os alunos, em função de seu caráter motivador, lúdico, fundamentalmente vinculado aos sentidos. (R6)

Conforme abordado, as atividades experimentais, entendidas como promotoras incondicionais da motivação discente, indicam uma compreensão problemática. Em TC2, identifica-se a valorização da motivação, mas especialmente para o estudante cego, algo suscetível de ser questionado.

Mesmo oferecendo condições de interpretação para todos os estudantes, e mesmo reconhecendo as habilidades perceptivas, como a habilidade tátil, por exemplo, nem sempre é possível proporcionar sensações agradáveis por meio dos experimentos (Biagini, 2015). Além disso, outros fatores podem contribuir para o descontentamento dos cegos durante uma atividade experimental, o que não é uma consequência direta de sua cegueira, como será aprofundado.

Em síntese, o caráter incondicionalmente motivador atribuído às atividades experimentais é uma opção que pode caracterizar-se por obstáculos à construção de conhecimentos (Biagini, 2015). Pautadas nesse objetivo, elas precisam ser “problematizadas”, visto que, muitas vezes, são orientadas por um senso comum pedagógico (Gonçalves, 2009).

A Experimentação Entremeada por Princípios Ético-Ambientais

Identificaram-se compreensões que remetem aos chamados princípios ético-ambientais nas atividades experimentais. Seguem exemplos:

[...] propondo atividades que contribuam para a sustentabilidade da biodiversidade e dos ecossistemas naturais, planejando e agindo de forma a minimizar a geração e emissão de poluentes, ao meio ambiente, por meio do tratamento e/ou o melhor aproveitamento dos materiais e seus resíduos. (A2)

[...] informar como poderá ser realizado o descarte dos resíduos gerados, e precaver sobre o modo mais adequado para cheirar soluções e sobre a irritação que o suco de cebola pode causar. (TC4)

No fragmento de A2, explora-se a questão ético-ambiental, que é imperativa às atividades experimentais, uma vez que sua promoção colabora com o desenvolvimento de atitudes e valores, e não somente com a aprendizagem de conteúdos conceituais e procedimentais (Gonçalves e Marques, 2012; Gonçalves, 2014).

Apesar de ser mais pontual, em TC4 destacam-se questões ético-ambientais em diferentes momentos da aula. Neste sentido, concorda-se com Malacarne *et al.* (2011) sobre as contribuições da ética em diálogo com as atividades relativas ao ensino e à aprendizagem de conhecimentos científicos.

Por fim, cabe destacar que essas discussões foram mais incipientes nos trabalhos analisados, o que precisa ser objeto de reflexão, visto que podem contribuir com atitudes e valores.

A Exploração de Diferentes Sentidos em Atividades Experimentais com Estudantes Cegos

Esta categoria emergente diz respeito à realização e ao planejamento das atividades experimentais que valorizam

sentidos diferentes da visão. A exploração desses outros sentidos pode ser identificada nos fragmentos a seguir:

Em seguida, foi sugerido que os alunos tomassem um pouco de água – para limpar o paladar – e repetissem os procedimentos para as próximas substâncias [sic]: leite de magnésia, vinagre e fermento em pó – todos diluídos em água. (TC1)

Para o aluno (A1) lhe foi questionado se em sua percepção havia alguma diferença de sabor. Sua resposta na simplicidade do saber popular foi: “o primeiro está mais docinho, e outro esta mais ‘aguado’ [sic], mas estão gostosos”. (R2)

Embora não se considere, nos experimentos presentes nos trabalhos citados, que a integridade física dos alunos tenha sido colocada em risco, é importante atentar para os cuidados que alunos devem ter ao fazer uso, por exemplo, do paladar e do tato. O desrespeito quanto à integridade física do aluno, que muitas vezes pode ser menor de idade, confere desacordo com o Estatuto da Criança e do Adolescente (Brasil, 1990). Cabe destacar, igualmente, a necessidade de planejar atividades experimentais que assegurem a integridade física dos alunos, sejam eles cegos ou videntes.

Para o caso de uma pessoa cega, conclui-se que ela tem a possibilidade de organizar seu pensamento, desde que sejam fornecidas condições adequadas para isso. Sendo assim, aulas de caráter multissensorial podem contribuir satisfatoriamente, dependendo da especificidade do discente cego, como descrito nos fragmentos abaixo:

[...] inserindo no DVD a autodescrição do experimento, importante para o entendimento do cego [...]. (A2)

[...], pois buscou reconhecer que a visão não pode ser utilizada, como pré-requisito para o conhecimento dos fenômenos químicos. (R6)

[...] defendemos a necessidade de vencer a barreira do ver para aprender. (A4)

Acredita-se que esses trabalhos superaram mais explicitamente o senso comum atribuído à condição de “ver” para “conhecer”, explorada na próxima categoria.

Ressalta-se a importância do caráter multissensorial das atividades experimentais em consonância com o respeito à integridade física dos discentes. Entende-se que durante essas atividades é preciso estabelecer relações de colaboração recíproca, além de reconhecer as especificidades dos alunos, de forma a superar obstáculos no processo educativo.

A Construção do Conhecimento nas Atividades Experimentais e a Submissão à Visão

Explora-se aqui o senso comum que atribui à condição de “ver” o “conhecer”. Neste sentido, práticas sociais cotidianas estão fortemente associadas ao desempenho perfeito da visão (Camargo, 2005). Parte dos trabalhos apresenta

tacitamente essa compreensão, isto é, do “conhecer” como dependência do “ver”:

No caso dos cegos, há uma grande barreira porque a Química é uma área de conhecimento que depende de visualização, tanto dos fenômenos em nível macroscópico quanto das representações [...]. (TC2)

No fragmento, identifica-se uma compreensão que pode ter implicações no processo de ensino e aprendizagem de Química, pois atribui ao cego os problemas relativos à apropriação dos conhecimentos dessa ciência.

Em uma sociedade formada majoritariamente por pessoas videntes, essa relação entre “ver” e “conhecer” é colocada, frequentemente, como condição uma da outra (Camargo, 2005). E essa compreensão pode ser encontrada também, de forma tácita, em outros trabalhos:

Em todos os experimentos, os alunos sentiam a variação de temperatura usando as mãos e, em seguida, mediam a temperatura usando um termômetro [...] sugeria aos alunos videntes que usassem o termômetro e informassem aos alunos não videntes o valor obtido. (R6)

A necessidade da visão parece implicar em um entendimento que atribui ao estudante cego uma condição de forte dependência em relação aos videntes, algo que precisa ser questionado. Conforme realçado no trabalho de Camargo (2000), os alunos cegos também adquirem conhecimentos a partir de suas vivências. Diante da realidade e das condições que o docente dispõe, mostra-se indispensável o incentivo do trabalho colaborativo com interações sociais entre os discentes, as quais, promovidas pelo grupo, devem contribuir para a apropriação dos conhecimentos estudados, respeitando as limitações de cada discente e potencializando-os ao mesmo tempo, no intuito de incentivar atitudes e valores como o respeito, a solidariedade e a cooperação (Biagini, 2015).

Diante disso, destaca-se a necessidade de planejar e desenvolver atividades experimentais que considerem a multissensorialidade. Isso pode ser um modo de fomentar a participação de todos os estudantes, independentemente de ser cego ou vidente. Além disso, é possível contribuir com a formação de uma sociedade que vise atender às especificidades de todos, e não apenas privilegiar alguns, em detrimentos de outros.

Barreira Social nas Atividades Experimentais para a Participação

Quím. nova esc. – São Paulo-SP, BR.

do Cego

Muitas vezes, pode-se pensar, de maneira equivocada, que devido à cegueira há o comprometimento de todo o desenvolvimento mental, educacional, social e ocupacional do sujeito (Camargo, 2000). Para Camargo (2000), em sintonia com as ideias de Vygotski (1983), o meio social é que pode ser uma barreira, quando exige, por exemplo, a necessidade da visão para que os cegos se relacionem com os demais estudantes – o que se articula, pelo menos em parte, com a categoria anterior. Sendo assim, a ausência de relações sociais adequadas representa uma barreira aos indivíduos (Camargo, 2000).

Nesse viés, identificaram-se procedimentos que coadunam com o cenário exposto:

[...] foi preparado para o aluno (A1), suco com duas concentrações diferentes e os demais alunos preparam suas próprias “soluções” de suco conforme lhes foi proposto em paralelo. (R2)

A classe em que a pesquisa foi aplicada era, segundo os professores e as observações nas filmagens, extremamente agitada. Segundo a equipe pedagógica da escola, foi formado um grupo com mais dificuldades de aprendizagem para ficar junto com os ADV [alunos deficientes visuais], para que o ritmo nas aulas fosse reduzido em relação às demais turmas. (A3)

Nos fragmentos, interpreta-se que, por causa da cegueira, o aluno é submetido à condição de dependência unidirecional

das pessoas que o cercam, o que pode influenciar em seu desenvolvimento (Camargo, 2000). Especificamente no artigo A3, devido à cegueira, os discentes cegos foram agrupados com alunos previamente classificados com maior “dificuldade de aprendizagem”, como se o fato de ser cego atribuisse “dificuldade de aprendizagem”. Em outras palavras, entende-se que o “desconhecimento” de especificidades e características de um cego pode justificar a “deficiência” na perspectiva social (Silva *et al.*, 2015).

Em síntese, constata-se que o meio social pode se constituir em uma barreira quando, por

exemplo, estabelece relações de dependência exageradas entre estudantes cegos e videntes. Desta forma, apontam-se indícios de que é necessário “problematizar” e incentivar, na formação de professores, o desenvolvimento das relações sociais entre os estudantes cegos e videntes, visto que podem influenciar, de maneira significativa, o desenvolvimento

A necessidade da visão parece implicar em um entendimento que atribui ao estudante cego uma condição de forte dependência em relação aos videntes, algo que precisa ser questionado. Conforme realçado no trabalho de Camargo (2000), os alunos cegos também adquirem conhecimentos a partir de suas vivências. Diante da realidade e das condições que o docente dispõe, mostra-se indispensável o incentivo do trabalho colaborativo com interações sociais entre os discentes, as quais, promovidas pelo grupo, devem contribuir para a apropriação dos conhecimentos estudados, respeitando as limitações de cada discente e potencializando-os ao mesmo tempo, no intuito de incentivar atitudes e valores como o respeito, a solidariedade e a cooperação (Biagini, 2015).

dos envolvidos e as aprendizagens por meio das atividades experimentais.

Considerações Finais

Depreende-se, da análise realizada, que as publicações estão permeadas por compreensões sobre a cegueira, as quais se aproximam daquelas classificadas por Vygotski (1983) como biológica ingênua e sociopsicológica, sendo esta última a que apresentou maior destaque. Além disso, não foi possível identificar indícios sobre a visão mística, o que reforça o entendimento de que os trabalhos analisados se constituem em contribuições importantes para o Ensino de Química.

Em parte daqueles que se aproximam da compreensão biológica ingênua, foi possível identificar compreensões mais criticadas acerca das atividades experimentais que valorizam o caráter incondicionalmente motivador das atividades experimentais e a submissão do processo de apropriação do conhecimento ao sentido da visão, caso de TC2, R5 e R6. No entanto, R6 expressou também, em certo momento, uma compreensão relacionada à superação de “ver” para “conhecer”.

Já no caso de A1, A3 e TC4, voltados à compreensão sociopsicológica, constatou-se que se aprofundam em objetivos que buscam proporcionar valores e atitudes relacionados aos princípios ético-ambientais e que incentivam a explicitação das ideias iniciais dos discentes. Apesar disso, identificou-se uma compreensão mais problemática acerca das atividades experimentais em A3, que também valoriza o caráter motivador nos experimentos.

Em parte das publicações não foi possível encontrar elementos suficientes para identificar compreensões sobre a cegueira de acordo com Vygotski (1983), caso de R2 e TC3. Por outro lado, em ambos os casos, encontram-se indicativos da valorização das ideias iniciais dos estudantes. Todavia, em R2, há indícios de barreiras sociais no desenvolvimento

das atividades experimentais.

Desta forma, não foi possível, na interlocução com os trabalhos, estabelecer uma relação direta entre as compreensões sobre a cegueira e as atividades experimentais. Ou seja, não se pode afirmar que as compreensões mais criticadas concernentes à cegueira, como a biológica ingênua, estejam relacionadas, obrigatoriamente, àquelas criticadas na literatura em Didática das Ciências acerca dos experimentos.

Em suma, nas publicações coexistem compreensões biológicas ingênuas ao lado de problemáticas e mais inovadoras sobre as atividades experimentais, assim como compreensões sociopsicológicas da cegueira ao lado de problemáticas e mais inovadoras sobre as atividades experimentais. De forma geral, aponta-se a necessidade de superar ideias relacionadas à compreensão biológica ingênua, assim como compreensões problemáticas a respeito das atividades experimentais. O que, obviamente, não desmerece o avanço proporcionado pelos trabalhos aqui analisados em relação a uma temática pouco estudada.

Nota

¹Neste artigo, o termo deficiência – e suas variantes – será utilizado apenas quando sua substituição não for possível – casos em que a ideia original dos trabalhos citados seria alterada. Entende-se que se trata de um termo polissêmico, que pode ser acompanhado de sentidos pejorativos e que, por isso, evitou-se utilizá-lo.

Renata Aragão da Silveira (reeharagao@hotmail.com) é licenciada em Química pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e estudante de mestrado no Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT) da UFSC. Florianópolis, SC – BR. **Fábio Peres Gonçalves** (fabio.pg@ufsc.br) é licenciado em Química pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG), mestre e doutor pelo PPGECT da UFSC e docente do Departamento de Química e do PPGECT da UFSC. Florianópolis, SC – BR.

Referências

BIAGINI, B. *Atividades experimentais com crianças cegas e videntes em pequenos grupos*. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

_____. e GONÇALVES, F. P. A experimentação com cegos e videntes nos anos iniciais do ensino fundamental. In: *Anais do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Águas de Lindóia, SP, 2015.

BRASIL. *Censo escolar 2017 – notas estatísticas*. Brasília: INEP/MEC, 2018. Disponível em http://download.inep.gov.br/educacao_basica/censo_escolar/notas_estatisticas/2018/notas_estatisticas_Censo_Escolar_2017.pdf, acessado em Abril 2019.

_____. *Estatuto da criança e do adolescente*: lei federal n. 8069, de 13 de julho de 1990. Rio de Janeiro: Imprensa Oficial, 1990.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Orientações curriculares para o ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília: MEC, 2006.

_____. _____. Secretaria de Educação Especial. *A educação especial na perspectiva da educação inclusiva: a escola comum inclusiva*. Brasília: MEC/SEESP, 2010a.

_____. _____. _____. *Marcos político-legais da educação especial na perspectiva da educação inclusiva*. Brasília: MEC/SEESP, 2010b.

_____. _____. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *PCN+ ensino médio: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais*. Brasília: MEC, 2002.

CAMARGO, E. P. *O ensino de física no contexto da deficiência visual: elaboração e condução de atividades de ensino de física para alunos cegos e com baixa visão*. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

_____. *Um estudo das concepções alternativas sobre repouso*

e movimento de pessoas cegas. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2000.

_____; SANTOS, S. L. R.; NARDI, R. e VERASZTO, E. V. Alunos com deficiência visual em um curso de química: fatores atitudinais como dificuldades educacionais. In: *Anais do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Florianópolis, SC, 2007.

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

GONÇALVES, F. P. A problematização das atividades experimentais no desenvolvimento profissional e na docência dos formadores de professores de química. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

_____. Experimentação e literatura: contribuições para a formação de professores de química. *Química Nova*, v. 36, n. 2, p. 93-100, 2014.

_____. e MARQUES, C. A. A problematização das atividades experimentais na educação superior em química: uma pesquisa com produções textuais docentes. *Química Nova*, v. 34, n. 5, p. 899-904, 2011.

_____. e _____. A problematização das atividades experimentais na educação superior em química: uma pesquisa com produções textuais docentes – parte II. *Química Nova*, v. 35, n. 4, p. 837-843, 2012.

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 12, n. 13, p. 299-313, 1994.

LIRA, M. C. F. e SCHLINDWEIN, L. M. A pessoa cega e a inclusão: um olhar a partir da psicologia histórico-cultural. *Caderno Cedes*, v. 28, n. 75, p. 171-190, 2008.

MALACARNE, V.; STRIEDER, D. M. e LIM, D. F. Ética, ciência e formação de professores: a escola na sociedade contemporânea. *Revista Ensaio*, v. 13, n. 3, p. 51-66, 2011.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. *Ciência & Educação*, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003.

MOREIRA, L. C. e CARVALHO, A. P. A. (Des)continuidade

nos estudos de alunos com deficiência na trajetória do ensino fundamental ao médio: uma análise inicial dos microdados MEC/INEP. *Revista Educação Especial*, v. 27, n. 49, p. 283-298, 2014.

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

REGIANI, A. M. e MÓL, G. S. Inclusão de uma aluna cega em um curso de licenciatura em química. *Ciência & Educação*, v. 19, n. 1, p. 123-134, 2013.

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

SCHEIN, Z. P. e COELHO, S. M. O papel do questionamento: intervenções do professor e do aluno na construção do conhecimento. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 23, n. 1, p. 68-92, 2006.

SILVA, M. D.; GONÇALVES, F. P. e MARQUES, C. A. Práticas pedagógicas em ciências da natureza nos anos iniciais do ensino fundamental com estudantes cegos. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 15, n. 3, p. 497-518, 2015.

ULIANA, M. R. e MÓL, G. S. A in/exclusão escolar de estudantes cegos no processo de ensino-aprendizagem da matemática, física e química. *Revista Diálogos*, v. 3, p. 135-153, 2015.

VOOS, I. C. *O processo educativo em ciências da natureza para cegos em cursos de graduação em fisioterapia: a tecnologia assistiva e as interações sociais*. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

_____. e GONÇALVES, F. P. A educação superior em fisioterapia com estudantes cegos: uma análise à luz de uma abordagem histórico-cultural. *Acta Scientiae*, v. 17, n. 2, p. 432-446, 2015a.

_____. e _____. Atividades práticas com cegos na educação superior. In: *Anais do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Águas de Lindóia, SP, 2015b.

VYGOTSKI, L. S. *Obras escogidas V: fundamentos de defectologia*. Moscou: Editora Pedagógica, 1983.

Abstract: *Understanding Blindness and Experimental Activities in Teaching Chemistry: What Possible Relationships?* Recognizing the importance of experiments in teaching and learning chemistry, the present study analyzes the understanding of blindness and experimental activities in works published in the journal “*Química Nova na Escola*” (QNEsc) and editions of the “*Encontro Nacional de Ensino de Química*” (ENEQ) and their possible relationships. From the discursive textual analysis, two understandings of blindness were identified: (a) the one for which there is compensation for hearing and other senses as a function of it; and (b) the one that, contrary to the previous one, draws attention to the role of the interactions between blind and seers and the social dimension of the barriers imposed on the former. In part of the works that approach one or another understanding, those innovative and problematic ones about the experimental activities were highlighted. In this sense, it was not possible to establish a direct relationship between the understandings about blindness and experiments in teaching.

Keywords: blind, experimentation, teaching of chemistry

Interfaces Disciplinares no Ensino de Ciências: Uma Perspectiva Docente

Tania D. M. Salgado, Maria Cecília C. Moço e Maria Teresinha X. Silva

Este artigo analisa, sob o ponto de vista docente, o processo de criação e desenvolvimento da disciplina “Buscando Interfaces Disciplinares no Ensino de Ciências”, oferecida para as Licenciaturas em Ciências Biológicas, Física e Química. Por seu caráter interdisciplinar, as aulas foram ministradas simultaneamente por professoras de cada um desses cursos. Além de atividades de fundamentação teórica sobre interdisciplinaridade, os estudantes elaboraram, em grupos formados por componentes das diferentes áreas, oficinas temáticas interdisciplinares e as aplicaram em sala de aula, no Ensino Médio público. Os estudantes demonstraram criatividade, comprometimento e preocupação em apresentar vínculos entre ciência e cidadania. As docentes consideram que a atividade de ensino contribuiu significativamente para a formação dos futuros docentes no que se refere à interdisciplinaridade, tanto do ponto de vista teórico quanto da prática.

► interdisciplinaridade, ciências da natureza, licenciatura ◀

Recebido em 23/08/2018, aceito em 30/12/2018

O mundo globalizado precisa de profissionais qualificados, com visões amplas e integradas, para atuar na resolução de problemas da nova sociedade contemporânea. De acordo com Pierson e Neves (2001), a demanda pelo interdisciplinar na educação básica não vem somente da academia ou da ciência, mas é uma demanda da sociedade.

Na perspectiva de Tomás Tadeu da Silva (2007), o processo de construção do currículo é um processo social, constituído de conhecimentos considerados socialmente válidos que incidem sobre a formação de pessoas. Nesse sentido, a relação entre o currículo e identidade é, de forma geral, estreita. Segundo Silva (2007, p. 12), “o currículo [...] também produz os sujeitos aos quais fala, os indivíduos que interpela. O currículo

estabelece diferenças, constrói hierarquias, produz identidades”. Os apontamentos sobre a influência do currículo na formação cognitiva e subjetiva dos indivíduos, bem como na sua atuação na coletividade, permitem inferir que o currículo

Os apontamentos sobre a influência do currículo na formação cognitiva e subjetiva dos indivíduos, bem como na sua atuação na coletividade, permitem inferir que o currículo tem relação direta com a formação da identidade de um profissional. Direcionando para o foco deste trabalho, pode-se dizer que está diretamente relacionado com o desenvolvimento profissional do licenciado na área das Ciências da Natureza.

tem relação direta com a formação da identidade de um profissional. Direcionando para o foco deste trabalho, pode-se dizer que está diretamente relacionado com o desenvolvimento profissional do licenciado na área das Ciências da Natureza.

No entanto, historicamente essa construção de identidade por meio do currículo tem sido um processo conduzido por poucas pessoas. “O currículo é sempre resultado de uma seleção: de um

universo mais amplo de conhecimentos e saberes, seleciona-se aquela parte que vai constituir, precisamente, o currículo” (Silva, 2007, p. 15). Esta seleção tem a intenção de reproduzir a cultura hegemônica e favorecer os que estão no poder, pois “selecionar é uma operação de poder. Privilegiar um tipo de conhecimento é uma operação de poder” (Silva, 2007, p. 16).

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.

De acordo com Gauche *et al.*,

[...] no Brasil, tradicionalmente, os currículos de licenciatura foram concebidos como meros apêndices aos currículos de bacharelado, nos quais as disciplinas psicopedagógicas apresentam-se como complementação final, desarticuladas com as disciplinas ditas de conteúdo específico (Gauche *et al.*, 2008, p. 26).

As alterações na estrutura jurídico-legal da educação brasileira trouxeram mudanças na escola básica e no ensino superior (Pereira, 2000). Uma dessas alterações é a presença da interdisciplinaridade nos diversos documentos nacionais que legislam sobre a educação no Brasil. Estes referenciais destacam a importância da interdisciplinaridade desde os PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (Brasil, 1999) e os PCN+ – Orientações Complementares aos PCN (Brasil, 2002b), os quais organizam o aprendizado das disciplinas em busca de objetivos educacionais amplos relacionados a conhecimentos matemáticos e científico-tecnológicos para promover a articulação interdisciplinar desses saberes. A interdisciplinaridade também é mencionada nas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para o Ensino Médio, instituídas pela Resolução nº 2, de 30 de janeiro 2012 da Câmara de Educação Básica do Conselho Nacional de Educação (Brasil, 2012). Essas DCN explicitam que o currículo deve contemplar as quatro áreas (Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza e Ciências Humanas), porém deve ter um tratamento metodológico que evidencie a contextualização e a interdisciplinaridade ou outras formas de interação e articulação entre diferentes campos de saberes específicos.

De acordo com Pereira (2000), a formação de professores nas universidades deve se dar por meio de um projeto político-pedagógico formulado de modo a romper, efetivamente, com o modelo tradicionalmente subjacente aos cursos de licenciatura no país, como descrito por Gauche *et al.* (2008). De forma a promover a formação de professores para atuação condizente com a caracterização do Ensino Médio preconizada especialmente pelos PCN, o Conselho Nacional de Educação instituiu as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, por meio de sua Resolução CNE/CP 1, de 18 de fevereiro de 2002 (Brasil, 2002a). De acordo com tais Diretrizes, ao longo de sua formação, os licenciandos deveriam desenvolver, entre tantas outras, as competências referentes ao domínio dos conteúdos a serem socializados, aos seus significados em diferentes contextos e sua articulação interdisciplinar. Para isso, a matriz curricular deveria ser expressa em eixos e um desses eixos deveria ser “articulador

entre disciplinaridade e interdisciplinaridade”. Para tanto, em tempo e espaço curricular específico, a dimensão prática da docência deveria transcender o estágio e promover a articulação das diferentes práticas, numa perspectiva interdisciplinar. Tal prática deveria ser desenvolvida com ênfase nos procedimentos de observação e reflexão, visando à atuação em situações contextualizadas, com o registro dessas observações e a resolução de situações-problema.

As novas DCN para os cursos de formação inicial e continuada de professores, contidas na Resolução nº 2, de julho de 2015, do Conselho Nacional de Educação (Brasil, 2015), que revogou a Resolução nº 1, de fevereiro de 2002, determinam que os cursos devem garantir, nos currículos, conteúdos específicos da respectiva área de conhecimento ou interdisciplinares, seus fundamentos e metodologias. Nesse documento, os termos interdisciplinar/interdisciplinaridade registram 22 ocorrências. Porém, apesar de a interdisciplinaridade estar presente nos documentos legais da educação nacional pelo menos desde 1999, o que até recentemente se observava, nos cursos de licenciatura em geral, eram currículos disciplinares em que pouco se oportunizava a integração das áreas. Apenas recentemente, com as novas DCN

de 2015, estão sendo implantadas as correspondentes alterações curriculares pelas instituições que mantêm cursos de formação de professores. Assim sendo, dificilmente os docentes dos cursos de formação de professores já terão preparo e boa experiência para tratar seus conhecimentos de forma interdisciplinar, mas têm a tarefa de formar uma nova geração de professores capazes de atuar interdisciplinarmente, como estabelecido pelas DCN de

formação de professores de 2015 (Brasil, 2015).

Carvalho (2015) destacou a importância de incluir atividades interdisciplinares nos cursos de formação docente, pois compartilhar conhecimentos e trabalhar em equipes são os fatores que mais dificultam a adesão dos professores ao trabalho interdisciplinar. Segundo esse autor, os professores estão acostumados com a cultura tradicional de ensino, baseada na transmissão e memorização de conteúdos, centralizada no professor. Silva (1999) afirma que, em decorrência da hegemonia fragmentária predominante, as mesmas situações didáticas que poderiam oportunizar processos de ensino “desfragmentários” terminam por reafirmar a compartimentação do conhecimento. Assim, a formação de professores numa perspectiva que dialogue com as propostas da comunidade acadêmica da área e que atenda à legislação educacional brasileira tem a função de superar essa visão fragmentada do conhecimento e construir projetos de ensino interdisciplinares que visem preparar os indivíduos para a atuação consciente frente aos novos problemas que se delineiam (Pierson e Neves, 2001).

Carvalho (2015) destacou a importância de incluir atividades interdisciplinares nos cursos de formação docente, pois compartilhar conhecimentos e trabalhar em equipes são os fatores que mais dificultam a adesão dos professores ao trabalho interdisciplinar. Segundo esse autor, os professores estão acostumados com a cultura tradicional de ensino, baseada na transmissão e memorização de conteúdos, centralizada no professor.

Nesse contexto, o presente trabalho tem por objetivos: (1) relatar e analisar a criação e o desenvolvimento de uma atividade de ensino de caráter interdisciplinar oferecida para os cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas, Física e Química (área das Ciências da Natureza); e (2) avaliar as contribuições da realização das oficinas interdisciplinares desenvolvidas pelos estudantes na formação desses professores para a educação básica.

As Origens da Atividade de Ensino Interdisciplinar

Os bolsistas dos subprojetos Biologia, Física e Química do PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência) da universidade em que se realizou o trabalho aqui relatado, que atuavam em uma mesma escola e se encontravam com frequência nos espaços escolares, na sala de professores e nas reuniões de planejamento, perceberam a necessidade de troca de vivências e propuseram a realização de projetos interdisciplinares. Dessas trocas de experiências surgiram oficinas temáticas interdisciplinares (Salgado e Silva, 2013), como a de Radiações (Oliveira, 2014), a de Fotografia (Brazil *et al.*, 2013; Farias *et al.*, 2013) e a de Ciência Forense (Vieira e Salgado, 2015; Vieira *et al.*, 2016; Jackle *et al.*, 2017). Essas oficinas foram aplicadas diversas vezes em escolas participantes do PIBID, sempre com resultados muito positivos para os estudantes das escolas, para a formação docente inicial dos bolsistas e para a formação continuada dos supervisores e também das coordenadoras dos subprojetos envolvidos, conforme resultados apontados nos respectivos trabalhos.

O sucesso dos projetos interdisciplinares motivou as coordenadoras dos cursos de licenciatura a oferecer, no segundo semestre de 2016, o curso de extensão “Buscando Interfaces Disciplinares no Ensino de Ciências” para os estudantes da Universidade e para professores da educação básica da área das Ciências da Natureza. Para que a realização do curso de extensão fosse possível, e para que ele pudesse ser realizado de forma efetivamente interdisciplinar, as três docentes realizaram um planejamento detalhado, que se estendeu por todo um semestre letivo, com reuniões semanais, nas quais se buscava harmonizar as metodologias de trabalho das três áreas (Biologia, Física e Química) e estabelecer a melhor forma de se conduzir o curso. O curso de extensão tornou-se um projeto piloto para a criação da atividade de ensino (disciplina) de mesmo nome que se analisa neste trabalho, oferecida para os cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas, Licenciatura em Física e Licenciatura em Química. Desta forma, pretendeu-se transpor a experiência adquirida no PIBID para os currículos dos cursos de formação docente.

O objetivo principal da criação da disciplina foi oportunizar vivências de trabalho interdisciplinar aos futuros professores da área de Ciências da Natureza, instrumentando-os a utilizarem estratégias interdisciplinares em sala de aula na educação básica. Como objetivos específicos, pretendeu-se que os futuros docentes fossem capazes de: articular os conhecimentos das três áreas das Ciências da

Natureza, por meio de temas geradores interdisciplinares; compreender a importância do diálogo entre as áreas para a formação científica de seus alunos; realizar trabalhos em equipes interdisciplinares, habituando-os a ouvir, refletir, compreender e respeitar as diferentes opiniões e formas de interpretar o mundo; compreender e explicar os fatos que frequentemente são noticiados pela imprensa e até nas redes sociais com relação ao campo interdisciplinar do conhecimento em Ciências da Natureza; trabalhar esses temas em uma perspectiva adequada à sala de aula do ensino básico.

Metodologia

Este trabalho, de natureza qualitativa (Lüdke e André, 1986), faz uma análise, sob o ponto de vista docente, das atividades desenvolvidas na atividade de ensino “Buscando Interfaces Disciplinares no Ensino de Ciências”, investigando as práticas realizadas e os resultados atingidos, nas turmas dos semestres 2017/1, 2017/2 e 2018/1. Apesar de ser formalmente registrada no sistema acadêmico da Universidade como “disciplina”, neste trabalho será usada a expressão “atividade de ensino”, considerada mais ampla. A carga horária semanal é de três períodos de 50 minutos, perfazendo 45 horas-aula no semestre. A ementa consta no plano de ensino da disciplina e é transcrita a seguir:

Abordagem de conceitos fundamentais de interdisciplinaridade, transdisciplinaridade, pluridisciplinaridade, multidisciplinaridade, incluindo discussões sobre diferentes metodologias de trabalho científico. Discussão de temas que se localizam nas fronteiras entre as disciplinas, seguindo o viés da transposição didática para a educação básica. Elaboração de sequências didáticas interdisciplinares entre Biologia, Física e Química, aplicáveis à educação básica.

Os dados, predominantemente descritivos, foram coletados por meio de observações diretas, registradas nos diários de campo das professoras-pesquisadoras, com especial interesse no processo de desenvolvimento de um componente curricular. Assim, este trabalho busca retratar a perspectiva das participantes, enfatizando o processo de construção das atividades interdisciplinares realizadas em aula, bem como a orientação da elaboração dos projetos interdisciplinares por parte dos estudantes, com maior ênfase no processo de elaboração do que no produto, que nesse caso foram as oficinas aplicadas pelos estudantes em salas de aula do ensino médio.

No primeiro semestre letivo de 2017 (2017/1), doze estudantes cursaram a disciplina até o final, dos quais cinco eram da Licenciatura em Química e sete eram da Licenciatura em Ciências Biológicas. Para esses dois cursos, a disciplina foi introduzida no currículo, com caráter eletivo, em 2017/1. Para a Licenciatura em Física, a alteração curricular necessária não ocorreu a tempo, de modo que apenas em 2018/1 ela se tornou eletiva para esse curso.

Desta forma, nos dois primeiros semestres de oferecimento da disciplina (2017/1 e 2017/2), não houve estudantes de Licenciatura em Física matriculados. No semestre letivo 2017/2, houve apenas quatro estudantes matriculados, sendo dois da Licenciatura em Ciências Biológicas e dois da Licenciatura em Química. E no semestre 2018/1, houve quatro estudantes da Licenciatura em Ciências Biológicas, dois da Licenciatura em Química e, pela primeira vez, um estudante da Licenciatura em Física.

Observe-se que o pequeno número de estudantes matriculados se deve ao fato de que a disciplina foi introduzida inicialmente com caráter eletivo para os três cursos, tendo como pré-requisito 40 créditos cursados. Nesses cursos, o currículo está mudando para atender às DCN de formação de professores de 2015 (Brasil, 2015). Em vista disso, está ocorrendo a migração de estudantes do currículo “antigo” (anterior às DCN) para o currículo “novo” (reformulado em decorrência das DCN). No novo currículo da Licenciatura em Química, a disciplina passou a ser obrigatória na sétima etapa, mas os estudantes que ingressaram no novo currículo ainda não chegaram a esta etapa do curso. Assim, nesta fase de adaptação curricular, muitas disciplinas têm ficado com baixo número de matrículas.

Os resultados e as análises serão separados em duas partes, de forma a atender aos dois objetivos do trabalho. O desenvolvimento da atividade de ensino interdisciplinar será analisado no que se refere à atuação das docentes em sala de aula e aos aspectos teórico-metodológicos das atividades multi-, inter- e transdisciplinares. As oficinas interdisciplinares desenvolvidas pelos estudantes serão analisadas quanto ao grau de integração dos conceitos abordados, ao grau de envolvimento dos licenciandos nas atividades e à natureza das estratégias didáticas por eles empregadas na realização das oficinas.

Estratégias Didáticas Adotadas Durante a Atividade de Ensino

A proposta de trabalho na atividade de ensino é que a interdisciplinaridade se efetive em sala de aula. Para isso, as professoras consideram fundamental o trabalho simultâneo, em sala de aula, das docentes das três áreas (Biologia, Física e Química). Afinal, se cada uma das docentes ministrasse 1/3 das aulas, sem a presença das outras duas, a disciplina não estaria efetivando o trabalho interdisciplinar e não estaria agregando nada de novo à formação dos licenciandos, pois atualmente o currículo dos três cursos de Licenciatura envolvidos (Ciências Biológicas, Física e Química) é disciplinar e cada professor ministra a disciplina de uma área, individualmente, sem necessariamente interagir com os professores de outras áreas. O rompimento das fronteiras disciplinares se efetiva por meio do trabalho conjunto e do contato pessoal

para troca de ideias entre docentes e licenciandos da área das Ciências da Natureza.

De acordo com Olga Pombo (2008), há uma gradação, um *continuum* entre multi- (ou pluri-) disciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade. A autora entende que algo que é realizado por meio do estabelecimento de apenas algum tipo de coordenação, na perspectiva do mero paralelismo de pontos de vista, constitui a multidisciplinaridade. A interdisciplinaridade deve ultrapassar o paralelismo e avançar no sentido da combinação, da convergência e da complementaridade de pontos de vista e de ações. Já a transdisciplinaridade se aproxima de um ponto de fusão, de unificação, passando a uma perspectiva holística sobre o objeto de estudo. Segundo esse referencial, se a presença das professoras na sala de aula ocorresse individualmente, cada uma desenvolvendo trabalhos paralelos durante 1/3 da carga horária da disciplina, poderia se atingir, no máximo, o trabalho multidisciplinar. Para que o trabalho possa ser interdisciplinar, é preciso ultrapassar tal paralelismo, buscando a combinação de pontos de vista e de ações, por meio da atuação simultânea em sala de aula.

Entretanto, alguns desafios precisaram ser contornados dentro da Universidade para que a mudança de paradigma do trabalho interdisciplinar ocorresse dentro de um sistema disciplinar, no qual a estrutura curricular se caracteriza justamente pela separação das áreas. Follari (2011) destaca os obstáculos de se trabalhar de forma interdisciplinar nas universidades, pois cada departamento é organizado segundo uma determinada área do conhecimento, separada das outras, de tal

modo que, administrativamente, os acadêmicos (estudantes e docentes) de cada departamento estejam totalmente separados dos outros. Esta separação departamental levou as docentes a enfrentar entraves burocráticos para estar em sala de aula simultaneamente, o que era considerado imprescindível para o formato de trabalho estabelecido para a disciplina. O maior desses obstáculos foi a contagem de carga horária docente, pois o modo de trabalho na disciplina prevê que as três docentes permaneçam juntas em sala de aula, o que não é aceito normalmente pelos sistemas de registro de atividades docentes da Universidade, o qual, por configuração padrão, permite apenas um docente por horário e turma. Assim, foi necessário encaminhar uma solicitação fundamentada para as instâncias superiores, com a explicação detalhada do funcionamento e da metodologia adotada na disciplina, com fundamento no referencial teórico (Pombo, 2008), para que fosse autorizada a atribuição da carga horária completa para as três docentes.

No que se refere ao trabalho didático em sala de aula, as aulas presenciais iniciais oportunizaram o embasamento teórico, com a leitura e discussão de documentos, artigos

[...] se a presença das professoras na sala de aula ocorresse individualmente, cada uma desenvolvendo trabalhos paralelos durante 1/3 da carga horária da disciplina, poderia se atingir, no máximo, o trabalho multidisciplinar. Para que o trabalho possa ser interdisciplinar, é preciso ultrapassar tal paralelismo, buscando a combinação de pontos de vista e de ações, por meio da atuação simultânea em sala de aula.

e capítulos de livros sobre interdisciplinaridade. Estes encontros foram dedicados à análise das recomendações oficiais, presentes na legislação educacional brasileira sobre a aplicação da interdisciplinaridade no ensino de ciências na educação básica e de referenciais teóricos para o trabalho inter-, trans-, pluri- e multidisciplinar.

Em uma segunda parte da disciplina, as docentes convidaram outros professores, tanto da educação básica quanto da superior, para apresentarem suas experiências com a realização de projetos interdisciplinares. Em seguida, os estudantes formaram grupos interdisciplinares para a escolha de um tema para seus próprios projetos.

A parte prática da disciplina envolveu as etapas de: (1) planejamento dos projetos em grupos; (2) discussão coletiva dos projetos em sala de aula; (3) aperfeiçoamento dos projetos com base nas sugestões; (4) aplicação dos projetos em turmas de ensino médio de escolas da rede pública estadual do município no qual se situa a universidade em que se realizou este trabalho; (5) apresentação dos resultados em aula; e (6) avaliação dos resultados obtidos com a aplicação dos projetos, incluindo a autoavaliação.

No primeiro dia de aula o Plano de Ensino foi apresentado aos estudantes com a proposta da disciplina, cronograma e metodologia do trabalho que seria realizado. Também foi feito um levantamento das concepções iniciais dos estudantes sobre interdisciplinaridade. Na sequência, foi feita uma leitura e discussão coletiva, em sala de aula, do texto de Pombo (2008) intitulado “Epistemologia da Interdisciplinaridade”, que analisa o termo interdisciplinaridade, propõe uma definição, expõe os diversos contextos em que ele é empregado, além de propor uma tentativa de diferenciá-lo dos outros termos empregados: multi-, pluri- e transdisciplinaridade. Foi com base no apontamento desse referencial teórico, de que a discussão sobre a denominação deste tipo de atividade continua em construção, optou-se por denominar a disciplina usando a expressão “interfaces disciplinares” em vez de empregar o termo “interdisciplinaridade”.

A atividade de leitura coletiva em voz alta teve ótimo resultado. Nessa atividade, cada aluno lia um trecho do texto recomendado (Pombo, 2008) em voz alta e as professoras intervinham com comentários para estimular os debates e as discussões. À medida que a leitura avançava, as constantes intervenções das professoras estimulavam os estudantes a também intervirem, estabelecendo-se um diálogo sobre o tema, que transcendia em muito a simples leitura do texto. Este tipo de atividade serviu para a interação entre os estudantes da turma, essencial para a próxima fase da disciplina, quando iriam trabalhar em grupos no planejamento dos projetos. Também fez com que o estudo do texto fosse mais

leve e dinâmico, já que o estudante de hoje costuma resistir à tarefa de ler o texto previamente em casa e sozinho.

Na aula seguinte, a turma foi dividida em grupos. Cada grupo recebeu uma das diretrizes curriculares relacionadas à educação básica, instituídas pelo Conselho Nacional de Educação, para, em sala de aula, buscar o emprego do termo interdisciplinar ou interdisciplinaridade no texto. Foram analisadas as seguintes diretrizes atualmente vigentes: Resolução nº 4, de 13 de julho de 2010 – *Diretrizes curriculares nacionais gerais para a educação básica*; Resolução nº 7, de 14 de dezembro de 2010 – *Diretrizes curriculares nacionais para o ensino fundamental de 9 (nove) anos*; Resolução nº 2, de 30 de janeiro 2012 – *Diretrizes curriculares nacionais para o ensino médio*; Resolução nº 5, de 22 de junho de 2012 – *Diretrizes curriculares nacionais para a educação escolar indígena na educação básica*; Resolução nº 6, de 20 de setembro de 2012 – *Diretrizes curriculares nacionais para a educação profissional técnica de nível médio*; Resolução nº 8, de 20 de novembro de 2012 – *Diretrizes curriculares nacionais para a educação escolar quilombola na educação básica*; Resolução nº 2, de 1º de julho de 2015 – *Diretrizes curriculares nacionais para a formação*

inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada.

Após as análises, cada grupo apresentou para os colegas o contexto em que apareciam, na respectiva DCN, os termos interdisciplinar/interdisciplinaridade e se debateu sobre o seu uso, levando a uma discussão sobre sua definição e aplicabilidade. Concluiu-se, em conjunto com a turma, que estes documentos, apesar de citarem a interdisciplinaridade inúmeras

vezes, não orientam sobre como aplicar este modelo em sala de aula.

Buscando ampliar a mesma discussão, foi proposta a análise de outros textos científicos: Candiottto (2001), Frigotto (2008), Mozena e Ostermann (2014), Pombo (2006), Etges (2011), Wallner (2011) e Follari (2011). Após trabalharem os textos a distância, por meio de ambiente virtual disponibilizado pela universidade, cada grupo apresentou oralmente, em aula, uma análise resumida do texto que lhe havia sido atribuído. Os textos escolhidos continham informações às vezes coincidentes, às vezes complementares entre si, identificadas pelos próprios estudantes nas apresentações dos colegas, o que resultou numa discussão muito rica e de grande aprendizado, inclusive para as próprias docentes.

Esta dinâmica motivou o debate e o confronto das diversas ideias sobre a temática interdisciplinar. Os estudantes notaram, mais uma vez, que os termos interdisciplinar e interdisciplinaridade ocorrem repetidas vezes nos textos, no

Os estudantes notaram, mais uma vez, que os termos interdisciplinar e interdisciplinaridade ocorrem repetidas vezes nos textos, no entanto não existe uma definição clara sobre como aplicar em sala de aula. Concluiu-se, em conjunto, que existe um verdadeiro “desamparo conceitual” (Secco, 2015) sobre o que é e como se faz a interdisciplinaridade na escola. Portanto, essas atividades serviram de instrumentos para a promoção de conhecimentos básicos para o início do trabalho prático da disciplina.

entanto não existe uma definição clara sobre como aplicar em sala de aula. Concluiu-se, em conjunto, que existe um verdadeiro “desamparo conceitual” (Secco, 2015) sobre *o que é e como se faz* a interdisciplinaridade na escola. Portanto, essas atividades serviram de instrumentos para a promoção de conhecimentos básicos para o início do trabalho prático da disciplina.

Nas aulas seguintes, iniciaram-se os momentos de compartilhamento de experiências de práticas interdisciplinares já realizadas. As docentes da disciplina relataram as oficinas interdisciplinares de Fotografia e de Radiações, que foram desenvolvidas pelos bolsistas dos subprojetos PIBID Física e Química, e de Ciência Forense, que foi elaborada pelos bolsistas dos subprojetos PIBID de Biologia, Física e Química. Também foram convidados outros docentes para relatarem experiências interdisciplinares, como atividades de extensão, divulgação científica e formação continuada de professores. A intenção era trazer ao conhecimento dos estudantes exemplos concretos de metodologias aplicáveis a abordagens temáticas interdisciplinares na educação básica e também compartilhar com eles as eventuais dificuldades enfrentadas e as experiências positivas obtidas.

Nas aulas seguintes, formaram-se os grupos interdisciplinares, compostos por, pelo menos, um estudante de cada curso de licenciatura, que iniciaram a elaboração das oficinas, intercalando-se encontros presenciais, em sala de aula, para a supervisão por parte das professoras, com atividades a distância, por meio dos ambientes virtuais de aprendizagem disponibilizados pela universidade. As oficinas assim elaboradas foram a seguir apresentadas em sala de aula, para professoras e colegas, num momento de sugestões e aperfeiçoamento, para então serem aplicadas em escolas da rede pública, para turmas de Ensino Médio, sendo supervisionadas e registradas pelas docentes responsáveis.

Na aula posterior à realização das atividades nas escolas, os grupos avaliaram as aplicações das oficinas e, em cada caso, analisaram o comportamento dos estudantes da escola e se os objetivos foram alcançados, apresentando oralmente as suas análises. Cada grupo também elaborou um relatório escrito com a descrição de todas as etapas da construção e aplicação do projeto de sequência didática.

Oficinas Desenvolvidas pelos Estudantes

A oficina “Você tem fome de quê?”, desenvolvida por um grupo formado por três estudantes de Biologia e um de Química, em 2017/1, foi aplicada para uma turma de terceiro ano do ensino médio regular, em três períodos de aula, no turno da tarde. Essa atividade iniciou com um lanche coletivo, composto de alimentos industrializados e não industrializados, no qual os estudantes deveriam escolher livremente o que iriam comer, anotando suas escolhas. O grupo de licenciandos desenvolveu a oficina a partir da discussão dessas escolhas, trabalhando os conceitos necessários à compreensão das tabelas nutricionais e abordando, a partir

deles, os conteúdos: ligações químicas, reações químicas, acidez, biomoléculas (aminoácidos, proteínas, carboidratos, gorduras e ácidos nucleicos), funções biológicas, unidades físicas de medida de energia e doenças relacionadas à alimentação, como diabetes e hipertensão.

A oficina “As questões étnico-raciais e de gênero: o que a melanina tem a ver com isso?”, desenvolvida por dois estudantes de Biologia e dois de Química, em 2017/1, foi aplicada para uma turma de primeiro ano do ensino médio regular, em três períodos de aula, no turno da manhã. Os estudantes da escola foram separados em três grupos. Cada grupo recebeu uma descrição de um personagem (uma pessoa gerente de uma grande empresa, uma pessoa empregada doméstica e uma pessoa estudante universitária), o qual deveria ser desenhado e pintado em um papel pardo. Esses desenhos foram o ponto de partida para o desenvolvimento da oficina, na qual os licenciandos discutiram sobre conceitos e diferenças entre preconceito, segregação, racismo, machismo; trabalharam questões sociais relacionadas a gênero, raça e etnia e dados estatísticos sobre a população brasileira; a molécula da melanina, os tipos de melanina; processos bioquímicos da formação de melanina na pele; doenças relacionadas com a ausência de melanina, como vitiligo e albinismo.

A oficina “Plásticos”, desenvolvida por dois estudantes de Biologia e dois de Química, em 2017/1, foi aplicada para uma turma de primeiro ano do ensino médio regular, em quatro períodos de aula, no turno noturno. A partir de um vídeo que mostrava prejuízos ambientais provocados pelo descarte inadequado de resíduos plásticos, os estudantes de licenciatura propuseram uma dinâmica na qual foram apresentadas cerca de vinte perguntas, para as quais os estudantes deveriam escolher entre as possibilidades *Sim*, *Não* ou *Não Sei*. Foram estabelecidas posições, na sala de aula, correspondentes a essas possibilidades de resposta, para as quais os estudantes deveriam se movimentar, de acordo com suas escolhas. A seguir, eram instigados a defender suas posições, justificando-as. O tema era debatido até chegarem a um consenso. Foram abordados os diferentes tipos de plásticos, sua origem e formas de obtenção; resíduos de plásticos no ambiente; reciclagem; acumulação de resíduos no mar; efeitos sobre a vida marinha.

A oficina “O pH das coisas” foi desenvolvida por dois estudantes de Biologia e dois de Química, em 2017/2, e foi aplicada para uma turma de primeiro ano do ensino médio regular, no turno da manhã. Foram trabalhados os conceitos de ácido e base e de pH a partir de substâncias bem conhecidas dos estudantes da escola. Foi feita atividade experimental de determinação de pH de sucos, refrigerantes e produtos de limpeza (domissanitários) presentes em suas casas, empregando-se o suco de repolho roxo como indicador. Os efeitos do aumento da solubilização de gás carbônico na água do mar sobre organismos marinhos, como a dissolução das conchas, foram discutidos a partir dos processos químicos envolvidos. A temática escolhida permitiu desenvolver ou revisar os conceitos de ácido, base e pH; o pH de sucos, refrigerantes

e produtos domissanitários; os efeitos da poluição sobre o pH dos oceanos e suas consequências.

O jogo de investigação “O perigo mora ao lado” foi criado por quatro estudantes da Licenciatura em Ciências Biológicas, dois da Licenciatura em Química e um estudante da Licenciatura em Física, em 2018/1, e foi aplicado a duas turmas de terceiro ano do ensino médio regular matutino, utilizando-se quatro períodos de aula com cada turma. O ambiente residencial criado continha todas as pistas para a resolução dos casos de acidentes que seriam fornecidos pelos licenciandos. Foi elaborado também um material complementar com a descrição física dos três moradores da residência, cartilhas com informações adicionais e três narrativas com a descrição dos acidentes domésticos. Os grupos de estudantes da escola deveriam estudar os materiais disponíveis e levantar hipóteses que explicassem os fatos que provocaram os acidentes, com base em conhecimentos das três áreas das ciências: princípios ativos de plantas tóxicas, congestão alimentar; princípios básicos de eletricidade, choque elétrico causado por eletrodomésticos, ondas eletromagnéticas em forno de micro-ondas; conceitos de ligações químicas, condutividade elétrica de diferentes materiais.

A avaliação, realizada continuamente ao longo do período letivo, consistiu na análise da qualidade do envolvimento dos estudantes com cada uma das atividades da disciplina. Durante o planejamento das oficinas, foi possível observar o esforço do grupo em ouvir as ideias dos colegas e compartilhar as suas experiências específicas de modo a chegar a um consenso. Esta atitude de cooperação, em que se deve justificar cada ideia perante o grupo para que ela seja incorporada ao projeto, é essencial para o sucesso do trabalho em equipe interdisciplinar e contribui para superar os fatores que, de acordo com Carvalho (2015), mais dificultam a adesão dos professores ao trabalho interdisciplinar: compartilhar conhecimentos e trabalhar em equipes.

Durante a aplicação das oficinas nas escolas, as professoras analisaram outras habilidades, como postura, linguagem e tomada de decisão por parte dos licenciandos. De volta para sala de aula, ocorreu o compartilhamento dessas experiências e a autoavaliação.

Assim, a avaliação dos licenciandos considerou diversos aspectos em conjunto: os objetivos da disciplina; o comprometimento na realização das atividades propostas; a assiduidade e a pontualidade nos encontros; a participação nas discussões propostas pelas professoras, nas apresentações orais, na elaboração e aplicação das oficinas interdisciplinares e na produção de relatórios escritos. Nesse contexto, foi interessante observar que o grau de envolvimento dos estudantes

não foi uniforme. Engers e Morosini (2007) afirmam que o comprometimento do estudante com a aprendizagem está relacionado com seu grau de envolvimento individual com as atividades que são instrumentais para sua aprendizagem.

Alguns dos estudantes já haviam atuado na oficina interdisciplinar de Ciência Forense do PIBID e uma das estudantes ainda atuava no PIBID Interdisciplinar do Campus do Vale. As professoras puderam observar que aqueles estudantes que já haviam participado de outras atividades interdisciplinares foram justamente os que se dedicaram um pouco menos às atividades propostas. Já os estudantes que não haviam, ainda, participado de atividades interdisciplinares mostraram-se muito mais motivados, mais dedicados e até mesmo mais assíduos nas aulas. As docentes acreditam que isso pode ter relação com o fato de que, para os estudantes que nunca haviam desenvolvido uma atividade interdisciplinar, as atividades eram fortemente desafiadoras, enquanto que, para os estudantes que já haviam participado desse tipo de atividade, o ineditismo e os maiores desafios já haviam sido enfrentados nas atividades anteriormente desenvolvidas. Esse achado é condizente com o que afirma Koff (2007): o comprometimento do estudante com sua aprendizagem

está relacionado aos objetivos e inspirações que ele tem, desencadeando, assim, o sentido de equilíbrio entre o querer e o fazer. O engajamento do aluno advém de objetivos por ele almejados, refletindo, assim, no seu desempenho. O grau de envolvimento e engajamento dos alunos no contexto escolar, onde há objetivos e metas definidos a atingir, depende da relevância por eles atribuída ao comprometimento com os estudos; daí as diferenças nos resultados de aprendizagem entre o aluno engajado e o não engajado (Felicetti e Morosini, 2010).

No que se refere à natureza das oficinas elaboradas e aplicadas e ao grau de integração entre os conceitos abordados, as docentes consideram que, consoante o referencial de Pombo (2008), não há necessidade de rotulá-las como interdisciplinares ou multidisciplinares ou, eventualmente, transdisciplinares. Pelo contrário, a autora sugere que não há fronteiras claras entre tais classificações, que no seu entender formam um *continuum*. Por isso, consideramos que os estudantes, com suas oficinas, situaram-se em algum ponto entre o mero paralelismo de pontos de vista, que constitui a multidisciplinaridade, e a combinação, a convergência e a complementaridade de pontos de vista e de ações, que caracteriza a interdisciplinaridade. Mas consideramos também que esta, por ser a primeira experiência desses estudantes com este tipo de atividade, permitiu-lhes compreender o que é necessário para desenvolver trabalhos nas interfaces disciplinares. Certamente terão melhores

Durante o planejamento das oficinas, foi possível observar o esforço do grupo em ouvir as ideias dos colegas e compartilhar as suas experiências específicas de modo a chegar a um consenso. Esta atitude de cooperação, em que se deve justificar cada ideia perante o grupo para que ela seja incorporada ao projeto, é essencial para o sucesso do trabalho em equipe interdisciplinar e contribui para superar os fatores que, de acordo com Carvalho (2015), mais dificultam a adesão dos professores ao trabalho interdisciplinar: compartilhar conhecimentos e trabalhar em equipes.

condições de fazê-lo do que outros estudantes que nunca tenham vivenciado tais oportunidades em seus cursos de formação.

Outro ponto que deve ser destacado foi a inclusão de atividades lúdicas nos projetos: lanches coletivos, desenhos, pinturas e jogos. Também foram registradas atividades práticas e experimentais. Todas as oficinas incluíram discussões e debates dos temas, além de priorizarem a participação ativa dos estudantes do ensino médio. Este aspecto mostra uma aprendizagem importante na construção da identidade docente, que, de acordo com Carvalho (2015), ocorre a partir da quebra da cultura tradicional de ensino, centralizada no professor e baseada na transmissão e memorização de conteúdos.

As docentes da disciplina puderam observar também as preocupações socioambiental ou etnocultural, refletidas na abordagem de temas como os plásticos, o pH no ambiente e a melanina, demonstrando o interesse desses estudantes em atuar na formação para a cidadania, em sintonia com as disposições das DCN do Ensino Médio (Brasil, 2012). Para Santos *et al.* (2006), um dos grandes desafios para as universidades públicas está justamente na formação de educadores para a educação básica que possam contribuir para que os jovens exerçam conscientemente a sua cidadania, no que diz respeito à sua formação técnico-científico-cultural. Gomes (2012) ressalta que a ampliação do direito à educação e a democratização do acesso ao ensino superior permitem que os sujeitos antes invisibilizados ou desconsiderados cheguem a ele com suas demandas políticas, valores, corporeidade, condições de vida, sofrimentos e vitórias. Verrangia e Silva (2010) destacam que o ensino de Ciências, assim como todos os componentes curriculares, tem papel fundamental na promoção de relações sociais éticas entre os estudantes.

Considerações Finais

As professoras formadoras consideram que conseguiram transpor satisfatoriamente a experiência adquirida ao longo de sua atuação no PIBID para criar uma disciplina para os cursos de licenciatura da área das Ciências da Natureza, especialmente por se tratar de uma temática, a interdisciplinaridade, sobre a qual não há exatamente um consenso em relação ao que é e a como se realiza, na prática. Considera-se também que a elaboração e aplicação de oficinas interdisciplinares, por parte dos licenciandos, contribuiu para oportunizar-lhes uma vivência de desenvolvimento de

atividades interdisciplinares aplicáveis à educação básica.

O trabalho realizado pelos estudantes chegou a surpreender positivamente pela criatividade, pelo comprometimento com as atividades e pela preocupação em demonstrar o vínculo entre ciência e cidadania. Além disso, os estudantes fizeram algumas sugestões para futuras edições da disciplina. Uma delas já foi implementada: a de que o planejamento das oficinas interdisciplinares, em grupos, ocorra desde o início do semestre, por melhorar a relação interpessoal entre os integrantes de cada grupo, além de permitir que a abordagem possa ser ajustada, à medida que os relatos de outras experiências forem sendo apresentados.

As professoras formadoras consideram, ainda, que focalizaram muito a elaboração e avaliação das oficinas produzidas pelos grupos, mas os trabalhos realizados mostraram-se muito ricos para ficarem restritos à produção de um relatório acadêmico. Assim, em 2018/2, estimulou-se a produção, pelos licenciandos, de trabalho que foi apresentado em evento da área de ensino de ciências (Trevisan *et al.*, 2018), de modo a permitir a socialização e divulgação das experiências.

No curso de Licenciatura em Química, a disciplina “Buscando Interfaces Disciplinares no Ensino de Ciências” tornou-se obrigatória a partir de 2017/2, com a reformulação curricular realizada em decorrência das DCN de 2015, o que mostra a importância atribuída pela coordenação do curso à proposta de trabalho apresentada pelas professoras. Nos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas e em Física, a disciplina continua com caráter eletivo.

Toda a trajetória descrita e analisada neste trabalho somente foi possível pelo trabalho colaborativo e está apoiada na sólida relação de cumplicidade existente entre as três professoras, construída a partir do trabalho conjunto, integrado e respeitoso. Da mesma forma, consideramos que o trabalho desenvolvido pelos licenciandos se caracterizou pela boa relação interpessoal estabelecida entre os componentes dos grupos, o que favoreceu tanto a elaboração como a bem-sucedida aplicação das atividades nas escolas.

O trabalho realizado pelos estudantes chegou a surpreender positivamente pela criatividade, pelo comprometimento com as atividades e pela preocupação em demonstrar o vínculo entre ciência e cidadania. Além disso, os estudantes fizeram algumas sugestões para futuras edições da disciplina. Uma delas já foi implementada: a de que o planejamento das oficinas interdisciplinares, em grupos, ocorra desde o início do semestre, por melhorar a relação interpessoal entre os integrantes de cada grupo, além de permitir que a abordagem possa ser ajustada, à medida que os relatos de outras experiências forem sendo apresentados.

Tania Denise Miskinis Salgado (tania.salgado@ufrgs.br), graduada em Química e doutora em Ciências, é professora titular do Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS – BR. **Maria Cecília de Chiara Moço** (mcecilia.moco@ufrgs.br), graduada em Ciências Biológicas e doutora em Botânica, é professora associada do Instituto de Biociências (UFRGS), Porto Alegre, RS – BR. **Maria Teresinha Xavier Silva** (teka@if.ufrgs.br), graduada em Física e mestre em Física, é professora adjunta do Instituto de Física (UFRGS), Porto Alegre, RS – BR.

Referências

- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. *Diretrizes curriculares nacionais para o ensino médio*. Brasília: MEC; CNE; CEB, 2012.
- _____. _____. _____. Conselho Pleno. *Diretrizes curriculares nacionais para a formação de professores da educação básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena*. Brasília: MEC; CNE; CP, 2002a.
- _____. _____. _____. _____. *Diretrizes curriculares nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada*. Brasília: MEC; CNE; CP, 2015.
- _____. _____. Secretaria de Educação Média e Tecnológica (SEMTEC). *Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias: PCN – ensino médio: orientações educacionais complementares aos PCN*. Brasília: MEC; SEMTEC, 2002b.
- _____. _____. _____. *Parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio*. Brasília: MEC; SEMTEC, 1999.
- BRAZIL, R. A.; ANDRADE, A. P.; ZIGUE, B. L. e SILVA, M. T. X. Oficina de fotografia: uma experiência interdisciplinar no âmbito do PIBID da UFRGS. In: *Anais do IX Salão de Ensino*. Porto Alegre, RS, 2013. Disponível em <http://hdl.handle.net/10183/90970>, acessado em Abril 2019.
- CANDIOTTO, L. Z. P. Interdisciplinaridade em estudo do meio e trabalhos de campo: uma prática possível. *Olhares & Trilhas*, v. 2, n. 1, p. 33-46, 2001.
- CARVALHO, M. M. Interdisciplinaridade e formação de professores. *Revista Triângulo*, v. 8, n. 2, p. 93-112, 2015.
- ENGERS, M. E. A. e MOROSINI, M. C. (Orgs.). *Pedagogia universitária e aprendizagem*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007.
- ETGES, N. J. Ciência, interdisciplinaridade e educação. In: JANTSCH, A. P. e BIANCHETTI, L. (Orgs.). *Interdisciplinaridade: para além da filosofia do sujeito*. Petrópolis: Vozes, 2011, p. 60-94.
- FARIAS, R. C.; RAMIRES, J. R.; AGUILHERA, R. A. e SALGADO, T. D. M. Oficina interdisciplinar de fotografia: uma experiência para trabalhar conceitos físicos e químicos, de forma integrada, no âmbito do PIBID-UFRGS. In: *Anais do IX Salão de Ensino*. Porto Alegre, RS, 2013. Disponível em <http://hdl.handle.net/10183/90755>, acessado em Abril 2019.
- FELICETTI, V. L. e MOROSINI, M. C. Do compromisso ao comprometimento: o estudante e a aprendizagem. *Educar em Revista*, n. especial 2, p. 23-44, 2010.
- FOLLARI, R. A. Algumas considerações práticas sobre interdisciplinaridade. In: JANTSCH, A. e BIANCHETTI, L. (Orgs.). *Interdisciplinaridade: para além da filosofia do sujeito*. Petrópolis: Vozes, 2011, p. 107-121.
- FRIGOTTO, G. A interdisciplinaridade como necessidade e como problema nas ciências sociais. *Ideação Revista do Centro de Educação e Letras*, v. 10, n. 1, p. 41-62, 2008.
- GAUCHE, R.; SILVA, R. R.; BAPTISTA, J. A.; SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. e MACHADO, P. F. L. Formação de professores de química: concepções e proposições. *Química Nova na Escola*, n. 27, p. 26-29, 2008.
- GOMES, N. L. Relações étnico-raciais, educação e descolonização dos currículos. *Currículo sem Fronteiras*, v. 12, n. 1, p. 98-109, 2012.
- JACKLE, L. E. J.; ROSA, A. V.; AGUIAR, L. S.; CUNHA, S. G.; CSIZMAR, P. F.; LEMOS, C. S.; RAKOWSKI, I. K.; GASPARINI, V. J.; SILVA, A. C.; SALGADO, T. D. M.; SILVA, M. T. X. e MOÇO, M. C. C. Oficina interdisciplinar de ciência forense: solucionando crimes no ensino médio. In: *Anais do XXXVII Encontro de Debates Sobre o Ensino de Química*. Rio Grande, RS, 2017. Disponível em <http://www.edeq.furg.br/images/ebook/37edeqebook.pdf>, acessado em Abril 2019.
- KOFF, A. M. N. S. Trabalhando com projetos de investigação: quando a autonomia do aluno ganha destaque. In: *Anais da XXX Reunião Anual da ANPED*. Caxambu, MG, 2007. Disponível em <http://30reuniao.anped.org.br/trabalhos/GT04-3750--Int.pdf>, acessado em Abril 2019.
- LÜDKE, M. e ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 1986.
- MOZENA, E. R. e OSTERMANN, F. Uma revisão bibliográfica sobre a interdisciplinaridade no ensino das ciências da natureza. *Ensaio*, v. 16, n. 2, p. 185-206, 2014.
- OLIVEIRA, D. B. *Oficina interdisciplinar de radiações dos subprojetos PIBID/química e PIBID/física da UFRGS: uma proposta interdisciplinar?* Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014. Disponível em <http://hdl.handle.net/10183/110009>, acessado em Abril 2019.
- PEREIRA, J. E. D. *Formação de professores: pesquisa, representações e poder*. Belo Horizonte: Autêntica, 2000.
- PIERSON, A. H. C. e NEVES, M. R. Interdisciplinaridade na formação de professores de ciências: conhecendo obstáculos. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 1, n. 2, p. 120-131, 2001.
- POMBO, O. Epistemologia da interdisciplinaridade. *Ideação Revista do Centro de Educação e Letras*, v. 10, n. 1, p. 9-40, 2008. Disponível em <http://e-revista.unioeste.br/index.php/ideacao/article/view/4141>, acessado em Abril 2019.
- _____. Práticas interdisciplinares. *Sociologias*, ano 8, n. 15, p. 208-249, 2006.
- SALGADO, T. D. M. e SILVA, M. T. X. Oficinas interdisciplinares: integrando o PIBID química e o PIBID física na UFRGS. In: *Anais do XXXIII Encontro de Debates Sobre o Ensino de Química*. Ijuí, RS, 2013, p. 1-8. Disponível em <https://www.publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/edeq/article/view/2833>, acessado em Abril 2019.
- SANTOS, W. L. P.; GAUCHE, R.; MÓL, G. S.; SILVA, R. R. e BAPTISTA, J. A. Formação de professores: uma proposta de pesquisa a partir da reflexão sobre a prática docente. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 8, n. 1, p. 69-82, 2006.
- SECCO, G. D. Interdisciplinaridade: dores e delícias. In: *XI Seminário Institucional do PIBID/UFRGS*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.
- SILVA, E. O. Restrição e extensão do conhecimento nas disciplinas científicas do ensino médio: nuances de uma epistemologia de fronteiras. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 14, n. 1, p. 51-72, 1999.
- SILVA, T. T. *Documentos de identidade: uma introdução às teorias de currículo*. Belo Horizonte: Autêntica, 2007.
- TREVISAN, A. M. P.; DIAS, D. V.; CHARQUEIRO, D. S.; TAVARES, M. E. A.; OLIVEIRA, M.; LOPES, V. R.; SALGADO, T. D. M.; SILVA, M. T. X. e MOÇO, M. C. C. O perigo mora ao lado: um jogo de investigação para o ensino interdisciplinar de biologia, física e química. In: *Encontro Nacional de Jogos e Atividades Lúdicas no Ensino de Química, Física e Biologia – Level III (III JALEQUIM)*. Foz do Iguaçu, PR, 2018.

VERRANGIA, D. e SILVA, P. B. G. Cidadania, relações étnico-raciais e educação: desafios e potencialidades do ensino de ciências. *Educação e Pesquisa*, v. 36, n. 3, p. 705-718, 2010.

VIEIRA, A. F. e SALGADO, T. D. M. Química forense: de um tema popular entre adolescentes a um projeto do PIBID/química. In: *Anais do XI Salão de Ensino*. Porto Alegre, RS, 2015. Disponível em <http://hdl.handle.net/10183/133233>, acessado em Abril 2019.

_____; SANTOS, L. C.; AGUIAR, L. S.; ADOLFI, L. V.; FARIAS, R. C.; LEON, S. R. S. S.; MIGUEL, I. R. D.; PASSOS,

C. G.; SIRTORI, C. e SALGADO, T. D. M. Química forense: abordagem de um tema popular entre adolescentes em uma oficina do PIBID/Química da UFRGS. In: *Anais do XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química*. Florianópolis, SC, 2016, p. 1-8. Disponível em <http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0272-2.pdf>, acessado em Abril 2019.

WALLNER, F. Sete princípios da interdisciplinaridade no realismo construtivista. In: JANTSCH, A. P. e BIANCHETTI, L. (Orgs.). *Interdisciplinaridade: para além da filosofia do sujeito*. Petrópolis: Vozes, 2011, p. 95-106.

Abstract: *Disciplinary Interfaces in Science Teaching: A Teacher's Perspective.* This paper analyzes from the teachers' point of view the process of creation and development of the discipline "Searching for Disciplinary Interfaces in Science Teaching", offered for the teachers training courses in Biological Sciences, Physics and Chemistry. Because of its interdisciplinary nature, classes were taught simultaneously by teachers from each of these courses. In addition to activities of theoretical foundation on interdisciplinarity, the students elaborated, in groups formed by components of the different areas, interdisciplinary thematic workshops and applied them in Public High Schools classrooms. The students demonstrated creativity, commitment and concern in showing a link between science and citizenship. The lecturers considered that the teaching activity contributed significantly to the training of future teachers in terms of interdisciplinarity, both from theoretical and practical points of view.

Keywords: interdisciplinarity, natural sciences, teacher training

Preparação dos Manuscritos

Os trabalhos deverão ser digitados em página A4, espaço duplo, tipo Times Roman, margens 2,5, devendo ter no máximo o número de páginas especificado para a seção da revista à qual são submetidos. Na primeira página deverá conter o título do trabalho e um resumo do artigo com, no máximo, 1000 caracteres (espaços incluídos) e a indicação de três palavras-chave, seguidos de suas traduções para a linha inglesa, incluindo o título.

Não deve haver indicação dos autores no documento com o manuscrito e nenhum dado ou marcas em qualquer parte do texto que conduzam à sua identificação, durante a avaliação como, por exemplo: nome e filiação institucional; nomes de projetos e coordenadores de projetos (quando não são indispensáveis); referências e citações (utilizar "Autor1, ano", "Autor2, ano"... para manter o anonimato); local, título ou local de defesa de mestrado ou doutorado; agradecimentos etc. Os autores devem eliminar auto-referências. As informações dos autores devem estar descritas na carta de apresentação aos editores, e esta deverá conter o título do trabalho, o(s) nome(s) do(s) autor(es), sua(s) formação(ões) acadêmica(s), a instituição em que trabalha(m) e o endereço completo, incluindo o eletrônico. Verifique as propriedades do documento para retirar quaisquer informações. As referências citadas devem ser relacionadas ao final do texto, segundo exemplos abaixo:

- **Para livros** referência completa (citação no texto entre parênteses): AMBROGI, A.; LISBÔA, J. C. e VERSOLATO, E. F. *Unidades modulares de química*. São Paulo: Gráfica Editora Hamburg, 1987. - (Ambrogi et al., 1987).

KOTZ, J. C. e TREICHEL Jr., P. *Química e reações químicas*. Trad. J. R. P. Bonapace. 4ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002, v. 1. - (Kotz e Treichel Jr., 2002).

- **Para periódicos** referência completa (citação no texto entre parênteses):

TOMA, H. E. A nanotecnologia das moléculas. *Química Nova na Escola*, n. 21, p. 3-9, 2005. - (Toma, 2005).

ROSINI, F.; NASCENTES, C. C. E NÓBREGA, J. A. Experimentos didáticos envolvendo radiação microondas. *Química Nova*, v. 26, p. 1012-1015, 2004. - (Rosini et al., 2004).

- **Para páginas internet** referência completa (citação no texto entre parênteses):

<http://qnesc.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: Moisés Alves de Oliveira (UEL)

Divulgação de experimentos que contribuam para o tratamento de conceitos químicos no Ensino Médio e Fundamental e que utilizem materiais de fácil aquisição, permitindo sua realização em qualquer das diversas condições das escolas brasileiras. Deve-se explicitar contribuições do experimento para a aprendizagem de conceitos químicos e apresentar recomendações de segurança e de redução na produção de resíduos, sempre que for recomendável.

Limite de páginas: 10

● CADERNOS DE PESQUISA

Responsável: 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.

