

Análise de uma sequência didática sobre ligações químicas produzida por estudantes de química brasileiros em Formação Inicial

Luciana Passos¹ Sá e Andoni Garritz²

ABSTRACT (Analysis of a Teaching/Learning Sequence on Chemical Bonding written by Brazilian Chemistry students on teachers' training)

In this work the authors understand a Teaching/Learning Sequence (TLS) as a tool to strengthen the relationship between the theories boarded in teachers' training courses and the practices evolved by the teachers in formation. From this perspective, our objective is the analysis of the nature of didactic strategies shown in a TLS on Chemical Bonding, written for and applied in Secondary Education by pre-service teachers, participants in a Brazilian Program of teachers' training (PIBID, translated as "Institutional Program of Scholarships for Teaching Initiation"). The proposal of making the TLS was considered as an important action in the training of the scholarship holders, because it represented reflection and collaborative work among the participants. Moreover the PIBID, through actions that encourage the creation, development and evaluation of teaching methods, has contributed significantly to the formation of a teacher reflective and conscious of teaching needs, challenges and opportunities in the profession.

KEYWORDS: chemical bonding, teaching/learning sequence, teachers' training, PIBID

Resumo

Neste trabalho entendemos a Sequência Didática (SD) como instrumento de fortalecimento das relações entre a teoria veiculada nos cursos de formação de professores e as práticas por eles desenvolvidas. Nessa perspectiva, tivemos como objetivo analisar a natureza das estratégias didáticas propostas em uma SD sobre o tema Ligações Químicas, produzida e aplicada no Ensino Médio por futuros professores de Química, participantes de um programa brasileiro de formação docente, o PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência). A proposta de elaboração da SD se mostrou uma ação importante na formação dos bolsistas, fruto da reflexão e do trabalho colaborativo entre os participantes. Além disso, o PIBID, por meio de ações que incentivam a criação, desenvolvimento e avaliação de metodologias de ensino, tem contribuído significativamente para a formação do professor reflexivo e consciente das necessidades, desafios e possibilidades da profissão docente.

Palavras-chave: ligações químicas, sequência didática, formação de professores, PIBID

Introdução

Sequência didática, sequência de ensino-aprendizagem, unidade didática, plano de aula, plano de ensino são termos frequentemente empregados na área educacional, com definições similares e algumas particularidades (Zabala, 1998; Cruz, 1976), dentre elas a que define Sequência Didática (SD) como instrumento de fortalecimento das relações entre

a teoria veiculada nos cursos de formação de professores e as práticas desenvolvidas.

Certamente são contrastantes algumas das definições dadas para os termos supracitados. Com relação às unidades didáticas, por exemplo, Sánchez e Valcárcel (1993) nos apresentam cinco ações a elas relacionadas: análise científica, análise didática, objetivos, estratégias didáticas e avaliação. Anos mais tarde os autores reconhecem a produção de unidades didáticas como parte substancial do processo de formação docente (Sánchez e Valcárcel, 2000, p. 433) e a sua importância para o desenvolvimento de uma série de capacidades relacionadas ao ensino:

Sobre o conteúdo de ensino, os professores além de assumir o que está delimitado no livro passou a refletir sobre a problemática científica do mesmo, o que significa que a maioria diferencia e seleciona conteúdos de natureza conceitual,

¹ Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus – Bahia – Brasil. Desenvolveu durante 2013-2014 pós-doutorado na Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Correo electrónico: lucianapsa@gmail.com

² Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Avenida Universidad 3000; 04510 México, DF, México.

Correo electrónico: andoni@unam.mx

Fecha de recepción: 2 de enero de 2014.

Fecha de aceptación: 14 de marzo de 2014.

procedimental e atitudinal; num alto grau, incorporam e diferenciam conteúdos de identificação, interpretação e aplicação; também analisam e identificam o esquema conceitual que estabelece a unidade didática, elaborando mapas conceituais, e incluem procedimentos científicos como conteúdos próprios do ensino (tradução nossa).

Por outro lado, Méheut e Psillos (2004) apontam que o desenvolvimento das sequências de ensino-aprendizagem envolve a integração do conteúdo didático com conteúdos científicos, abarcando dimensões práticas, sociais e técnicas. Estão constituídas por atividades sequenciadas, com um conteúdo curricular definido por objetivos de ensino e um contexto didático inspirado na investigação educativa e na experiência docente, que em conjunto pretendem otimizar o processo de ensino-aprendizagem. Sobre este mesmo aspecto, um aluno mexicano alcançou a seguinte definição para uma sequência de ensino-aprendizagem: “um conjunto de atividades empiricamente sequenciadas e adaptadas, inspiradas na investigação educativa e enquadradas na demanda curricular, que tem como propósito oferecer ao docente do Bacharelado³ ferramentas didáticas multimodais, úteis para propiciar o desenvolvimento de habilidades de pensamento científico e a construção do conhecimento dos estudantes” (Martínez-Pérez, 2014).

A concepção de SD, adotada neste trabalho, vem sendo discutida no curso de Especialização em Ensino de Ciências REDEFOR (Rede São Paulo de Formação Docente) (Giordan et al., 2011). Segundo os autores (p. 3) “no âmbito internacional a SD vem sendo estudada no contexto da Didática Francesa, no Ensino de Matemática, e no contexto de Teaching-Learning-Sequences (TLS), principalmente no Ensino de Física”.

Neste estudo pretendemos investigar aspectos de uma SD voltada ao tema Ligações Químicas, produzida por um grupo de Licenciandos em Química, participantes do Programa de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID). O PIBID é uma ação conjunta do Ministério da Educação, por intermédio da Secretaria de Educação Superior (SESu), da Fundação de Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) (Santos et al., 2011). Um dos objetivos do Programa consiste em “inserir os licenciandos no cotidiano de escolas da rede pública de educação, proporcionando-lhes oportunidades de criação e participação em experiências metodológicas, tecnológicas e práticas docentes de caráter inovador e interdisciplinar que busquem a superação de problemas identificados no processo de ensino-aprendizagem” (CAPES, 2013).

Em outro artigo, publicado nesta Revista, relatamos acerca da participação de bolsistas de Iniciação à Docência na intervenção didática a qual este trabalho se relaciona (Sá

e Garritz, 2014). No presente estudo buscamos especular sobre a natureza das estratégias didáticas propostas na SD produzida pelos bolsistas para o ensino-aprendizagem das Ligações Químicas, para alunos do Ensino Médio, e apresentar considerações acerca da viabilidade de tais propostas, à luz da literatura.

O ensino das ligações químicas

A compreensão acerca das Ligações Químicas é considerada essencial para o desenvolvimento do estudante em outras áreas da Química e das Ciências de modo geral, conforme expressa Linus Pauling (1992, p. 521), cientista preocupado com o desenvolvimento da teoria da ligação química: “o conceito de Ligação Química é o mais valioso conceito em Química. O seu desenvolvimento ao longo dos últimos 150 anos tem sido um dos maiores triunfos do intelecto humano. Eu duvido que haja um Químico no mundo que não o utilize em seu pensamento. Muito da Ciência e da Tecnologia moderna tem desenvolvido devido à existência deste conceito” (tradução nossa).

Na literatura encontramos diversas discussões acerca das concepções dos estudantes sobre a temática (Fernandes e Marcondes, 2006; Tan e Treagust, 1999; Awan e Khan, 2013) e de propostas de ensino que buscam favorecer o seu entendimento (Focetola et al., 2012; Carvalho e Justi, 2005; García Franco e Garritz, 2006). Dentro as concepções alternativas mais recorrentes entre os estudantes, relacionadas à temática, se destacam:

- Os modelos de Ligações Químicas são explicações alternativas, somente aplicáveis, cada um deles, a um tipo de substância. Os estudantes também atribuem como causa para as Ligações Químicas, princípios relacionados à regra do octeto, ou seja, compartilhar e acomodar elétrons, ter uma camada externa completa, ou explicitamente, ter oito elétrons, em alguns casos com facetas antropomórficas e animistas (García Franco e Garritz, 2006).
- Os compostos iônicos são imaginados como moléculas discretas e as ligações iônicas são vistas como unidireccionais e sujeitas às mesmas regras de comportamento que as ligações covalentes. As ligações covalentes são fracas uma vez que, em geral, apresentam baixos pontos de ebulição (Barker e Miller, 2000; Taber, 1994; 1997).
- Metais e não metais formam moléculas constituídas por íons de cargas opostas; átomos de um metal e um não metal compartilham elétrons para formar moléculas; metais e não metais formam ligações covalentes fortes; quando átomos de um elemento são ligados covalentemente formarão macromoléculas; a elevada viscosidade de um sólido molecular é devida à presença de camadas de átomos ligados covalentemente; existem forças intermoleculares fortes numa macromolécula; ligações covalentes são quebradas quando a substância muda de estado, dentre outras (Tan e Treagust, 1999; De Posada, 1993; 1997; 1999a; 1997b).
- A Ligação Química é interpretada como se fosse uma mo-

³ Denominação usada no México para o nível de ensino que equivale à Educação Profissional Técnica de Nível Médio no Brasil.

la. Na mente dos estudantes a ligação serve para manter os átomos unidos, liberando energia quando essa ligação é rompida (Hapkiewicz, 1991 apud Fernandes e Marcondes, 2006; Galley, 2004).

Dentre as principais metodologias para o ensino das Ligações Químicas, verificadas na prática dos professores e nos livros didáticos, destaca-se o uso de analogias (Carvalho e Justi, 2005; Bernardino et al., 2013), de jogos didáticos (Focetola et al., 2012; Santos et al., 2010), das atividades experimentais com materiais de baixo custo (Pariz e Machado, 2011; Ortiz, 2013), dentre outras. Da mesma forma, Justi publicou nesta revista um artigo que, dividido em duas partes, se dedica à análise do ensino da ligação iônica, fundamentada na modelagem (Mendonça e Justi, 2009; Justi e Mendonça, 2009). Algumas destas metodologias foram propostas na SQ didática produzida pelos bolsistas do PIBID, cujo processo de elaboração e aplicação é descrito a seguir.

Construção das SD

A SD sobre Ligações Químicas foi elaborada por três estudantes de Química participantes do PIBID e pertencentes a diferentes períodos do curso de Licenciatura em Química de uma universidade pública situada na região Sul da Bahia, no Brasil. A atividade fez parte de uma série de ações propostas no âmbito do Programa e consistiu na elaboração e posterior aplicação da SD com estudantes do 2º ano do Ensino Médio de uma escola da rede estadual, situada nas proximidades da universidade. O desenvolvimento da SD na sala de aula ocorreu com a supervisão da professora regente, que no projeto atuou como supervisora dos bolsistas (Sá e Garritz, no prelo). Cabe ressaltar que os aspectos positivos e negativos, verificados na prática da aplicação da SD, foram posteriormente discutidos com o grupo de dez bolsistas. No entanto, o foco deste trabalho consiste na análise do material escrito produzido, ou seja, a SD didática propriamente dita.

Dentre outros aspectos, os bolsistas foram orientados a considerar na produção da SQ os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais relacionados ao tema; o contexto em que a mesma seria aplicada (número de alunos, tamanho das salas, recursos, condições sócio-econômicas etc.); e os objetivos explicitados nos documentos oficiais de educação.

Análise das SD

Nos tópicos a seguir discutimos as principais metodologias propostas na SQ e as formas de aplicação destas na sala de aula, de acordo com as ideias e justificativas do grupo.

Aula expositiva com o emprego de recursos áudio visuais e exemplos do cotidiano

A primeira atividade proposta consistiu na realização de uma aula expositiva introdutória, com o auxílio de recursos audiovisuais e diversas ilustrações extraídas de páginas de busca na Internet, como o Google. A proposta de aula inicia com a apresentação de uma imagem que reforça ideias an-



Figura 1. Parte introdutória do material proposto pelos bolsistas na SD para a aula expositiva. (Fonte: <http://www.elpiensino.com.br/ligacoes-quimicas-ionica-e-covalente-prof-joao-h-nunes/>).

tropomórficas e animistas acerca das ligações químicas (García Franco e Garritz, 2006). A imagem ilustrada na Figura 1 tem como objetivo responder ao questionamento “Por que os átomos se ligam?”.

O emprego de analogias é fortemente evidenciado no ensino das Ligações Químicas (Bernardino et al., 2013; Monteiro e Justi, 2000; Justi e Mozzer, 2013) e na SQ os bolsistas também recorrem a este tipo de explicação na tentativa de facilitar o entendimento dos estudantes. Analogias como a empregada pelo grupo é discutida por Bernardino et al. (2013) ao analisarem os diferentes tipos de analogias presentes em livros didáticos de química para o Ensino Médio. O exemplo ilustrado pelos autores (Figura 2) teve como objetivo associar o conteúdo à prática do rapel, em que as âncoras e amarrasões são usadas para representar os tipos de ligações químicas (Paraná, 2007, p. 57).

De acordo com Bernardino et al. (2013) a representação feita pelos autores do livro didático provavelmente foi motivada pela intenção de familiarizar o aluno com as ligações que os átomos são capazes de fazer para formar substâncias. No entanto, a atribuição de características humanas tais

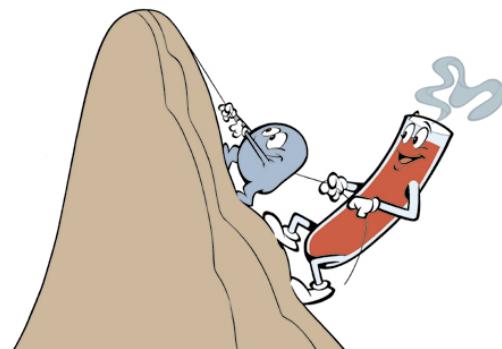


Figura 2. Exemplo de analogia para o ensino de ligações químicas. Fonte: Paraná (2007, p. 57), disponível em http://www.educadores.dia-dia.pr.gov.br/arquivos/File/livro_didatico/quimica.pdf

como: olhos, bocas, sorrisos, mãos e pés, como mostram as Figuras 1 e 2, podem, ao invés de facilitar, causar prejuízos na aprendizagem dos estudantes.

Ilustrações como a apresentada na Figura 3 são também usadas na proposta de aula expositiva. Aparentemente, a intenção do grupo consiste em relacionar aspectos microscópicos com aspectos macroscópicos presentes no ensino das ligações químicas.

A Figura 3 ilustra as condições necessárias para que ocorra a dissociação iônica, por meio de um experimento que mostra que os íons em movimento, presentes numa solução aquosa de cloreto de sódio, conduzem corrente elétrica. Esse tipo de representação favorece a imaginação dos estudantes quanto ao movimento e a disposição das partículas nas diferentes situações apresentadas (água destilada, cloreto de sódio no estado sólido e em solução). As diferentes representações do conhecimento químico são discutidas por Wartha e Rezende (2011, p. 276). Segundo os autores:

"Imaginação é mais importante que conhecimento". Essas palavras de Albert Einstein ilustram muito bem nosso ponto de vista sobre a questão das representações no processo de ensino e aprendizagem em Química. Conhecimento só, não é suficiente em Química. O conhecimento de fórmulas, equações, ligações e mecanismos de reações não deveriam ser o objetivo principal no ensino e aprendizagem de Química. Do nosso ponto de vista, seria mais importante o desenvolvimento da imaginação, em função das evidências observadas, dos dados analisados e da capacidade de criar modelos explicativos por meio da capacidade de representar átomos, moléculas e transformações químicas, por exemplo, e usá-los na construção do conhecimento químico sobre determinado fenômeno.

Exemplos do cotidiano também foram propostos pelos bolistas para a aula introdutória sobre Ligações Químicas, den-

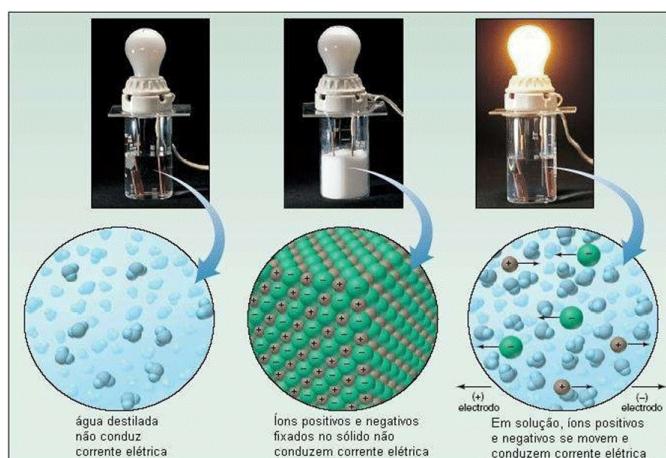


Figura 3. Parte da apresentação usada como apoio na aula expositiva.
(Fonte: <http://qmcmarcelo.blogspot.mx/2010/01/sal-de-cozinha-parte-1.html>)

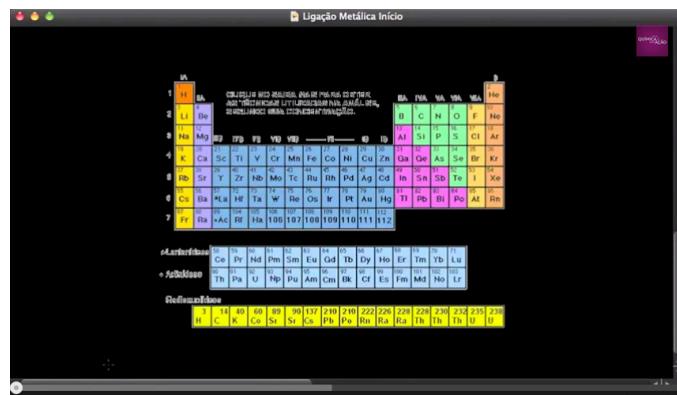


Figura 4. Vídeo proposto na SD.
(Fonte: http://www.youtube.com/watch?v=SCWncq_GZ-k)

tre eles exemplos de diferentes tipos de ligações metálicas, como o ouro 18 quilates e o aço inoxidável. As diferentes formas de aplicação das ligações metálicas são também discutidas em materiais didáticos que abordam as Ligações Químicas, como forma de evidenciar a aplicação do conhecimento químico na vida prática. Ferreira (1998),⁴ por exemplo, apresenta um material didático para o ensino das Ligações Químicas que tem como característica principal: partir do macroscópico (comportamento de diferentes materiais) e ir para o microscópico, ao buscar modelos que expliquem os diferentes comportamentos. Para tanto, alguns questionamentos norteiam as atividades propostas: "qual a relação entre a utilidade dos materiais e suas propriedades? Por que um determinado material pode ter uma utilidade e outro semelhante não serve para o mesmo fim? Qual será a explicação para que os materiais tenham comportamentos tão diferentes e, por conseguinte, usos tão variados" (p. 5).

Vídeo-aula

A Figura 4 ilustra uma vídeo-aula proposta na SQ, extraída do YouTube, que consiste: na apresentação das propriedades físicas e químicas dos metais e sua disposição na tabela periódica; do modelo de "mar de elétrons" para explicar as ligações metálicas; e de situações do cotidiano que exemplificam as propriedades apresentadas pelos metais.

Discussões acerca do emprego dos recursos audiovisuais na sala de aula tem sido frequentes na literatura (Zhang et al., 2011; Masats e Dooly, 2011), dentre outras razões, por vivermos num momento caracterizado pela multiplicidade de linguagens e por uma forte influência dos meios de comunicação. Realidade que exige do professor o entendimento das linguagens do cinema, da TV e do vídeo e habilidades

⁴ Adaptação da obra: *Ligações Químicas: a construção de modelos que buscam explicar as propriedades das substâncias*. Autores: Breier, A.; Ely, C. R.; Lindner, E. L.; Milagre, A. S. K.

para identificar suas potencialidades e peculiaridades (Silva et al., 2012). No que diz respeito à formação de professores e o uso do vídeo, Masats e Dooly (2011, p. 1152, tradução nossa) afirmam que:

Lançando o olhar para a formação de professores, se pode argumentar que há uma responsabilidade adicional de ir além da demonstração de estratégias de ensino. A formação docente deve encorajar professores em formação inicial e continuada a aprender a observar, refletir e pensar criticamente sobre suas próprias estratégias de ensino. Neste sentido, vídeo-modelagem e vídeo-assessoria na formação de professores podem desempenhar um importante papel. Estudantes-professores devem aprender a reparar em seus próprios estudantes “forma de ser” e desenvolver práticas que os ajudem a observar o pensamento dos estudantes para que assim possam melhor adaptar as necessidades dos estudantes ao contexto em que eles estão ensinando.

Experimentação com materiais de baixo custo

Um experimento sobre condutividade elétrica, similar ao ilustrado na Figura 5, foi proposto pelos bolsistas com os seguintes objetivos: discutir as condições necessárias para a condução de eletricidade; trabalhar conceitos de substâncias iônicas e moleculares; favorecer o reconhecimento pelos estudantes acerca dos materiais condutores de eletricidade e o entendimento sobre o porquê de alguns destes conduzirem corrente elétrica, enquanto outros não.

Na Figura 6 está apresentado um quadro com uma série de substâncias cuja condutividade elétrica foi testada com base no experimento ilustrado na Figura 5. O quadro foi empregado, pelos estudantes, para o registro sobre os materiais que conduziam, ou não, corrente elétrica.

O registro sobre a ocorrência ou não de corrente elétrica foi acompanhado das seguintes questões: 1) Todos os sólidos são condutores? Cite dois sólidos que sejam condutores e dois que não sejam. 2) E as soluções? Cite duas soluções que sejam condutoras e duas que não sejam. 3) Explique por que alguns materiais conduzem corrente elétrica e outros não. O experimento, o quadro para registro e as questões colocadas a posteriori, também são verificados em materiais didáticos para o ensino das

SUBSTÂNCIA (FÓRMULA)	CONDUTIVIDADE
Água (H_2O)	
Sal de cozinha NaCl (s)	
Sal de cozinha em solução NaCl (aq)	
Açúcar (sacarose) $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ (s)	
Açúcar em solução $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ (aq)	
Alcool (etanol) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	
Limão em solução	
Vinagre	
Pedaço de madeira	
Pedaço de plástico	
Pedaço de ferro (prego) Fe (s)	
Banana verde	
Banana madura	
Calabresa	

Figura 6. Quadro empregado para registro dos dados obtidos a partir do experimento de verificação da condutividade elétrica das substâncias.

Ligações Químicas (Ortiz, 2013; Ferreira, 1998), com variações em relação às substâncias testadas e às questões empregadas.

Pariz e Machado (2011) argumentam que o conceito das Ligações Químicas exige do estudante um salto do concreto para o abstrato, ou seja, do mundo macro para o universo microscópico das ideias. Nesse sentido, a atividade experimental proposta na SD desempenha um importante papel, uma vez que a experiência dos autores com semelhante atividade permitiu observar o estabelecimento de importantes relações entre os diversos materiais e/ou substâncias de uso cotidiano, suas propriedades e o conteúdo de ligações químicas, contribuindo significativamente com o processo ensino-aprendizagem do tema.

Jogos didáticos

A última atividade proposta na SD consistiu na realização de um jogo didático que, segundo os autores, teve como propósito “tornar o aprendizado dinâmico e divertido, atraindo a atenção dos alunos, além de proporcionar a interação entre os colegas”. O jogo foi elaborado e confeccionado utilizando papelão que serviu de tabuleiro, tinta guache e tampinhas de garrafa. Além do tabuleiro, foram confeccionados cartões com perguntas relacionadas às Ligações Químicas, extraídas de provas de vestibulares disponíveis na Internet (Figura 7), que deveriam ser respondidas corretamente para se chegar ao final do percurso. De maneira geral, as perguntas não envolviam, de forma significativa: aspectos da aplicação do tema no cotidiano, como os diferentes tipos de ligações metálicas; a condutividade elétrica; e outras propriedades físicas e químicas discutidas na vídeo-aula. Predominaram questões em que a regra do octeto se fazia necessária para justificar a ligação química realizada e outras acerca do posicionamento dos elementos na tabela periódica.

Jogos com fins educacionais para o ensino de conteúdos químicos têm sido recomendados com o objetivo de favorecer

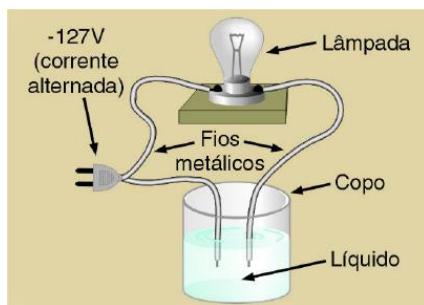


Figura 5. Teste de condutividade elétrica.
(Fonte: http://www.profpc.com.br/teoria_arrhenius.htm)

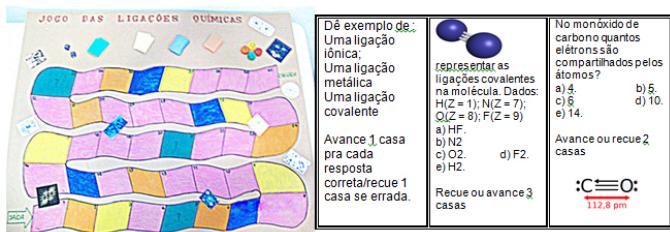


Figura 7. Jogo proposto na SD.

a aprendizagem e atrair a atenção dos estudantes para o conteúdo a ser ensinado. Focetola et al. (2012), por exemplo, utilizaram três jogos de cartas para introduzir, reforçar ou exercitar os conceitos químicos ministrados acerca das Ligações Químicas e Funções Inorgânicas. A proposta consistiu numa atividade desenvolvida no âmbito do PIBID e, de acordo com os resultados obtidos, os autores sugerem que “aliar a aquisição e/ou reconstrução do conhecimento com as características lúdicas, corporativas e disciplinares dos jogos confere maior interatividade às aulas de química, motivando e socializando os alunos em sala de aula”. No entanto, alguns cuidados/recomendações são apontados como essenciais quando se pretende usar o jogo didático na sala de aula, dentre os quais se destacam: o jogo não deve ser levado para a sala de aula apenas para preencher lacunas de horários ou tornar o ensino de química mais divertido; o professor deve experimentar/vivenciar o jogo antes de apresentá-lo aos estudantes, de modo a conhecer a coerência das regras, o nível das dificuldades e os conceitos que podem ser explorados; entender o erro no jogo como parte do processo de ensino-aprendizagem e oportunidade para a construção de conceitos; entender que a função do jogo no ensino de química não é o de memorização de conceitos, nomes ou fórmulas. Estes, quando aparecem, devem favorecer a familiarização do estudante com a linguagem química e a aquisição dos conhecimentos básicos para a aprendizagem de outros conceitos (Cunha, 2012).

Considerações finais

A necessidade de abstração associada a outras dificuldades inerentes ao ensino de tópicos como Ligações Químicas tem originado diversas discussões e propostas que buscam minimizar a complexidade do ensino dos conceitos envolvidos. Nessa perspectiva, diversas estratégias de ensino acessíveis ao professor e, em muitos casos, possíveis de serem aplicadas na sala de aula, têm sido recomendadas com o propósito de favorecer a compreensão mais adequada do assunto, conforme argumentam Pariz e Machado (2011, p. 2).

A dificuldade de se trabalhar esse conteúdo em sala de aula pode estar, em parte, associada a obstáculos de se implementar estratégias didáticas diversificadas, além da falta de materiais, que associem teoria-experimento sem banalizar os conceitos químicos, atribuindo-lhes significados mais próximos aos aceitos científicamente. Entendemos que o uso de

atividades experimentais, modelagem, jogos e vídeos educativos, paradidáticos e textos de divulgação científica associados às aulas, de maneira que o processo ensino-aprendizagem seja indissociável, permite ao estudante apreender o conhecimento de forma integrada, interdisciplinar e contextualizada.

Os dados analisados sugerem que as estratégias propostas na SD foram pensadas a partir de considerações sobre a viabilidade de cada uma das ações, no que diz respeito à disponibilidade dos materiais, dos recursos audiovisuais existentes na escola e do tempo que seria dedicado à aplicação da SD, de acordo com a programação da professora responsável. Nesse sentido, o objetivo preconizado pela CAPES de proporcionar oportunidades de criação e participação, de estudantes em formação inicial, em experiências metodológicas para o contexto em que estão inseridos, foi contemplado.

Apesar das limitações verificadas em algumas das ações propostas na SD, como o emprego de determinadas analogias, as facetas antropomórficas e animistas envolvidas ou a natureza das questões propostas no Jogo Didático, entendemos a proposta da SD como uma ação importante na formação dos bolsistas, fruto da reflexão e do trabalho colaborativo entre os participantes. Desse modo, o PIBID, por meio de ações que incentivam a criação, desenvolvimento e avaliação de metodologias de ensino, tem contribuído significativamente para a formação do professor reflexivo e consciente das necessidades, desafios e possibilidades da profissão docente.

Agradecimentos

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida para estudos de pós-doutorado (Processo 1806-11-2) e aos bolsistas de Iniciação à Docência que participaram da pesquisa.

Bibliografia

- Awan, A. S.; Khan, T. M., Investing Pakistani Students' alternative ideas regarding the concept of chemical bonding, *Bulletin of Educational and Research*, **35**(1), 17–29, 2013.
- Barker, V.; Millar, R., Student's reasoning about basic chemistry thermodynamics and chemical bonding: What changes occur during a context-based post-16 chemistry course?, *International Journal of Science Education*, **22** (11), 1171–1200, 2000.
- Bernardino, M. A. D.; Rodrigues, M. A.; Bellini, L. M., Análise crítica das analogias do livro didático público de química do estado do Paraná, *Ciência & Educação*, **19**(1), 135–150, 2013.
- CAPES. Portaria Nº 096, de 18 de Julho de 2013. Disponível em: http://www.capes.gov.br/images/stories/download/legislacao/Portaria_096_18jul13_AprovaRegulamentoPIBID.pdf
- Carvalho, N. B.; Justi, R. S. Papel da analogia do “mar de elétrons” na compreensão do modelo de ligação química, *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, 2005.

- Cunha, M. B., Jogos no ensino de química: considerações teóricas para sua utilização em sala de aula, *Química Nova na Escola*, **34**(2), 92–98, 2012.
- Cruz, E. C., Princípios e critérios para o planejamento das atividades didáticas. En: Castro, A. D. E. A. (Ed.). *Didática para a escola de 1º e 2º graus*. 4 (pp. 49–55). São Paulo: Pioneira, 1976.
- De Posada, J. M., Concepciones de los alumnos de 15–18 años sobre la estructura interna de la materia en el estado sólido, *Enseñanza de las ciencias*, **11**(1), 12–19, 1993.
- De Posada, J. M., Conceptions of high school students concerning the internal structure of metals and their electric conduction: structure and evolution, *Science Education*, **81**(4), 445–467, 1997.
- De Posada, J. M. Concepciones de los alumnos sobre el enlace químico antes, durante y después de la enseñanza formal. Problemas de aprendizaje. *Enseñanza de las ciencias*, **17**(2), 227–245, 1999a.
- De Posada, J. M., The presentation of metallic bonding in high school science textbooks during three decades: science educational reforms and substantive changes of tendencies, *Science Education*, **83**, 423–447, 1999b.
- Fernandes, C.; Marcondes, M. E. R., Concepções dos estudantes sobre ligações químicas, *Química Nova na Escola*, (24), 20–24, 2006.
- Ferreira, M. Modelos de ligações químicas: explicação das propriedades físicas das substâncias, 1998. Disponível em: <http://www.iq.ufrgs.br/aeq/html/publicacoes/matdid/livros/pdf/ligacoes.pdf>
- Focetola, P. B. M.; Castro, P. J.; Souza, A. C. J.; Grion, L. S.; Pedro, N. C. S.; Iack, R. S.; Almeida, R. X.; Oliveira, A. C.; Barros, C. V. T.; Vaitsman, E.; Brandão, J. B.; Guerra, A. C. O.; Silva, J. F. M., Os jogos educacionais de cartas como estratégias de ensino de química, *Química Nova na Escola*, **34**(4), 248–255, 2012.
- Galley, W. C., Exothermic Bond Breaking: A Persistent Misconception, *Journal of Chemical Education*, **81**(4), 523–525, 2004.
- García Franco, A.; Garritz, A. Desarrollo de una unidad didáctica: el estudio del enlace químico en el Bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*, **24**(1), 111–124, 2006
- Giordan, M.; Guimarães Y. A. F.; Massi, L., Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequências didáticas: tendências no ensino de ciências. Atas do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Campinas, 2011.
- Hapklewicz, A. Clarifying chemical bonding: overcoming our misconceptions, *The Science Teacher*, **58**(3), 24–27, 1991.
- Justi, R. e Mendonça, P. C. C., Favorecendo o aprendizado do modelo eletrostático: análise de um processo de ensino de ligação iônica fundamentado em modelagem. Parte II, *Educación Química*, **20**(3), 373–382, 2009.
- Justi, R. y Mozzer, N. B., A Elaboração de Analogias como um Processo que Favorece a Expressão de Concepções de Professores De Química, *Educación Química*, **24**(Extraord. 1), 163–173, 2013.
- Martínez Pérez, J., *Desarrollo de una secuencia de enseñanza-aprendizaje en entornos tecnológicos: Polímeros*, Tesis para obtener el título de maestro en Docencia para la Educación Media Superior. México: Facultad Química, Universidad Nacional Autónoma de México, 2014. Ver la definición en el blog desarrollado por el estudiante en <http://seapolimeros.blogspot.mx/2013/05/seas.html>
- Masats, D.; Dooly, M., Rethinking the use of video in teacher education: a holistic approach, *Teaching And Teacher Education*, **27**(7), 1151–1162, 2011.
- Méheut, M., y Psillos, D., Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research, *International Journal of Science Education*, **26**(5), 515–535, 2004.
- Mendonça, P. C. C. y Justi, R., Favorecendo o aprendizado do modelo eletrostático: análise de um processo de ensino de ligação iônica fundamentado em modelagem. Parte I, *Educación Química*, **20**(Extraord.), 282–294, 2009.
- Monteiro, I. G.; Justi, R. S. Analogias em livros didáticos de química brasileiros destinados ao ensino médio, *Investigações em Ensino de Ciências*, **5**(2), 67–91, 2000.
- Ortiz, L. N. M. Diseño de una unidad didáctica para la enseñanza del concepto de enlace químico a los alumnos del grado décimo 'A' de la Institución Educativa Marceliana Saldaña. Trabajo de Grado, Universidad Nacional de Colombia, 2013.
- Paraná. Secretaria de Estado da Educação, *Química: ensino médio*. 2. ed. Curitiba, 2007.
- Pariz, E.; Machado, P. F. L., Martelando materiais e ressignificando o ensino de ligações químicas. Atas do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Campinas, 2011.
- Pauling, L., The Nature of the Chemical Bond-1992, *Journal of Chemical Education*, **69**(6) 519–521, 1992.
- Sá, L. P. e Garritz, A., O Conhecimento Pedagógico da "Natureza da Matéria" de Bolsistas Brasileiros de Iniciação à Docência, *Educación Química*, **25**(3), 363–379, 2014.
- Sá, L. P. y Garritz, A., Conhecimento pedagógico do conteúdo: crenças e ações de uma professora de química em formação continuada. En: Andoni Garritz, Silvio Daza Rosales y María Gabriela Lorenzo (eds.), *Conocimiento Didáctico del Contenido. Una perspectiva Iberoamericana* (Cap. 12). Saarbrücken, Alemania: Editorial Académica Española (en prensa).
- Sánchez, G.; Valcárcel, M. V., Diseño de unidades didácticas en el área de ciencias experimentales, *Enseñanza de las Ciencias*, **11**(1), 33–44, 1993.
- Sánchez, G. y Valcárcel, M. V., ¿Qué tienen en cuenta los profesores cuando seleccionan el contenido de enseñanza? Cambios y dificultades tras un programa de formación, *Enseñanza de las Ciencias*, **18**(3), 423–437, 2000.
- Santos, D. G.; Borges, A. P. A.; Borges, C. O.; Nunes, S. M. T., Jogo das ligações: uma abordagem lúdica para o auxílio do processo de ensino-aprendizagem. XV Encontro Nacional de Ensino de Química, Brasília, DF, Brasil, 2010.
- Santos, M.; Corilaço, M. M.; Saraiva, E.; Proêncio, J. L.;

- Albuquerque, M. G., Frações: uma revisão adaptada para o ensino médio. En: Francisco Jr., W. E.; Zibetti, M. L. T. (org.). *Novos ou velhos espaços formativos? Perspectivas para a formação docente em Rondônia e no Brasil*. São Carlos: Pedro & João Editores, 2011.
- Silva, J. L.; Silva, D. A.; Martini, C.; Domingos, D. C.A.; Leal, P. G.; Benedetti Filho, E.; Fiorucci, A. R., A utilização de vídeos didáticos nas aulas de química do ensino médio para a abordagem história e contextualizada do tema vidros, *Química Nova na Escola*, **34**(4), 189–200, 2012.
- Taber, K. S. Misunderstanding the ionic bond, *Education in Chemistry*, **31**(4), 100–103, 1994.
- Taber, K. S., Student understanding of ionic bonding: molecular versus electrostatic framework?, *School Science Review*, **78**(285), 85–95, 1997.
- Tan, K. C. D.; Treagust, D. F., Evaluating students' understanding of chemical bonding, *School Science Review*, **81**(294), 1999.
- Wartha, E. J.; Rezende, D. B. Os níveis de representação no ensino de química e as categorias da semiótica de Peirce, *Investigações em Ensino de Ciências*, **16**(2), 275–290, 2011.
- Zabala, A. *Prática Educativa: como ensinar*. Porto Alegre: ARTMED, 1998.
- Zhang, M.; Lundeberg, M.; Koehler, M. J. E Eberhardt, J., Understanding affordances and challenges of three types of video for teacher professional development, *Teaching and Teacher Education*, **27**(2), 454–462, 2011.