

Abordagem de ligação metálica numa perspectiva de Ensino por situação-problema

RESUMO

O presente estudo avaliou a eficácia de uma estratégia didática pautada no ensino por situações-problema (SP) na abordagem de ligação metálica. Uma SP é uma situação didática na qual se propõe ao sujeito uma tarefa que ele não pode realizar sem efetuar uma aprendizagem precisa. A aprendizagem, que constitui o objetivo da situação-problema acontece quando o obstáculo é transposto na realização da tarefa. Estudantes do Curso de Licenciatura em Química de uma Instituição Federal de Ensino Superior participaram da pesquisa. A metodologia consistiu na: elaboração de uma SP sobre ligação metálica; intervenção didática com utilização de hipermídia, experimento sobre condução elétrica, vídeo sobre condução térmica; análise das respostas dos estudantes à SP a partir de categorias que contemplam os três níveis do conhecimento químico, teórico, representacional, fenomenológico. Os resultados evidenciaram a importância dos instrumentos utilizados e a maioria dos estudantes conseguiu responder a SP, sendo que alguns deles apresentaram dificuldade na representação da ligação metálica.

PALAVRAS-CHAVE: Situação-Problema. Estudantes. Ligação Metálica.

Imerson da Mota Ferreira

imersonmota@gmail.com
0000-0002-6722-7790

Professor da rede privada do estado de Pernambuco, Brasil.

Lucas dos Santos Fernandes

luckfernandez@hotmail.com
0000-0003-3038-3527

Universidade Federal do Vale do São Francisco, São Raimundo Nonato, Piauí, Brasil.

Angela Fernandes Campos

afernandescampos@gmail.com
0000-0002-1294-3124

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Brasil.

INTRODUÇÃO

As ligações químicas representam um assunto de fundamental importância, e seu conhecimento é essencial para um melhor entendimento das transformações que ocorrem em nosso mundo. Para muitos investigadores, o conceito de ligação química é considerado crucial dentro da química, tendo em vista que, sua compreensão permite que o estudante possa desenvolver com êxito outras áreas desta ciência, por exemplo, reações químicas, estruturas moleculares, equilíbrio químico, termodinâmica e inclusive conteúdos da biologia. Apesar de sua importância, o tema ligação química, tem sido apontado por alguns investigadores (Coll & Treagust, 2003, De Posada, 1997) como sendo de difícil compreensão por parte dos alunos (Acar & Tahan, 2008). Dentre os três tipos de ligação química (iônica, covalente e metálica), a literatura aponta a ligação metálica como sendo a menos assimilada pelos estudantes. Considerando as dificuldades identificadas nos estudos que envolvem o ensino e a aprendizagem de ligação metálica, esta investigação propõe avaliar a eficácia de uma estratégia didática elaborada tendo como referência teórica o ensino por situação-problema (SP).

Assumimos nesse estudo a ideia de Meirieu (1998, p.192) sobre SP: “uma situação didática na qual se propõe ao sujeito uma tarefa que ele não pode realizar sem efetuar uma aprendizagem precisa. E essa aprendizagem, que constitui o verdadeiro objetivo da situação-problema, se dá ao vencer obstáculos na realização da tarefa”.

No ensino por situação-problema há no enunciado a presença de um obstáculo. A transposição desse obstáculo é garantia, segundo Meirieu (1998), que ocorreu a aprendizagem. Nesse sentido, é importante que o professor ao elaborar uma situação-problema tenha conhecimento sobre o nível cognitivo dos estudantes, pois o obstáculo presente na SP não pode ser tão difícil para que o indivíduo não evite a aprendizagem, nem ser tão simples, de tal forma que se perca a noção da presença do obstáculo. Além disso, a SP precisa despertar no indivíduo o interesse por resolvê-la, ou seja, o aprendiz precisa sentir-se motivado para a busca da solução. Nesse sentido, Lopes (1994) comenta que a SP deve estar contextualizada. Estudos mostram (Veríssimo, 2011, Lacerda, 2012), que abordagem de conteúdos químicos por meio de situações-problema é relevante e deve estar presente no ensino atual de Química, pois, proporciona o desenvolvimento de competências diversas relacionadas com procedimentos, atitudes, representação, comunicação, investigação.

É importante destacar que resolver uma SP é diferente de resolver exercícios. Nos exercícios, o estudante geralmente faz uso de algoritmos prontos, já estabelecidos, por isso, exige muito pouco do estudante o raciocínio. Baseiam-se na repetição e automatismo e são apresentados pelo professor após o processo de ensino e aprendizagem (Lopes, 1994). Resolver uma SP, segundo Silva et al., (p.2, 2014),

exige muito mais que conhecer: exige saber agir, tomando como base os conhecimentos pré-construídos. Além disso, o processo de resolução da situação-problema pode potencializar a interação entre aluno-professor e aluno-aluno uma vez que ocorrerá uma permanente discussão dos conteúdos químicos o que poderá propiciar uma construção coletiva do conhecimento

Por isso, propor estratégias didáticas tendo como referencial o modelo de ensino por situação-problema demanda do professor pesquisa, planejamento e competências diversas.

Metodologia

Sujeitos da Pesquisa

Participaram 09 alunos do curso de Licenciatura em Química de uma Instituição Federal de Ensino Superior que estavam cursando a disciplina Química Inorgânica, oferecida no quarto período. Os alunos foram distribuídos em dois grupos, um com cinco componentes e o outro com quatro componentes a fim de que eles pudessem participar de forma colaborativa no processo de resolução da situação-problema.

Elaboração de uma Situação-Problema (SP)

O ensino por meio de SP pode desenvolver nos estudantes aprendizagens diversas. No entanto, o processo de elaboração de uma SP não é algo simples e demanda um bom planejamento do professor/pesquisador. Nesse sentido, a fim de contribuir, alguns autores dão orientações para o trabalho do professor em sala de aula. Mais uma vez nos reportamos a Meirieu (1998, p.181) e considerando suas orientações (tabela 1) foi elaborada a SP descrita a seguir e as atividades que foram desenvolvidas com os estudantes.

A SP constou de uma notícia verídica, retirada de um site: a reportagem relata um roubo de fios de fibra ótica, na qual esses fios possuem o metal cobre: seis homens foram presos em flagrante roubando fios de cobre da empresa de telefonia Oi. A polícia chegou até os suspeitos por meio de denúncias anônimas de que uma quadrilha estaria furtando o material. Ao chegar ao local, os policiais encontraram um caminhão caçamba com 13 tubos de fios de cobre. Cada tubo possuía cerca de seis metros. De acordo com informações repassadas pelos suspeitos aos policiais, cada quilo de fio de cobre seria vendido a R\$ 7. Após a prisão, o grupo foi encaminhado à Delegacia de Plantão da Boa Vista. Todos foram autuados por furto qualificado e formação de quadrilha. A reportagem acima relata o roubo de fios de cobre. Porque esse metal é utilizado na transmissão de energia elétrica? Como explicar o seu comportamento considerando os aspectos macroscópico, teórico e representacional do conhecimento químico?

A tabela 1 mostra as orientações de Meirieu (1998) e sua relação com as atividades propostas para a intervenção didática com os estudantes.

Tabela 1 - Orientações de Meirieu (1998) para o professor no processo de elaboração de uma SP.

| Orientação de Meirieu | Atividades desenvolvidas |
|--|---|
| <p>1. Qual o meu objetivo? O que eu quero fazer com que o aluno adquira e que para ele represente um patamar de progresso importante?</p> | <p>Que os alunos aprendam sobre a ligação metálica, com relação aos três níveis do conhecimento químico, teórico (microscópico), fenomenológico (macroscópico), representacional.</p> |
| <p>2. Que tarefa posso propor que requeira, para ser realizada, o acesso a esse objetivo (comunicação, reconstituição, enigma, ajuste, resolução, etc.)?</p> | <p>Inicialmente as instruções-alvo, como divisão dos alunos em grupos de no máximo cinco componentes. Incentivo a participação deles de forma colaborativa a fim de que haja levantamento de hipóteses, troca de ideias. Realização de uma breve apresentação sobre o trabalho a ser desenvolvido.</p> |
| <p>3. Que dispositivo devo instalar para que a atividade mental permita, na realização da tarefa, o acesso ao objetivo? Que materiais, documentos, instrumentos devo reunir?</p> | <p>Apresentação da situação-problema, realização de um experimento sobre condutividade elétrica, apresentação de um vídeo sobre a condução e térmica nos metais, e discussão sobre uma hipermídia que traz as estruturas cristalinas cúbico de face centrada, cúbico de corpo centrado e hexagonal compacto dos metais.</p> |
| <p>4. Que atividades posso propor que permitam negociar o dispositivo segundo diversas estratégias? Como variar os instrumentos, procedimentos, níveis de orientação, modalidades de reagrupamento?</p> | <p>Atividades mediadas pela professora com constantes discussões referentes ao tema, interações entre os alunos e entre a professora e os alunos. Atividades em grupo.</p> |

Construção/seleção de instrumentos didáticos

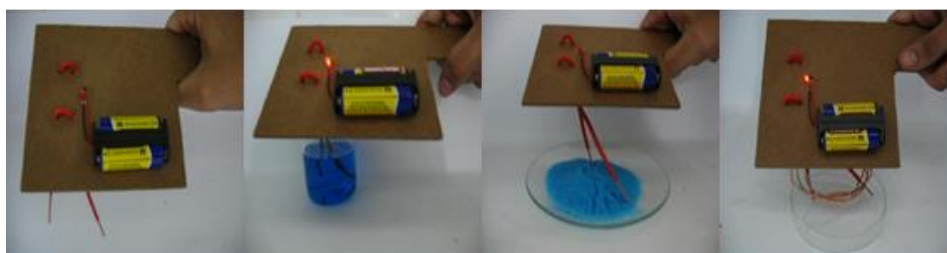
Os instrumentos didáticos foram construídos/selecionados com base nas discussões na literatura (Acar & Tarhan, 2008) sobre as dificuldades de

aprendizagem de ligação metálica. Além disso, buscou-se contemplar os três níveis do conhecimento químico, a saber: os aspectos teórico, representacional e fenomenológico (Mortimer et al., 2000). O aspecto teórico envolve a natureza atômico-molecular, ou seja, explicações abstratas, como átomo, molécula, íon, elétron; nesse sentido, seria a Teoria de Lorentz (Atkins, 2006) sobre ligação metálica, que envolve a interação entre cátions e elétrons em um retículo cristalino (arranjo espacial); o aspecto representacional diz respeito aos conteúdos químicos de natureza simbólica, que compreendem informações inerentes à linguagem química como fórmulas e equações químicas; nesse caso, estruturas cristalinas cúbico de corpo centrado (CCC), cúbico de face centrada (CFC), hexagonal compacto (HC) de sólidos metálicos, e o aspecto fenomenológico refere-se ao cotidiano, por exemplo, brilho dos metais, à sua maleabilidade, ductibilidade, condutibilidades térmica e elétrica (Cavalcanti et al., 2013). Segundo Pauletti et al. (2014) no ensino de Química deve-se explorar o universo macro, micro e simbólico, ou seja, a cada fenômeno químico se pressupõe que o ensino explore de forma concomitante a livre transição entre esses universos representacionais. Segundo eles, um ensino que privilegie os três níveis de representação supracitados, poderá resgatar elementos do cotidiano, além de aproximar a Química do contexto do estudante, fazendo assim, talvez, mais sentido a este estudante.

Experimento sobre condução elétrica

Foi realizado com o objetivo de abordar os aspectos macroscópicos da substância metálica (figura 1), ou seja, o experimento mostrou a condução elétrica nos metais e foi realizada uma discussão sobre o porquê da condução elétrica nos metais e em soluções aquosas iônicas. O experimento foi realizado através de três testes de condução elétrica. O primeiro foi feito em uma solução de sulfato de cobre II (1mol.L^{-1}), na qual foi observado, pelos alunos, que a lâmpada do circuito acendeu. No segundo foi testada a condução do sulfato cúprico sólido (não acende a lâmpada) e último teste foi realizado no cobre metálico, na qual observou que a lâmpada do circuito também acendeu.

Figura 1- Da esquerda para a direita; condutímetro artesanal, teste na solução de sulfato de cobre, teste no sulfato de cobre sólido, teste no metal cobre.



Vídeo sobre condução térmica

O vídeo selecionado mostra um fio de cobre metálico com bolinhas de cera (figura 2). Este fio é aquecido até um ponto em que as bolinhas de cera vão

soltando do fio de cobre, pois o material de cera tem ponto de fusão baixo e derrete facilmente na presença de calor.

Figura 2 - Experimento sobre condução térmica nos metais.

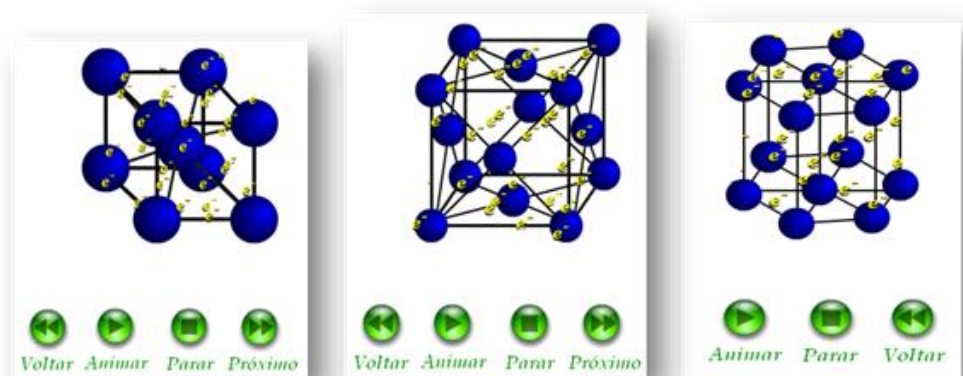


Fonte: <http://www.youtube.com/watch?v=SyxmQysa1N8>.

Hipermídia sobre ligação metálica

Tendo em vista os problemas apontados na literatura sobre a dificuldade dos estudantes, em diferentes níveis de ensino, sobre a teoria de Lorentz (Atkins, 2006), referente à ligação metálica e a representação microscópica das estruturas cristalinas dos metais, foi elaborada por nós, e utilizada uma hipermídia para o ensino dos aspectos teóricos e representacionais da ligação metálica (www.semente.pro.br). A hipermídia é constituída por uma introdução sobre o que seria a ligação metálica de acordo com a teoria dos elétrons livres. Em seguida, são mostradas as estruturas mais comuns em que os metais se cristalizam: cúbica de face centrada (CFC), cúbica de corpo centrado (CCC), e hexagonal compacta (HC). Os desenhos dessas estruturas inicialmente contêm apenas a representação dos cátions nos retículos, ao lado existe um botão que ao ser acionado faz com que surjam elétrons em movimento desordenado por toda a estrutura.

Figura 3. Estruturas cristalinas cúbico de corpo centrado (CCC), cúbico de face centrada (CFC), hexagonal compacta (HC), com animação.



Fonte: (www.semente.pro.br).

A figura 3 da hipermídia corresponde às imagens após o botão animar ser acionado. Ao lado das figuras na hipermídia original encontram-se exemplos de metais comuns que se cristalizam sob a forma cristalina que a figura representa. Por exemplo, a cúbica de corpo centrada são os metais: ferro, Fe, sódio, Na, cromo, Cr e potássio, K. Na de cúbica de face centrada estão: cálcio, Ca alumínio, Al, chumbo, Pb, níquel, Ni, cobre, Cu, ouro, Au, prata, Ag e platina, Pt. Finalmente, a hexagonal compacta: cobalto, Co, titânio, Ti, zinco, Zn e magnésio, Mg. A hipermídia está disponível para visualização e download no site: www.semente.pro.br. Ela pode ser usada por professores e alunos durante o ensino de ligação metálica como modelo explicativo da teoria dos elétrons livres a fim de diminuir a abstração relacionada ao tema.

Intervenção Didática

A intervenção didática teve duração de seis aulas, sendo cada aula com duração de 50 minutos. Todas as aulas foram filmadas e esse procedimento auxiliou na sistematização e análise dos dados. Nas duas primeiras aulas a SP foi apresentada aos estudantes organizados em dois grupos. Eles, com a orientação da professora/pesquisadora emitiram hipóteses com relação às respostas a SP. Nessas aulas, a professora apenas orientou as discussões e interações entre os estudantes de cada grupo sem se posicionar quanto às hipóteses lançadas por eles. Nas duas aulas seguintes foi realizado o ensino formal de ligação metálica. Os estudantes vivenciaram o experimento sobre condutividade elétrica (figura 1), na qual a professora/pesquisadora questionava os alunos se o sistema testado iria acender e por que acenderia. Logo após a discussão sobre condutividade elétrica houve a apresentação do vídeo sobre condutividade térmica (figura 2) para a discussão das propriedades macroscópicas dos metais. O vídeo selecionado mostra um fio de cobre metálico com bolinhas de cera. Este fio é aquecido até um ponto em que as bolinhas de cera vão soltando do fio de cobre. Finalmente, os estudantes utilizaram a hipermídia sobre ligação metálica que versa sobre a teoria de Lorentz. Na terceira e quarta aulas os alunos responderam, de forma individual, à situação-problema proposta.

Análise dos dados

Após a vivência da intervenção didática pelos estudantes, eles foram solicitados a responderem a SP proposta. A fim de facilitar a análise, os estudantes foram orientados a além de se posicionarem de forma escrita também representassem a estrutura do composto metálico, nesse caso, o Cu. Dessa forma seria possível analisar nas respostas dos estudantes a compreensão deles sobre os três níveis do conhecimento químico.

As respostas dos estudantes à SP foram analisadas segundo as categorias de análise que constam no quadro 1. Elas são consideradas categorias a priori, sendo estabelecidas tendo com base o referencial teórico consensual científico sobre ligação metálica (Atkins, 2006) e os três níveis do conhecimento químico, teórico, macroscópico e representacional (Mortimer et al., 2000).

Quadro 1- Tipos de resposta e critérios de análise.

| Tipos de Resposta | Categorias |
|---------------------------------------|---|
| Satisfatória (S) | Aquelas em que os alunos respondem corretamente os três níveis do conhecimento químico: macroscópico, teórico e representacional apresentados na situação problema. Ou seja, comenta que o cobre é um bom transmissor de corrente elétrica devido à mobilidade dos elétrons e representa a substância utilizando a teoria de Lorentz. |
| Parcialmente Satisfatória (PS) | Aquelas em que os alunos respondem corretamente pelo menos um dos três níveis abordados. |
| Insatisfatória (I) | Aquelas em que os alunos responderam incorretamente os três níveis de conhecimento ou não responderam. |

Resultados e Discussão

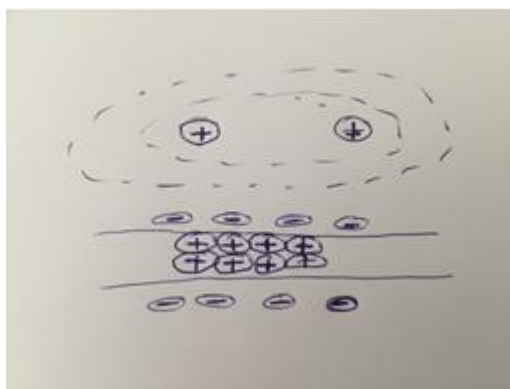
Intervenção Didática

Hipóteses iniciais dos grupos

O grupo 1 inicia a discussão a partir dos aspectos macroscópicos do cobre remetendo a propriedades como maleabilidade, o custo mais acessível, condutividade. No aspecto teórico os alunos mencionam que a condutividade do cobre é devido aos elétrons livres agrupados aos átomos de cobre. O nível representacional, o grupo 2 apresenta três representações iniciais diferentes para a ligação metálica. A primeira representação o aluno mostra, como esperado, que a ligação metálica é formada por cátions e elétrons e os elétrons estão se movimentando por toda a estrutura. Já na segunda representação o aluno mostra que a ligação metálica é formada por cátions e elétrons, só que diferentemente da primeira representação, este aluno relata que os elétrons estão se movimentando apenas na superfície da estrutura metálica (parte de baixo da figura 4), demonstrando possuir uma concepção alternativa (ideia divergente da teoria científica) em relação à estrutura da ligação metálica. Na terceira representação feita pelo grupo houve o comentário que a ligação metálica é um tipo de ligação iônica, pois, ambos os compostos, metálico e covalente, conduzem corrente elétrica. Um aluno representou dois núcleos com os elétrons na camada de valência (parte de cima da figura 4). Ele comentou que o átomo que perdeu o elétron ficou positivo e o que ganhou elétron tornou-se negativo remetendo assim a ligação iônica. A concepção alternativa apresentada por um dos estudantes do grupo se insere nos problemas de aprendizagem de ligação química retratados em outros estudos, inclusive em nível internacional. Por exemplo, De Posada (1993), comenta que os alunos apresentam ideias confusas sobre a estrutura interna das

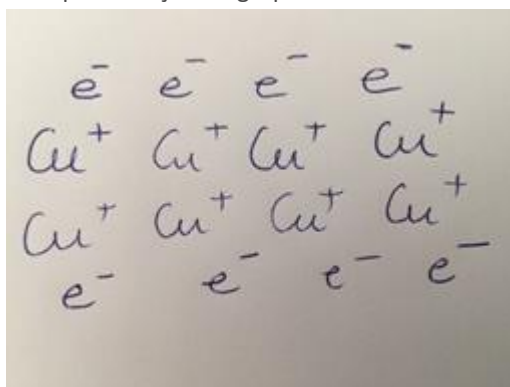
substâncias químicas. Segundo ele, a necessidade do estudante ter que recorrer a modelos com alto nível de abstração contribui na dificuldade relacionada com a representação de estruturas químicas. Também, o estudo de Acar e Tarhan (2008) mostrou que os estudantes apresentaram a seguinte concepção alternativa: “existem ligações iônicas em metais porque compostos iônicos são bons condutores elétricos”. De forma similar, nossos alunos atribuem a estrutura do metal semelhança com a estrutura de um composto iônico pelo fato desses compostos apresentarem uma propriedade em comum, a condução elétrica.

Figura 4 - Representação do grupo 1 referente ao metal cobre.



O grupo 2 iniciou a discussão sobre os aspectos macroscópicos da utilização do cobre, por exemplo, a transmissão de energia elétrica, em seguida, discutiram sobre o aspecto teórico da condução do cobre. Eles justificaram a condução elétrica no cobre devido à ligação metálica, segundo um dos alunos o denominado "mar" de cátions e elétrons. Já no aspecto representacional o grupo representa a ligação metálica entre cátions de cobre e elétrons (figura 5). Esta representação aproxima-se da encontrada na comunidade científica na qual a ligação metálica é fornada por cátions e elétrons, e esses elétrons estão em movimentação sendo responsáveis pela condução elétrica.

Figura 5 - Representação do grupo 2 referente ao metal cobre.



Os grupos de estudantes realizaram nas aulas seguintes o experimento sobre condução elétrica (figura 1). Assim explicou-se que a condução ocorreu no sulfato de cobre em solução e no cobre metálico, no primeiro caso, devido à movimentação dos íons e, no segundo caso, devido à movimentação dos elétrons. Não houve o acendimento da lâmpada no sulfato de cobre sólido, pois os íons estão “fixos” no retículo cristalino, logo, não ocorrendo a movimentação dos íons, não há condução elétrica. Antes de iniciar o vídeo sobre a condução térmica dos

metais (figura 2) questionou-se os alunos sobre quais bolinhas cairiam primeiro e houve duas hipóteses: (i) cai a primeira bolinha, em seguida a segunda e depois a terceira; (ii)- as três bolinhas de cera caem ao mesmo tempo. O vídeo é apresentado e a primeira hipótese é confirmada. Em seguida, houve a discussão de outras propriedades dos metais como ductibilidade e maleabilidade relacionando-as com a disposição dos cátions nas estruturas dos metais. Discutiuse também sobre os altos pontos de fusão e ebulição que muitos metais apresentam, explicando que essas características não são apenas dos compostos iônicos. Também comentou-se que existem exceções nesta propriedade, citando o metal Gálio, concluiu dizendo que essas propriedades acontecem devido à interação eletrostática entre os elétrons e os cátions dos metais.

Na sequência a professora abordou o nível teórico da ligação metálica explicitando a teoria de Lorentz e sua relação com as propriedades, para isso foi utilizada a hipermídia (figura 3) sobre ligação metálica. Esta hipermídia foi utilizada, também, para o ensino do nível representacional da ligação, na qual, os alunos puderam visualizar os retículos mais comuns que os metais se cristalizam e uma animação que remete a movimentação dos elétrons “livres” em toda estrutura do metal.

Respostas dos estudantes à SP

O grupo 1 foi formado por 5 alunos que foram denominados neste estudo de A1, A2, A3, A4 e A5. Três alunos demonstram conhecer as propriedades macroscópicas dos metais e a teoria que rege a ligação metálica, porém não conseguem representar a ligação num retículo. Um aluno apenas mostra conhecimentos sobre as propriedades macroscópicas dos metais. A análise individual dos alunos mostrou que:

A1 retrata em sua resposta apenas o aspecto macroscópico do metal cobre, ou seja, suas propriedades, sem relacioná-las com os aspectos teórico e representacional:

“Apesar de não ser um metal nobre, o cobre dentre os metais não nobres é um dos metais que apresentam menor resistência a eletricidade, ou seja, facilita a transmissão da energia elétrica... É um metal não nobre, mas que se aproxima bastante das características dos nobres, como por exemplo, excelente durabilidade, maleabilidade, baixa resistência elétrica, difícil oxidação entre outros.”

Já A2, A3 e A4 relatam o aspecto macroscópico como esperado, além disso, eles fazem menção a teoria dos elétrons livres (aspecto teórico) (Atkins, 2006) e A2 cita a teoria como sendo a de Lorentz:

A2: “Aspectos macroscópicos: resistência mecânica, maleabilidade e condutividade. Teórico: teoria de Lorentz - Há cátions do metal dispostos de forma que haja transferência eletrônica devido aos elétrons livres”.

Apesar de A2 citar corretamente a teoria de Lorentz para a ligação metálica, ele traz uma concepção alternativa sobre transferência de elétrons nos cátions, remetendo a ligação metálica à ligação iônica, esta concepção também é encontrada em alguns trabalhos na literatura (Acar & Tarhan, 2008, De Posada, 1997).

A3: “Considerando os aspectos macroscópicos o cobre é metal leve, bom condutor, maleável e etc. A boa condução elétrica esta associada pelo cobre fazer ligação metálica, no qual onde os elétrons encontram-se deslocalizado”.

A4: “O cobre é um metal e por sua vez conduz energia elétrica. Podemos analisá-lo do ponto de vista macroscópico sua maleabilidade e ductibilidade. Do ponto de vista teórico e representacional, sabemos que os metais em geral, em especial o cobre, são bons condutores elétricos e térmicos. Isso se deve pelo fato de que metais são estruturas compostas pelos cátions de seus elementos, cujas cargas são contrabalanceadas pelos elétrons da eletrosfera que ficam em constante movimento ao longo de todo metal. Essa fácil movimentação dos chamados elétrons livres é facilitado pela energia de ionização.”

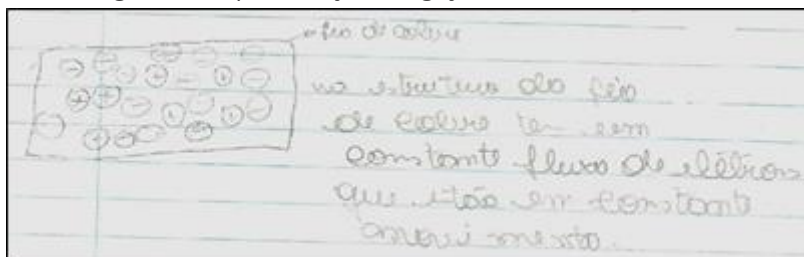
A4 em sua resposta cita e tenta explicar o aspecto representacional da ligação no cobre, porém não representa tal estrutura.

Apenas um aluno do grupo 1, A5 apresentou resposta satisfatória, ou seja, contemplou os três níveis do conhecimento químico exigidos na situação-problema.

Macroscópico e teórico: “Os fios de Cu, assim como todos os metais são bons condutores elétricos e térmicos. O cobre é utilizado na transmissão de energia elétrica por apresenta algumas propriedades dos metais, como por exemplo: boa condutividade elétrica, devido à mobilidade de elétrons, tem maleabilidade e ductibilidade, por apresentarem camadas que deslizam uma sobre a outra e permite que deslizem umas sobre a outra e permite que se transformem em laminas finas e fios, são baratos em relação a outros metais.”

Representacional:

Figura 8 - Representação da ligação metálica do aluno A5.



Fonte: Própria.

A maioria dos alunos do grupo 2 conseguiu responder a situação-problema de forma satisfatória e nenhum respondeu de forma insatisfatória a SP. O grupo 2 foi formado por 4 alunos, denominados de A6, A7, A8 e A9.

Neste grupo três dos quatros alunos responderam de forma satisfatória a situação-problema, conseguiram explicar, como esperado, as propriedades macroscópicas dos metais, a formação da ligação metálica (teórico) e conseguiram representar a ligação nos metais. A7 respondeu de forma mais sucinta, mas também de forma satisfatória.

A8 também explica de forma satisfatória o aspecto macroscópico da ligação metálica, citando as propriedades da condução térmica e elétrica, ao explicar o aspecto teórico, o aluno cita a teoria de Lorentz e representa os cátions do cobre envolvidos pelos elétrons.

A9 representa como os demais alunos do grupo a ligação metálica e menciona as propriedades macroscópicas, como esperado: “Ele é um metal maleável e dúctil, podendo assim ser transformado em fios [...]. É também um metal de fácil obtenção e por isso, baixo custo, com relação a alguns outros que possam ser melhor condutor”. Com relação ao aspecto teórico A9 considera átomos de cobre e não cátions presentes no retículo, além disso, faz confusão entre átomo e molécula: “As ligações entre o cobre e ele mesmo são ligações metálicas, este tipo de ligação permite que os elétrons de valência fiquem livres para circular nas moléculas formando nuvens eletrônicas, esta movimentação dos elétrons faz do cobre um bom condutor elétrico”.

Pelo exposto pode-se inferir que a SP foi elaborada com um obstáculo bem identificado, ou seja, a compreensão da ligação metálica articulada aos três níveis do conhecimento químico que permitiu aos estudantes formularem hipóteses e nesse sentido mobilizar o pensamento crítico. As atividades elaboradas/planejadas vinculadas à SP proposta possibilitaram a participação ativa dos estudantes, mobilizaram ações e discussões deles em seus grupos e potencializaram interações entre aluno-aluno e professor-aluno. Sem dúvida, a sala de aula foi impactada por uma organização do ensino que difere do ensino tradicional (transmissão-recepção) de conteúdos. Ou seja, na perspectiva de Perrenoud (2000) constatou-se que houve um ensino diferenciado que levou em conta ritmos, características e motivações dos estudantes no processo de resolução da SP.

Conclusão

A maioria dos alunos que participou da intervenção didática conseguiu de forma satisfatória responder a situação-problema levando em consideração os três níveis do conhecimento químico. Porém, alguns deles apresentaram dificuldade no aspecto representacional.

Pelas respostas dos alunos a situação-problema pudemos perceber a importância dos instrumentos didáticos utilizados, pois observamos os aspectos macroscópicos abordados na atividade experimental com o condutímetro artesanal para evidenciar a condução elétrica no metal cobre e na solução iônica de sulfato de cobre, CuSO_4 ; o vídeo sobre condução térmica; a teoria sobre ligação metálica abordada na hipermídia e aula teórica; o aspecto representacional presente na hipermídia mostrando a delocalização eletrônica nas estruturas metálicas cristalinas cúbico de corpo centrado (CCC), cúbica de face centrada (CFC) e hexagonal compacto (HC).

A intervenção didática vivenciada mostrou que tanto a SP elaborada, quanto os instrumentos didáticos utilizados tiveram eficácia no ensino da ligação metálica. Além disso, possibilitou aos estudantes a vivência de um processo de ensino e aprendizagem diferenciado do tradicional, fundamentado na transmissão-recepção de conteúdos, bastante criticado na didática das ciências e também nas pesquisas sobre o ensino de química no Brasil.

Metallic bond approach through problem situation

ABSTRACT

The present study assessed the effectiveness of a didactic strategy implemented in problem-based learning (PBL) using the metallic bonding approach. PBL is a didactic situation in which students are faced with a task that they cannot perform without accurate learning. Learning, the objective of PBL, occurs when the obstacle is transposed during execution of the task. Undergraduate chemistry students from a federal university took part in the research. The methodology consisted of the following: preparation of PBL regarding metallic bonding; didactic intervention using hypermedia, an experiment involving electrical conduction and video on thermal conduction; analysis of student responses to PBL based on categories that include three levels of chemical, theoretical, representational and phenomenological knowledge. The results showed the importance of the instruments used and that most of the students managed to respond to the PBL, while others exhibited difficulties in representing metallic bonding.

KEYWORDS: Problem Situation. Students. Metallic Bond.

NOTAS

REFERÊNCIAS

- ACAR, B.; TARHAN, L. Effects of cooperative learning on students' understanding of metallic bonding. *Research in Science Education*, v. 38, p. 401-420. 2008.
- ATKINS, P. JONES, L. Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- CARVALHO, N. B.; JUSTI, R. S. Papel da analogia do "mar de elétrons" na compreensão do modelo de ligação metálica. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra VII, p. 1-4, 2005.
- CAVALCANTI, C. de L.; SANTOS, L. dos.; CAMPOS, A. F. Elaboração e avaliação de uma hipermissão para abordagem de ligação metálica. *Revista Tecnologias na Educação*, ano 5, n.9, 2013.
- COLL, R. K.; TREAGUST, D. F. Learners' mental models of metallic bonding: a cross-age study. *Science Education*, v. 87, p. 685-707, 2003b.
- 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, n.1, p.12-19, 1993.
- DE POSADA, José María. Conceptions of High School Students Concerning the internal Structure of Metals and Their Electric Conduction: Structure and Evolution. *Science Education*, v. 84, n. 4, p. 445-467. 1997.
- LOPES, J. B. Resolução de problemas em física e química: modelo para estratégias de ensino-aprendizagem. Lisboa: Texto Editora, 1994.
- LACERDA, C. de C., CAMPOS, A. F. y MARCELINO-Jr, C. de A. C. Abordagem dos conceitos mistura, substância simples, substância composta e elemento químico numa perspectiva de ensino por situação-problema. *Química Nova na Escola*, v.34, n.2, p.75-82, 2012.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de Química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. *Química Nova*, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 273-283, 2000.

MEIRIEU, P. Aprender... Sim, mas como? 7. ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 1998.

PAULETTI, F.; ROSA, M. P. A.; CATELLI, F. A importância da utilização de estratégias de ensino envolvendo os três níveis de representação da Química. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v.7, n. 3, p. 121-134, 2014.

PERRENOUD, P. 10 Novas competências para ensinar. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

SILVA, M. J. da.; FERNANDES, L. S.; CAMPOS, A. F. Situação-problema como estratégia didática na abordagem do tema lixo. *Educação Ambiental em Ação*, n. 46, ano XII, 2014.

VERÍSSIMO, V. B. y CAMPOS, A. F. Abordagem das propriedades coligativas numa perspectiva de ensino por situação-problema. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v.4, n.3, p.101-118, 2011.

Recebido: 24 mar. 2015.

Aprovado: 06 jun. 2016.

DOI: <http://dx.doi.org/10.3895/rbect.v9n2.2838>

Como citar: FERREIRA, I. DA M.; FERNANDES L. S.; CAMPOS, Â. F. Abordagem De Ligação Metálica Numa Perspectiva De Ensino Por Situação-Problema. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 9, n. 2, 2016. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/2838>>. Acesso em: xxx.

Correspondência:

Angela Fernandes Campos

Av Dom Manoel de Medeiros, s/n, 52170 –970 Recife – Pernambuco

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

