

CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DOS ALUNOS SOBRE LIGAÇÃO METÁLICA

I. da M. Ferreira, A. F. Campos, L. dos S. Fernandes
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil.

RESUMO: Nesse estudo investigou-se as concepções alternativas de alunos de uma disciplina do curso de licenciatura em química sobre a temática ligação metálica. A investigação foi realizada através da aplicação de um questionário que envolveu aspectos microscópico, macroscópico e representacional do conhecimento químico sobre ligação metálica. Os resultados obtidos mostraram que os alunos apresentaram ideias diferentes daquelas aceitas pela comunidade científica e algumas dessas ideias foram similares às encontradas em estudos internacionais sobre esse tema em níveis distintos de escolaridade.

PALAVRAS CHAVE: Concepções alternativas, ligação metálica, ensino de química.

OBJETIVOS

- Investigar as concepções alternativas dos estudantes de uma disciplina do curso de licenciatura em química.
- Analisar se as concepções alternativas identificadas nos estudantes brasileiros em sua formação inicial refletem a tendência encontrada em estudos internacionais.

ASPECTOS TEÓRICOS

Dentre os três tipos de ligação química (iônica, covalente e metálica), estudos mostram que a ligação metálica é a menos assimilada pelos alunos (De Posada, 1997). Nesse sentido, os alunos, geralmente, conhecem as propriedades das substâncias metálicas (altos pontos de fusão e ebulição, maleabilidade, ductibilidade, condutividade elétrica e térmica, etc.), porém, não sabem relacioná-las com a teoria e representação microscópica dessas substâncias (Acar & Tarhan, 2008). De Posada (1997) ainda aponta que os alunos não associam a condução elétrica à existência de elétrons livres nos metais. Associado a isso, há exigência de alto nível de abstração dos estudantes para o entendimento desse conteúdo sendo fonte geradora de diversas concepções alternativas.

As concepções alternativas são interpretações dos estudantes, que estão em desacordo com os padrões aceitos pela comunidade científica (Boo, 1998). Elas são classificadas segundo a sua origem como: espontânea, formada a partir do senso comum e de experiências vividas no cotidiano do aluno; transmitida ou induzida, adquirida no meio cultural e social; analógica, criada pelo estudante ou pelo professor durante o ensino e aprendizagem dos conceitos científicos (Pozo, et al, 1991).

Driver (1988) afirma que as concepções alternativas possuem uma grande estabilidade e são resistentes as mudanças, persistindo até mesmo após o ensino formal. No tocante à ligação metálica algumas concepções alternativas retratadas em estudos são apresentadas a seguir:

1. A ligação metálica não é uma ligação real, pois não envolve o compartilhamento de elétrons (Boo, 1998).
2. Sólidos metálicos são de natureza molecular; As ligações em metais envolvem forças intermoleculares; As cargas positivas em compostos metálicos são núcleos e não íons (Coll & Taylor, 2001).
3. Os metais possuem altos pontos de fusão e ebulição porque possuem características iônicas; Na ligação metálica ocorre o compartilhamento de elétrons e é parecida com a ligação iônica; Em metais maleáveis as ligações são fracas; (Acar & Tarhan, 2008).
4. O alumínio se liga a outro alumínio num metal compartilhando elétrons para obedecer a regra do octeto. (Coll & Treagust, 2003).

Nos itens (i) e (iv) os alunos confundem a ligação metálica com a ligação covalente. Além disso, só consideram ligação química a situação em que há compartilhamento de elétrons. O item (ii) revela a dificuldade do estudante sobre o que seria uma ligação metálica, ou seja, a interação eletrostática envolvendo cátions e elétrons (Teoria de Lorentz). No item (iii) atribui-se equivocadamente as propriedades ponto de fusão e ponto de ebulição altos apenas a compostos iônicos.

A identificação das concepções alternativas é importante pois possibilita a proposição de propostas pedagógicas inovadoras que contribuam para que os alunos tenham uma melhor compreensão das ligações químicas, nesse caso em particular, a ligação metálica. Nesse sentido, este estudo fez parte de um projeto mais amplo que consistiu em propor situações-problema para abordagem de ligação metálica, sendo necessário numa etapa anterior, identificar as concepções alternativas dos estudantes brasileiros sobre esse conteúdo.

METODOLOGIA

A aplicação do questionário foi realizada na Universidade Federal Rural de Pernambuco, no segundo semestre de 2012, na disciplina Química Inorgânica L1, oferecida pelo departamento de Química, do curso de licenciatura em química, com a participação de 8 estudantes. O questionário foi retirado do trabalho de Acar & Tarhan (2008). As questões, descritas a seguir, foram escolhidas, pois abordam os três níveis do conhecimento químico referente à ligação metálica e já tinham sido validadas por esses autores.

1. Qual das afirmações seguintes não se refere a uma propriedade dos metais?
 - (A) Eles são condutores elétricos
 - (B) Eles podem formar uma mistura.
 - (C) Eles podem ser derretidos e remodelados.
 - (D) Eles têm alto ponto de fusão.
 - (E) Eles estão juntos por meio de transferência de elétrons

Explique sua resposta.

2. Metais são bons condutores de eletricidade, por quê:
 - (A) Forma estrutura de cristal.
 - (B) Contêm íons positivos.
 - (C) Contêm elétrons de valência livres.
 - (D) Formam ligações iônicas.
 - (E) Formam ligações covalentes. Explique sua resposta.

3.

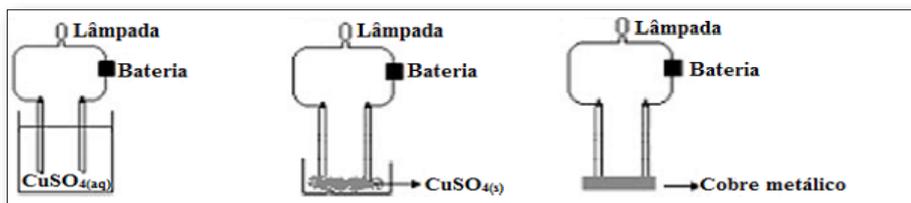


Fig. 1. Nos sistemas acima, quais acenderam a lâmpada? (A) Apenas I (B) Apenas III (C) I e II (D) I e III (E) I, II e III. Explique sua resposta

4. Qual das seguintes afirmações é verdadeira sobre ligação metálica? (A) Os elétrons são livres para se mover por toda a estrutura. (B) Não existe ligação em metais. (C) É um tipo de ligação iônica. (D) A força das ligações metálicas diminui de cima para baixo num grupo da tabela periódica. (E) A força de ligação metálica não afeta o ponto de ebulição dos metais. Explique sua resposta.
5. O sódio é altamente maleável, enquanto que o cloreto de sódio não é. Portanto: I. A ligação entre os átomos de sódio é metálica. II. A ligação entre os átomos de sódio é mais fraca. III. Cloreto de sódio tem natureza iônica. Qual das afirmações acima é verdade? (A) Apenas I (B) Apenas II (C) Apenas III (D) I e III (E) I, II e III. Explique sua resposta.

No quadro 1 encontram-se os critérios considerados para análise das respostas dos alunos. Foram nivelados em Resposta Satisfatória (RS), Resposta Parcialmente Satisfatória (RPS), Resposta Insatisfatória (RI) e Não Respondeu (NR). As respostas satisfatórias foram construídas tendo como base o referencial teórico científico que norteia a ideia de ligação metálica (Atkins & Jones, 2006). As respostas insatisfatórias são aquelas que não se enquadram nas categorias satisfatória e parcialmente satisfatória.

Quadro 1.
Categorias de análise das questões 1 a 5

	Nível	Critério
QUESTÃO 01	RS	Quando o aluno marca a letra E e justifica que a ligação na qual há transferência de elétrons é a ligação iônica, sendo a ligação metálica a interação entre cátions e elétrons livres segundo a teoria de Lorentz (Atkins, 2006).
	RPS	Aquela em que o aluno opta pela letra E, mas não explica corretamente a alternativa.
QUESTÃO 02	RS	Quando o aluno considera a alternativa C e justifica que a movimentação dos elétrons está relacionada com a condutividade elétrica nos metais.
	RPS	Aquela em que o aluno opta pela letra C, mas não explica corretamente a alternativa
QUESTÃO 03	RS	Quando o aluno responde a alternativa D e justifica explicando que o sistema I acende devido à movimentação dos íons em solução. Já o sistema II não acende devido aos íons de cargas opostas estarem em posições «fixas» e «definidas» nos retículos cristalinos. O sistema III acende, devido à movimentação dos elétrons no metal.
	RPS	Quando o aluno opta pela letra D, mas não explica corretamente à alternativa.
QUESTÃO 04	RS	Quando o aluno opta pela alternativa A e justifica que a ligação metálica tem como característica a movimentação de elétrons pela estrutura.
	RPS	Aquela em que o aluno opta pela letra A, mas não explica corretamente à alternativa.
QUESTÃO 05	RS	Quando o aluno opta pela alternativa D e justifica que no sódio a ligação é metálica e tem como uma de suas características a maleabilidade e o cloreto de sódio tem natureza iônica.
	RPS	Aquela em que o aluno opta pela letra D, mas não explica corretamente à alternativa.

RESULTADOS

Quadro 2.
Resposta dos estudantes à questão 1

Critérios	Quantidades de Alunos	Porcentagem
Satisfatória	2	25%
Parcialmente satisfatória	1	12,50%
Insatisfatória	3	37,50%
Não Respondeu	2	25%

O resultado apresentado no quadro 2 mostra que apenas 25% dos alunos conhece as propriedades dos metais e a maioria, 37,5%, não consegue defini-la.

RS: Os elétrons estão circulando livremente por toda estrutura.

RI: Não existe uma interação forte entre os átomos, já que não há de fato uma ligação...

A RI identificada foi similar ao resultado obtido por Taber (2001) com estudantes universitários do Reino Unido. Segundo ele, os estudantes trazem quatro tipos de concepções sobre ligação metálica, na qual uma delas é a de não existir ligação nos compostos metálicos.

Quadro 3.
Respostas dos alunos à questão 2

Critérios	Quantidades de Alunos	Porcentagem
Satisfatória	2	25%
Parcialmente satisfatória	4	50%
Insatisfatória	2	25%

No quadro 3, apenas 25% dos alunos, compreende a condução elétrica nos metais e a relacionam com a teoria dos elétrons livres. Apesar de a maioria saber que a condução se dar pelos elétrons livres (50%), eles não conseguem explicar como esse fenômeno acontece.

RS: Porque seus elétrons estão livres, ou seja, por toda estrutura o que facilita a passagem da corrente elétrica.

RI: Pois os íons positivos permitem que a corrente fique livremente conduzindo eletricidade.

De Posada (1997) em seu estudo com alunos do ensino médio mostrou que eles não conseguem correlacionar a propriedade da condução elétrica com a movimentação dos elétrons e confundem a movimentação dos elétrons com a movimentação dos íons, situação semelhante a que tivemos com os estudantes brasileiros.

Quadro 4.
Respostas dos alunos à questão 3

Critérios	Quantidades de Alunos	Porcentagem
Satisfatória	2	25%
Parcialmente satisfatória	6	75%

No quadro 04, apenas 25% dos alunos compreende a condução elétrica nos metais e nos compostos iônicos. A maioria, 75%, considera a condução elétrica só em compostos iônicos.

RS: Pois no primeiro caso a solução apresenta íons e no terceiro caso elétrons livres o que propicia a condutividade elétrica.

RPS: Pois na solução há presença de íons que irão se deslocar ao longo do sistema.

Acar & Tarhan (2008) também verificaram que alguns alunos atribuem a condução elétrica apenas a compostos com ligação iônica.

Quadro 5.
Respostas dos alunos à questão 4

Critérios	Quantidades de Alunos	Porcentagem
Satisfatória	3	37,5%
Parcialmente satisfatória	1	12,5%
Insatisfatória	4	50%

Na questão 4 (quadro 5), os alunos acreditam que a ligação metálica é um tipo de ligação iônica ou a própria ligação iônica, concepção também encontrada nos estudos de Acar & Tarhan (2008), De Posada (1997), De Posada (1999), Taber (2001).

RS: Num composto metálico há o livre trânsito de elétrons, de acordo com uma organização estrutural os elétrons circulam pelos cátions.

RI: A ligação é entre os íons dos metais.

Quadro 6.
Respostas dos alunos à questão 5

Critérios	Quantidades de Alunos	Porcentagem
Satisfatória	2	25%
Parcialmente satisfatória	3	37,5%
Insatisfatória	2	25%
Não Respondeu	1	12,5%

Na quinta questão, apenas dois alunos respondeu de forma satisfatória (quadro 6). Os demais demonstraram dificuldade na associação das propriedades macroscópicas com as respectivas ligações. Na análise da quinta questão alguns alunos trouxeram novamente a ideia que no metal não ocorre ligação, este fato, também, é observado nos trabalhos de Acar & Tarhan (2008), Taber (2001), De Posada (1997), De Posada (1999), Coll & Treagust (2003).

RPS: Pois a maleabilidade é uma propriedade dos metais e não dos sólidos iônicos.

RI: ... Não existe ligação entre os átomos de sódio. Seus átomos permanecem unidos e as cargas positivas provindas do núcleo são balanceadas pelos elétrons livres da eletrosfera.

CONCLUSÃO

A análise do questionário mostrou que os estudantes brasileiros de uma disciplina do curso de licenciatura em química apresentam concepções alternativas referentes à ligação metálica, sendo elas similares as encontradas em estudos internacionais em diferentes níveis de ensino.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acar, B. y Tarhan, L. (2008). Effects of cooperative learning on students' understanding of metallic bonding. *Research in Science Education*, 38(4), pp. 401-420.
- Atkins, P. y Jones, L. (2006). *Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente*. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman.
- Boo, H. K. (1998). Students' understandings of chemical bonds and the energetic of chemical reactions. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(5), pp. 569-581.
- Coll, R. K. y Taylor, N. (2001). Alternative conceptions of chemical bonding held by upper secondary and tertiary students. *Research in Science & Technological Education*, 19(2) pp. 171-191.
- Coll, R. K. y Treagust, D. F. (2003). Learners' mental models of metallic bonding: a cross-age study. *Science Education*, 87(5), pp. 685-707.
- De Posada, J. M. (1997). Conceptions of high school students concerning the internal structure of Metals and their electric conduction: structure and evolution. *Science Education*, 84(4), pp. 445-467.
- De Posada, J. M. (1999) The presentation of metallic bonding in high school science textbooks during three decades: Science educational reforms and substantive changes of tendencies. *Science Education*, 83(4), pp. 423-447.
- Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), pp. 109-120.
- Pozo, J. I., Crespo, M. A. Gomez., Limón, L. y Serrano A. Sans. (1991). *Procesos cognitivos em la comprensión de La ciência: las ideas de los adolescentes sobre la química*. Madrid: Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia.
- Taber, K. S. (2001). Building the structural concepts of chemistry: Some considerations from educational research. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 2(2), pp. 123-158.