

Usando analogias com função criativa: uma nova estratégia para o ensino de química

Using analogies creatively: a new strategy for teaching chemistry

Rosária Justi / Departamento de Química & Programa de Pós-graduação em Educação, Universidad Federal de Minas Gerais, Brasil.

Paula Cristina Cardoso Mendonça / Programa de Pós-graduação em Educação, Universidad Federal de Minas Gerais, Brasil.



resumo

Nesse artigo é relatada uma experiência em sala de aula, com alunos de 15-16 anos, em que eles foram solicitados a criar analogias para explicar a formação de uma ligação química e criticá-las, observando todos os aspectos positivos e negativos das mesmas. Ao analisar as respostas dos alunos, a professora percebeu algumas dificuldades em relação à compreensão de aspectos relevantes sobre ligação química que não haviam sido identificados anteriormente. A partir daí, ela pode intervir no ensino tentando discutir os aspectos centrais dessas dificuldades dos alunos.

palavras-chave

Analogias, função criativa, ligação química.

resum

En aquest article es relata una experiència d'aula amb alumnes de 15-16 anys, als quals es va demanar que creessin analogies per explicar la formació d'un enllaç químic i que les valoressin, considerant-ne tots els aspectes positius i negatius. En analitzar les respostes dels alumnes, la professora se'n va adonar d'algunes dificultats en la comprensió d'aspectes rellevants sobre l'enllaç químic, que no havien estat identificades anteriorment. Llavors, va poder modificar l'ensenyament, intentant discutir els aspectes centrals d'aquestes dificultats dels alumnes.

paraules clau

Analogies, funció creativa, enllaç químic.

abstract

In this paper, we present a teaching experience conducted with 15-16 years-old students. They were asked to produce analogies to explain the formation of a chemical bond and to criticise them from the consideration of their positive and negative parts. By analysing the students' answers, the teacher realised some of their difficulties in understanding chemical bonds that had not been identified before. Therefore, she could change the teaching in an attempt to discuss the central aspects of the students' difficulties.

key words

Analogies, creative function, chemical bond

Analogias no ensino de ciências

Numa abordagem construtivista, uma maneira de conceber a construção de conhecimentos é através do emprego de idéias familiares a situações não familiares. Nesse sentido, analogias podem ser vistas como potenciais recursos didáticos, pois elas têm como função básica estabelecer um relacionamento entre similaridades de dois domínios, sendo que um dos domínios é familiar ao estudante (domínio da analogia), enquanto o outro não lhe é familiar (domínio do alvo) (Curtis & Reigeluth, 1984).

As analogias são bastante utilizadas no ensino de ciências. Elas são apresentadas aos alunos pelos professores ou se encontram em livros didáticos apresentando função *explicativa*, isto é, apresentando uma explicação mais acessível ao aluno para algo de difícil compreensão. Nesse sentido, elas podem ser consideradas como *modelos de ensino*, isto é, representações criadas com o objetivo de ajudar os alunos a aprender aspectos do conteúdo ensinado (Gilbert & Boulter, 1995). As analogias visam atender claramente a esse fim, visto que elas podem favorecer a ocorrência de um “trânsito” melhor entre os conceitos prévios e os conceitos desconhecidos, o que pode levar o indivíduo a reestruturar suas informações, formar um novo esquema ou acrescentar novas informações às existentes.

Uma das conclusões mais recorrentes das pesquisas sobre utilização de analogias é a de que elas apresentam vantagens e desvantagens, principalmente dependendo da maneira como são utilizadas. As principais desvantagens, segundo a literatura (Glynn et al., 1989; Duit, 1991;

As analogias podem favorecer a ocorrência de um “trânsito” melhor entre os conceitos prévios e os conceitos desconhecidos, o que pode levar o indivíduo a reestruturar suas informações, formar um novo esquema ou acrescentar novas informações às existentes

Orgill & Bodner, 2004), se relacionam:

- Ao fato de poderem trazer uma informação irrelevante ao aluno, resultando em o mesmo continuar a não compreender o domínio-alvo. Por exemplo, Souza, Justi e Ferreira (2006), ao investigarem a compreensão de alunos do ensino médio sobre analogias utilizadas no ensino dos modelos atômicos, constataram que muitos alunos não entendem a analogia do modelo de Thomson com o pudim de passas porque esse alvo não existe na realidade deles.

- À existência de domínios análogos que não sejam realmente familiares ao aluno ou que não existam na realidade. Mendonça, Justi e Ferreira (2005) ao investigarem analogias utilizadas em livros didáticos em relação ao tema equilíbrio químico perceberam que, muitas vezes, os autores utilizam domínios análogos que são imaginários, que acarretam problemas de compreensão dos alunos. Isso porque para o aluno entender o domínio análogo ele tem que abstrair, o que pode dificultar o relacionamento entre os domínios, por haver mais ações mentais envolvidas. Por exemplo,

em uma das analogias investigadas, os autores de livros didáticos apresentaram um desenho de dois recipientes conectados (semelhante a vasos comunicantes) desempenhando o papel de um aquário contendo peixes (algo que não corresponde a um aquário real), com a intenção de explicar o deslocamento do equilíbrio químico. Além de trazer uma situação irreal ao aluno, essa analogia tende a induzi-lo a desenvolver conceitos errados sobre equilíbrio químico como a existência de reagentes e produtos em compartimentos separados.

- Ao fato de alunos recorrerem ao uso de analogias de forma mecânica, isto é, utilizando-as como sendo os próprios conceitos. Carvalho e Justi (2005), ao investigarem como os alunos do ensino médio entendem a analogia do ‘mar de elétrons’, constataram que os mesmos a utilizam como sendo o próprio conceito de ligação metálica. Isto ocorre quando o professor enfatiza apenas o domínio análogo e não explora o seu relacionamento com o conceito científico.

Para que as analogias possam contribuir para a aprendizagem é importante o professor levar em consideração que (i) seu uso torna-se recomendado quando o domínio alvo é difícil de ser compreendido e/ou visualizado pelos alunos¹ e (ii) as relações entre os dois domínios devem ser facilmente compreendidas pelos alunos. Além disso, elas devem ser claras, simples e fáceis de serem lembradas.

As analogias podem desempenhar duas funções. Uma delas é a função *explicativa*, já discutida anteriormente. A outra função é a *criativa*. Nesse caso, a analogia “estimula a solução de problemas existentes, a identificação de

1. Algo definido tanto a partir de pesquisas sobre concepções alternativas de estudantes quanto da prática de sala de aula.

novos problemas e a elaboração de novas hipóteses” (Glynn et al, 1989, p.383).

O uso de analogias desempenhando função criativa é algo muito mais raro no ensino. Algumas pesquisas (Wong, 1993; Kaufman, et al, 1996; Pittman, 1998; Oliva, 2004) relatam que quando os alunos têm oportunidade de criar uma analogia, eles podem usar e/ou desenvolver sua criatividade e sua habilidade de gerar conexões novas e inusitadas entre dois domínios. Quando o aluno é convidado a analisar sua criação, ele poderá também desenvolver sua capacidade crítica. Além disso, a criação de analogias pelos alunos propicia ao professor um contexto diferente para perceber as concepções alternativas e/ou dificuldades de aprendizagem dos alunos. Por tudo isso, acreditamos que a utilização de analogias com função criativa pode fundamentar boas estratégias de ensino.

Uma nova perspectiva no ensino

Nesse artigo, relatamos uma experiência vivida em sala de aula a partir da utilização de uma estratégia de ensino fundamentada na elaboração de analogias pelos próprios alunos.

Dentre os temas químicos que, em geral, os alunos apresentam dificuldades de aprendizagem, optamos por trabalhar com *ligações químicas*. Tal opção foi feita também porque, em geral, os livros didáticos não apresentam muitas analogias para esse tema. Assim, as idéias expressas pelos alunos não seriam “contaminadas” por algo que eles tivessem apenas lido nos livros e não correspondesse à sua real compreensão sobre o tema. Além disso, a professora não havia utilizado analogias durante o ensino de ligação química.

A criação de analogias pelos alunos propicia ao professor um contexto diferente para perceber as concepções alternativas e/ou dificuldades de aprendizagem dos alunos

Os acontecimentos relatados e comentados neste artigo aconteceram em duas turmas (totalizando 46 alunos) do 2º ano do Ensino Médio (15-16 anos) de uma escola pública federal de Belo Horizonte, Brasil. Esses alunos já haviam estudado ligações iônica e covalente e estavam estudando ligação metálica. Uma das autoras deste artigo era a professora dessas turmas. A professora achou pertinente utilizar essa atividade para suas turmas por acreditar na relevância da utilização de analogias no ensino e porque naquela escola o ensino era centrado nos alunos, isto é, eles eram convidados a utilizar seus conhecimentos prévios para explicar as propriedades das substâncias na proposição de modelos, havendo espaço para discussão entre eles e com a professora. Ao propor a atividade para os alunos, a professora tinha como objetivos: caracterizar os conhecimentos dos alunos sobre ligação química identificando, particularmente, possíveis concepções alternativas sobre o tema e favorecer a ocorrência de uma situação em que os alunos deveriam analisar criticamente suas próprias idéias.

Neste artigo, pretendemos relatar a experiência vivida nessas duas turmas, a fim de que professores possam entender o significado e a validade de se utilizar analogias com a função criativa em sala de aula.

Criando analogias para ligação química

No início da primeira atividade (ocorrida numa aula com duração de 100 minutos), a professora realizou uma discussão com os alunos sobre o que seria uma analogia, exemplificando com duas analogias bem conhecidas: a do átomo de Bohr com o sistema solar e a da unidade mol com a unidade dúzia (cujos domínios já haviam sido estudados pelos alunos). Visando certificar-se de que os alunos entendiam o significado de analogia, eles foram solicitados a citar as características comparáveis entre um domínio e outro de cada uma das analogias, assim como suas limitações.

Objetivos: caracterizar os conhecimentos dos alunos sobre ligação química identificando, particularmente, possíveis concepções alternativas sobre o tema e favorecer a ocorrência de uma situação em que os alunos deveriam analisar criticamente suas próprias idéias.

No segundo momento, a professora solicitou que os alunos se organizassem em duplas, para realizar uma atividade na qual eles mesmos elaborariam uma analogia. A proposta de realizar a atividade em duplas teve como objetivo o incentivo recíproco entre os pares, especialmente para fazer aflorar a criatividade, tendo em vista a considerável exigência cognitiva requerida naquela situação.

Em seguida, a professora entregou o roteiro da atividade e fez uma leitura breve de cada questão com a turma a fim de garan-

tir que os alunos entendessem as solicitações feitas. A partir daí, ela não mais interferiu na realização da atividade.



Atividade aula 1

A atividade em aula 1 constava de seis questões. A primeira delas solicitava que os alunos elaborassem uma analogia para ajudar um colega a entender como uma ligação química acontece. Em seguida, eles deveriam explicar detalhadamente como usariam a analogia proposta. Essa segunda questão visava nos ajudar a perceber qual era a familiaridade dos alunos com o tema ligação química. Além disso, esperávamos que a questão ajudasse os alunos a pensar sobre alvo e análogo, buscando atributos comuns entre eles. Na terceira questão, solicitamos que os alunos julgassem se a analogia proposta por eles era boa ou não, e que justificassem seu julgamento. Na quarta questão, os alunos deveriam explicitar quais aspectos a analogia era capaz de explicar e, na quinta questão, quais aspectos a analogia não explicava satisfatoriamente bem. Finalmente, a sexta questão tinha por objetivo fazer com que os alunos avaliassem o processo vivido por eles durante a atividade em termos das dificuldades que sentiram.

Nesse sentido, as questões 4 e 5 favoreciam um exame mais detalhado de todos os aspectos positivos e negativos da analogia elaborada. Elas foram acrescentadas na atividade exatamente porque acreditamos que este é um pré-requisito importante para que uma analogia possa desempenhar um papel efetivo na aprendizagem. Esperávamos que essas questões ajudassem os alunos a perceber mais nitidamente a relação entre alvo e análogo, refletindo sobre um aspecto ao qual nem sempre os professores e os livros didáticos atribuem devida atenção: a discussão de aspectos do análogo que explicam bem aspectos do alvo e de aspectos do alvo que não são explicados pelo análogo ou, ainda, de outros aspectos que não apresentam semelhança nenhuma entre esses dois domínios. A análise específica dos dados obtidos nessa atividade foge ao escopo deste artigo e está apresentada em outro artigo (Mendonça, Justi & Mendes, 2006) que deve ser consultado caso haja interesse numa descrição mais detalhada das analogias elaboradas pelos alunos.

Durante a execução da atividade, alguns alunos mostraram ter dificuldade em realizá-la, enquanto outros gostaram do desafio desde o início. No geral, todos os alunos se mostraram interessados e também surpresos com esse tipo de atividade.

Analizando as analogias e ações da professora

Através da análise das respostas em aula 1, a professora identificou alguns aspectos muito importantes, relacionados:

ao entendimento dos alunos sobre ligação química. Foi possível perceber as idéias que os alunos apresentavam sobre como uma ligação é formada (incluindo aspectos relativos a forças de atração e repulsão, estabilidade e energia) e também sobre as relações entre as propriedades das substâncias e o tipo de ligação química²; às concepções inadequadas que os alunos apresentavam sobre o tema. Alguns alunos fizeram confusão entre ligação e interação intermolecular e entre molécula e átomo ao mesmo tempo³. Além disso, apesar de o ensino ter ocorrido da mesma maneira nas duas turmas,



2. Apesar de aos alunos terem sido solicitados a elaborar uma analogia sobre como se dá estabelecimento de uma ligação química em geral, alguns focaram suas analogias em um tipo de ligação em específico, enfatizando relações entre esse tipo de ligação e as propriedades das substâncias formadas por tal tipo de ligação.

3. Nesse caso, os alunos relacionaram as forças de atração entre pólos opostos de um ímã com as forças de atração entre cátions e ânions na ligação iônica. O mais adequado seria que eles tivessem pensado no ímã como sendo a própria molécula polar e nas atrações entre os pólos dos vários ímãs como interações entre as várias moléculas.

somente em uma delas foi diagnosticada a presença da concepção equivocada de ligação iônica como sendo uma transferência de elétrons. Como em ambas as turmas a professora não havia enfatizado esse fato durante o ensino, ela concluiu que os alunos trouxeram esse conceito de outra etapa de escolarização e que o ensino vivenciado por eles até o momento naquele ano escolar não havia sido capaz de ajudá-los a modificar tal concepção; à capacidade dos alunos de integrar elementos de dois domínios distintos, bem com a criatividade deles ao propor a analogia. De fato, a professora ficou surpresa com as comparações estabelecidas pelos alunos, pois muitas delas envolviam domínios bastante incomuns. Um exemplo foi a analogia entre afinidade entre átomos semelhantes e peças que se encaixam num jogo de quebra-cabeças. Os alunos também estabeleceram relacionamentos com domínios próximos do cotidiano deles, envolvendo, principalmente, sentimentos, relacionamento entre pessoas. Os exemplos de domínios análogos mais comuns foram: beijo entre duas pessoas, mulher (núcleo) atraindo homens solteiros (elétrons livres), e cargas opostas se atraindo como homem e mulher através do amor; à capacidade de argumentação dos alunos sobre suas próprias analogias. Isto foi percebido particularmente pelo fato de a maioria deles ter sido capaz de avaliar de forma adequada as limitações das mesmas. Por exemplo, alunos que propuseram uma analogia relacionada à formação de ligação covalente através de compartilhamento de elétrons, com base na regra do octeto, reconheceram que a analogia não seria capaz de

explicar a formação e estabilização de todas as substâncias porque nem todas obedecem a essa regra⁴.

Após analisar as respostas escritas dos alunos de ambas as turmas, a professora selecionou analogias que explicitavam concepções alternativas sobre o domínio alvo e outras em que a correspondência de atributos entre os dois domínios tinha sido feita satisfatoriamente, de forma a fundamentar a discussão com os alunos.



Atividade aula 2

Em outra aula (aula2), eles foram divididos em grupos (de cinco alunos) e cada grupo recebeu duas analogias envolvendo aspectos diferentes de ligação química (que não haviam sido criadas por alunos de outros grupos). A autoria das analogias não foi divulgada. Os alunos foram solicitados a analisá-las, identificando pontos positivos e negativos de cada uma delas.

Em seguida, todos os grupos alunos em aula 2, apresentaram as analogias e seus respectivos comentários para a turma. Quando necessário, a professora complementou os comentários feitos pelos alunos. Sempre que possível, isso foi feito a partir de questões que visavam ajudar os alunos a pensar sobre algum outro aspecto importante. Esse foi um momento considerado de extrema importância pela professora, pois os alunos puderam esclarecer suas dúvidas sobre ligação química de uma maneira

diferente da que geralmente ocorre no ensino tradicional, quando os alunos apenas questionam algum aspecto que lhes parece confuso quando o professor apresenta o conteúdo. A participação dos alunos nas discussões, que já era boa anteriormente, foi significativamente favorecida nesta atividade.

Considerações finais

A realização dessas atividades evidenciou a importância de os alunos criarem e discutirem suas próprias analogias. Isto porque elas favoreceram (i) a expressão das idéias dos alunos de uma forma criativa e autêntica, (ii) o envolvimento dos mesmos na discussão dessas idéias, (iii) a percepção sobre a importância de se considerar tanto aspectos positivos quanto as limitações de analogias.

Além disso, verificou-se que as atividades foram instrumentos valiosos para ajudar a professora a diagnosticar as concepções (adequadas ou não) dos alunos. Acreditamos que isso aconteceu porque, em atividades como essas, o aluno tem que expor suas próprias idéias, ao invés de simplesmente declarar algo (que ele acha que o professor espera que seja declarado).

Finalmente, gostaríamos de enfatizar outro aspecto importante dessa situação de ensino: o fato de a professora ter tido oportunidade de perceber as dificuldades dos alunos (não percebidas anteriormente, durante o ensino regular do tema) e intervir no processo de ensino desse tema através da discussão das mesmas. Acreditamos que isso é extremamente relevante e deve ser sempre buscado por professores comprometidos com a aprendizagem significativa de seus alunos.

4. Apesar de esta não ser a única, nem a mais importante, limitação desta analogia, os próprios alunos foram capazes de identificá-la facilmente, o que julgamos relevante de ser destacado na atual discussão.

Referências bibliográficas

- CAVALHO, N.B. & JUSTI, R.S. (2005). Papel da analogia do “mar de elétrons” na compreensão do modelo de ligação metálica. *Enseñanza de las Ciencias*, 24 extra. Disponível em <http://www.blues.uab.es/rev-ens-ciencias/>.
- CURTIS, R.V. & REIGELUTH, C.M. (1984). The Use of Analogies in Written Text. *Instructional Science*, 13, 99-117.
- DUIT, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 75, 649-672.
- FERRAZ, D.F. & TERRAZAN, E.A. (2003). Uso espontâneo de analogias por professores de biologia e o uso sistematizado de analogias: que relação?, *Ciência & Educação*, 9, 213-227.
- GILBERT, J. K. & BOULTER, C.J. (1995). Stretching models too far. Artigo apresentado no Annual Meeting of the American Educational Research Association, San Francisco.
- GLYNN, S.M., BRITON. B.K., SEMRUD-CLIKEMAN, M. & MUTH, K.D. (1989). Analogical reasoning and problem solving in science textbooks. In J.A. Glover, R.R. Ronning & C.R. Reynolds (Eds.). *A handbook of creativity: Assessment, research and theory* (pp. 383-398). New York: Plenum.
- GLYNN, S.M. (1991). Explaining Science Concepts: A Teaching-With-Analogies Model. In S.W. Glynn, R.H. Yeany and B.K. Briton (Eds.). *The Psychology of Learning Science* (pp. 219-240). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- KAUFMAN, D. R., PATEL, V.L. & MAGDER, S.A. (1996). The explanatory role of spontaneously generated analogies in reasoning about physiological concepts. *International Journal of Science Education*, 18, 369-398.
- MENDONÇA, P.C.C., JUSTI, R.S. & FERREIRA, P.F.M. (2005). Analogias utilizadas no ensino de equilíbrio químico: compreensões dos alunos e papel na aprendizagem. *Enseñanza de las Ciencias*, 24 extra. Disponível em <http://www.blues.uab.es/rev-ens-ciencias/>.
- MENDONÇA, P.C.C., JUSTI, R. & OLIVEIRA, M.M. (2006). Analogias sobre Ligações Químicas Elaboradas por Alunos do Ensino Médio. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 6. Disponível em <http://www.fae.ufmg.br:8080/abrapec/revista/index.html>.
- MONTEIRO, I.G. & JUSTI, R.S. (2000). Analogias em livros didáticos de química brasileiros destinados ao Ensino Médio. *Investigações em Ensino de Ciências*, 5. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>.
- OLIVA, J.M. (2004). El pensamiento analógico desde la investigación educativa y desde la perspectiva del profesor de ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3. Disponível em http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen3/Numero3/ART7_VOL3_N3.pdf
- ORGILL, M., & BODNER, G. (2004). What research tells us about using analogies to teach chemistry. *Chemistry Education: Research and Practice*, 5, 15-32.
- PITTMAN, K. M. (1998). Student-Generated Analogies: Another Way of Knowing? *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 1-22.
- SOUZA, V.C.A., JUSTI, R. & FERREIRA, P.F.M. (2006). Analogias utilizadas no ensino dos modelos atômicos de Thomson e Bohr: Uma análise crítica sobre o que os alunos pensam a partir delas. *Investigações em Ensino de Ciências*, 11. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>.
- WONG, E.D. (1993). Understanding the generative capacity of analogies as a tool of explanation. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 1259-1272.

Agradecimentos: CNPq, Brasil.



Rosária Justi é professora do Departamento de Química e do Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, em Belo Horizonte, Brasil. Ela é bacharel e licenciada em Química, mestre em Educação e doutora em Educação em Ciências (Universidade de Reading, UK). Já realizou um pós-doutorado na área de Ensino de Química e atualmente é uma das editoras do *International Journal of Science Education*. Além disso, faz parte do corpo de pareceristas de vários periódicos brasileiros e internacionais.
rjusti@ufmg.br



Paula Cristina Cardoso Mendonça é professora de Química no nível médio e de disciplinas relacionadas ao Ensino de Química na Universidade Vale do Rio Verde (UNINCOR), no campus de Betim, Minas Gerais. Ela é licenciada em Química, mestre e doutoranda em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais.
paulaquimica2003@yahoo.com.br