

SITUACIÓN-PROBLEMA (SP) COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA EN LA ENSEÑANZA DEL ENLACE QUÍMICO: CONTEXTOS DE UNA INVESTIGACIÓN

PROBLEM SITUATION AS DIDACTIC STRATEGY IN THE CHEMICAL BOND TEACHING: RESEARCH CONTEXTS

Lucas dos S. Fernandes¹ y Angela F. Campos¹

(1) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Química,
Av. Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, Recife-Brasil
(e-mail: luckfernandez@hotmail.com; afernandescampos@gmail.com)

Recibido: 13/07/2012 - Evaluado: 05/09/2012 - Aceptado: 08/11/2012

RESUMEN

En este estudio se investiga la comprensión del enlace químico por parte de los alumnos de Licenciatura en Química aplicando una estrategia docente basada en el planteamiento de una situación-problema (SP). La metodología requiere lo siguientes: la elaboración de una situación-problema; instrumentos didácticos, a saber, vídeos, simulación por computador y confección manual de estructuras cristalinas usando esferas de plexpan y palillos. Al término de la intervención didáctica los estudiantes, en grupo, registran por escrito sus impresiones sobre la SP. La estrategia SP mostró su potencial, tanto para la formación del concepto de enlace químico, como para el desarrollo de actitudes en los estudiantes como el interés, la participación y el respeto por los compañeros y el profesor.

ABSTRACT

This paper reports the understanding of chemical bonding by students of Bachelor degree in Chemistry exposed to a situation-problem (SP) teaching approach. The methodology involved: development of a problem situation, educational tools, namely video, computer simulation and manual preparation of crystal structures from plexpan balls and sticks. After the educational intervention, groups of students recorded in writing their views on the SP. The SP strategy showed its potential for both, the formation of the concept of chemical bonding, as well as for developing students' attitudes and interest, participation and respect for colleagues and teacher.

Palabras clave: situación-problema; enlace químico; enseñanza superior; instrumentos didácticos
Keywords: problem situation; chemical bond; higher education; educational tools

INTRODUCCIÓN

El concepto de enlace químico es fundamental en Química. La naturaleza del enlace químico se soporta en la estructura electrónica de los átomos, y su asimilación es importante para la comprensión de los diferentes aspectos relacionados con la estructura interna de la materia y de las propiedades macroscópicas y microscópicas de las sustancias. Hay conceptos relacionados con este conocimiento científico asociados a varios fenómenos y procesos, como las diferentes reacciones químicas que ocurren en el interior del cuerpo humano, las durezas de las sustancias y la conductividad eléctrica de los diferentes materiales. Los tres tipos más comunes de conexiones químicas - iónica, covalente y metálica - forman parte del currículo académico de química en los distintos niveles de enseñanza. La abstracción asociada al tema nos lleva al uso de modelos y teorías diferentes para comprender el concepto de los tipos de enlace existentes, haciendo que esta materia sea bastante compleja y posibilitando la generación de conceptos alternativos, que según Boo (1998), generan interpretaciones equivocadas por parte de los estudiantes a partir de ideas que están en desacuerdo con los modelos aceptados por la comunidad científica (Fernandez & Marcondes, 2006; Coll & Taylor, 2001).

En las publicaciones brasileñas que tratan la docencia de ciencias/química hay pocos artículos que traten esta temática. A pesar de su número reducido, hay diversidad en las investigaciones: concepciones alternativas de los estudiantes (Fernandez & Marcondes, 2006); elaboración de recursos didácticos (software, multimedia) (Leão *et al.*, 2007); modelos de enseñanza, en particular, analogías (Mendonça *et al.*, 2006) y análisis de libros de texto de química (Chagas & Airoidi, 1983).

En las publicaciones internacionales se tienen un gran número de trabajos científicos, pero se encontraron pocos artículos relacionados con estrategias didácticas innovadoras orientadas por investigación al planteamiento de la docencia del enlace químico. Sin embargo, existen muchos estudios sobre concepciones alternativas de los estudiantes en diferentes niveles de enseñanza: (i)- los estudiantes asocian conexiones fuertes sólo a los compuestos iónicos (Riboldi *et al.*, 2004); (ii)- no consiguen establecer relaciones coherentes entre la polaridad de la conexión, las moléculas polares y apolares y la geometría molecular (Özmen, 2008); (iii)- no relacionan satisfactoriamente los tres niveles de conocimiento químico, representacional, macroscópico y microscópico (De Posada, 1999); (iv)- asocian la formación de conexiones a la obtención de una capa completa (regla del octeto) (Robinson, 1998). Este panorama obliga a introducir estrategias de enseñanza diferenciadas que encaren esa temática. En este sentido, la enseñanza mediante el planteamiento de situaciones-problema (SP) puede resultar valiosa.

Diversos autores comentan que el punto de partida para un aprendizaje significativo puede darse a través de la resolución de situaciones-problema (SP), preferentemente relativos a contextos reales que despierten la atención de los alumnos y en los cuales se puedan insertar las materias de estudio (Cachapuz & Paixão, 2003; Meirieu, 1998; Pozo, 1998). Según Meirieu (1998), una situación-problema (SP) *"es una situación didáctica en la cual se propone al sujeto una tarea que no puede realizar sin efectuar un aprendizaje preciso. Y ese aprendizaje, que constituye el verdadero objetivo de la situación-problema, se da al vencer obstáculos en la realización de la tarea"*.

Para resolver una SP, los alumnos necesitan investigar y buscar información. Según Meirieu (1998), esta búsqueda por lo nuevo es lo que genera aprendizaje y, es ése aprendizaje el mayor objetivo del planteamiento de la situación-problema.

La resolución de problemas como actividad didáctica alcanza resultados satisfactorios en términos de aprendizaje de contenidos conceptuales, de procedimiento y de actitud por parte de los alumnos. Varias investigaciones demuestran la pertinencia de esta estrategia en los diferentes niveles de enseñanza (medio, superior) en Ciencias (Ayuso *et al.*, 1996; Nieto & Aznar, 1997; Martínez *et al.*, 2009) y particularmente en Química (García, 2000; Gómez, 2007; Goi & Santos, 2009; Veríssimo & Campos, 2011; Lacerda *et al.*, 2012).

Actualmente se usa la resolución de problemas de forma diferente al modelo de enseñanza tradicional (transmisión-recepción), que utilizaba la resolución de "problemas" dando énfasis a la reproducción mecánica de algoritmos dirigidos a la adquisición del conocimiento. La resolución de problemas adquirió una posición más destacada en el modelo de enseñanza denominado Problem Based Learning (PBL) que surgió en Canadá a finales de la década de sesenta (Ribeiro, 2010), teniendo un éxito significativo en relación al aprendizaje respecto a la enseñanza tradicional, y denominada en Brasil Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) (Lopes *et al.*, 2011). El ABP se aplicó inicialmente en cursos superiores del área médica y posteriormente se adoptó en diversas áreas del conocimiento y en varios niveles de enseñanza (Ribeiro, 2010).

El modelo de enseñanza adoptado en este estudio tiene elementos que lo caracterizan como una variante del ABP, o sea, se utiliza una situación-problema como punto de partida para aprender los contenidos. En el ABP los alumnos que trabajan en grupo aprenden resolviendo problemas bajo la supervisión del profesor (Mamede & Penaforte, 2001). Considerando el potencial de esta estrategia de enseñanza, se pretende responder a la siguiente interrogante: ¿Cómo contribuye en el aprendizaje del tema del enlace químico una intervención didáctica referenciada a la resolución de una situación-problema?

Bajo esa perspectiva, en ese estudio se elabora y aplica una situación-problema sobre enlace químico con el fin de contribuir a una mejor comprensión de esta materia por los alumnos; y a desarrollar valores humanos y actitudes en ellos, tales como el respeto por la opinión de los compañeros, por el trabajo en grupo, por el profesor, la responsabilidad y la ética.

METODOLOGÍA

Elaboración de una situación-problema

En el proceso de creación de SP se ha considerado lo siguiente: los resultados obtenidos de la investigación de la literatura, la relación cotidiana de los alumnos con el tema, los tres niveles del conocimiento químico, la contradicción intelectual causada por la SP en el alumno, el nivel y posibilidad cognitiva de los alumnos, la motivación de estos para responder a la SP, la movilización de recursos por parte de los estudiantes y la toma de decisiones como medio para responder a la SP (Merieu, 1998). Bajo esa perspectiva, se construyó la siguiente SP: *El diamante es una sustancia que presenta una dureza elevada. Por ello, se usa en la perforación de rocas. En su composición presenta sólo átomos de carbono. El grafito es una sustancia que posee baja dureza. Se emplea en la fabricación de lapiceros y al igual que la anterior, está constituida sólo por átomos de carbono. En la escala de dureza el diamante es el más duro con valor igual a 10 y el grafito es uno de los materiales más blandos con dureza igual a 1. El grafito es un conductor eléctrico, al contrario que el diamante, que es aislante. Como conductor de la electricidad el grafito es usado en hornos eléctricos. ¿Por qué hay una diferencia de dureza tan acentuada en esas sustancias siendo que ambas están constituidas sólo átomos de carbono? ¿Por qué sólo el grafito conduce la corriente eléctrica? ¿Que tipo de enlace químico tienen esas sustancias?*

La elaboración de la SP y la selección de los instrumentos didácticos tuvieron una duración de 4 meses.

Intervención Didáctica

En esta intervención participaron 40 alumnos de la asignatura de Inorgánica del tercer periodo del Curso de Licenciatura en Química de la UFRPE. Formaron grupos de cinco miembros, totalizando ocho grupos (G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7 y G8). En ese momento se registraron por escrito las dudas e inquietudes manifestadas por los grupos de estudiantes. En la segunda aula la profesora/investigadora inició una discusión sobre el tema del enlace químico relatando las propiedades de los compuestos y relacionándolo con el tipo de enlace (relación entre el nivel de conocimiento químico fenomenológico y teórico). Más tarde los estudiantes observaron dos videos: uno sobre la conducción eléctrica (Figura 1) en los compuestos covalentes HCl, NH₃, e iónico, NaCl, en medio acuoso y otro sobre la conducción térmica (Figura 2) del metal cobre.



Fig. 1: Video sobre la conductividad eléctrica en la solución.
<http://www.pontociencia.org.br/experimentos-interna.php?experimento=213&TESTADOR+DE+CONDUTIVIDADE#top>.



Fig. 2: Video de la conductividad térmica de los metales.
<http://www.youtube.com/watch?v=SyxmQysa1N8>

Después de la presentación de los videos la profesora/investigadora presentó las siguientes interrogantes a los estudiantes: (i)- ¿Qué fenómeno es el responsable de la conducción eléctrica en el video 1 y de la conducción térmica en el video 2? (ii)- ¿Qué está presente en la estructura interna de un sólido iónico y en la de un sólido metálico? En ese momento, se introdujo la idea de retículo cristalino, celda unitaria, número de coordinación (NC) y algunas de las principales estructuras cristalinas en las que los sólidos iónicos y metálicos cristalizan mas habitualmente, es decir, cúbica centrada en las caras (CFC), cúbica centrada en el cuerpo (CCC) y hexagonal compacta (HC) (ver figura 3).

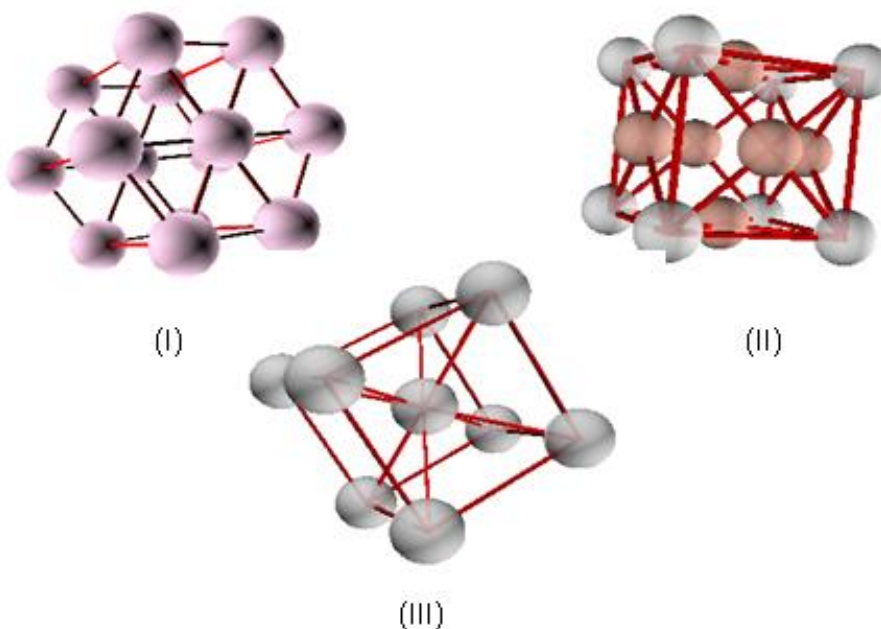


Fig. 3: Estructuras cristalinas hexagonal compacta (I), cúbica de centrada en las caras (II), cúbica centrada en el cuerpo (III). (<http://www.cienciosmateriais.org/index.php?acao=exibir&cap=6>).

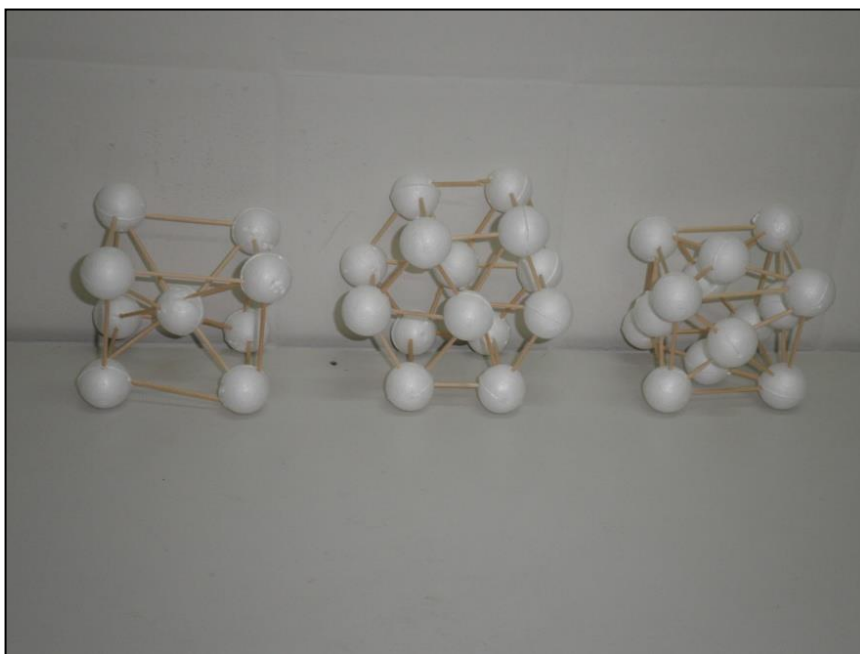


Fig. 4: Estructuras cristalinas construído por los estudiantes, de izquierda a derecha, cúbica centrada en el cuerpo, hexagonal compacta, cúbica de centrada en las caras.

Los alumnos usaron una simulación por ordenador de las estructuras CCC, HC, CFC. En esa simulación el estudiante consigue girar las estructuras y aumentar/disminuir el tamaño de las esferas, posibilitando una mejor visualización espacial (Figura 3). En la tercera aula la profesora/investigadora discutió sobre las propiedades de los compuestos covalentes relacionando sus propiedades con sus estructuras. Se abordó la diferencia entre un sólido molecular y reticular y se discutieron las fuerzas intermoleculares. También se realiza una discusión sobre la naturaleza electrostática del enlace químico, sea iónico, metálico o covalente (De Posada, 1999). En la cuarta aula los alumnos confeccionaron las estructuras del grafito, HC, y del diamante, CFC, con esferas de poléxpan y palillos de dientes, intentando relacionarlas con las propiedades macroscópicas de esos compuestos (Figura 4). La intervención tuvo una duración de 12 horas.

Tabla 1: Categorización y criterios para el análisis de las respuestas de los estudiantes al planteamiento de la situación-problema

Categoría de la respuesta	Criterios
Respuesta Satisfactoria (RS)	Relaciona la dureza del diamante al hecho de tener enlaces covalentes del tipo σ omnidireccionales en una estructura cristalina cúbica centrada en las caras (CFC), mientras que el grafito tiene enlaces covalentes de tipo σ e π con estructura hexagonal compacta (HC), donde planos superpuestos interactúan mediante fuerzas intermoleculares débiles. Asocia la conducción eléctrica del grafito a los enlaces de tipo π , e de que el diamante no tenga electrones "libres" en su estructura. Clasificar los enlaces químicos presentes en el grafito y en el diamante como covalentes.
Respuesta Parcialmente Satisfactoria (RPS)	Relaciona la dureza del diamante a la estructura cristalina sin abordar detalles relativos al tipo de estructura cristalina o explica la conducción eléctrica del grafito por la presencia de conexiones del tipo π en su estructura. Clasifica las conexiones químicas presentes en ambas sustancias como covalentes.
Respuesta Insatisfactoria (RI)	No cumple los criterios establecidos en las RS e RPS.

Análisis de las Respuestas de los Grupos a la Situación-Problema

Se entrega una hoja en blanco a los grupos de alumnos en la última aula de la intervención didáctica y se les solicitó que respondieran con respuestas de al menos seis líneas a la SP experimentada. Las respuestas de los alumnos a la SP fueron clasificadas utilizando criterios referidos a tres categorías: respuesta satisfactoria (RS), respuesta parcialmente satisfactoria (RPS) e insatisfactoria (REÍ). Los criterios establecidos en la Tabla 1, tienen como referencia teórica el discurso científico que orienta los aspectos conceptuales relacionados con la conexión química (Atkins & Jones, 2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las respuestas de los alumnos a la SP, se observó que todos los grupos revelaron concepciones alternativas: grafito y diamante vistos como moléculas discretas; asociación de la corriente eléctrica en el grafito a fuerzas intermoleculares y la dureza a la presencia de conexiones π , entre otros. De los ocho grupos, sólo el grupo tres asoció correctamente las durezas del diamante y del grafito a sus estructuras CFC y HC respectivamente. En ese sentido, la simulación computacional de esas estructuras y la confección de las mismas utilizando palillos de dientes y balones de plexpan fueron instrumentos importantes. Los grupos cuatro, siete y ocho justificaron la conducción eléctrica en función de la conexión π presente en el grafito, como era de esperar. Todos los grupos comentaron correctamente el tipo de conexión, covalente, presente en esas sustancias.

Tabla 2: Clasificación de las respuestas de los grupos(G) de alumnos a la SP

Clasificación de la Respuesta	Grupo(s)
RS	G4
RPS	G2, G3, G5, G6, G7, G8
RI	G1

De acuerdo a la Tabla 2, sólo el grupo cuatro respondió satisfactoriamente sobre la diferencia de dureza entre el diamante el grafito, la conducción eléctrica en el grafito y el hecho de que el diamante sea un aislante además de ello, este grupo clasificó correctamente el tipo de conexión presente en la sustancias. La respuesta de ese grupo a SP se transcribe a continuación:

Las "conexiones" entre las capas de la estructura del grafito son débiles, por lo que la estructura puede ser fácilmente resquebrajada y presenta una mayor flexibilidad que la estructura del diamante. La razón de ello es que el grafito presenta enlaces del tipo π , donde los electrones son móviles y permiten el pasaje de corriente eléctrica dentro de una misma capa. Tanto el grafito como el diamante presentan conexiones covalentes (G4).

Los grupos dos, tres, seis, y siete asociaron satisfactoriamente la conducción eléctrica del grafito a los electrones π , clasificaron correctamente el tipo de conexión, covalente, en el grafito y en el diamante pero no justificaron con claridad la diferencia de dureza entre esas dos sustancias. Por ejemplo, la respuesta del grupo dos, considerada parcialmente satisfactoria, en relación a la propiedad dureza:

La dureza es a causa del enlace. Como el diamante tiene conexiones sigma él es más difícil de romper El grafito por el contrario presenta tanto conexiones sigma como conexiones π . (G2).

El grupo cinco no comentó la diferencia de conductividad eléctrica entre grafito y diamante y el grupo ocho asumió, erróneamente, que diamante y el grafito son conductores. Sin embargo, los grupos cinco y ocho consiguieron expresar coherentemente el porqué de la diferencia de dureza entre diamante y grafito y el tipo de conexión, covalente, presente en esas sustancias. A continuación la respuesta del grupo cinco en relación a la diferencia de dureza entre grafito y diamante:

La dureza del diamante es mayor que a del grafito por la complejidad de las conexiones. En el diamante existe una consistencia molecular, diferente a la del grafito que se configura como un apilamiento, ya que entre capas existen interacciones dipolares momentáneas debidas a la presencia de fuerzas del tipo Van der Waals. (G5)

El grupo uno respondió de forma insatisfactoria a la SP, pues explicó equivocadamente las propiedades exhibidas por el grafito y por el diamante, sin embargo, la clasificación del tipo de enlace presente en esas sustancias fue correcta.

La presencia en la SP de los tres niveles de conocimiento químico, macroscópico, microscópico, y representacional (Johnstone, 1992) englobando contenidos de conexión química, "forzó" a los grupos de alumnos a buscar las relaciones y transitar entre esos tres niveles, aunque no siempre de forma aceptable, desde el punto de vista científico. Eso puede deberse al hecho de que éste contenido exige un alto nivel de abstracción, dificultando la comprensión de la relación entre los tres niveles. Esa dificultad también es referida en el estudio de Özmen (2008). Además de eso, para que los alumnos respondieran satisfactoriamente la SP era necesario que tuvieran conocimientos previos relevantes sobre otros conceptos químicos también abstractos, tales como: átomos, protones, electrones, elemento químico, iones, polaridad, electronegatividad, y fuerzas intermoleculares.

El uso de la SP en sala de aula mostró su potencial en la enseñanza del enlace químico, tanto para la formación conceptual como para desarrollo de actitudes en los estudiantes como el interés, la participación, la interacción profesor-alumno, alumno-alumno, y el respeto por los compañeros y profesor, como se espera en un planteamiento de enseñanza por SP.

CONCLUSIONES

Los instrumentos didácticos utilizados, los vídeos sobre conducción eléctrica y térmica, la simulación de las estructuras químicas CCC, CFC, HC y la confección de esas estructuras con esferas de polystyrene y palillos de dientes contribuyeron significativamente a que los alumnos consiguieran resolver la situación-problema. A pesar de ello, en las respuestas de los alumnos a la situación-problema se identificaron algunos problemas conceptuales.

Por lo expuesto, se considera que el tratamiento de la enseñanza por situación-problema, ha mostrado su eficacia referente al contenido conexión química y vinculada a una intervención que contempla diferentes instrumentos didácticos. El discurso teórico que orienta esta estrategia docente se concretó en la práctica. Los futuros docentes la experimentaron personalmente. No se sabe si el modelo de formación experimentado, en esa intervención didáctica, va a ser ejercido o no por esos futuros profesores en su vida profesional, pero se cree de que se ha dado un paso inicial en esa dirección

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a CNPq/Brazil por el apoyo.

REFERENCIAS

1. Atkins, P. & Jones, L. (2006). Principios de Química. 3ª Ed. Bookman, Porto Alegre.
2. Ayuso, E., Banet, E. & Abellán, T. (1996). Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y el bachillerato II. ¿Resolución de problemas o realización de ejercicios?. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (2), 127-142.
3. Boo, H.K. (1998). Students' understandings of chemical bonds and the energetic of chemical reactions. *Journal of Research in Science Teaching*, 35 (5), 569-581.

4. Cachapuz, A. & Paixão, F. (2003). Mudanças na prática de Ensino da Química pela formação dos professores em história e filosofia das ciências. *Química Nova na Escola*, 18 (2), 26-30.
5. Chagas, A.P. & Airoidi, C. (1983). Os livros texto e alguns aspectos da ligação química. *Química Nova*, 6 (2), 60-66.
6. Coll, R.K. & Taylor, N. (2001). Alternative conceptions of chemical bonding held by upper secondary and tertiary students. *Research in Science & Technological Education*, 19 (2), 171-191.
7. De Posada, J.M. (1999). 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), 12-19.
8. Fernandez C., Marcondes, M.E.R. (2006). Concepções dos estudantes sobre ligação química. *Química Nova na Escola*, 24 (2), 20-24.
9. García, J.J. (2000). La solución de situaciones problemáticas: una estrategia dadáctica para la enseñanza de la química. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (1), 113-129.
10. Goi, M.E.J. & Santos, F.M.T. (2009). Reações de combustão e impacto ambiental por meio de resolução de problemas e atividades experimentais. *Química Nova na Escola*, 31 (3), 203-209.
11. Gómez Moliné, M.R. (2007). Factores que influyen en el éxito de los estudiantes al resolver problemas de química. *Enseñanza de las Ciencias*, 25 (1), 59-72.
12. Johnstone, A.H. (1992). Macro and Microchemistry. *School Science Review*, 64, 377-379.
13. Lacerda, C.C., Campos, A.F. & Marcelino Jr, C.A.C. (2012). Abordagem dos conceitos mistura, substância simples, substância composta e elemento químico numa perspectiva de ensino por situação-problema. *Química Nova na Escola*, 34 (2), 75-82.
14. Leão, M.B.C., Silveira, T.A. & Silva, B. L. (2007). Elaboração de multimídias educacionais para o ensino de química: ligações iônicas e cinética química. *Química No Brasil*, 1 (1), 43-52.
15. Lopes, R.M., Filho, M.V.S., Marsden, M. & Alves, N.G. (2011). Aprendizagem baseada em problemas: uma experiência no ensino de química toxicológica. *Química Nova*, 34 (7), 1275-1280.
16. Mamede, S. & Penaforte, J. (2001). Aprendizagem baseada em problemas: anatomia de uma nova abordagem educacional. 1ª Ed. Hucitec, Fortaleza.
17. Martínez, P., Carmen, M., & Posadas García, J.A. (2009). El planteamiento de problemas y la construcción del teorema de Bayes. *Enseñanza de las Ciencias*, 27 (3), 331-342.
18. Meirieu, P. (1998). Aprender... sim, mas como? 7ª Ed. Artmed, Porto Alegre.
19. 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 (1), 1-13.
20. Nieto, M.P.V. & Aznar, M.M.M. (1997). Una estrategia de cambio conceptual en la enseñanza de la física: la resolución de problemas como actividad de investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (2), 173-188.
21. Özmen, H. (2008). The influence of computer-assisted instruction on students' conceptual understanding of chemical bonding and attitude toward chemistry: A case for Turkey. *Computers & Education*, 51, 423-438.

22. Pozo, J.I. (1998). A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender. 1ª Ed. Artmed, Porto Alegre.
23. Ribeiro, L.R.C. (2010). Aprendizagem Baseada em problemas (PBL): uma experiência no ensino superior. 1ª Ed. EdUFSCar, São Carlos/Brasil.
24. Riboldi, L., Pliego, O. & Odetti, H. (2004). El enlace químico: una conceptualización poco comprendida. *Enseñanza de las Ciencias*, 22 (2), 195-212.
25. Robinson, W.R. (1998). An alternative framework for chemical bonding. *Journal of Chemical Education*, 75 (9), 1074-1075.
26. Veríssimo, V.B. & Campos, A.F. (2011). Abordagem das propriedades coligativas numa perspectiva de ensino por situação-problema. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 4 (3), 101-118.

