

## A utilização de modelos na introdução de conceitos abstratos: polaridade e estrutura tridimensional

Natália Pereira Marques (PG)<sup>1\*</sup>, Tatiane Aparecida Silva Rocha (PG)<sup>1</sup>, Vanessa Freitas Santos (PG)<sup>1</sup>, Anny Carolina de Oliveira (PG)<sup>1</sup>, Cinara Aparecida de Moraes (PG)<sup>1</sup>, Alexandra Epoglou (PQ)<sup>1,2</sup>.

*natypmarques@yahoo.com.br*

<sup>1</sup>Universidade Federal de Uberlândia/Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (UFU)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Uberlândia/Faculdade de Ciências Integradas do Pontal (UFU- FACIP)

*Palavras-Chave:* modelos, polaridade, moléculas.

**RESUMO:** O TRABALHO APRESENTADO FOI REALIZADO COM ESTUDANTES DO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO DE UMA ESCOLA PÚBLICA DO TRIÂNGULO MINEIRO, EM QUE ESTES FORAM CONVIDADOS A PROPOR MODELOS PARA REPRESENTAÇÃO DE ESTRUTURAS DE COMPOSTOS LIGADOS POR LIGAÇÃO COVALENTE, UTILIZANDO COMO MATERIAIS MASSINHA DE MODELAR E PALITOS DE MADEIRA. A ATIVIDADE FOI CONDUZIDA COM O INTUITO DE VERIFICAR COMO OS ESTUDANTES CONCEBIAM AS MOLÉCULAS NO ESPAÇO, PARA POSTERIORMENTE SER INTRODUZIDO O CONTEÚDO DE TEORIA DE REPULSÃO DOS PARES DE ELÉTRONS DA CAMADA DE VALÊNCIA E, EM SEGUIDA POLARIDADE DAS MOLÉCULAS. AO FINAL DA APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PERCEBEU-SE O QUANTO OS ESTUDANTES POSSUEM DIFICULDADES EM VISUALIZAR TRIDIMENSIONALMENTE ESTRUTURAS REPRESENTADAS EM DUAS DIMENSÕES, TÃO COMUMENTE REPRESENTADAS EM LIVROS DIDÁTICOS E CADERNOS DURANTE AS AULAS DE QUÍMICA. A UTILIZAÇÃO DE MODELOS SE MOSTROU POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA COMO MEIO DE SUPERAÇÃO DESTE OBSTÁCULO PROPICIANDO UM ESTUDO SOBRE POLARIDADE DE FORMA MAIS SIGNIFICATIVA E MENOS ABSTRATA.

### Introdução

A aversão dos estudantes pela disciplina de Química (CARDOSO; COLINVAUX, 2000) continua sendo um dos focos de estudos por diversos pesquisadores (PONTES et al, 2008). Como a maioria dos estudantes se queixa, a Química é uma ciência de difícil compreensão e as dificuldades no processo de ensino-aprendizagem são percebidas constantemente, em que muitas vezes os alunos mantêm concepções alternativas a respeito de vários conteúdos. A partir dos anos 80, pesquisadores mobilizados por um pensamento construtivista iniciaram o “movimento das concepções alternativas” no ensino de Química e com isso muitas pesquisas no sentido de identificar as concepções “inadequadas” dos alunos ganharam destaque, já que se esperava que o processo de aprendizagem fosse muito mais que memorização (OLIVEIRA, GOUVEIA e QUADROS, 2009, p. 23).

Muitos professores tentam motivar seus alunos a aprender e para facilitar esse entendimento, utilizam-se de ferramentas que possam auxiliar na aprendizagem de seus alunos. Nessa perspectiva, utilizar-se de modelos representativos passou a ser uma ferramenta que facilita esse processo de ensino-aprendizagem em Química.

Tendo em vista que os estudantes já trazem para a sala de aula inúmeras concepções sobre o mundo físico, é importante que o professor conheça tais percepções para que suas aulas possam mobilizá-las no sentido de ampliá-las ou, em casos mais extremos, modificá-las (SILVA, EICHLER e DEL PINO, 2012).

Assim, acreditamos que as interações em sala de aula sejam organizadas de modo a propiciar o aparecimento de tais concepções e, além disso, que tais ideias possam ser socializadas no grupo de modo a provocar discussões que viabilizem novas construções a partir da divergência observada entre os próprios alunos.

Nessa perspectiva, algumas investigações têm direcionado esforços para compreender como se dão diferentes processos mentais, sobretudo na elaboração de representações e modelos para entidades abstratas. Assim, é possível levar em conta as contribuições da Semiótica Peirceana para a construção de modelos explicativos sobre os níveis de representação no ensino de Química (WARTHA e REZENDE, 2011).

Retomando os estudos sobre as relações estabelecidas entre modelos e compreensão de fenômenos, podem ser citados os trabalhos de: i) Melo e Lima Neto (2013), que discutem as dificuldades de ensino e aprendizagem dos modelos atômicos; ii) Lima e Lima Neto (1999), que construíram modelos para ilustrar estruturas moleculares em aulas de química; Tavares e Rogado (2005), que investigaram a influência dos aspectos históricos, epistemológicos e culturais abordados pelo livro didático de química acerca do conceito de substância e Fernandez e Marcondes (2006), que realizaram uma revisão bibliográfica, agrupando as principais concepções dos estudantes sobre as ligações químicas.

Nesse sentido, o planejamento de temas que demandem a elaboração de representações abstratas nos parece importante para a compreensão de muitos conceitos relacionados, sobretudo no estudo da Química. Dessa forma, a geometria molecular se torna um importante instrumento para fazer previsões sobre as interações intermoleculares que, em última instância, podem explicar o comportamento de diversas substâncias e suas transformações.

## Metodologia

O trabalho aqui apresentado traz uma análise realizada a partir de uma sequência de aulas planejada por discentes que cursavam uma disciplina denominada “*Tópicos Especiais em Ensino de Ciências*” no curso de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Uberlândia-UFU.

A sequência didática consistia em 3 aulas com duração média de 50 minutos cada e foi planejada pelas discentes, tendo em vista os conceitos aprendidos na graduação e no curso de pós-graduação. Foram levadas em conta também as necessidades da comunidade escolar a qual a sequência seria realizada.

As aulas foram aplicadas por uma das professoras em quatro turmas diferentes, pois a mesma estava ministrando exatamente o referido conteúdo de acordo com o planejamento escolar (“*Polaridade das moléculas*” no 1º ano do Ensino Médio).

Como método de coleta de dados foi utilizado diário de bordo da professora regente e registro das atividades realizadas por meio de fotografias. A escolha pelo diário de bordo como um dos instrumentos de coleta de dados se deu pelo fato de que ele contribui para a prática de momentos de reflexão para o professor possibilitando que este promova um pensamento crítico sobre o seu cotidiano no espaço de trabalho, partindo-se da observação, descrição e análise das experiências vivenciadas por ele (LIMA; MIOTO; DAL PRÁ, 2007).

Para a análise, serão utilizados os dados obtidos em uma das etapas da investigação, ou seja, a elaboração de modelos para moléculas diversas. Assim, durante a confecção das estruturas, a professora fazia os registros no diário de bordo e a finalização foi registrada fotograficamente. Os alunos tiveram total autonomia para propor os modelos, de modo que a participação da professora se restringiu à indicação da fórmula a ser representada.

Assim, a questão de pesquisa que se sobressai nesse trabalho é entender como os alunos, a partir da fórmula molecular e de conhecimentos anteriores sobre ligações

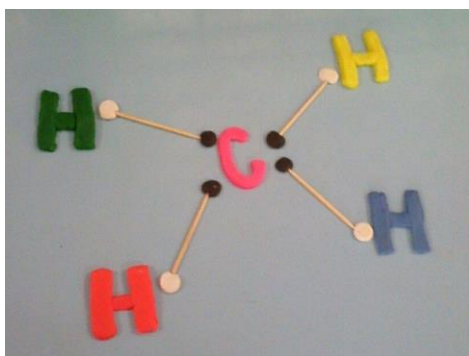
covalentes, propõem modelos tridimensionais que representem as estruturas das respectivas moléculas.

### Aplicação das aulas e resultados

A sequência de ensino foi planejada para ser executada em três aulas, mas foram necessárias quatro aulas para concluí-la. A primeira aula teve como principal objetivo que os alunos tentassem relacionar as estruturas já estudadas no conteúdo de ligações químicas com sua orientação no espaço. Para isso, inicialmente foi feita uma breve retomada sobre o que foi ensinado nas aulas anteriores, por meio de uma sucinta revisão dos principais tópicos de ligações químicas, mencionando as diferenças entre ligações iônica, covalente e metálica e fazendo referência de que são através destas ligações que podem ser formados os vários compostos existentes.

Posteriormente, mediante solicitação prévia da professora regente de que os alunos trouxessem massas de modelar e palitos de madeira (palitos de dente), a sala foi dividida em grupos para que fosse realizada a dinâmica proposta. Tal atividade consistia no fato de que os estudantes representassem, em posse dos materiais solicitados, algumas moléculas listadas pela professora. Os estudantes já eram familiarizados com as moléculas uma vez que estas já teriam sido utilizadas para o estudo do assunto de Ligações Covalentes. Dessa forma, a atividade pode ser entendida brevemente como por exemplo, o grupo 1 representaria as moléculas de  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$  e  $\text{H}_2\text{O}$ ; grupo 2 as moléculas de  $\text{N}_2$ ,  $\text{CH}_4$  e  $\text{O}_3$ , e assim por diante.

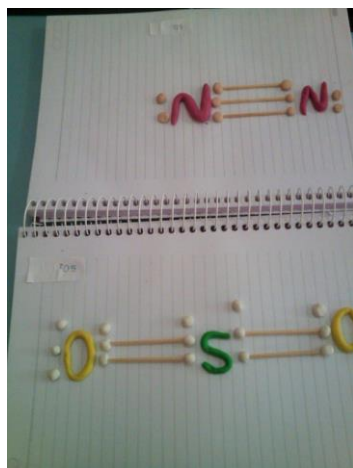
Na sala de aula, em grupos, os alunos construíram as estruturas previamente selecionadas. Vale destacar que apesar de os grupos ficarem livres para representar as moléculas da maneira que quisessem, alguns estudantes ainda perguntavam à professora como deveriam representá-las. Entendendo que a criação das estruturas das moléculas deveria se dar de forma espontânea uma vez que essa era a atividade inicial, em que havia a intenção de compreender como os alunos imaginavam, em três dimensões, as moléculas estudadas no conteúdo de ligações químicas, a professora não interferiu nesse processo deixando-os livres nas suas representações. Algumas imagens das estruturas representadas pelos alunos são apresentadas na Figura 1.



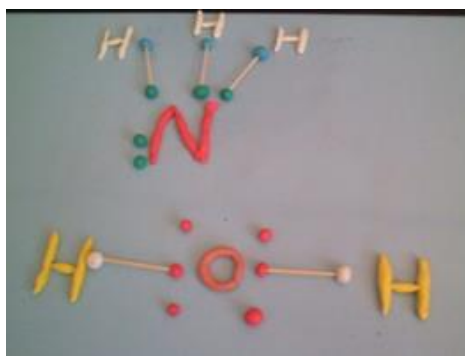
(a)



(b)



(c)



(d)

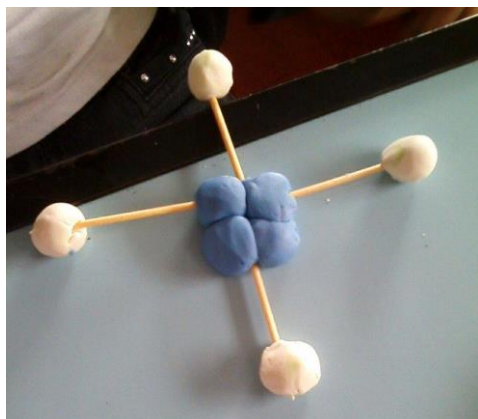
**Figura 1:** Representações realizadas pelos grupos de estudantes para as moléculas de (a) CH<sub>4</sub> do grupo B, (b) CO<sub>2</sub> pelo grupo B, (c) N<sub>2</sub> e SO<sub>2</sub> pelo grupo C e (d) NH<sub>3</sub> e H<sub>2</sub>O pelo grupo D.

Notou-se que grande parte dos alunos têm a percepção de que a molécula se orienta no espaço a partir das representações utilizadas no plano para indicar as possíveis ligações covalentes, tal como está presente nos livros didáticos e escrito no próprio caderno. Damasceno, Brito e Wartha (2008) afirmam que, muitas vezes os estudantes apresentam um modelo mental onde o nível microscópico de representação é uma cópia exata da realidade, do observável, do nível macroscópico, não reconhecendo assim o nível microscópico da matéria.

Percebeu-se observando as figuras (a), (b), (c) e (d) que os alunos representam as moléculas tais quais suas ligações covalentes, sendo que o aluno imagina que a molécula de CH<sub>4</sub>, por exemplo é uma letra “C”, com quatro ligações covalentes em quatro “Hs”. É interessante observar que esta representação parece ser independente de o aluno já ter estudado o conteúdo de modelos para o átomo, pois poucos fazem essa relação.

Como aponta Gillespie (1997, p. 484): “Os estudantes não conseguem estabelecer relações apropriadas entre o nível macro e o submicroscópico”, sendo assim, é útil nos atentarmos às dificuldades que eles encontram na hora de fazer as representações daquilo que eles não vêem.

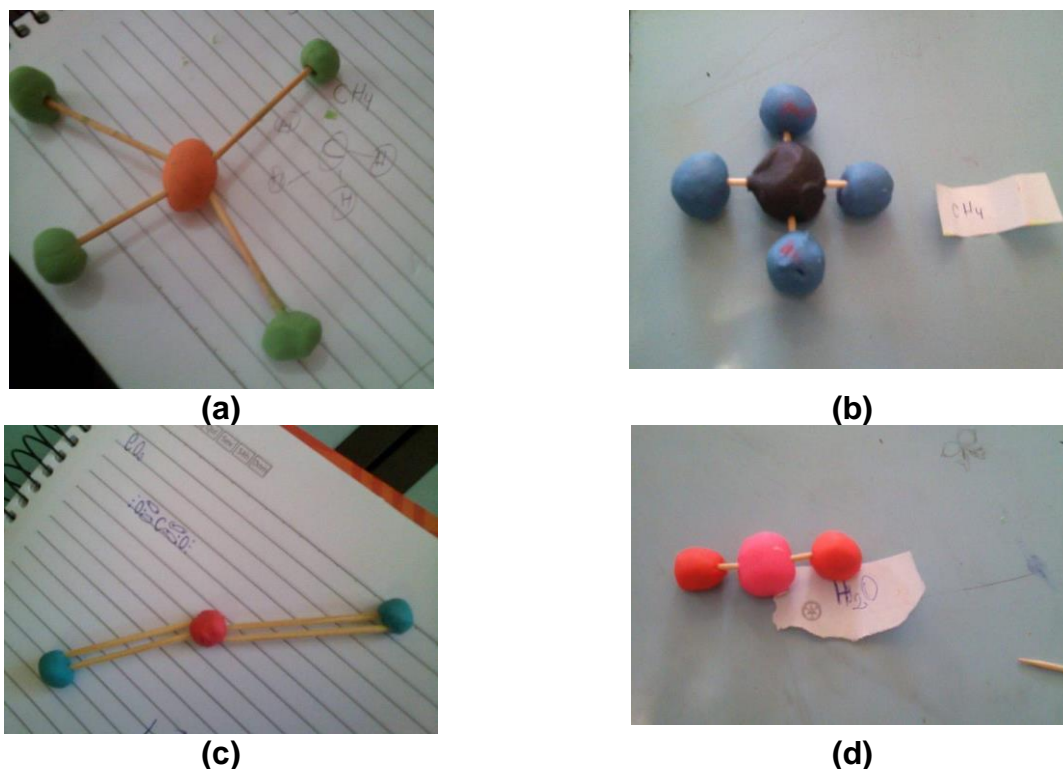
Vejamos agora a estrutura mostrada na Figura 2, em que os alunos do grupo B representaram a molécula de CH<sub>4</sub>.



**Figura 2:** Representação do CH<sub>4</sub> pelo grupo B.



Diferentemente do grupo A, o grupo B representou a molécula do gás metano com modelo de bolinhas, sendo que o carbono foi representado com quatro bolinhas azuis (no centro). Ao serem indagados sobre essa representação os estudantes disseram que estavam representando os elétrons de valência do carbono, e seguindo este mesmo raciocínio, as bolinhas brancas seriam os elétrons de valência do hidrogênio. Outros modelos também foram explicitados pelos alunos, como mostra a Figura 3.



**Figura 3:** Representações realizadas pelos grupos de estudantes para as moléculas de (a)  $\text{CH}_4$  do grupo C, (b)  $\text{CH}_4$  pelo grupo D, (c)  $\text{CO}_2$  pelo grupo A e (d)  $\text{H}_2\text{O}$  pelo grupo A.

Outros grupos de alunos já representaram os átomos como bolinhas, mas ainda assim, não demonstram uma preocupação com sua orientação no espaço, ou seja, percebe-se que a influência da representação no plano acaba prevalecendo.

Todavia, salientamos que alguns estudantes começam a se preocupar com o arranjo dos átomos, de modo a colocá-los o mais distante possível, como o grupo que representou o gás carbônico. Outro ponto observado é que muitos dos alunos fizeram primeiro no caderno o arranjo a partir da ligação covalente para então representarem a estrutura, mostrando certa preocupação em utilizar o conteúdo aprendido. Ao mesmo tempo, acreditamos que essa predisposição do aluno possa facilitar a discussão sobre polaridade nas ligações. Além disso, ressaltamos que essa atividade mostrou que os grupos compreendem a ideia de os átomos estarem unidos por meio de ligações químicas.

Na segunda aula, a professora iniciou mostrando dois objetos, um cúbico e um cilíndrico, para que os alunos tentassem desenhá-los em seu caderno. A ideia era de que eles fizessem uma projeção do que estavam observando em três dimensões para uma representação no plano.

Nesse momento gerou-se uma discussão, de modo que os alunos perceberam que no plano do caderno as estruturas não ficam iguais à sua forma real no espaço.

Vale salientar que, embora sejam alunos de 1ª série do Ensino Médio, esse tipo de perspectiva ainda não havia sido pensada em momentos anteriores, nem mesmo em outras disciplinas. Ou seja, parece que além das aulas de Química, as demais também não permitem que os alunos façam uma extrapolação entre o que observam no mundo real e o que representam no papel.

Posteriormente ao momento que os alunos tentaram representar no plano os dois objetos, a professora mostrou inúmeras maneiras de representação com figuras impressas, demonstrando a diversidade existente de acordo com o objetivo e a utilidade de cada uma.

Em sequência, explicou que, da mesma forma as moléculas estudadas na Química também não são planas como representamos no caderno, visto que se trata apenas de uma representação que facilita determinadas manipulações. Em seguida, a professora mostra um modelo feito com balões, semelhante a esse mostrado na Figura 4, para iniciar a explicação da Teoria de Repulsão dos Pares de Elétrons da Camada de Valência (TLV).



**Figura 4:** Modelo de balões semelhante ao utilizado na aula (figura retirada da internet).

A observação dos arranjos das bexigas levantou uma discussão sobre a organização dos átomos no espaço. Assim, após uma explicação sobre as ideias de repulsão e de atração, a professora lança a seguinte pergunta: *Será que as formas como fizemos as estruturas dos compostos com a massinha de modelar na aula anterior estavam corretas?*

Diante dessa questão, os estudantes foram levados a questionar as estruturas que construíram e, com isso, começaram a discutir sobre o assunto, percebendo que a maioria das estruturas não contemplavam as ideias discutidas na aula. Dessa forma, muitos diziam que as moléculas representadas não estavam corretas, que eles poderiam ter pensado em três dimensões, mas ficaram restritos ao plano.

Como Espinoza (2010) ressalta, a explicação se constrói a partir de modelos e teorias. Nesse sentido, mais do que apresentar para os alunos as representações utilizadas em livros didáticos ou presentes nos exercícios e exames de vestibulares ou ENEM, é necessário que o sujeito seja levado a observar como a representação no plano possibilita “ver” uma molécula em três dimensões.

Na terceira aula, a professora explicou as ideias de polaridade, associando-as à geometria molecular. Nesse ponto, modelos de bolinha de isopor e palitos de madeira foram utilizados representando algumas das moléculas estudadas anteriormente, mas agora numa forma tridimensional. Nessa aula, a professora discutiu como seriam as possibilidades do arranjo dos átomos em uma determinada molécula, levando em conta a repulsão e uma provável organização espacial. Os alunos foram incentivados a retomar os modelos construídos na primeira aula, observando que existiriam outras possibilidades além daquelas que foram propostas.

Muitos estudantes se mostraram surpresos e, ao mesmo tempo, confessaram que não se achavam preparados para observar um desenho no quadro ou no livro didático e, a partir dele, pensar em uma molécula tridimensional. Argumentaram que o

processo inverso parecia mais fácil, ou seja, do modelo em três dimensões, conseguiram representar no plano, mas o contrário parecia mais difícil de visualizar.

Compreendendo a dificuldade dos alunos de fazer essa transposição, foi planejada essa sequência, com intuito de incentivar os estudantes a elaborarem suas próprias representações da realidade, com a produção dos modelos diversos. Além disso, as discussões teóricas foram introduzidas após esse momento de elaboração pelos próprios alunos para não interferir em suas concepções iniciais.

Observou-se então que se apropriar de modelos pode ser uma metodologia muito válida, pois através deles aproximamos a Química que é uma ciência um tanto quanto abstrata da realidade dos alunos. Dessa forma, concordamos com Ferreira e Justi (2008) que argumentam que

A compreensão desses fenômenos exige não apenas a repetição ou a aplicação de uma série de conhecimentos previamente memorizados, mas, mais do que isso, a elaboração de hipóteses e investigações, associadas à criatividade, à lógica e, é claro, aos conhecimentos anteriores, o que vem a culminar em algo que sacia, mesmo que parcialmente, nosso desejo de compreender o mundo: os modelos. (FERREIRA e JUSTI, 2008, pag. 32).

Notamos também que propiciando momentos em que os estudantes possam construir as estruturas com os modelos de “massinha”, temos a oportunidade de conhecer como eles imaginam o microscópico e, com isso, podemos focar algumas concepções alternativas que os alunos possuem em relação a conformação das moléculas no espaço. Como Espinoza (2010) ressalta, a explicação acaba sendo construída a partir de modelos e teorias.

### **Considerações finais**

Nesse trabalho foi notável o envolvimento dos alunos durante as aulas. Na primeira delas, mesmo que transpondo a ideia da representação bidimensional para a tridimensional, eles tentaram representar as moléculas da maneira que aprenderam até o momento, utilizando a ideia de ligação covalente, pois até então eles não tinham muito clara a ideia de como as moléculas ocupavam um lugar no espaço.

Todavia, durante as discussões em sala de aula e as atividades trazidas pela professora, os estudantes mostram dúvidas e questões pertinentes que os fazem caminhar para a ampliação de seu conhecimento. Na resolução dos problemas propostos, eles trocaram ideias e pediram auxílio da professora, sendo um momento muito rico em que tiraram dúvidas e estenderam seu conhecimento.

Ao analisar as aulas ministradas percebemos que poderíamos ter retomado a primeira aula e após o conteúdo ter sido explicado poderíamos ter solicitado novamente aos alunos que refizessem as estruturas mais uma vez utilizando o mesmo material da primeira aula dessa sequência didática (com massinha de modelar e palitos de madeira). No entanto, tal atividade teve sua realização impossibilitada devido ao número reduzido de aulas e levando-se em consideração a sua aplicação já no final do ano letivo.

Ao mesmo tempo, nas discussões realizadas após a aplicação da sequência e de posse dos dados obtidos, percebemos que a construção de modelos por parte dos alunos configura-se como um processo importante para ensino de alguns conceitos da Química. Assim, o grupo sugeriu que os próximos planejamentos priorizassem a elaboração de modelos mesmo antes de discutir o tema de Ligações Químicas, para minimizar os obstáculos que aparecem após o aprendizado desse assunto.

## Agradecimentos

A CAPES, à FAPEMIG, à UFU.

## Referências

CARDOSO, S. P.; COLINVAUX, D. Explorando a motivação para estudar química. **Química Nova**, 23 (2), 2000, p. 401-404.

DAMASCENO, H. C., BRITO, M. S., WARTHA, E. J. **As representações mentais e a simbologia química**. In: XIV Encontro Nacional de Ensino de Química, 2008, Curitiba.

ESPINOZA, A. **Ciências na escola, novas perspectivas para formação dos alunos**. 1. Ed. São Paulo: Ática, 2010, 168 p.

FERNANDEZ, C.; MARCONDES, M. E. R. Concepções dos estudantes sobre Ligação química. **Química Nova na Escola**. n.24, p.20-24, nov., 2006.

FERREIRA, P. F. M., JUSTI, R. S. Modelagem e o "Fazer Ciência". **Química Nova na Escola**, n. 28, p. 32-36, mai. 2008.

GILLESPIE, R. G. Commentary: reforming the general chemistry textbook. **Journal of Chemical Education**, v.74, n.5, p.484-485, 1997.

LIMA, T. C. S.; MIOTO, R. C. T.; DAL PRÁ, K. R.. A documentação no cotidiano da intervenção dos assistentes sociais: algumas considerações acerca do diário de campo. **Revista Textos & Contextos**, Porto Alegre v. 6 n. 1 p. 93-104,. 2007.

LIMA, M. B.; LIMA NETO, P. Construção de modelos para ilustração de estruturas moleculares em aulas de Química. **Química Nova**, 22 (6), 1999, p. 903-906.

MELO, M. R. LIMA NETO, E. G. Dificuldades de ensino e aprendizagem dos modelos atômicos em Química. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 112-122, mai. 2013.

OLIVEIRA, S. R., GOUVEIA, V. P., QUADROS, A. L. Uma reflexão sobre aprendizagem escolar e o uso do conceito de Solubilidade/Miscibilidade em situações do cotidiano: concepções dos estudantes. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 1, p. 23-30, fev. 2009.

PONTES, A. N. et al. **O ensino de química no nível médio: um olhar a respeito da motivação**. In: XIV Encontro Nacional de Ensino de Química, 2008, Curitiba.

SILVA, S. M.; EICHLER, M. L.; DEL PINO, J. C. **Concepções alternativas de calouros de química para o fenômeno da dissolução**. In: XVI Encontro Nacional de Ensino de Química, 2012, Salvador.

TAVARES, L. H. W.; ROGADO, J. **A história das ciências e seus fundamentos históricos, epistemológicos e culturais no livro didático de química: o conceito**



**de substância.** In: V Encontro Nacional De Pesquisa em Educação em Ciências, 2005, Bauru.

WARTHA, E. J.; REZENDE, D. B. Os níveis de representação no ensino de química e as categorias da semiótica de Peirce. **Investigações em Ensino de Ciências**, V.16 (2), 2011, p.275-290.