

## ENTRAVES AO ENSINO DE QUÍMICA: APONTANDO MEIOS PARA POTENCIALIZAR ESTE ENSINO

### Barriers to teaching of chemistry: pinpointing means to improve this teaching

Fabiana Pauletti<sup>1</sup>

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho é identificar entraves impostos ao ensino de química. Com o intuito de buscar alternativas para combater e eliminar estes entraves. Destacamos a importância da compreensão em química como fundamental na formação para a cidadania. Este artigo se consolidou a partir de estudos bibliográficos que reconhecem os entraves no ensino da química e apontam para a conexão entre os três níveis de representação do conhecimento químico: macroscópico, microscópico e simbólico como meio de potencializar o ensino. Os resultados preliminares apontam para o uso de softwares computacionais e a relação entre aulas teóricas e práticas como um dos meios de diluir os entraves identificados, estabelecendo assim a conexão entre os três níveis de representação.

**Palavras-Chaves:** Ensino de química. Softwares computacionais. Aula experimental.

**ABSTRACT:** The purpose of this paper is to identify the nature of barriers to the teaching of chemistry, with the intention of finding alternatives to eliminate them. Literature supports that understanding of chemistry is essential for building citizenship. This paper is based on a literature review that recognizes barriers to teaching of chemistry and directs to the connection among three levels of representation of knowledge about chemistry: macroscopic, microscopic, and symbolic. Preliminary results pinpoint the use of computer software and the relation between theoretical and experimental classes as an approach of dealing with the barriers, achieving the connection among the three levels of representation.

**Keywords:** Teaching of chemistry. Computer software. Experimental classes.

### Introdução

O ensino de química que é realizado nas escolas hoje em dia, pouco tem contribuído na formação cidadão de jovens críticos e autônomos, que saibam julgar com pertinência as informações advindas do meio cultural e as que se relacionam com a química (SANTOS e SCHNETZLER, 2000) e por consequência não relacionam as implicações sociais, ambientais, econômicas e políticas imbricadas na química e na sociedade (BRASIL, 2006).

---

<sup>1</sup> Possui graduação em Licenciatura Plena em Química pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Educação da UCS – Curso de Mestrado. E-mail: fpaulet1@ucs.br.

**ARTIGO**

Alguns autores chegam a apontar o ensino de química, tal como é realizado hoje, como inútil (CHASSOT, 2004) e que não serve para nada (SANTOS e SCHNETZLER, 1996). Mas olhando no seio da química e na literatura que a traduz e a acompanha, podemos desde já apurar alguns dos possíveis entraves impostos à ascensão do ensino de química e destacá-los com o intuito de diluir estes entraves que promovem uma entropia ao ensino da química.

Uma dificuldade que se sobressai no ensino de química é apontado por Bueno et al [2003], que consiste na ausência da correlação entre aulas teóricas e aulas práticas, que se apossam do experimento para o ensino da química. A aula prática consiste no manuseio e na transformação de substâncias no laboratório da escola, isso em nível macroscópico, isto é, visível. Já a teoria para o ensino da química compõe-se de nível microscópico, ou seja, é o estudo da matéria e suas transformações em estado não observável. Fica evidente que a ciência é uma troca irreduzível entre a teoria e a prática, e com isso a separação de ambas não é possível nem desejável quando se deseja promover o ensino de química. Ainda segundo Bueno et al [2003, p. 34] “a função do experimento é fazer com que a teoria se adapte à realidade”.

Pozo e Crespo (2009) nos dão pistas da natureza altamente abstrata, peculiaridade esta onipresente na química, em outras palavras, os autores destacam que a dificuldade na aprendizagem pode ocorrer devido à necessidade de os alunos compreenderem e analisarem as propriedades e transformações da matéria; mas para conseguir isso, precisam defrontar-se com um número grande de leis e conceitos, novos e fortemente abstratos, eles precisam estabelecer conexões entre esses conceitos e entre fenômenos estudados e, como se fosse pouco, deparam-se com a necessidade de utilizar uma linguagem altamente simbólica e formalizada junto com modelos de representações analógicas que ajudam a representar aquilo que não é observável. Um dos maiores obstáculos que o ensino da química enfrenta na visão dos autores é a presença maciça de abstrações, e mesmo de abstrações sobre abstrações.

Souza e Cardoso (2008) destacam que a dificuldade do ensino e aprendizagem em química ocorre devido à falta de compreensão e domínio do universo macroscópico, simbólico e microscópico, o que na opinião dos autores é imprescindível, a livre transição entre esses três níveis para a solidificação da aprendizagem.

Com isso, nosso objetivo é abordar a essência dos entraves impostos ao ensino de química e tentar desenhar, apontar um caminho para a diluição desses obstáculos. Considerando os apontamentos de Wu e Shah (2003) que dão ênfase as múltiplas formas de representação do conhecimento químico acarretam diretamente na compreensão da química e desta forma as representações visuais promovem um entendimento mais profundo e consistente dos fenômenos e conceitos estudados. Então, nos parece útil utilizar as possibilidades de representação da química dita abstrata através do uso de softwares computacionais e da experimentação com o intuito de abrigar os três níveis de representação, potencializando assim o ensino de química e a compreensão dos alunos e a livre conexão entre o nível simbólico, macroscópico e microscópico.

**ARTIGO**

Assim, na primeira parte deste artigo, reunimos as principais ideias e decorrências do ensino de química, expondo as implicações de um ensino genuíno, depois ao amearhar diversas consultas na literatura identificamos um ensino falho de química e, por fim, vamos apontar alguns antídotos para tentar diluir estes entraves que nutrem o ensino de química em detrimento da aprendizagem.

**1 – Destacando a importância do ensino de química**

A química é uma disciplina integrada na área de ciências da natureza, e constatamos que seu objetivo principal está centrado no estudo da matéria, as transformações químicas por ela sofridas bem como as variações de energia que acompanham estas transformações, a partir de sua composição íntima, com átomos e moléculas (POZO; CRESPO, 2009).

Mas o ensino da química (bem como as outras disciplinas que compõem o currículo do Ensino Médio) deve preparar – entre outras coisas para o exercício da cidadania (SANTOS; SCHNETZLER, 2000). Para estes autores, os alunos devem estar inseridos num contexto que propicie a inter-relação de dois componentes básicos: o contexto social e a informação química, ou seja, para o aluno não basta compreender química, é necessário que ele entenda melhor a sociedade em que está inserido, pelo viés desta disciplina. Em outras palavras, ainda segundo Santos e Schnetzler (2000, p. 29) “educar para a cidadania é preparar o indivíduo para participar de uma sociedade democrática, por meio da garantia de seus direitos e do compromisso de seus deveres”.

Contudo, Santos e Schnetzler (2000) destacam que a formação para a cidadania pode ocorrer pela educação, mas não é apenas o único meio de formar o cidadão. Isto é, o processo de formação para a cidadania constitui-se também devido a atuação do indivíduo nas diversas instâncias que compõem a sociedade: família, sindicatos, clubes, associações, dentre outros.

Na mesma linha, existe praticamente um consenso entre diversos autores de que o ensino da química pode contribuir para a formação de um cidadão que possua uma visão maximizada diante da sociedade contemporânea a fim de identificar e avaliar a química que permeia essa sociedade, a interdependência de ambas, que se concretiza, por exemplo, na utilização diária de produtos químicos; nos impactos no desenvolvimento dos países, nos problemas causados pelo uso abundante de produtos nocivos à natureza e à saúde humana, bem como na deterioração da qualidade de vida das pessoas, nos efeitos ambientais derivados do emprego de combustíveis fósseis ou alternativos.

Conforme Brasil (2006), a química pode ser um instrumento da formação humana que amplia os horizontes culturais e auxilia na promoção da autonomia no exercício da cidadania, mas para isto é necessário um ensino de química que fomente a ciência com seus conceitos, métodos e linguagens próprias, como construção histórica relacionada ao desenvolvimento tecnológico da vida em sociedade.

**ARTIGO**

Já para Oliveira, Gouveia e Quadros (2009), o conhecimento químico pode coligar o aluno no entendimento do mundo material e dos fenômenos que nele ocorrem, em resumo, pode auxiliar o aluno a entender os acontecimentos corriqueiros do seu dia a dia. Nesse sentido, o ensino da química deveria municiar o aluno em relação à compreensão da natureza e suas transformações, inclusive das ações do próprio ser humano na sociedade, mediante a produção de instrumentos culturais e nas interações sociais. Bem como, propiciar um entendimento das vicissitudes da própria sociedade que implicam na química, como, por exemplo: a ação medicinal das drogas, questões que contrapõe o uso de energia proveniente de usinas nucleares ou hidrelétricas (dentre outras existentes), a evolução do efeito estufa, a degradação dos poluentes ambientais; em síntese, para Santos e Schnetzler (2000, p. 29) “o objetivo básico da química seria formar cidadãos com compreensão do papel da química e das ciências na sociedade”.

Então nos cabe a seguinte pergunta: por que o ensino da química vem sendo apontado como ineficaz por diversos autores, como Chassot (2004), que se posiciona com propriedade ao destacar que, de modo geral, que o que se encontra atualmente é um ensino de química que pouco tem contribuído para a transformação dos estudantes em cidadãos críticos, a ponto de afirmar que, da forma como tem sido praticado esse ensino resulta em algo literalmente “inútil”? Para Santos e Schnetzler (1996) o ensino da química atual não supre aos objetivos da formação da cidadania, e os autores chegam ao ponto de afirmarem que o ensino de química se configura em torno de tamanha desestruturação, que não serve para nada.

Podemos e devemos então nos questionar: qual seria a razão, então, para este ensino falho de química? Na tentativa de responder a esta e a outras questões que necessitam de respostas, é que iniciamos o próximo bloco.

**2 – Atacando a essência dos entraves no ensino de química**

Percorrendo a literatura, nos foi possível encontrar vários trabalhos referentes ao ensino e aprendizagem em química e percebemos que existe um consenso de autores das formas de representação do conhecimento químico, que se concentram em três níveis de representação (WU, KRAJCIK, SOLOWAY, 2001; JOHNSTONE, 1982; GABEL, 1993; GIORDAN e GÓIS, 2005; BENITE, BENITE, FILHO, 2011; SOUZA, CARDOSO, 2008).

Giordan e Góis (2005) apontam para os seguintes níveis de representação do conhecimento químico: macroscópico, microscópico e simbólico. No que compreende o nível macroscópico são os fenômenos e processos químicos observáveis e perceptíveis numa dimensão visível. O nível simbólico envolve as fórmulas, equações químicas e estruturas e por fim o nível microscópico envolve os movimentos e arranjo de moléculas, átomos ou partículas.

Santos e Schnetzler (1996) destacam a importância do ensino englobar aspectos de nível macroscópico e microscópico para os alunos compreenderem a relação direta entre os dois níveis. Já Souza e Cardoso (2008) apoiam-se nos estudos de

**ARTIGO**

Johnstone e chamam atenção para a falta de correlação entre os três níveis, ou seja, para os autores para que a aprendizagem ocorra é necessário navegar pelos três níveis de representação.

Gabel (1993) destaca em um de seus estudos que o ensino de química enfatiza apenas o nível simbólico, em detrimento dos fenômenos visíveis e da relação entre as partículas, isto é, do nível macroscópico e microscópico. O autor destaca também, ser insuficiente fazer relação entre os três níveis de representação, se os fenômenos estudados não forem relacionados e aproximados à vida cotidiana dos alunos.

Sirhan (2007) numa tentativa de elencar as principais dificuldades na aprendizagem em química acredita que aprender química exige um conjunto de habilidades de alto nível, pois a química é composta por muitos conceitos abstratos, que apresentam-se como a espinha dorsal na compreensão desta ciência.

Os apontamentos de Gabel (1993) vão ao encontro, ao menos em parte, do que Bueno et al [2003] destacam em relação a falta de correlação entre aulas teóricas e aulas práticas, que seriam de importância capital na transposição do nível microscópico ao macroscópico. Da mesma forma, essa ideia acompanha ou traduz o que Pozo e Crespo (2009) consideram um elemento primordial na solidificação do entrave a aprendizagem: a natureza altamente abstrata da química. Parece-nos que essas questões levantadas estão em comunhão, e nos apresentam a essência do problema que compõem o ensino de química, e a nosso ver este foi o primeiro passo para suprimir os entraves para o processo de ensino e aprendizagem em química.

Convém, no próximo bloco, apresentarmos rotas de fuga, ou mesmo meios para diluir estes entraves no ensino e aprendizagem em química, bem como, maneiras de arquitetar um ensino de química que privilegie as três formas de representação (nível macroscópico, microscópico e simbólico). Cabe-nos destacar também que nosso foco neste estudo é no ensino de química, mas é incontestemente a presença da aprendizagem, pois a mesma também é resultado do ensino.

### **3 – Possíveis meios de potencializar o ensino de química: conexão entre os três níveis de representação**

Wu e Shah (2003) destacam que oferecer aos alunos múltiplas formas de representação e descrições dos fenômenos químicos, pode ser um valioso meio de potencializar a aprendizagem em química, pois os autores reconhecem a dificuldade dos alunos nas representações visuais em química, também salientam a importância de apresentar a natureza interativa e promover transformações de moléculas entre a disposição bidimensional e tridimensional.

Para Gabel (1993) enfatizar os três níveis de química (macroscópico, microscópico e simbólico) para descrever fenômenos comuns, poderia tornar o ensino mais eficaz. Além disso, o autor diz que instruções sobre a natureza da matéria das partículas

**ARTIGO**

(nível microscópico) auxiliam os alunos na compreensão e relação (conexão) dos três níveis e que a química pode ser ensinada e entendida com maior eficácia.

As nuances de inúmeros teóricos que estudam o ensino de química encontra-se em Sirhan (2007) que coloca-nos que a grande dificuldade dos alunos é devido à transição entre os mundos macroscópico e microscópico. Neste sentido, vemos esta possibilidade, de múltiplas formas de representação e conexão entre os três níveis de representação da química, através do uso de softwares computacionais, porque os mesmos, segundo resultados de pesquisas recentes têm favorecido e conseqüentemente potencializado o ensino e aprendizagem em química (SANTOS, WARTHA, FILHO, 2010; PERRY, SERRANO, 2005; NÚÑEZ, RAMALHO, PEREIRA, 2011; CARVALHO, 2009; RAUPP et al., 2010; GIORDAN, GÓIS, 2005; EICHLER, PINO, 2000).

Raupp et al. (2010) nos dão evidências favoráveis do uso software computacional no processo de ensino e aprendizagem em química. A construção de modelos moleculares bidimensionais e tridimensionais é possível num software computacional e isso auxilia o aluno na visualização e disposição espacial e geométrica de uma molécula. Com isso, as simulações computacionais oferecem um ambiente interativo para o aluno manipular e observar resultados imediatos, decorrentes da modificação de situações e condições que circundam o ensino de química este pode ser um caminho para diluir os obstáculos impostos à compreensão em nível microscópico.

Raupp et al. (2010) são enfáticos ao ressaltar que é evidente a evolução na forma de representação molecular dos alunos após a utilização de um software computacional. O estudo também destaca grandes vantagens no trabalho em três dimensões, pois esta terceira dimensão apresenta propriedades mais específicas, difíceis de capturar num aprendizado convencional. Além disso, o estudo conclui que a utilização de softwares potencializa a aprendizagem em função das múltiplas possibilidades de representação das formas abstratas da química. O resultado obtido por este estudo corrobora o que Wu e Shah (2003) destacam ser fundamental para a aprendizagem em química: a variedade de representações visuais é imprescindível para a construção de conceitos químicos.

Para Giordan e Góis (2005), o uso de software computacional reduz a dificuldade dos alunos compreenderem os fenômenos e transformações químicas em nível microscópico, porque o uso dessa ferramenta possibilita a criação de objetos moleculares virtuais, com dimensões bidimensionais que projeta animações e também propicia interfaces de criação e simulação tridimensionais a partir de qualquer fórmula química, seja ela extensa ou compacta.

Em síntese, nossa ideia é de apropriação e uso de softwares computacionais para a exploração do nível microscópico da química que concentra o maior obstáculo na aprendizagem desta ciência. E na tentativa de multiplicar a variedade de representações visuais, já que o nível microscópico apresenta peculiaridades ímpares (invisível e abstrato) é ao nosso entendimento, um meio de representar visualmente o nível microscópico.

**ARTIGO**

Outro ponto que os estudos de Gabel (1993) nos chamam atenção é que o ensino de química, não transita pelos três níveis de representação. E que o ensino deve percorrer simultaneamente o nível macroscópico, microscópico e simbólico relacionando-os com fenômenos corriqueiros, isto é, que são familiares a vida cotidiana dos alunos.

A fim de navegarmos pelos três níveis de representação química é que pensamos num ensino de química que privilegie o uso de softwares computacionais para representação do nível microscópico, pois este é o nível mais difícil de capturar, de explorar num ambiente de ensino, e assim pode ocorrer a conexão entre os três níveis através do uso do software computacional.

Outra forma de relação entre os níveis de representação do conhecimento químico pode ser através de aulas experimentais, que concentram maior ênfase no nível macroscópico, microscópico e simbólico e na interconexão com aulas teóricas. Uma proposta bem clara e sucinta é apresentada por Romanelli e Justi (1997). As autoras apresentam em seu livro (Aprendendo química) uma proposta voltada ao ensino de química no Ensino Médio, através de atividades experimentais e planejadas, seguindo uma sequência lógica. Esta proposta pode despertar o aluno no descobrimento da química através de atividades explícitas em constante relação e ligação com os fenômenos corriqueiros, numa ligação contínua, isto é, abordando um tema em relação a outro e assim sucessivamente.

É difícil apontar uma receita eficaz, que supra os anseios do processo de ensino e aprendizagem em química com ascensão, mas percorrendo a literatura que estuda o ensino e aprendizagem em química nos convém estes apontamentos que no momento nos parecem ser frutíferos.

**Considerações finais**

Os resultados disponíveis na literatura e os nossos próprios achados nos conduzem a buscar meios de potencializar o ensino de química que atualmente está sendo apontado como inútil (CHASSOT, 2004). Acreditamos que há necessidade de dilatação das formas de abordar o ensino de química, isto é, o ensino de química deveria privilegiar os três níveis de representação, através da conexão de aulas experimentais (de laboratório químico) e de aulas teóricas seria possível acolher o nível macroscópico, microscópico e simbólico do conhecimento químico, sempre na tentativa de aproximação da química com os fenômenos cotidianos a fim de um ensino que forme para a cidadania.

Do mesmo modo, o uso de softwares computacionais pode promover e multiplicar as formas de visualização da química dita abstrata e não observável, e tendo em vista a necessidade e a variedade de formas de representação que auxiliam na aprendizagem em química (WU; SHAH, 2003) acreditamos que o uso de softwares computacionais pode potencializar o ensino e aprendizagem em química. Em decorrência de diversas formas de representação no universo químico é possível

## ARTIGO

num software computacional conferir o nível microscópico, macroscópico e simbólico numa mesma abordagem.

Por fim, mas não menos importante, utilizar o computador ou outros recursos tecnológicos digitais na construção do conhecimento químico e na amplificação de contextos educacionais a fim de fomentar um ensino genuíno de química parece atender de maneira satisfatória aos alunos que hoje frequentam as escolas públicas, pois os mesmos apresentam grande desenvoltura na utilização e manuseio de tecnologias digitais (PRENSKY, 2001).

**Referências**

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Básica. **Orientações curriculares para o ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias.** Brasília, v. 2, 2006. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book\\_volume\\_02\\_internet.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf)>. Acesso em: 20 ago. 2011.

BENITE, Anna M. Canavarro; BENITE, Claudio R. Machado; FILHO, Supercil Mendes da Silva. Cibercultura em ensino de química: elaboração de um objeto virtual de aprendizagem para o ensino de modelos atômicos. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 33, n. 2, p. 71-6, maio 2011. Disponível em: <[http://www.qnesc.sbg.org.br/online/qnesc33\\_2/01-EQM3010.pdf](http://www.qnesc.sbg.org.br/online/qnesc33_2/01-EQM3010.pdf)>. Acesso em: 31 mar. 2012.

BUENO, Lígia et al. **O ensino de química por meio de atividades experimentais: a realidade do ensino nas escolas.** São Paulo, [2003]. Disponível em: <<http://www.unesp.br/prograd/ENNEP/Trabalhos%20em%20pdf%20-%20Encontro%20de%20Ensino/T4.pdf>>. Acesso em: 12 maio. 2012.

CARVALHO, Cláudio Ricardo da Silva. Simulação computacional: um instrumento que influencia e potencializa conceitos nas representações simbólicas no ensino da geometria molecular. **III Simpósio e VI Fórum Nacional de Educação.** Torres, 2009. Disponível em: <[http://forum.ulbratorres.com.br/2009/mesa\\_texto/MESA%2014%20D.pdf](http://forum.ulbratorres.com.br/2009/mesa_texto/MESA%2014%20D.pdf)>. Acesso em: 07 maio. 2012.

CHASSOT, Attico. **Para que(m) é útil o ensino?** 2. Ed. Canoas: Ulbra, 2004.

EICHLER, Marcelo; PINO, José Claudio Del. Computadores em educação química: estrutura atômica e tabela periódica. **Química Nova**, São Paulo, v. 23, n. 6, p. 835-840, nov./dez. 2000. Disponível em: <<http://www.quimicanova.sbg.org.br/qn/qnol/2000/vol23n6/18.pdf>>. Acesso em: 07 maio. 2012.

GABEL, Dorothy L. Use of the particle nature of matter in developing conceptual understanding. **Journal of Turkish Science Education**, v. 70, n. 3, p. 193-4, mar. 1993. Disponível em: <<http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ed070p193>>. Acesso em: 30 abr. 2012.

## ARTIGO

GIORDAN, Marcelo; GÓIS, Jackson. Telemática educacional e ensino de química: considerações sobre um construtor de objetos moleculares. **Linhas Críticas**, Brasília, v. 11, n. 21, p. 285-301, jul. 2005. Disponível em: <<http://seer.bce.unb.br/index.php/linhascriticas/article/viewArticle/5380>>. Acesso em: 18 dez. 2011.

JOHNSTONE, Alex H. Teaching of Chemistry - Logical or Psychological?. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, v. 1, n. 1, p. 9-15, 2000. Disponível em: <<http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ed070p193>>. Acesso em: 23 abr. 2012.

NÚÑES, Isauro Beltrán; RAMALHO, Betânia Leite; PEREIRA, José Everaldo. As representações semióticas nas provas de química no vestibular da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Brasil): uma aproximação à linguagem científica no ensino das ciências naturais. **Revista Ibero-americana de Educação**, n. 55/1, p. 1-13, fev. 2011. Disponível em: <<http://www.rieoei.org/deloslectores/3681Beltran.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2011.

OLIVEIRA, Sheila Rodrigues; GOUVEIA, Viviane de Paula; QUADROS, Ana Luiza de. Uma reflexão sobre aprendizagem escolar e o uso do conceito de solubilidade/miscibilidade em situações do cotidiano: concepções dos estudantes. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 23-30, fev. 2009. Disponível em: <[http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31\\_1/05-CCD-0508.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_1/05-CCD-0508.pdf)>. Acesso em: 24 ago. 2011.

PERRY, Gabriela Trindade; SERRANO, Agostinho. **A evolução da interface do equil, e resultados associados**. Porto Alegre, [2005]. Disponível em: <<http://www.gabriela.trindade.nom.br/arquivos/IEEEF-artigo-publicacao.pdf>>. Acesso em: 12 maio. 2012.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Ángel Gómez. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. Tradução Naila Freitas. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

PRENSKY, Marc. Digital Natives, Digital Immigrants. **NCB University Press**, Horizon, v. 9, n. 5, out. 2001. Disponível em: <<http://www.marcprensky.com/writing/prensky%20-%20digital%20natives,%20digital%20immigrants%20-%20part1.pdf>>. Acesso em: 18 ago. 2011.

RAUPP, Daniele et al. Uso de um software de construção de modelos moleculares no ensino de isomeria geométrica: um estudo de caso baseado na teoria de mediação cognitiva. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Espanha, v. 9, n. 1, p. 18-34, 2010. Disponível em: <[http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen9/ART2\\_VOL9\\_N1.pdf](http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen9/ART2_VOL9_N1.pdf)>. Acesso em: 20 dez. 2011.

ROMANELLI, Lilavate Izapovitz; JUSTI, Rosária da Silva. **Aprendendo química**. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 1997.

## ARTIGO

SANTOS, Danilo Oliveira; WARTHA, Edson José; FILHO, Juvenal Carolino da Silva. Softwares educativos livre para o ensino de química: análise e categorização. **XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ)**. Brasília, jul. 2010. Disponível em: <<http://www.xveneq2010.unb.br/resumos/R0981-1.pdf>>. Acesso em: 01 maio. 2012.

SANTOS, Wildson Luiz P. dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. Função social: o que significa ensino de química para formar o cidadão? **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 4, p. 28-34, nov. 1996. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc04/pesquisa.pdf>>. Acesso em: 24 ago. 2011.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. **Educação em química**: compromisso com a cidadania. 2. Ed. Ijuí: Unijuí, 2000.

SOUZA, Karina Aparecida de Freitas Dias de; CARDOSO, Arnaldo Alves. Aspectos macro e microscópicos do conceito de equilíbrio químico e de sua abordagem em sala de aula. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 27, p. 51-6, fev. 2008. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc27/08-peq-3106.pdf>>. Acesso em: 12 maio. 2012.

SIRHAN, Ghassan. Learning difficulties in chemistry: an overview. **Journal of Turkish Science Education**, v. 4, n. 2, p. 2-20, set. 2007. Disponível em: <<http://crins08lerberg.wmwikis.net/file/view/Sirhan.pdf>>. Acesso em: 27 abr. 2012.

WU, Hsin-Kai; SHAH, Priti . Exploring visuospatial thinking in chemistry learning. **Science Education**, v. 88, n. 24, p. 465-492, abr. 2003. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sce.10126/pdf>>. Acesso em: 23 jan. 2012.

WU, Hsin-Kai; KRAJCIK, J Joseph S; SOLOWAY, Elliot. Promoting understanding of chemical representations: students' use of a visualization tool in the classroom. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 38, n. 7, p. 821-842, abr. 2001. Disponível em: <[http://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/2027.42/34515/1/1033\\_ftp.pdf](http://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/2027.42/34515/1/1033_ftp.pdf)>. Acesso em: 07 maio. 2012.