



POSSIBILIDADES DE REPRESENTAÇÃO DA QUÍMICA MEDIANTE AS TECNOLOGIAS

Fabiana Pauletti -UCS¹
Francisco Catelli - UCS²

Resumo: Um dos maiores desafios para o ensino e aprendizagem em química imbrica nas formas de representação dos conceitos desta ciência, por isso a pergunta que guia nosso trabalho é: as tecnologias de informação e comunicação (TICs) podem alterar significativamente este cenário? Foi feito então um mapeamento preliminar da presença das TICs na sociedade atual - a “sociedade do conhecimento”, segundo Fagundes (2008). Em seguida, foi investigada sua extensão ao nível médio; o mapeamento estreita-se através de um olhar para as TICs a partir da perspectiva do ensino de química, à luz de alguns trabalhos recentes. Nestes trabalhos, os aspectos fundamentais trazidos à discussão são três: (1) o caráter essencialmente abstrato da química; (2) os problemas de representação que derivam daí e (3) o papel medidor das TICs nestes contextos de ensino. Para concluir, exploramos um pouco o contexto no qual poderão se dar essas alterações significativas do ensino e aprendizagem de química, contexto esse fortemente afetado pelas considerações de cunho epistemológico que envolvem os conceitos de “abstração” e de “virtual”.

Palavras-Chaves: Tecnologias da informação e da comunicação. Química. Abstração. Representação. Virtual.

1 – Introdução

A questão que nos propomos a atacar neste trabalho é a que segue: as possibilidades renovadas de representação dos conceitos de química, oferecidas pelas tecnologias de informação e comunicação (TICs), podem alterar significativamente o cenário do ensino e aprendizagem desta ciência? Para abordá-la de forma frutífera, iniciaremos com uma tentativa preliminar de mapear a presença das TICs na nossa sociedade. A sociedade do conhecimento é marcada por uma profunda e implacável mutação, mediada pela maciça difusão dos meios comunicacionais, ancorados invariavelmente em tecnologias digitais (TDs). Castells (1999) salienta que as razões que desencadeiam e conduzem a fugazes mudanças, emanam da própria sociedade, que vive um processo de revigoração constante, ou seja, é devido a necessidade de intenso aperfeiçoamento e de otimização de processos que ocorrem transformações na

¹ 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.

² Possui doutorado em Educação - Université Laval (1995). Atualmente é professor do Programa de Pós-Graduação em Educação da UCS.

sociedade, e para diagnosticá-las basta se reportar à história dos povos humanos, que foi marcada por uma série de mudanças, intercaladas por raros intervalos e eventos importantes; estes, mais recentemente, ocorreram com grande rapidez e foram responsáveis pela constituição gradual de uma sociedade mais sofisticada, e, num certo sentido, mais estável.

As consequências desta mutação vão da quebra de paradigmas ao consequente surgimento de novos ambientes de convivência, os quais por sua vez levam a diferentes modos de interação entre os sujeitos dessa sociedade do conhecimento. Frente a isso, podemos desde já evocar que o sujeito que nasce no seio desta sociedade apresenta novos modos de ser e conviver, e adquire inclusive uma nova linguagem que permeia suas relações com o mundo (PRENSKY, 2001). Do ponto de vista que nos interessa predominantemente neste trabalho, conjecturamos: como o ensino das ciências se transforma dentro de uma sociedade sujeita a tantas vicissitudes? Como a escola se municia para responder a uma sociedade ambivalente? As práticas educacionais se sofisticam de um ponto de vista teórico – metodológico?

Ouve-se muito ranger de dentes; o debate é de fato agitado e atinge uma infinidade de aspectos, todos eles sem dúvida importantes. O foco deste trabalho são algumas das novas possibilidades de representação que as TDs oferecem no contexto do ensino da química; para esta análise são utilizados exemplos de uso das tecnologias como subsídio ao ensino da química.

2 – A sociedade fecundada pela tecnologia

Um dos melhores retratos feitos de uma sociedade é aquele que destaca as mudanças que esta sociedade sofre. Como observa Castells (1999) no final do século XX a sociedade passou por um período de completa transformação, mediada pelas tecnologias da informação, originárias de diversos campos tecnológicos, nos quais a linguagem corrente é digital; a informação pôde então ser gerada, processada e transmitida de forma muito ágil, e isso nos assentou na denominada era digital.

Para Lévy (1999) o desenvolvimento das tecnologias digitais e de comunicação provoca uma mutação global da civilização, mediante a virtualização da informação que se difunde através do ciberespaço, isto é, é um novo meio de comunicação que surge através da interconexão em nível mundial de computadores. O ciberespaço abriga um verdadeiro dilúvio de informações, e uma parte significativa da população alimenta-se deste meio. Mudanças

surtem: conforme Lévy (1999, p. 25) “a emergência do ciberespaço acompanha, traduz e favorece uma evolução geral da civilização.” Mas, o que são exatamente estas TICs e TDs? Lévy (1999) chama-as de um devir coletivo que se cristaliza em torno de objetos materiais, de programas de computadores, de computadores conectados à Internet, vídeo games, de dispositivos de comunicação (iPOD, telefones, laptops), entre outros.

Mas, para além das tecnologias que possam ser elencadas, cabem dois destaques: a transição de uma era pré-digital para uma era digital e a mudança de fundo dos sujeitos que compõem ambas, que permeiam gerações: **imigrantes digitais**¹ e **nativos digitais**².

Mas o que diferencia os imigrantes digitais dos nativos digitais? Segundo Schlemmer (2006) as diferenças são significativas. A geração do imigrante digital é constituída pelos indivíduos que nasceram e passaram à maior parte da infância e a adolescência num mundo analógico, numa escola analógica na qual predominavam objetos como o quadro negro, giz, toca discos e toca fitas; eles não estavam autorizados a “mexer” em qualquer nova tecnologia que chegasse até suas casas ou escola, pois esta tecnologia pertencia apenas ao mundo dos adultos, possivelmente por ter, nessa época, um custo proporcionalmente mais alto; poucas pessoas eram habilitadas a dar assistência técnica, caso houvesse algum problema; é a geração do “não mexe que estraga”. Os imigrantes digitais aprenderam e se educaram num mundo pré-digital; frequentemente a presença da tecnologia era escassa e mesmo, em muitos casos, praticamente nula.

Em contrapartida, a geração que nasceu no seio da sociedade do conhecimento é caracterizada por Schlemmer (2006) como a dos nativos digitais - são os que já nasceram nesse mundo altamente tecnologizado, em rede, dinâmico, rico em possibilidades de informação, comunicação e interação. Eles têm outra forma de ser e estar no mundo, de conviver com as TDs, logo, eles vivem e pensam essas tecnologias desde que nasceram. E diferentemente da geração do imigrante digital, esta é a geração do “mexe para ver como funciona”. O nativo fala a linguagem digital com naturalidade e pertinência. Ele está habituado inclusive a ler na tela do computador; já o imigrante não tem, via de regra, a mesma desenvoltura, a mesma fluência, alguns, por exemplo, imprimem seus e-mails antes de os ler.

¹ Este é um termo cunhado por Prensky para se referir a jovens nascidos numa era digital, rodeados de recursos e ferramentas digitais, com vasta oportunidade de comunicação e interação.

² Ao contrário do nativo, o imigrante nasceu e passou maior parte de sua infância e adolescência num mundo escasso de tecnologia SCHLEMMER (2006).

Frente a essas mutações que ocorreram na sociedade é curiosidade nossa saber como a escola, na esteira deste desenvolvimento promove alterações no seu contexto a fim de acolher de forma favorável os alunos filhos desta sociedade do conhecimento? A escola deve, dizem alguns teóricos, ser reflexo da sociedade, então ela deve acolher as novas tecnologias e reestruturar em consequência suas práticas pedagógicas, na direção de um ensino genuíno, que leve em conta as necessidades e demandas impostas pelos nativos digitais, que compõem de modo absolutamente predominante o corpo discente das escolas públicas.

Mas como Prensky (2001) corretamente observou, não é exatamente isto que está acontecendo na escola: a maioria dos professores, imigrantes digitais, costuma utilizar uma linguagem anacrônica ao se relacionar com os nativos digitais. Isto é, os professores imigrantes, estão estrangulando o ensino ao tentar ensinar uma população (nativos digitais) que fala uma linguagem nova, diversa. A emersão dessa linguagem nova provem da constante atuação do nativo no ciberespaço, essa atuação gera um movimento amplificado de jovens famintos por novas formas de comunicação e interação coletiva; abre-se a possibilidade para que todos naveguem, sejam nativos ou imigrantes digitais neste novo espaço de comunicação, exploram-se à exaustão as vastas possibilidades de interação (LÉVY, 1999).

Ora, se os nativos digitais, como pontua Prensky (2001) sentem-se à vontade na realização de múltiplas tarefas, trabalham melhor ligados a redes de contatos, possuem vocação para a exploração, isto é, preferem aprender fazendo, descobrindo concomitantemente, cabe aos professores e à escola reconhecer esta situação e dela tirar proveito para melhor educá-los.

No suceder dos tempos é de suma relevância para o processo educativo que os professores e a escola reconheçam que se, por um lado, alguns ideais educacionais tais como o da liberdade para aprender, o da construção do próprio conhecimento mediada pelo coletivo e o do poder heurístico da pesquisa em ensino devem ser mantidos, por outro lado os papéis mudaram com a mudança dos sujeitos, os estudantes chegam à escola com uma riqueza de informações advindas do ciberespaço tão grande que seria, no mínimo, temerário, ignorá-la. Prensky (2001) é enfático ao salientar que os alunos de hoje pensam e processam as informações de formas bem distintas das gerações anteriores e sem dúvida não são mais os mesmos para os quais o nosso sistema educacional foi criado. As TICs colocaram em relevo novas formas de acesso à informação, bem como de novas formas de interação e comunicação, mediadas no ciberespaço. Para tomar plena consciência dos aspectos acima

expostos, bastaria colocarmos-nos uma questão: como seria nosso dia a dia sem as TICs? A resposta é difícil, porque depois de nos apossarmos dos benefícios dessas tecnologias fica praticamente impossível imaginar nossa vida (cotidiano) sem elas. Não há praticamente nenhum setor da atividade humana que, em alguma escala, não seja afetado direta ou indiretamente por esta rede de comunicação. Com a escola, não é e nem pode ser diferente.

3 – Possibilidades de representação das formas abstratas da química mediante as tecnologias

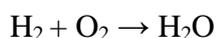
A química é uma disciplina básica do ensino médio, e está integrada à área das ciências da natureza; seu objetivo principal é o estudo da matéria, as transformações químicas por ela sofridas bem como as variações de energia que acompanham estas transformações, a partir de sua composição íntima com átomos e moléculas (POZO; CRESPO, 2009).

Uma consulta à literatura ligada ao ensino da química permite identificar rapidamente alguns entraves para a construção de conhecimentos químicos; Pozo e Crespo (2009) nos chamam a atenção para aquele que talvez seja o mais importante, a saber, o que se refere à natureza altamente abstrata da química. Senão, vejamos: os alunos são desafiados a compreender e analisar as propriedades e transformações da matéria, mas para isso, eles precisam manipular com desenvoltura um número grande de leis e conceitos, novos (para eles) e fortemente abstratos, eles precisam estabelecer conexões entre esses conceitos e certos fenômenos 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. Os autores concluem: um dos maiores obstáculos que o ensino da química enfrenta (e enfrentava antes da era digital, também) é a presença maciça de abstrações, e mesmo de abstrações sobre abstrações.

Giordan e Góis (2005) apontam alguns entraves que acabam por dificultar a aprendizagem em química, acabando frequentemente por ceifá-la. Um levantamento feito pelos autores das dificuldades expostas por alunos do ensino médio e superior concentra-se na falta de domínio nas construções simbólicas da química, tratando equações químicas como entes matemáticos, ao invés de pensar essas formas como representações de processos dinâmicos e interativos. Também apontam para a dificuldade que os alunos apresentam quando se trata de compreender os fenômenos e transformações químicas em termos de modelos de partículas consensuais entre os cientistas, essas constatações – o leitor perceberá

rapidamente desembocam na mesma bifurcação analisada por Pozo e Crespo (2009): a aprendizagem implica em, por um lado, compreender as formas abstratas da química, de natureza particulada e não observável, e por outro lado impõe-se a necessidade de rápida transferência destas representações para outras formas e modelos. Em outras palavras, a dificuldade se agiganta quando a química é abordada em nível microscópico e na sua representação em nível simbólico, pois ambas estão fora do universo conceitual do estudante.

Núñez, Ramalho e Pereira (2011) ao avaliar provas dos vestibulares da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, identificam que uma das dificuldades mais prementes é recorrente a falta de compreensão que os alunos apresentam ao se defrontar com uma linguagem semiótica: os alunos não compreendem a natureza mediática e metafórica das representações, não conseguindo interagir com as diferentes representações. Duval (apud Núñez, Ramalho e Pereira, 2011) salienta que o ensino da química estrutura-se a partir da formação e da interpretação das representações semióticas e também a partir da conversão de um tipo de representação em outro. Um exemplo são as equações químicas, assim como as fórmulas químicas, ambas são tipos de representação semióticas e as mesmas podem ser conferidas abaixo.



Exemplo 1: equação química da água



Exemplo 2: fórmula química da água

Mas, os dois exemplos acima apresentados como representações semióticas, na verdade filiam-se à abstração da qual falávamos acima. Destes estudos pode-se inferir que uma forma efetiva de lidar com os entraves que atrapalham e muitas vezes impedem a aprendizagem em química, é propiciada pelo uso de tecnologias no ensino da química com o intuito de promover uma interação entre o aluno e a química dita abstrata.

Mas há um elemento adicional, de enorme importância quando se fala das TICs no contexto do ensino e aprendizagem: referimo-nos à concepção interacionista vygotskiana, onde a relação do aprendiz com o objeto de estudo se dá mediante a interação através do uso predominante de uma linguagem, que torna-se um instrumento mediador. Nesta concepção, a interação é permanente - alguém ensina e alguém aprende, mas a construção do conhecimento químico pode ocorrer sem a presença física de um professor, faz-se necessário apenas a presença do outro (professor ou não), e é neste momento que é imprescindível a imersão do

aprendiz num contexto social, mediante a interação incisiva com este meio (REVISTA VIVER MENTE E CÉREBRO, 2005).

Em face do exposto, conclui-se que as tecnologias podem sim auxiliar o professor na construção de novos espaços de convivência, a partir da promoção de uma interação permanente dos participantes entre si e destes com as tecnologias, abrindo novos caminhos para a construção coletiva de conhecimentos (BACKES; SCHLEMMER, 2007).

4 – Tecnologias: ao encontro do ensino da química

Uma consulta à literatura que trata do ensino da química mediado pelas TICs leva invariavelmente a algumas experiências nas quais as tecnologias são empregadas no intuito de potencializar os processos de comunicação e de interação, amplificando assim o processo de ensino e aprendizagem de química. Essas experiências enfatizam o que Wu e Shah (2003) consideram central na aprendizagem: a capacidade de compreender e manipular mentalmente as representações químicas; tarefa que pode ser grandemente facilitada pelas inúmeras possibilidades que as tecnologias nos fornecem. Serão apresentadas a seguir duas experiências emblemáticas, realizadas em sala de aula utilizando as tecnologias como apoio ao ensino da química, selecionadas dentre muitas presentes na bibliografia da área.

Neste caso, em seu recente e incisivo estudo é que Raupp et al. (2010) nos dão evidências favoráveis ao uso das TICs no processo de ensino e aprendizagem em química, o referido trabalho *investigou como ocorre a evolução da capacidade representacional de química de nível médio após o uso de um software de construção de modelos moleculares*. Essa investigação se deu através de um experimento utilizando um software chamado ChemsSketch (programa livre) que propicia aos alunos a construção de modelos moleculares bidimensionais e tridimensionais. As estruturas selecionadas para representações foram isômeros Cis e Trans. Os isômeros possuem a mesma fórmula molecular e diferente fórmula espacial, ou seja, a distribuição dos átomos no espaço é ambígua para cada estrutura; o software de representação é capaz de formar imagens bidimensionais e tridimensionais em que é possível visualizar e perceber claramente a diferença entre os tipos de isômeros (RAUPP et al., 2010).

O resultado do estudo demonstrou uma evolução evidente na forma de representação molecular dos alunos, onde fica clara a superioridade na forma de representação dos isômeros após a utilização do software. 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 possibilidades múltiplas de representação das formas abstratas da química. E por fim, o resultado obtido pelo 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.

O segundo estudo selecionado é o de Giordan e Góis (2005) que, na mesma linha acima, explora as representações de partículas por meio de aplicativos computacionais. Os autores também apontam a dificuldade dos alunos compreenderem os fenômenos e transformações químicas em nível microscópico. Para tentar superar esta dificuldade, os autores utilizam na sua investigação uma ferramenta que 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 condensada. O programa utilizado neste estudo é o “Construtor” (programa pago).

A atividade com os alunos desenvolveu-se através da interconexão de atividades escritas e na manipulação, construção e visualização de objetos moleculares virtuais e concretos. Foi possível identificar então uma apropriação da simbologia adequada ao modelo de partícula, a partir da interpretação feita pelos estudantes de fenômenos e propriedades macroscópicas. Adicionalmente, os estudantes do grupo investigado apresentaram grande desenvoltura no uso da ferramenta computacional acima referida (GIORDAN; GÓIS, 2005).

Os estudos explorados aqui têm o intuito de estabelecer novas e diversificadas metodologias para atingir de forma satisfatória o público que chega às escolas, oriundo dessa sociedade do conhecimento. Adicionalmente, esses estudos dão continuidade à persistente e permanente discussão que trata das dificuldades que emergem ao longo do processo de construção do conhecimento químico. Uma frase síntese das conclusões mais importantes destes estudos é feita por Giordan e Góis (2005, p. 297) “levar computadores para escolas é mais do que atender as demandas do mercado de trabalho, significa cultivar formas de pensamento contemporâneas, que são enraizadas no desenvolvimento da espécie [...]”.

5 – Considerações finais

O conjunto dos resultados dos trabalhos analisados é vasto. Separamos para os fins deste trabalho dois resultados gerais, que nos parecem de importância capital. O primeiro diz respeito à abstração, mais especificamente à abstração necessária no estudo da química em nível médio. Não nos deteremos aqui a enfatizar – isso já foi feito nos estudos referidos – a importância de abstrair como forma de “realmente aprender” química (ou outra ciência). Mas, o que significa exatamente abstrair? Segundo o dicionário Aurélio – Ferreira (1986, p. 16) explica que abstrair é o “[...] ato de separar mentalmente um ou mais elementos de uma totalidade complexa (coisa, representação, fato) os quais só mentalmente podem subsistir fora desta totalidade.” A ideia de que a abstração está na base de qualquer procedimento de construção da ciência vem de muito longe: Aristóteles como sugere Abbagnano (2007) ensina que é esta abstração mesma que explica a formação das ciências teóricas (à época, a matemática, a física e a filosofia pura). Uma das formas mais evoluídas de abstração é a própria linguagem.

Com esta “carta de apresentação” a ideia de abstração assume um status impressionante nas discussões que envolvem o ensino e a aprendizagem das ciências. Aliás, a questão da abstração não é de modo nenhum novidade. Como ela se liga então com as TICs, que podem ser, nos seus aspectos de comunicação de massa, qualificadas de “fenômeno recente”? Essa ligação pode ser tentada pela via da reflexão epistemológica dos conceitos envolvidos, reflexão essa, aliás, apontada como necessária nos dois estudos acima referidos. A abstração é inerente a qualquer processo cognitivo, e implica um movimento entre o potencial, o possível, e o real, o concreto (como todas as ideias neste campo, essa também é envolta em polêmicas acirradas). Esse movimento nas ciências envolve seleções abstrativas, indispensáveis à observação dos fenômenos e à descoberta de princípios (MACH apud ABBAGNANO, 2007). Desta forma, “vemos” estruturas moleculares pelo viés de um esqueleto de linhas que se conjugam no espaço, “adicionamos” átomos puntiformes a seus pontos de cruzamento, “inferimos” propriedades destas estruturas a partir dos diferentes modos que elas podem vibrar, e assim por diante. Como nos explicou o dicionário, separamos mentalmente um elemento – o “esqueleto” tridimensional do arranjo de átomos – da totalidade complexa (a molécula como um todo), e ao executar essa “operação” passamos a dispor de algo que não subsiste fora desta totalidade. Abstrámos, e os programas informáticos mencionados nos trabalhos consultados são de valor inestimável para a “concretização” desta abstração.

Os estudos aqui explorados, que se muniram do uso da tecnologia para representar as formas abstratas da química guiam o leitor, por meio de seus resultados evidentes, por um caminho frutífero; todos os adeptos de novas formas de representação da realidade que visam à amplificação de contextos educacionais encontram nas TDs oportunidade de elaboração de novos processos de construção de conhecimento (MORAES, 2002). A construção de conceitos químicos, segundo Giordan e Góis (2005) está estreitamente relacionada ao formato visual com o qual os estudantes tiveram contato durante a utilização das tecnologias aqui citadas. A receita ideal, segundo Núñez, Ramalho e Pereira (2011) seria a que envolve a máxima exploração das formas semióticas de representação, de modo a atingir o topo na aprendizagem em química, destruindo assim as barreiras, e munindo-se de múltiplas formas de representação.

Mas a ideia de abstração, tal como elaborada acima, não é nova. O que há então de “novo”, do ponto de vista das TDs, de seus programas informáticos, de sua nuvem de informações, de sua infinidade de recursos? Analisando a evolução da sociedade contemporânea, de uma sociedade pré-digital que ainda não dispunha, da forma massiva como ocorre hoje das TDs e das TICs extremamente abrangentes – a assim chamada era digital (CASTELLS, 1999), percebemos que essas tecnologias surgiram como base de um novo e diversificado espaço de convívio, de comunicação, de sociabilidade, de organização e de infinita fonte de informações e conhecimento: o ciberespaço. Os alunos que nele navegam necessitam de um redirecionamento nas práticas pedagógicas, a fim de atender a necessidade de incessante interação, em especial com o professor, com os colegas e com as diferentes tecnologias.

Essa era digital poderia ser livremente caracterizada pela configuração deste novo espaço de interação, o ciberespaço, mencionado acima. E é aqui que nos parece residir algo que realmente é um diferencial em relação aos problemas de abstração referidos acima, e que não são, com dizíamos, novos. De forma apressada, diríamos que se trata de um espaço virtual. E, de forma ainda mais irrefletida, tenderíamos a perceber esta virtualidade como um sinônimo de abstração. Mostraremos que não é assim, e as consequências desta diferença são, sem dúvida, vitais para a evolução de uma resposta à questão que colocávamos no início: as novas possibilidades de representação dos conceitos de química, oferecidas pelas TICs, podem alterar significativamente o cenário do ensino e aprendizagem desta ciência?

Qual a diferença (se existir) entre virtualidade e abstração? A expressão “virtual” vem do latim medieval *virtus*, que significa força, potência (LÉVY, 1996). Encontramos aí uma primeira similitude: assim como na abstração, há uma latência, uma potencialidade que deve ser considerada. Mas, enquanto o abstrato implica num movimento entre o real e o possível Lévy (1996, p. 15) salienta que “[...] o virtual não se opõe ao real, mas sim ao atual.” Isto porque Deleuze (apud Lévy, 1996, p. 15) “o possível já está todo constituído, mas permanece no limbo. O possível se realizará sem que nada mude em sua determinação nem em sua natureza. É um real fantasmático, latente.” Já o virtual, como diz Lévy (1996) se opõe ao atual: a atualização surge como a resolução de um problema, uma resolução que não estava contida no enunciado. Lévy (1996, p. 17) exemplifica: “[...] se a execução de um programa informático, puramente lógica, tem a ver com o par possível/real, a interação entre humanos e sistemas informáticos diz respeito à dialética virtual e do atual.”

Esta diferenciação nos remete ao segundo resultado que queremos destacar aqui, o qual é de certo modo consequência do primeiro. A passagem da abstração à virtualidade exige a passagem do individual ao coletivo (grifo nosso). Os estudos analisados indicam que urge criar novas metodologias que exponham o aluno nativo digital às mais diversas interações com o objeto de estudo, principalmente no processo de ensino e aprendizagem em química.

A investigação do aprendizado mediado pelas TDs tem se destacado nos trabalhos recentes de didática das ciências em geral, e da química em especial, como observam Schlemmer e Backes (2008) ao afirmarem que a aprendizagem ocorre na interação do sujeito com o objeto de conhecimento tornando-se (a interação) a espinha dorsal do processo de construção do conhecimento, como já assinalava Vygotsky (REVISTA VIVER MENTE E CÉREBRO, 2005).

Por fim, Schlemmer e Backes (2008) corretamente destacam que não é apenas a inserção da tecnologia que garante uma potencialização do processo de ensino e sim a proposta epistemológica que guia as ferramentas para a cristalização deste processo. Esse foi o alvo das conclusões de nosso trabalho: uma melhor compreensão do conceito de abstração, e a consequente distinção entre abstração e virtualidade, em outras palavras, pensamos que essa distinção abre possibilidades teórico-metodológicas bastante férteis, já que “o real assemelha-se ao possível; em troca, o atual em nada se assemelha ao virtual, *responde-lhe*.” (LÉVY, 1996, p. 17, grifo do autor).

REFERÊNCIAS

ABBAGNANO, Nicola. **Dicionário de Filosofia**. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

CASTELLS, Manuel. **A sociedade em rede**. Tradução Roneide Venancio Majer. 6. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

BACKES, Luciana; SCHLEMMER, Eliane. O aprender e o ensinar na formação do educador em mundos virtuais. **Educere Et Educare** Revista de Educação, Cascavel, v. 2, n. 4, p. 129-140, jul./dez. 2007. Disponível em: <<http://e-revista.unioeste.br/index.php/educereeteducare/article/view/1660>>. Acesso em: 20 dez. 2011.

FAGUNDES, Léa da Cruz. Tecnologia e educação: a diferença entre inovar e sofisticar as práticas tradicionais. **Revista Fonte**, Belo Horizonte, n. 8, p. 6-14, dez. 2008. Disponível em: <http://www.prodemge.gov.br/images/revistafonte/revista_8.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2011.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Hollanda. **Novo Dicionário da língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Editora Nova fronteira, 1986.

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.

LÉVY, Pierre. **O que é o Virtual?** Tradução Paulo Neves. São Paulo: Editora 34, 1996.

LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. Tradução Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Editora 34, 1999.

MORAES, Maria Cândida. Tecendo a rede, mas com que paradigma?. In: **Educação a distância: fundamentos e práticas**. Campinas, SP: UNICAMP/NIED, 2002, p. 1-12. Disponível em: <<http://www.nied.unicamp.br/oea/pub/livro3/index.html>>. Acesso em: 15 ago. 2011.

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.rioei.org/deloslectores/3681Beltran.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2011.

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>. Acesso em: 20 dez. 2011.

REVISTA VIVER MENTE E CÉREBRO. Rio de Janeiro: Ediouro, 2005. Coleção memória da pedagogia: Lev Semenovich Vygotsky. ISBN 85-99535-02-1.

SCHLEMMER, Eliane. O trabalho do professor e as novas tecnologias. **Revista Textual**. Porto Alegre, v. 1, n. 8, p. 33-42, set. 2006. Disponível em: <http://www.sinpro-rs.org.br/textual/set06/textual_8_miolo.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2011.

SCHLEMMER, Eliane; BACKES, Luciana. Metaversos: novos espaços para a construção do conhecimento. **Revista Diálogo Educacional**. Curitiba, v. 8, n. 24, p. 519-532, maio/ago. 2008. Disponível em: <<http://www2.pucpr.br/reol/index.php/DIALOGO?dd1=2038&dd99=view>>. Acesso em: 20 dez. 2011.

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.