

Uso de Softwares Educacionais, Objetos de Aprendizagem e Simulações no Ensino de Química

Adriano Silveira Machado

O uso do computador tem sido empregado na química como alternativa viável para facilitar a apreensão de conteúdos com consequente mudança conceitual e, assim, a efetivação da aprendizagem. A premissa da revisão dos artigos em questão ocorreu devido ao uso que essas tecnomídias têm exercido no desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem como instrumentos que, aplicados a uma metodologia e uma didática adequadas, promovem mudanças conceituais. Os resultados denotam um aumento da capacidade de representação simbólica dos fenômenos e variáveis envolvidos nas reações estabelecidas nos sistemas químicos na educação básica brasileira

► softwares em química, ensino e aprendizagem, experimentação e simulação em química ◀

104

Recebido em 01/09/2014, aceito em 10/01/2015

O emprego de tecnomídias na educação permite a simulação e demonstração de variáveis envolvidas nos fenômenos em que a matéria é transformada. Por meio de seu emprego adequada e pedagogicamente envolvido numa abordagem significativa dos conteúdos, constata-se a existência de ações educativas com uso de ferramentas tecnológicas. Estas permitem que sejam estudados os arranjos geométricos, as ligações químicas, a atomística, os processos físico-químicos e ainda os compostos orgânicos.

Assim, a química, entre outras ciências investigativas, também conclama para si uso e aplicação de tecnomídias específicas para promover a efetivação da aprendizagem científica. Tais ferramentas denotam sua potencialidade, reforçando a ação docente em sala de aula de modo a favorecer colaborativa e substancialmente a aprendizagem significativa dos conteúdos escolares.

As tecnomídias são recursos tecnológicos também designados pelo termo recursos tecnomidiáticos, uma vez que comportam aspectos de comunicação e informação atrelados às tecnologias, apresentando uma aplicação nos processos formativos na educação contemporânea (Machado, 2012). Atuam como ferramentas de apoio ao desenvolvimento das atividades humanas, tendo ocorrido seu maior desenvolvimento e popularização nas duas últimas décadas.

Para promover o entendimento sobre esses recursos, é necessário que sejam apresentadas algumas definições e entendimentos sobre essas tecnomídias, considerando sua adaptabilidade com o processo de ensino e aprendizagem nas ciências físicas e mais especificamente em química.

As tecnomídias são recursos tecnológicos também designados pelo termo recursos tecnomidiáticos, uma vez que comportam aspectos de comunicação e informação atrelados

às tecnologias, apresentando uma aplicação nos processos formativos na educação contemporânea (Machado, 2012). Atuam como ferramentas de apoio ao desenvolvimento das atividades humanas, tendo ocorrido seu maior desenvolvimento e popularização nas duas últimas décadas.

As tecnomídias investigadas nesta pesquisa são designadas como softwares educacionais (SE) e objetos de aprendizagem (OA) e estão associadas ao aprimoramento do processo de ensino

e de aprendizagem, visto que ampliam, em seus usuários, processos mentais superiores como percepção, atenção e memória, agregando vasto conjunto de informações sobre

A seção "Química e sociedade" apresenta artigos que focalizam diferentes inter-relações entre Ciência e sociedade, procurando analisar o potencial e as limitações da Ciência na tentativa de compreender e solucionar problemas sociais.

temas específicos a serem desenvolvidos e compartilhados também em sala de aula de modo presencial ou virtual.

Os OA, segundo a Rede Internacional Virtual de Educação (RIVED), acessível em <http://rived.proinfo.mec.gov.br/>, seriam quaisquer recursos capazes de favorecer o processo de aprendizagem, desde que permitam, por meio de seu uso, o advento de processos críticos-reflexivos e de raciocínio abstrato por parte do usuário que o manuseia. São capazes de agregar diferentes e inovadoras abordagens pedagógicas ao uso do computador como ferramenta de apoio à aprendizagem e seu ensino.

Segundo Yamazaki (2011), o Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) e o Learning Objects Metadata Workgroup (LOM), os OA seriam definidos ainda como entidades, digitais ou não, que podem ser empregadas, reutilizadas ou referenciadas durante o processo de aprendizagem com auxílio tecnológico. Para Machado (2005), um OA pode ser usado como recurso didático devido a sua peculiar capacidade de interatividade.

Já os SE seriam programas cujos fins de elaboração previam seu desenvolvimento específico para as atividades de ensino com o objetivo de favorecer a aprendizagem de determinado conteúdo (Costa; Oliveira, 2004). Freire e Prado (2011) consideram que essas ferramentas tenham um cunho educacional também por contemplar, além da finalidade educacional, o público-alvo, a estratégia de uso, o modo de apresentação, a ergonomia cognitiva e o estímulo à criação e ao trabalho colaborativo.

Para Vieira (2001), essas ferramentas apresentam objetivos pedagógicos específicos e, para tanto, são classificadas em seis grandes categorias: tutoriais, programação, aplicativos, exercícios e práticas, multimídia e internet, simulação e modelagem e jogos.

Cada categoria de SE apresenta uma contribuição educacional, seja pela simples memorização, seja pelo surgimento de situações-problemas e seus desafios e levantamento e refutação de hipóteses na resolução dessas situações apresentadas. Podem estimular a autonomia e proatividade, necessitando da ação dialógica do professor, de seu olhar crítico e experiente para promover uma mediação pedagógica salutar à aprendizagem discente. As tecnomídias mais amplamente empregadas no processo de ensino e aprendizagem fazem uso da internet como dispositivo que potencializa o processo de ensino e podem, portanto, influenciar de modo positivo na aprendizagem, aliando o ambiente virtual com o ambiente real no cotidiano dos alunos.

Desenvolvimento

Recursos analisados

Os recursos tecnológicos usados no ensino de química poderão fazer uso de simulações e de jogos educativos e

ferramentas de comunicação na internet como mapas conceituais, ambientes virtuais de aprendizagem (AVA), SE, bate-papos etc. Esses materiais permitem que o professor reflita sobre sua prática, a maneira de abordar conteúdos, conceitos, adaptações que potencialmente conduzam a uma apropriação mais significativa dos conteúdos de sua disciplina de domínio específico.

Seu estudo é justificado pela necessidade de fazer uso de ferramentas tecnológicas para promover a pesquisa científica e favorecer o processo de ensino e aprendizagem químicos na educação básica. Acredita-se que a aplicação pedagogicamente adequada dessas ferramentas possa ampliar a prática docente, promovendo mudanças significativas na ação professoral em sala de aula. O objetivo primevo deste trabalho foca a investigação de alguns dos principais tipos de SE e OA usados para o ensino, relatando os aspectos mais relevantes das pesquisas, suas características e potencialidades de experimentação.

A metodologia escolhida baseou-se na revisão bibliográfica de artigos editados nas principais revistas associadas à educação, divulgação e ensino de química por meio de um levantamento de mais de 30 documentos (artigos, anais, conferências etc.) relacionados com o tema. Esperava-se compreender como o emprego desses recursos (softwares) potencializam a aprendizagem química, considerando o emprego do computador como ferramenta favorecedora de uma aprendizagem significativa dos conteúdos (Machado, 2012).

Fez-se a apreciação de um grupo de 20 artigos escolhidos a partir de eventos e publicações envolvendo a divulgação científica. Foram considerados os aspectos de qualidade na comunicação científica, relevância da pesquisa, objetivos, impressões e percepções inovadoras, características gerais e resultados obtidos com uso dos softwares. As pesquisas tiveram em comum o foco na mudança substancial na aprendizagem e simulação, envolvendo a aprendizagem auxiliada por computador.

Optou-se por investigar um agrupamento de artigos associados ao emprego de SE e OA, considerando algumas palavras-chave imbricadas com simulação; aprendizagem significativa; uso de tecnomídias em sala de aula; ensino e aprendizagem em química; e colaboração.

Para ampliar a pesquisa por materiais mais relevantes, realizou-se a pesquisa na base de dados do SciELO (2010) e Google Acadêmico (2010). Seu uso permitiu que fossem pesquisados materiais tanto divulgados em revistas científicas como em outros meios de comunicação. Aplicou-se o uso de filtros de pesquisa abrangendo os últimos dez anos (entre 2000 e 2010) e considerando o idioma português (brasileiro). O domínio de investigação centrou-se na área educação química, focando atenção em artigos, anais, conferências e encontros. O processo resultou no agrupamento de um considerável conjunto de artigos cujos temas associavam-se entre

Acredita-se que a aplicação pedagogicamente adequada dessas ferramentas possa ampliar a prática docente, promovendo mudanças significativas na ação professoral em sala de aula.

si. Tal busca ocorreu em virtude da necessidade de produção de um manual de apoio aos professores de química ao término do curso de mestrado no ano de 2012. A produção deste foi um dos pré-requisitos necessários à conclusão do curso (dissertação e produto acadêmico), sendo sua idealização e construção direcionadas aos processos de pesquisa, ensino e elaboração de materiais didáticos que tivessem um efetivo uso no cotidiano escolar docente. Durante a investigação, procurou-se agregar assuntos de espectro ligado ao ensino e à aprendizagem químicos. A técnica usada para a leitura dos materiais catalogados foi a do *skimming*, que objetiva identificar o máximo de informações no primeiro contato com um dado texto a fim de detectar sua temática central e ideias empregadas. A partir dessa técnica é que o pesquisador decide se o texto é adequado ou não às suas investigações, e se este deve ou não ser aprofundado com uma leitura mais condensada do material em análise (Höfling, 2012).

A estratégia simples consistiu em agrupar palavras e assuntos significativos no material lido. O estudo viabilizou o agrupamento e a formação de uma base de dados que, *a posteriori*, seria usada para constituir o material de apoio aos professores de química intitulado como: *Uso da internet como apoio pedagógico na disciplina de química: sugestões de pesquisas e atividades empregando as TDIC (Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação)*, lançado no ano de 2012 ao término do mestrado em ensino de ciências e matemática promovido pela Universidade Federal do Ceará (UFC).

Em seguida, realizou-se uma leitura dos títulos e das palavras-chave nos materiais previamente escolhidos. Seguidamente optou-se pela leitura dos resumos e das metodologias empregadas para averiguar se os assuntos tratados eram pertinentes à elaboração do material de apoio supracitado. Essa investigação caracterizou-se como exploratória, abordando pesquisas de caráter qualitativo e quantitativo. A metodologia escolhida baseou-se na revisão de literatura de artigos em revistas, anais, conferências e encontros associados ao ensino e à pesquisa em educação química. A investigação exploratória realizada tinha características de pesquisa secundária (Marconi; Lakatos, 2000) e permitiu reflexões e novas compreensões dos assuntos catalogados para a construção de novas fontes de apoio e pesquisa aos professores que não dispunham de laboratórios de experimentação em seus ambientes de trabalho.

Seguidamente à coleta de informações, optou-se por uma *leitura flutuante* (Bardin, 2004; Laurence, 2008) dos artigos selecionados com o propósito de agrupar informações e coletar dados mais relevantes, esperando que estes fornecessem subsídios para constituir o manual de apoio ao professor, *a posteriori*. Para tanto, realizou-se uma pré-análise no conjunto de artigos e isso favoreceu a organização das informações neles contidas.

Análise de relatos científicos com uso de softwares em química

O emprego de SE permite a simulação, a demonstração e as variáveis envolvidas nos fenômenos em que a matéria é transformada, em que são constatadas situações envolvendo a análise de arranjos geométricos, ligações químicas, atomística, processos físico-químicos, química orgânica, entre outros assuntos abordados pela química como ciência investigativa.

Cita-se inicialmente o trabalho de Melo e Melo (2005), cuja proposta de investigação versava sobre a articulação de professores frente às mudanças contingenciais de formação e trabalho. Os autores perceberam uma melhoria no processo de ensino e aprendizagem por meio da mudança de seu papel social docente em sala de aula. Esse processo, segundo os pesquisadores, ocorre mediante e com os recursos tecnológicos, analisando as representações sociais adquiridas sobre esses instrumentos de auxílio docente.

Os resultados obtidos sugerem certa morosidade no processo de desenvolvimento computacional nos últimos anos na educação brasileira. Um aspecto relevante desse trabalho situa-se na existência de conteúdos limitados e assuntos pouco abordados no ensino de química. Tal fator impede a apreensão de conteúdos mais complexos bem como poderia dificultar a idealização e mentalização dos modelos em química. Os mencionados autores consideram que os SE de simulação são opções inovadoras para a representação de modelos dinâmicos, permitindo o desenvolvimento da compreensão conceitual dos estudos,

que vão além do uso mecanizado dos próprios conceitos.

O trabalho realizado por Souza e colaboradores (2005) resultou na publicação de trabalho de apreciação de simulações para o apoio de procedimentos de experiências com titulação ácido-base. Versaram também sobre sua utilização e avaliação

com professores e alunos de ensino médio seguindo critérios propostos por Gladcheff e colaboradores (2001). Os resultados demonstraram que 92% dos alunos avaliados percebem a clareza e objetividade da titulação virtual, e que 95% acreditam que a atividade computacional favorecerá a compreensão conceitual na química.

Raupp, Serrano e Martins (2008) acreditam que a facilidade para se trabalhar com os SE consiste na existência da capacidade de colaboração entre alunos, em diferentes níveis de desenvolvimento cognitivo, com seus tutores e o próprio computador, considerando esse último como instrumento favorecedor do desenvolvimento de habilidades representacionais.

A premissa de uso desses softwares para os autores tem seu aporte teórico no sociointeracionismo, percebendo a relação estabelecida entre os alunos, sujeitos intencionais, o computador, objeto intencionado e o surgimento de uma Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). Isso permitiu a manipulação dos sistemas simbólicos, por meio de

Essa investigação caracterizou-se como exploratória, abordando pesquisas de caráter qualitativo e quantitativo. A metodologia escolhida baseou-se na revisão de literatura de artigos em revistas, anais, conferências e encontros associados ao ensino e à pesquisa em educação química.

representações dinâmicas criadas e a simulação de situações-problema no universo da pesquisa e do trabalho docente em química.

Outra pesquisa, realizada por Medeiros (2008), abordou o uso do SE *QuipTabela*, permitindo o desenvolvimento de atividades referentes ao estudo dos elementos na tabela periódica de modo significativo. O autor parte da ação e do uso da ferramenta computacional, de cunho construtivista, em que os professores, de posse das indagações e dos questionamentos, propõem problematizações e as apresentam aos alunos. Estes, após o tratamento de dados com uso do SE, reapresentam alguns resultados obtidos, fazendo uso de mecanismos de representação gráfica.

A investigação avaliou também que o uso dessa modalidade de software deve ser feito para desenvolver conteúdos mais abstratos e de aprendizagem mais exigente, a fim de promover significativamente uma estimulação da capacidade representacional do aprendente. Nota-se aqui que o fator adequação dos conteúdos ao uso do software específico foi cuidadoso, demonstrando que o planejamento fora imprescindível na ação docente com uso de tecnologias de comunicação e interação (especificamente os SE).

Silva, Amaral e Firme (2008), num estudo sobre o uso de sequências didáticas no ensino de química no ensino médio pelo professor, revelaram que o papel de elaborador e aplicador dessas ferramentas aliado à pesquisa e à prática docente na perspectiva da educação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) (Ricardo, 2007) seria capaz de ampliar a aprendizagem dos conteúdos científicos por parte dos alunos. O trabalho abrangeu uma gama de conteúdos físico-químicos como estudo de pilhas, oxidação e redução, numa dimensão pedagógica e epistemológica, procurando estreitar o conhecimento estudado pelo aluno à sua realidade sociocultural (Méheut, 2005), indicando a necessidade de diferenciação bem definida dos papéis dos agentes envolvidos nesse contexto de ensino e aprendizagem. A coleta dos dados nessa pesquisa fora realizada com uso do software *Videograph*® (Mortimer et al., 2006) para análise de dados (análise de discurso) em vídeos, o que permitiu a obtenção de um tratamento estatístico qualitativo nos relatos orais das impressões obtidas pelos alunos para identificar um conjunto de categorias mais presentes no discurso dos alunos investigados.

Já os estudos realizados por Ribeiro, Melo e Monteiro (2010), com alunos do 3º ano do ensino médio, apresentaram o uso do SE *Avogadro* para promover a melhoria na qualidade da aprendizagem em sala de aula, desenvolvendo atividades com a química orgânica por meio de simulações, manipulações e visualizações de fenômenos moleculares e de suas representações. Os resultados obtidos permitem refletir sobre a necessidade de uma mudança atitudinal no

direcionamento e na execução de atividades nos laboratórios de informática, direcionando ações e estratégias adequadas aos conteúdos estudados nas mais diferentes disciplinas de base comum no currículo da educação básica brasileira.

Eichler, Jungos e Del Pino (2006) foram mais adiante na investigação do uso de softwares propondo e criando um SE chamado *Cidade do átomo*, que proporciona o máximo de interatividade aos alunos. Os pesquisadores perceberam o computador como ferramenta instrucionista que favorece o controle do estudante sobre a aprendizagem por meio de problematizações. Partem do pressuposto que a simulação computacional é uma opção viável de acessibilidade aos conteúdos da disciplina de modo não formal (não expositivo), promovendo experimentações diretas e relacionáveis com a natureza de suas transformações, atuando de modo contextualizado, envolvendo a produção textual com o uso do jogo simbólico como estratégia de relação e resolução de problemas.

Raupp, Serrano e Moreira (2009) destacaram o desenvolvimento das habilidades visuais e espaciais a partir da experimentação com emprego de ferramentas de manipulação e construção de modelos moleculares, com uso de métodos didáticos, para ampliar o estado representacional macro e microscópico, assim como o simbólico nos sujeitos investigados. Fazendo uso da Teoria dos Campos Conceituais (TCC) de Vergnaud (1998), relacionaram conceitos e suas

reproduções no estudo da estereoquímica com os estereoisômeros, utilizando o SE *Chemsketch*. Esse estudo denotou a importância de elementos relacionais, das sucessivas e necessárias inter-relações estabelecidas com os usuários e a situação de aprendizagem para a mudança conceitual no aluno.

Gambini e Diniz (2009), atuando na pesquisa com docentes, indicaram o uso de SE no processo de formação continuada de professores de química na modalidade EaD. Por meio de ambientes virtuais, averiguaram a utilização dessas ferramentas como estratégias de ação docente viável, demonstrando o nível e a forma de interação dos professores-alunos nesse processo. A pesquisa consistiu na análise de seis SE aplicáveis no estudo da química a partir da visão dos professores da disciplina sobre os pontos positivos e as limitações de uso. A escolha dos recursos ocorreu pela capacidade de integração ao trabalho cotidiano e as simulações propostas, apontando confrontação entre as novas práticas docentes em uso e a superação da ação monológica do discurso docente durante a abordagem dos conteúdos, indicando a postura ruptural da abordagem tradicional dos conteúdos e novas estratégias de ação didática em sala de aula.

Cita-se com grande relevância o trabalho realizado por Trindade e colaboradores (2009) que envolveu verificação e acompanhamento do processo de assimilação dos conteúdos de química com uso do *QuipTabela* e *ACD/Chemsketch* em

A investigação avaliou também que o uso dessa modalidade de software deve ser feito para desenvolver conteúdos mais abstratos e de aprendizagem mais exigente, a fim de promover significativamente uma estimulação da capacidade representacional do aprendente.

Tabela 1: SE e OA analisados e disponíveis na internet.

SE/OA	Site	Gratuidade	Acesso
Titulando	www.200.144.189.54/tudo/busca.php?key=titulando%202004:%20um%20software%20para%20o%20ensino%20de%20quimica&midias=pru	Sim	2005
QuipTabela	www.baixaki.com.br/download/quipTabela.htm	Sim	2005/2008/2010
Avogadro	www.baixaki.com.br/download/avogadro.htm	Sim	2009/2010
Cidade do Átomo	www.iq.ufrgs.br/aeq/cidatom.htm	Sim	2000
Chemsketch	www.acdlabs.com/download/chemsketch	Sim	2008/2009
ACD	www.acdlabs.com/	Sim	2008
MAPLE	www.maplesoft.com/products/maple/	Não	2007
Kalzium/Linux	community.linuxmint.com/software/view/kalzium	Sim	2010
Crocodile chemistry	crocodile-chemistry-605-pt.software.informer.com/	Sim	2009
Artoolkit	artoolkit.soft112.com/	Sim	2008
Conquest	www.ccdc.cam.ac.uk/support/documentation/csd/release/csds_release_portable-3-02.html	Não	2005
Mercury	www.ccdc.cam.ac.uk/support/documentation/csd/release/csds_release_portable-3-02.html	Não	2005
PhET	www.baixaki.com.br/download/phet.htm	Sim	2010
Titration	allchemy.iq.usp.br/tunelando/	Sim	2010
Jmol	www.baixaki.com.br/download/jmol.htm	Sim	2010
Kalypso 3.00	sites.google.com/site/Kalypsosimulation	Sim	2010
Khi 3 3.2.7	www.baixaki.com.br/download/khi-3.htm	Sim	2010
Carbópolis	www.iq.ufrgs.br/aeq/carbop.htm	Sim	2010
Char Noblock	www.superdownloads.com.br/jogos-online/charnoblock.-2.html	Sim	2010
Software Labvirt	www.labvirtq.fe.usp.br/indice.asp	Sim	2010
Efeito estufa	objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/4972/efeitoestufa.exe?sequence=1	Sim	2010
Virtual Chemistry Lab 2.0	www.tudodownloads.com.br/download/113/Virtual_Chemistry_Lab_2_0.html	Sim	2010
Banco de dados cristalográfico	www.ccdc.cam.ac.uk/support/documentation/csd/release/csds_release_portable-3-02.html	Não	2010

<http://rived.mec.gov.br/http://rived.mec.gov.br/>.

escolas públicas e privadas brasileiras com a percepção de que as tecnomídias são mediadoras da aprendizagem e de seus processos desenvolvimentais.

A pesquisa consistiu na criação de situações-problema de trabalho por parte do professor, capazes de estimular o aluno a superá-las com uso de simulação e representação, acreditando que o SE usado possibilitaria uma melhor compreensão conceitual, facilitando a aprendizagem e tornando o computador em uma poderosa ferramenta educacional. O artigo demonstra que, independentemente do público-alvo trabalhado durante o uso de instrumentos tecnológicos computacionais, o diferencial pedagógico é que seria decisivo na mediação entre antigos e novos saberes para apreender significativamente os conteúdos. Assim, foi necessário que houvesse envolvimento, planejamento e pesquisa na construção de novas propostas de trabalho por parte do professor.

Benedetti e colaboradores (2007), analisando o uso de

softwares de química no contexto escolar, partiram da necessidade de se promover o desenvolvimento de um olhar científico no aluno e, assim, sobre a investigação científica. Os autores perceberam que durante o uso da internet, o aluno passa a gerenciar e ser responsável por sua própria aprendizagem, estimulando sua autonomia nos estudos. Nesse estudo, o emprego do *QuipTabela* permitiu uma ação interativa satisfatória e conseqüentemente uma aprendizagem sem a teorização dos conteúdos por parte dos docentes, aliando a prática pedagógica e os saberes elencados nos livros didáticos. Acredita-se que uso de livros e o computador possa ampliar as possibilidades de interpretação e simulação, contribuindo para uma mudança consistente na abordagem química dos conteúdos didáticos.

Mendes, Magnano e Martins (2007) propuseram o desenvolvimento de atividades com uso do Maple, abordando conceitualização teórica e visualização gráfica com

fundamentação histórica sobre orbitais atômicos e moleculares. Para os pesquisadores, o uso do conteúdo abordado se concentrou na praticidade de situar os temas de difícil aprendizagem e sua limitação na representação macro e microscópica de aspectos da mecânica quântica por meio da exposição de quaisquer orbitais atômicos para os diferentes tipos de elementos químicos existentes. Esse critério de uso e avaliação dos recursos empregados apontou a necessidade de planejamento da ação docente, indicando que professores devem situar o aluno no ambiente de pesquisa e fazendo uso das mais diferentes estratégias de experimentação e de ensino.

Almeida e colaboradores (2009) analisaram o SE como ferramenta de auxílio para o aperfeiçoamento da capacidade cognitiva discente, fazendo emprego dos conteúdos químicos exigidos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). O software *Avogadro* possibilitou, segundo os autores, um despertar e interesse no estudo das funções orgânicas, facilitando a compreensão da matéria em sala de aula com alunos do 3º ano em escolas públicas. O estudo foi capaz de apontar caminhos seguros de pesquisa e ensino, direcionando conteúdos escolares e procurando aprimorar competências e habilidades para o estudo da química como ciência puramente investigativa.

Santos, Wartha e Silva (2010) avaliam os principais tipos de softwares empregados na química, caracterizando-os em 5 grandes grupos diferentemente da classificação realizada por Vieira (2001), que categorizou 12 grupos de SE. Os autores apontaram ainda que a maioria dos recursos tecnomidiáticos empregados (SE) e identificados no ano de 2010, num total de 52 unidades, abordam apenas três áreas de conteúdos: tabela periódica, construção de moléculas e jogos educativos, carecendo, portanto, da criação de novos componentes que possam abordar os mais diversos assuntos e suas especificidades, concluindo que estes se encontram subutilizados ou incapazes de serem executados nos espaços escolares ou ainda são completamente desconhecidos pelos professores.

Outra pesquisa que merece destaque foi a realizada por Ribeiro e colaboradores (2009) que visava investigar os SE mais usados nas escolas públicas da rede de ensino, indicando o tipo de atividade que a ferramenta utilizava, suas limitações de uso, a falta de capacitação docente e a escassez de professores nas escolas como obstáculos ao desenvolvimento de projetos computacionais na química. No estudo, foi proposto a identificação do aplicativo *Kalziium*, desenvolvido na plataforma Linux (KDE 3.1) que abrange o estudo da tabela periódica e dos compostos orgânicos, envolvendo dois instrumentos, o *Avogadro* 0.9.6 e o *QuipTabela* 4.01 como o mais empregado para o estudo da disciplina.

Para Santiago e colaboradores (2010), a atividade prática foi promotora de interação entre professor/aluno, permitindo maior assimilação dos conteúdos trabalhados e facilitando

assim a aprendizagem. O SE utilizado foi o *Crocodile*, que simula a interação atômica, identificando as substâncias por meio do método de teste de chamas, solubilidade das substâncias e processo de separação de misturas e destilação simples.

Noutro estudo, Silva e Rogado (2008) propuseram o uso da “realidade virtual como uma nova alternativa de uso do computador como ferramenta didática, com enfoque na simulação de modelos de partículas”, por meio da técnica de realidade aumentada, uso de *webcam* e biblioteca virtual *Artoolkit*, promovendo uma educação de forma integrada, direcionada às áreas em que os métodos tradicionais têm falhado. O estudo relatou que as experimentações nesses ambientes favorecem maior interação entre alunos e o conhecimento abstrato, assim como o melhor controle do usuário sobre os conteúdos a serem apreendidos de acordo com o ritmo pessoal de trabalho discente, favorecendo melhor entendimento sobre modelos representacionais da estrutura atômica dos elementos.

Por fim, apresenta-se a investigação de Nascimento e colaboradores (2005), que avaliaram os aspectos pedagógicos de dois SE, *Conquest* e *Mercury*, na compreensão de conceitos químicos e no desenvolvimento da visão espacial no campo de representa-

ção simbólica e microscópica com alunos calouros do curso de química na Universidade de São Paulo (USP). O estudo apontou alguns percursos metodológicos a serem seguidos e refletidos para se obter uma melhor aprendizagem e visualização de entidades químicas em nível macro e microscópico. A pesquisa permitiu ampliar a capacidade de pensamento por meio da mentalização e elaboração de conceitos.

Conclusões

Constatou-se que as tecnomídias têm potencial aplicação nas atividades de ensino, favorecendo assim o processo de ensino e aprendizagem e promovendo ainda o desejo pela pesquisa e leitura de informações bibliográficas. Os autores Silva e Rogado (2008); Ribeiro e colaboradores (2009); Santos, Wartha e Silva (2010), da mesma maneira que outros professores-pesquisadores como Santiago e colaboradores (2010), cujo artigo fora comentado, têm uma nítida visão do papel incentivador e mediador da ferramenta computacional na aprendizagem e na possibilidade de representação dos conceitos e dos modelos na química.

O estudo permitiu delinear algumas limitações no que concerne à dificuldade de tradução do idioma português para o inglês, visto que, na grande maioria, os SE usados nas escolas públicas brasileiras vêm elaborados na língua inglesa, o que torna difícil seu uso para quem não tem um domínio básico da língua. Como pontos positivos, destacam-se o emprego de jogos educativos químicos como ferramenta de maior potencial didático para a aprendizagem em virtude da recursividade

Constatou-se que as tecnomídias têm potencial aplicação nas atividades de ensino, favorecendo assim o processo de ensino e aprendizagem e promovendo ainda o desejo pela pesquisa e leitura de informações bibliográficas.

lógica e racional envolvida em seu manuseio. Independente dos tipos de SE estudados – cuja grande maioria se baseou na classificação de Vieira (2001) em aquisição de dados, modelagem, produção gráfica, simulação e tutorial e a importância do planejamento e sua relação com a metodologia aplicada –, seu uso favorecerá de forma significativa tanto o interesse pela química computacional como um entendimento e uma compreensão mais apurada dos fenômenos interferentes nos processos de transformação da matéria, quanto nas entidades (elementos e moléculas) químicas.

Um fator limitante das análises realizadas considerou que apesar da existência de uma infindável gama de conhecimentos químicos, a maioria dos artigos discutidos versa sobre três assuntos específicos, destacando-se: atômica (envolvendo ligações químicas e química orgânica), tabela periódica e concentração de soluções (físico-química). Tal fator torna limitante o ensino dessa ciência por meio de simulações, posto que grandes áreas que dependem das simulações e dos experimentos não são contempladas nas simulações com uso de tecnomídias. Espera-se com esta revisão promover uma postura diferenciada na capacitação de professores de química, que instigue o emprego de recursos diferenciados como também o emprego de tecnomídias (SE e OA) para auxiliar a ressignificação de conteúdos essenciais para a construção dos saberes científicos na atual educação química realizada no país.

Apresenta-se, como fruto da investigação, uma tabela contendo as informações sobre os softwares analisados com algumas de suas particularidades. Tal tabela poderá favorecer tanto a procura como a adequada seleção desses recursos

para auxiliar o ensino de química, levando em consideração o tipo de código específico do SE/OA, a data das pesquisas realizadas, o sítio eletrônico de acesso e outras informações julgadas pertinentes para se fazer uma seleção pedagogicamente eficiente pelo professor.

Uma alternativa viável seria o acesso aos sítios eletrônicos especializados na divulgação e experimentação de SE e OA na educação científica como, por exemplo, <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/>. Nele, o usuário poderá fazer uma seleção prévia dos recursos necessários e ainda analisá-los antes do uso, fazendo simulações dos inúmeros experimentos apresentados. O RIVED também apresenta um sítio eletrônico rico em OA que agrega tanto divulgação, download e produção de experimentos científicos, como informações sobre os conteúdos experienciados, caracterizando-se de forma pioneira na divulgação e no agrupamento de tecnomídias para o ensino e a educação científica nos últimos anos no Brasil.

Adriano Silveira Machado (adrianomachado2007@gmail.com), licenciado em Pedagogia, especialista em Planejamento do Ensino e Avaliação da Aprendizagem (UFC), pós-graduado em Psicopedagogia Clínica e Institucional pela Universidade Estadual Vale do Acaraú (UEVA), habilitado em Biologia, Química e Ciências (UEVA), mestre em Ensino de Ciências e Matemática (UFC), professor pesquisador I, formador do curso de Especialização em Educação Profissional Científica e Tecnológica (EPCT), professor tutor de licenciatura em Matemática do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCe), professor efetivo de Ciências Naturais e suas Tecnologias e coordenador pedagógico na Secretaria Municipal de Educação (SME/PMF), é doutorando em Didática de Ciências e Tecnologias (DCT), com especialização em Didática de Ciências Físicas na Universidade de Trás os Montes e Auto Douro (UTAD). Vila Real – Portugal.

Referências

ALMEIDA, M.N.P.; PINHEIRO, E.A.A.; FILHO, A.D.; MARINHO, A.M.R. Software educativo Avogadro 0.8.1 auxiliando ensino de Química em Escola de Belém-PA. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA (SBQ), 32., 2009 *Anais...* Fortaleza, 2009.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. 3. ed. Lisboa: Edições 70, 2004.

BENEDETTI, E.F.; OLIVEIRA, N.; MAGALHÃES K.F.; SANTOS, A.; OLIVEIRA, M.S.; CHIMENEZ, T.A. *O uso de um software de química no contexto escolar*. G. Ciências Humanas - 7. Educação - 11. Ensino-Aprendizagem. 2007.

COSTA, J.W.D.; OLIVEIRA, M.A.M. (Orgs.). *Novas linguagens e novas tecnologias: educação e sociabilidade*. Petrópolis: Vozes, 2004.

EICHLER, M.; DEL PINO, J.C.; JUNGES, F. Cidade do átomo: debate escolar sobre energia nuclear. *Física na Escola*, v. 7, n. 1, 2006.

FREIRE, F.M.P.; PRADO, M.E.B.B. *Projeto pedagógico: pano de fundo para escolha de um software educacional*. Disponível em: <<http://rxmartins.pro.br/teceduc/computador-sociedade-conhecimento.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2011.

GABINI, W.S.; DINIZ, R.E.S. Os professores de química e o uso do computador em sala de aula: discussão de um processo de formação continuada. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 15, n.

2, p. 343-58, 2009.

GLADCHEFF, A.P.; SANCHES, R.; SILVA, D.M. Um instrumento de avaliação de qualidade de software educacional: como elaborá-lo. In: WORKSHOP DE QUALIDADE DE SOFTWARES – SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE. 8., 2001. *Anais...* Rio de Janeiro, 2001.

HÖFLING, C. *Estratégias de leitura: skimming e scanning*. Disponível em: <https://www.google.com.br/search?q=H%C3%96FLING%2C+C.+Estrat%C3%A9gias+de+leitura%3A+skimming+e+scanning&aq=H%C3%96FLING%2C+C.+Estrat%C3%A9gias+de+leitura%3A+skimming+e+scanning&aqs=chrome..69i57.145j0j9&sourceid=chrome&ie=UTF-8>. Acessado em: 12 ago. 2011.

MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M. *Metodologia científica*. São Paulo: Atlas, 2000.

MACHADO, A.S. *Explorando o uso do computador na formação de professores de ciências e matemática à luz da aprendizagem significativa e colaborativa*. 2012. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

MACHADO, L.L.; SILVA, J.T. *Objeto de aprendizagem digital para auxiliar o processo de ensino aprendizagem no ensino técnico em informática*. In: Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005, 16p.

MEDEIROS, M.A. A informática no ensino de química: análise de um software para o ensino de Tabela Periódica. In:

ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 14. *Anais...* Curitiba: UFP, 2008.

MEHEUT, M. Teaching - learn sequences tools for learning and/or research. *Research and the Quality of Science Education*, 195-207, Springer, Netherlands, 2005.

MENDES, J.N.M.; MAGNAGO, K.; MARTINS, M. Modelo matemático de orbitais atômicos: o uso do Maple para obter resultados. In: CONFERENCIA NACIONAL SOBRE MODELAÇÃO MATEMÁTICA, 5, Ouro Preto, *Anais...* Ouro Preto: UFOP/UFMG, 2007. 1 CDROM.

MELO, E.S.N.; MELO, J.R.F. Softwares de simulação no ensino de química: uma representação social na prática docente. *ETD – Educação Temática Digital*, Campinas, v.6, n.2, p.51-63, jun. 2005.

MORTIMER, E.F.; MASSICAME, T.; TIBERGHEN, A.; BUTY, C. *A pesquisa em ensino de ciências no Brasil*. Bauru: Ed. UNESP, 2006.

NASCIMENTO, F.B.; RIBEIRO, A.C.C.; ELLENA, J.; QUEIROZ, S.L. Estudo das qualidades pedagógicas dos programas conquest e mercury visando benefícios para o ensino de química no nível superior. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005. *Atas...* Salvador: UVBA, 2005.

RAUPP, D.; SERRANO, A.; MARTINS, T.L.C. A evolução da química computacional e sua contribuição para a educação em química. *Revista Liberato*, Novo Hamburgo, v. 9, n. 12, p. 13-22, jul./dez. 2008.

RAUPP, D.; SERRANO, A.; MOREIRA, M.A. Desenvolvendo habilidades visuoespaciais: uso de software de construção de modelos moleculares no ensino de isomeria geométrica em química. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 4(1), p. 65-78, 2009.

RIBEIRO, W.H.F.; MELO, M.F.; MONTEIRO, S.H. Aplicação de um software educativo para o ensino de química orgânica no 3º ano de uma escola de ensino médio em Mucambo-CE. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 15., 2010. *Anais...* Brasília, 2010.

RIBEIRO, C.K.G.; MAGALHÃES, C.V.C.; SANTOS, E.S.S.; OLIVEIRA, C.B. O uso de softwares educacionais como ferramenta de apoio ao ensino da química. In: JORNADA DE PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO, 9. 2009. *Anais...* Recife: UFRPE, 2009.

RICARDO, E.C. Educação CTSA: obstáculos e possibilidades para sua implementação no contexto escolar. *Revista Ciência & Ensino*, v. 1, especial, nov. 2007.

SANTOS, D.O.; WARTHA, E.J.; SILVA, J.C.F. Softwares educativos livres para o Ensino de Química: Análise e Categorização. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 15., 2010. *Anais...* Brasília, 2010.

SANTIAGO, A.S.; SANTOS, G.L.L.; MELO, J.B.; COSTA, N.M.; SILVA, L.C. Utilização do software crocodile chemistry como ferramenta de ensino em aulas de química experimental. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA, 8., 2010. *Anais...* Rio Grande do Norte, 2010. Disponível em: <http://www.abq.org.br/simpequi/2010/trabalhos/69-7322.htm>. Acessado 12 ago. 2010.

SILVA, J.R.R.T.; AMARAL, E.M.R.; FIRME, R. N. Análise de uma discussão de alunos em fórum numa sequência didática de química, com o uso do Videograph®. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 14., 2008. *Anais...* Curitiba: UFPR, 2008.

SILVA, J.E.; ROGADO, J. Realidade virtual no ensino de química: o caso do modelo de partículas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 14., 2008. *Anais...* Curitiba: UFPR, 2008.

SOUZA, M.P.; MERÇON, F.; SANTOS, N.; RAPELLO, C.N.; AYRES, A.C.S. Titulando 2004: um software para o ensino de Química. *Química Nova na Escola*, 22, nov. 2005.

TRINDADE, A.M.G.; SANTOS, A.W.N.; ANJOS, V.H.A.; BRAZ, S.R.; MONTE, N.D.; VESCESLAU, J.G. O uso de softwares no ensino de química em escolas públicas e privadas de Petrolina/PE e Juazeiro/BA. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA, 7., 2009. *Anais...* Salvador, 2009. Disponível em: <http://www.abq.org.br/simpequi/2009/trabalhos/117-5550.htm>. Acessado em: 12 ago. 2010.

VERGNAUD G. A comprehensive theory of representation for mathematics education. *Journal of Mathematical Behavior*, v. 17, n. 2, p. 167-181, 1998.

VIEIRA, S.L. Contribuições e limitações da informática para a educação química. *QMCWEB*, ano 2, n. 45, Florianópolis, 1997.

YAMAZAKI, S.C. LOM - IEEE Learning Objects Metadata Workgroup, 2011. Disponível em: <http://ltsc.ieee.org/wg12/index.html>. Acesso em: 09 mar. 2011.

Abstract: Use of software education (SE), learning objects (OA) and simulation in chemistry teaching. The use of computers has been used in chemistry as a viable alternative to facilitate the seizure of contents with consequent conceptual change, and thus the effectiveness of learning. The premise of the review of the articles in question was due to the use of these tecnomedias have played in the development of the teaching-learning process, as instruments, applied to a suitable methodology and didactics, promoting conceptual changes. The results show an increase of the capacity of symbolic representation of the phenomena and variables involved in the reactions in chemical systems established in the Brazilian Basic Education.

Keywords: Software in Chemistry; Teaching and Learning, Experimentation and simulation in Chemistry.