

Considerações de licenciandos em Química sobre o uso de simulações *PhET* em aulas simuladas

Flávia Cristina Gomes Catunda de Vasconcelos¹

Resumo

A proposta de uso de simulações no Ensino de Química possibilita que haja a compreensão dos fenômenos a nível submicroscópico. Nesta perspectiva, se discute a necessidade de formar os professores para que eles compreendam as potencialidades e limitações existentes neste tipo de recurso, bem como de propor meios para que eles estruturarem aulas que possibilitem uma melhor estruturação de aulas com este recurso associados a outros como a experimentação. Assim, neste trabalho é exposto uma experiência com relatos de aulas simuladas na disciplina de Prática em Ensino de Química, bem como as concepções de licenciandos sobre suas experiências de uso das simulações do PhET. Como resultado, percebeu-se que muitos compreendem a importância de se utilizar estes recursos, reconhecendo suas potencialidades, mas ainda a utilizam de forma limitada, demonstrando assim a necessidade de se estruturarem momentos de formação de professores para explorarem estes recursos de forma objetiva na sala de aula.

Palavras-chave: Formação inicial de professores, TIC, Simulações

Introdução

Na área de Ensino das Ciências da Natureza, estudos reforçam a importância do uso de recursos visuais na aprendizagem de conceitos abstratos, os quais tentam explicar quais processos cognitivos estão presentes nos métodos relacionados a aprendizagem, quais habilidades espaciais (BARNEA, 2000; GILBERT, 2007), competências metavisuais (GILBERT, 2007) e competências representacionais (KOZMA e RUSSEL, 2007), devem ser desenvolvidas nos alunos para que estes possam refletir, comunicar e atuar, por exemplo, sobre os fenômenos químicos que são ensinados em sala de aula.

¹ Professora Adjunta do Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco (CAA-UFPE). Doutora pelo Programa Interunidades em Ensino das Ciências da Universidade de São Paulo (PIEC-USP). Mestre em Ensino das Ciências pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). *Revista Tecnologias na Educação – Ano 8 - número 14 – Julho 2016 - tecnologiasnaeducacao.pro.br*

Em paralelo a estas informações, pequenas mudanças ocorrem nas escolas da Educação Básica no Brasil, pois os governos estaduais e municipais, investem em recursos tecnológicos que possibilitem progressos na educação, visando que os alunos consigam melhor compreender as disciplinas que são exploradas no meio educacional. Configurando que este tipo de investimento é uma prioridade estratégica das políticas públicas a qual vislumbra o desenvolvimento, socialização e construção da cidadania (COLL, MAURI, ONRUBIA, 2010). Contudo, este processo muitas vezes é embargado, na problemática de se ter muitos recursos tecnológicos, mas poucos professores capacitados para estruturarem aulas que utilizem estes materiais de forma estruturada.

Uma possibilidade de mudança neste cenário é através da realização de cursos de formação continuada que implicam em avanços na área de ensino, como o estabelecimento de professores pesquisadores que refletem a sua prática; desenvolvimento de hábitos de colaboração e trabalho conjunto entre professores e alunos; elaboração e realização projetos que mudem o paradigma atual do ensino; dentre outros (MALDANER, 2000; SCHNETZLER, 2002; MACHADO, 1999). E, que para avanços no ensino, o professor precisa compreender como se aprende e ensina com o uso dos recursos tecnológicos na sala de aula.

Como defende Tardif (2011), o fornecimento de computadores e acesso à internet nas escolas não garantem mudanças efetivas no contexto educacional, é necessário dispor de estratégias de ação para se alcançar os objetivos predispostos no uso destes recursos. Além disto, considera-se que, *“é inegável que a escola precisa acompanhar a evolução tecnológica e tirar o máximo de proveito dos benefícios que esta é capaz de proporcionar”* (BRASIL, 2002, p.88), as simulações efetivam a aprendizagem motivando os alunos a compreenderem os fenômenos de forma mais efetiva e participativa.

Logo, é necessário capacitar os professores para que eles possam utilizar esses dispositivos de forma consciente e estruturada. Além disto, ressalta-se que os professores são responsáveis pela produção do conhecimento que devem ser valorizados

tanto quanto o conhecimento que é produzido pela comunidade científica educacional (MALDANER; FRISON, 2014, p. 47).

Considerando os discentes em formação inicial, existem mudanças na estrutura das Matrizes Curriculares das Licenciaturas, como a incorporação de disciplinas com uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) no Ensino de Química. Estas mudanças ainda são incipientes conforme demonstra o estudo de Silva *et al.* (2014) que apresenta uma análise das Matrizes Curriculares e ementas dos Cursos de Licenciatura em Química de Universidades do país, que estão disponíveis on-line. De um total de 19 Universidades, apenas 7 demonstram alguma relação de uso das TIC para o ensino.

Assim, tendo como base as TIC como instrumentos mediadores das relações entre professores e os conteúdos (COLL, MAURI, ONRUBIA, 2010), estas tecnologias podem ser utilizadas para que os professores possam elaborar atividades de ensino e aprendizagem que possibilitem o desenvolvimento e a participação dos alunos durante a construção do conhecimento. Dentre os diversos recursos que dispõem as TIC, pode-se exemplificar que os vídeos, as animações, as simulações ou softwares interativos, os modelos computacionais, podem auxiliar professores e alunos para efetivar o processo de construção do conhecimento científico. Para o Ensino de Química, o uso destes recursos, possibilita a disposição de representações do campo submicroscópico, e conseqüentemente, uma compreensão a nível atômico molecular dos fenômenos químicos que podem ser ensinados no contexto escolar.

Neste sentido, ressalta-se a necessidade de se investigar as potencialidades e limites de uso de simulações no Ensino de Química nos cursos de formação inicial de professores. Sendo assim, esta pesquisa apresenta uma análise das concepções dos licenciandos em Química sobre o uso de Simulações *PhET* em aulas simuladas de Química, contribuindo para uma discussão ampla e reflexiva sobre o uso destes recursos.

Embasamento Teórico

Em relação às simulações, elas podem ser uma representação imagética de entidades submicroscópicas, que possuem como objetivo específico, auxiliar os

estudantes em compreender as simplificações dos modelos científicos (GILBERT *et al*, 2000; JUSTI, 2010). Além disto, as simulações podem ser consideradas como ferramentas que auxiliem na compreensão destes fenômenos com a vantagem de representar informações que são imperceptíveis aos olhos.

Pesquisadores (WU, KRAJCIK, SOLOWAY, 2001; TREAGUST; CHITTLEBOROUGH; MAMIALA, 2003, dentre outros) enfatizam a importância do uso de diferentes modos representativos diante das dificuldades dos alunos. No Ensino de Química, se faz necessário que estes consigam relacionar as representações macroscópicas, submicroscópica e simbólica da Química (JOHNSTONE, 1993).

O modo *macroscópico* tem relação com o campo observacional, que é elaborado pelas experiências de vida diante dos fenômenos e experiências que podem ser apresentadas nas aulas de Química; o modo *submicroscópico* é baseado na teoria da matéria particulada, usado para explicar o fenômeno macroscópico em termos de movimento eletrônico, interações atômicas e moleculares. São reais, mas não observáveis, sendo necessária a representação simbólica e imagética para descrever o fenômeno e suas características. O modo *simbólico* pode ser apresentado através de equações químicas, gráficos, mecanismos de reações, os quais complementam as explicações utilizadas pelos químicos em diferentes contextos, desde a pesquisa científica até o ensino na Educação Básica (JOHNSTONE, 1993; TREAGUST; CHITTLEBOROUGH; MAMIALA, 2003).

No contexto do ensino de Química, alguns pontos refletem o porquê que os estudantes de Química apresentam dificuldades em relacionar os modos representativos do conhecimento químico, como: a) As experiências práticas no modo macroscópico são inadequadas para os estudantes (NELSON, 2002); b) Conceitos errados sobre a natureza a modo submicroscópico, com base em confusões referentes à matéria e suas partículas (HARRISON; TRAGUST, 2002); c) A falta de compreensão da complexa convenção utilizada no modo simbólico (MARAIS; JORDAAN, 2000); e, d) A incapacidade de transitarem entre os três modos do conhecimento químico (GABEL, 1998; GABEL; BUNCE, 1994).

Estas pesquisas demonstram que as deficiências apresentadas pelos alunos da Educação Básica e/ou Superior, podem ser desenvolvidas também pela falta de acesso e

utilização de recursos que represente o modo *submicroscópico*. Como também, a interpretação equivocada dos modelos representativos, pois muitos professores pensam em modelos como "reproduções" de alguma coisa (JUSTI; GILBERT, 2003).

Dado que, quando os professores utilizam, de forma consciente, simulações que representam fenômenos no modo *submicroscópico*, eles conseguem reconhecer as vantagens e limitações que cada uma delas possui em diferentes contextos (JUSTI, 2010). Entretanto, destaca-se a necessidade do professor ter domínio destes modos representativos, da noção de modelo e da representatividade expressa nessas simulações ao planejar suas atividades didáticas.

Nesta perspectiva, este trabalho apresenta uma análise das percepções dos discentes sobre o uso de simulações do *PhET* em aulas simuladas na disciplina de Prática de Ensino de Química. A proposta do mesmo é identificar como estas aulas possibilitaram uma melhor estruturação das aulas de Química com uso dos recursos.

Metodologia do Trabalho

A pesquisa foi realizada com 14 discentes que cursaram a disciplina de Prática de Ensino de Química de uma Instituição Federal de Ensino Superior (IFES). Esta disciplina foi utilizada devido a mesma ter como objetivo discutir e analisar o planejamento, a estruturação e avaliação de aulas de Química no contexto da Educação Básica, com embasamento teórico a partir de aulas simuladas.

Para a realização das aulas simuladas (7 aulas, estruturas em duplas), os discentes foram orientados que teriam o tempo de 50 minutos, podendo utilizar quaisquer recursos (experimentos, textos, vídeos, dentre outros) e a simulação do *PhET*. Essas simulações foram escolhidas devido ao seu livre acesso e por fornecer aos seus usuários a interatividade com o recurso e a compreensão de causa e efeito dentro dos fenômenos que são exploradas nas mesmas.

Durante a realização das aulas, os demais alunos observavam as mesmas com fins de desenvolver a autonomia na construção de suas aulas e o senso crítico mediante a metodologia utilizada nestas atividades (MALDANER; FRISON, 2014). Ao término da disciplina, os mesmos entregaram um relatório que continha suas observações quantos as aulas observadas e ministradas. Estas observações apresentavam informações

sobre a experiência de realização das aulas; quais eram contextualizadas e/ou interdisciplinares; quais aulas apresentavam objetivos claros e que foram atingidos; qual a viabilidade de realização da mesma aula no contexto da Educação Básica; quais exploravam o conteúdo nos três modos representativos (*macroscópico*, *submicroscópico* e *simbólico*) e, por fim, a viabilidade real de uso das simulações apresentadas em cada aula. Esta última que compôs os resultados deste trabalho.

A análise dos relatos dos estudantes sobre as potencialidades e limitações de uso do *PhEt*, bem como sua experiência de uso presente nos relatórios foi baseada na Análise Textual Discursiva (ATD), segundo Moraes e Galiuzzi (2011), a qual valoriza a descrição e a interpretação como forma de apresentar os resultados de uma análise.

Resultados obtidos

Durante a realização das aulas de Prática de Ensino de Química, foram discutidas questões sobre: Competências e habilidades no Ensino de Química; as dimensões dos Conhecimentos conceituais, atitudinais e procedimentais; Mediação e Transposição Didática; Analogias e Metáforas; Modos Representativos da Química; Análise de Currículo de Química na Educação Básica; Plano de Ensino e Planejamento de aula. Concomitante ao estudo desta disciplina, os discentes cursavam a disciplina Instrumentação no Ensino de Química, a qual explorava os diversos recursos didáticos que poderiam utilizar nas aulas de Química.

Como em outros processos de aprendizagem na formação inicial, foi perceptível que alguns discentes não demonstraram um domínio completo do assunto explorado. Isto era esperado, considerando que os mesmos geralmente sentem dificuldades em explorar os conteúdos científicos de forma ampla, em suas atividades iniciais de docência.

No Quadro 1, são apresentadas um resumo das aulas dos discentes com breve descrição dos assuntos e dos recursos utilizados em suas aulas simuladas. Informa-se que o nome dos discentes foram substituídos por siglas para preservar sua identidade.

Quadro 1: Síntese das aulas simuladas apresentadas pelas 7 duplas em Prática de Ensino de Química

Dupla	Assunto/Discentes	Recursos Utilizados
-------	-------------------	---------------------

Revista Tecnologias na Educação – Ano 8 - número 14 – Julho 2016 - tecnologiasnaeducacao.pro.br

<http://tecedu.pro.br/>

1	Cinética Química (Dai, Fra)	- Experimentos com a bexiga e comprimido efervescente; - Atividade em dupla sobre fatores que influenciam a reação Química; - <i>PhET</i> 'Reações e Taxas'
2	Propriedades dos Gases (Lai, JP)	- Experimento com bexiga e água em diferentes temperaturas; - Experimento com seringa; - <i>PhET</i> 'Propriedade dos Gases'
3	Ácidos e Bases; Equilíbrio Químico; pH e pOH; Indicadores de pH (Fran, Mai)	- Experimentação com o repolho roxo; - Atividade prática com o experimento e anotações em ficha; - Ficha - Resumo sobre os assuntos explorados; - Ficha com exercícios; - Vídeo de 15 min sobre o assunto. - <i>PhET</i> 'Escala de pH'
4	Soluções Aquosas de Água e Sal (JR, Ren)	- Experimento de dissolução de sal e açúcar / Condutividade de corrente elétrica; - Lista de exercício com questões relativas ao experimento e questões com cálculos; - <i>PhET</i> 'Soluções de Açúcar e Sal'
5	Concentração de Soluções (Am, Nei)	- Atividade individual com cálculos; - Experimento de dissolução do suco em pó; - <i>PhET</i> 'Concentração'
6	Equilíbrio ácido-base e Condutividade (Gis, Cic)	- Exercícios no slide - <i>PhET</i> 'Soluções Ácido-Base'
7	Estados Físicos da Matéria (Eri, Kec)	- Atividade com representação de moléculas (modelos) - Vídeo ilustrativo - <i>PhET</i> 'Estados da Matéria'

Considerando as informações apresentadas anteriormente, identifica-se as simulações do *PhET* (Disponível em: <https://goo.gl/t99hTy>) que foram exploradas pelos discentes nas aulas simuladas, bem como outros recursos por eles utilizados.

Ao analisar os relatórios entregues pelos discentes, todos eles informaram que o uso da simulação possibilitou uma 'visualização' do fenômeno químico. Destaca-se para a argumentação dos discentes *Mai, Lai, JP, Nei, Am e JR* que apresentaram uma análise simplista, informando que a simulação permite uma '*melhor visualização*' e compreensão de determinado fenômeno. Identifica-se que se faz necessária a compreensão de que os modelos são representativos e não 'reproduções' de alguma coisa (JUSTI; GILBERT, 2003). E, que estes modelos são as principais ferramentas que os cientistas utilizam para produzir o conhecimento científico, não sendo cópias da realidade.

O discente *Cic* apresenta uma visão crítica sobre as potencialidades, argumentando que *“auxilia na visualização dos alunos facilitando obtenção do pensamento abstrato, pois o mesmo tenta mostrar os assunto em escala submicro, também mostram que a matéria não é estática e isso situa o aluno durante as aulas.”* Nesta perspectiva, percebe-se que o discente compreende que as simulações possibilitam a compreensão dos fenômenos químicos no modo submicroscópico (SEDDON; SHUBBER, 1985). Como limitações, identificou que elas são simplistas e que por isto *“o professor deve tentar relacionar o PhET com o conteúdo em sua totalidade, pois o mesmo só apresenta pontos que o professor pode fazer relações com alguns pontos do conteúdo”*.

Neste caso, identifica-se que *Cic* compreende que a simulação ela não explora um conteúdo em sua totalidade, cabendo ao professor estruturar bem suas aulas com os conteúdos que serão estudados e ampliados posteriormente com outros recursos.

Destaca-se o relato do discente *Ren* que informou que *‘o PhET não gera resíduo, nem gasto de reagentes e acelera uma apresentação na aula, traz conforto e pode ser praticado diversas vezes’*. Esta reflexão sobre o uso do recurso em sala de aula, infere que o uso da simulação possibilita às escolas que não dispõem de Laboratório de Ciências, aulas que explorem a Química em outra forma representativa. Conseqüentemente, o uso da simulação não polui o meio ambiente e o seu acesso pode ocorrer em qualquer lugar e horário, possibilitando que o professor também possa entregar atividades para serem realizadas pelos seus alunos fora do ambiente escolar. Para que isto ocorra, como disse *Dai*: *‘cabe ao professor refletir melhor o uso do recurso e adequar a aula de acordo com o que o recurso oferece’*.

Am e *Nei* informaram que o uso do *PhET* ‘Concentração’ possibilitou relacionar o conteúdo com a representação submicroscópica, facilitando a compreensão do fenômeno para o aluno. Contudo, ambas informaram que esta simulação é limitada por não possibilitar a medição da quantidade de soluto adicionada ao solvente. Mesmo com esta inferência, a discente *Kec* apresentou em seu relatório que o valor da *‘massa poderia ser encontrada através de cálculos que foram explorados durante a aula [...] , sendo mais interessante ter calculado a massa pelo menos uma vez, que poderia ser*

quando o simulador indicava que a solução estava saturada ou insaturada. Sabendo-se a concentração e o volume, era possível realizar o cálculo’.

Esta reflexão demonstra que os momentos de discussões e análises das aulas simuladas possibilitaram nos discentes as percepções de que a prática docente deve ir além da realização de atividades de ensino e domínio de conteúdo. É necessário encontrar desenvolver a autonomia para a construção de aulas, bem como na escolha dos recursos e sua melhor utilização.

A discente *Eri* destaca que *‘as simulações auxiliam ao professor a desenvolver junto ao aluno o nível do conhecimento submicroscópico, que é um nível pouco difundido e explorado no Ensino Médio. Já a sua principal limitação é não abordar o conteúdo de forma plena, sendo necessário utilizá-lo somente em pontos específicos, o que para alguns professores, pode se tornar uma dificuldade, pois estes ao invés de utilizarem o PhET como ancoragem dos pontos abordados pelo recurso, podem fazer um recorte do conteúdo a ser abordado para adaptá-lo ao PhET. Desta forma, não é apenas uma limitação dos recursos, mas também do professor por não utilizá-lo de forma estratégica.’*

Acredita-se que as limitações observadas pelos discentes possibilitaram mudanças no que tange a valorização que se dá ao nível simbólico do conhecimento químico, baseadas essencialmente em aulas teóricas, e quando macroscópicas, restringindo-se às aulas experimentais. Assim, sem associação destas ao nível submicroscópico, os professores se limitam às descrições simplórias do que acontece nos fenômenos químicos (GIBIN; FERREIRA, 2013).

A Dupla *Eri* e *Kec* informam uma limitação ‘grave’ na simulação *‘Estados da Matéria’* que apresentam um gráfico que simula a estruturação do gráfico de Diagrama de Fases e a relação com a Pressão e Temperatura, por não ser possível o controle de um dos parâmetros, sendo possível variar apenas um parâmetro, inviabilizando uma melhor forma de relacionar as mudanças de estados físicos da matéria relacionando temperatura e pressão com o diagrama de fases. Cabendo assim ao professor, explicar a limitação da simulação aos seus alunos e complementar as informações durante a aula.

Mediante os dados analisados, percebeu-se que mesmo em formação inicial, é perceptível que este tipo de experiência possibilitou nos discentes momentos de reflexão e compreensão que o processo de ‘ser professor’ é contínuo e que ele aprende, progressivamente, a melhor estruturar suas aulas e de dominarem o seu ambiente de trabalho (MALDANER, FRISON, 2014).

Conclusões

Em relação a experiência das aulas simuladas, percebe-se que ela foi válida, pois essas situações práticas é que possibilitam momentos de reflexão e de construção de novos olhares para a profissionalização docente. Além disto, a análise crítica das simulações por parte dos docentes demonstraram que os mesmos se preocuparam com a estruturação de suas aulas e de buscarem a simulação que melhor se relacionava com o conteúdo ministrado por eles.

Contudo, ressalta-se que são necessárias mais atividades simuladas e de preferência que elas fossem realizadas no contexto real escolar, possibilitando uma forma mais ampla de significação, diminuindo o distanciamento entre a teoria e a prática educacional e o desenvolvimento do pensamento químico. Com isso, acredita-se que este trabalho possa contribuir para a área de uso de TICs no Ensino de Química e que possa estimular a estruturação de momentos de formação continuada para os docentes que atuam na Educação Básica do país.

Referências Bibliográficas

BARNEA, N. The use of computer-based analog models to improve visualization and chemical understanding. In: J.K. Gilbert (Eds.), **Exploring Models and Modelling in Science and Technology Education**. Reading: University of Reading, Faculty of Education and Community Studies, 1997. p. 145-161.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino médio**. Brasília: Secretaria da Educação Básica, 2002.

COLL, C.; MAURI, T.; ONRUBIA, J. A incorporação das tecnologias da Informação e Comunicação na Educação. **Psicologia da Educação do Virtual: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e Comunicação**. Coll; Monereo (Org.) Porto Alegre: Artmed, 2010. P. 66-93.

- GABEL, D.L.. The complexity of chemistry and implications for teaching. In: FRASER, B.J.; TOBIN, K.G. (Eds). In: **International Handbook of Science Education**. London: Kluwer Academic Publishers, 1998. p. 233-248.
- GABEL, D.L.; BUNCE, D.M. Research on problem solving: chemistry. In: GABEL, D.L. (Ed.). In **Handbook on research on Science Teaching and Learning**. New York, USA: Macmillan, 1994, p.301-326.
- GEPEC. Estudando o Equilíbrio Ácido e Base. **Química Nova na Escola**. Nº 1 Maio, 1995, p. 32-33.
- GIBIN, G.B.; FERREIRA, L.H. Avaliação dos Estudantes sobre o Uso de Imagens como Recurso Auxiliar. **Química Nova na Escola**. v. 35, n.1, fev. 2013. p. 19-26.
- GILBERT, J. K. Endpiece: research and development on visualization Science in Education. In John K. Gilbert (Eds.) **Visualization in Science Education**. Dordrecht: Springer, 2007. p. 333-335.
- HARRISON, A.G.; TREAGUST, D.F. The particulate nature of matter: Challenges in understanding the submicroscopic world. In J.K. Gilbert, O. De Jong, R. Justi, D.F. Treagust, and J.H. Van Driel (Eds.) **Chemical Education: towards research-based practice**. Dordrecht: Kluwer Academic, 2002, p.189-212.
- JOHNSTONE, A. H. The development of chemistry teaching: a changing response to a changing demand. **Journal of Chemical Education**, v. 70, n. 9, 1993, p. 701-705.
- JUSTI, R. Modelos e Modelagem no Ensino de Química: Um olhar sobre aspectos essenciais pouco discutidos. In: W.L.P. dos Santos; O.A. Maldaner. (Orgs.). **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Unijuí, 2010. p. 209-230.
- JUSTI, R.; GILBERT, J. Teachers' views on the nature of models. **International Journal of Science Education**. v. 25, n.11, 2003, p. 1369-1386.
- KOZMA, R.; RUSSELL, J. Pupils Becoming Chemists: Developing Representational Competence. In J. K. Gilbert (ed.) **Visualization in Science Education**. Dordrecht: Springer, 2007, p.121-146.
- MACHADO, A. H. **Aula de Química: discurso e conhecimento**. Ed. Unijuí: Ijuí, 1999.
- MALDANER, O. **A Formação inicial e continuada de professores de Química: professores/pesquisadores**. 1 ed. Ijuí, RS: Ed. Unijuí, 2000.
- MALDANER, O.A.; FRISON, M.D. Constituição do Conhecimento de Professor de Química em Tempos e Espaços Privilegiados na Licenciatura. In: NERY; MALDANER (Orgs.) **Formação de professores: compreensões em novos programas e ações**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2014, p.43-81.
- MARAIS, P; JORDAAN, F. Are we talking symbolic language for granted? **Journal of Chemical Education**, v. 77, n. 10, 2000. p.1355 – 1357.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M.C. **Análise Textual Discursiva**. 2. Ed. Rev. Ijuí: Ed. Unijuí, 2011.
- NELSON, P. G. Teaching chemistry progressively: From substances, to atoms and molecules, to electrons and nuclei. **Chemistry Education: Research and Practice**. v. 3, n. 2, 2002, p. 215-228.
- SCHNETZLER, R. P. Concepções e alertas sobre formação continuada de Professores de Química. **Química Nova na Escola**. n. 16, nov. 2002, p. 15-20.
- SEDDON, G. M.; SHUBBER, K. E. Learning the visualization of three-dimensional spatial relationships in diagrams at different ages in Bahrain. **Research in Science and Technological Education**, v., n. 2, 1985. p. 97-108.

SILVA, I.M, TEIXEIRA, M.M.; LEÃO, M.B.C.; A inserção das tecnologias da informação e comunicação em currículos da Licenciatura em Química. **Temática** (João Pessoa. Online), v. 1, 2014, p. 1-12.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011

TREAGUST, D. F.; CHITTLEBOROUGH, G.; MAMIALA, T. L. The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. **International Journal of Science Education**, v. 25, n. 11, 2003, p. 1353-1368.

WU, H. KRAJCIK, J.S.; SOLOWAY, J. Promoting understanding of chemical representations: student's use of visualization tool in the classroom. **Journal of Research in Science Teaching**. v. 38, n. 7, 2001. p. 821-842.

Recebido em abril 2016

Aprovado em junho 2016