

**“LABIRINTO DE PAULING”: UMA FERRAMENTA DIDÁTICA DIGITAL  
PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM DE DISTRIBUIÇÃO ELETRÔNICA**

**"LABIRINTO DE PAULING": A COMPUTATIONAL DIDACTIC TOOL FOR  
TEACHING-LEARNING OF ELECTRONIC DISTRIBUTION**

**Lucidéa Guimarães Rebello Coutinho<sup>1\*</sup>, Carlos Magno Rocha Ribeiro<sup>2</sup>, Danielle  
Domingues Alves<sup>3</sup>, Marcelo Monteiro Marques<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Prof<sup>a</sup>. do Departamento de Físico-Química/UFF; Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da  
Natureza/UFF; Núcleo de Pesquisa em Ensino de Química – NUPEQUI / UFF em Licenciatura em  
Química – IQ-UFF/ [lucideac@yahoo.com.br](mailto:lucideac@yahoo.com.br)

<sup>2</sup>Prof Dr do Departamento de Química Orgânica – IQ-UFF; Programa de Pós-Graduação em Ensino de  
Ciências e da Natureza/UFF; Núcleo de Pesquisa em Ensino de Química – NUPEQUI / UFF em  
Licenciatura em Química – IQ-UFF/ [carlosmagnoribeiro@id.uff.br](mailto:carlosmagnoribeiro@id.uff.br)

<sup>3</sup>Prof<sup>a</sup> da Secretaria Estadual de Educação - Secretaria Estadual de Educação do Rio de Janeiro/  
[ddalvesuff@yahoo.com.br](mailto:ddalvesuff@yahoo.com.br)

<sup>4</sup>Prof. da Secretaria Estadual de Educação do Rio de Janeiro - Secretaria Estadual de Educação do Rio de  
Janeiro/ [marcelomarques19@hotmail.com](mailto:marcelomarques19@hotmail.com)

**RESUMO**

A “*Distribuição Eletrônica dos Elementos Químicos*” é considerada pelos estudantes do Ensino Médio um dos conteúdos mais complexos da Química, talvez pela dificuldade que têm de visualizar o “*abstrato*” átomo. Muitos aprendizes consideram de difícil entendimento a ferramenta didática usada para descrever a distribuição eletrônica, “*Diagrama de Pauling*”, que geralmente é encontrada nos livros de Química. Devido a esse fato, um grupo de professores e alunos do Instituto de Química e Computação da Universidade Federal Fluminense (UFF), desenvolveu o simulador chamado de “*Labirinto de Pauling*” entre os anos de 2011/12. Esse trabalho descreve a elaboração, aplicação e avaliação dessa ferramenta didática digital para facilitar o entendimento dos alunos de como cada elemento químico tem seus elétrons distribuídos de acordo com os níveis/subníveis de Energia. O simulador foi aplicado em atividades em diversas Semanas de Ciência e Tecnologia da UFF, sendo considerado pelos estudantes e professores uma ferramenta instrucional interessante e motivadora.

**Palavras chave:** Ensino Médio, Ferramenta Didática, Simulador digital, Distribuição Eletrônica.

**ABSTRACT**

The “*Electronic Distribution of Chemical Elements*” is considered by High School students one of the more complex contents of Chemistry, perhaps because of the difficulty they have in visualizing the “*abstract*” atom. Many students find it difficult to understand the didactic tool used to describe the electronic distribution, “*Pauling Diagram*”, which is usually found in chemistry books. Due to this fact, a group of professors and students of the Institute of Chemistry and Computation of the Federal Fluminense University (UFF) developed the simulator called “*Pauling Labyrinth*”

between the years of 2011/12. This work describes the design, application and evaluation of this digital didactic tool to facilitate students' understanding of how each chemical element has its electrons distributed according to the energy levels/sub levels. The simulator was applied in activities in several Weeks of Science and Technology of the UFF, being considered by students and teachers an interesting and motivating instructional tool.

**Key-Words:** High School, Didactic Tool, Electronic Distribution, Digital Simulator.

**Área Temática:** Ensino, Tecnologia e Inovação.

## **INTRODUÇÃO**

No sistema educacional brasileiro existem diversos problemas que vão de desestímulo aos educadores por parte governamental a problemas de infraestrutura nas escolas. Além disso, muitos autores e professores tem mencionado que de forma geral o alunado do Ensino Médio apresenta certo grau de desinteresse e baixo rendimento em “aprender”, principalmente quando se trata da Química, talvez por ser uma disciplina com conteúdos muito abstratos. Desse modo, são inúmeros os fatores que contribuem para esses comportamentos na vida educacional brasileira (SILVA e SARTORI, 2012).

Apesar disso, incontáveis educadores buscam desenvolver metodologias e ferramentas didáticas para facilitar e motivar os aprendizes a serem mais críticos e reflexivos, na busca de um aprendizado mais significativo (MOREIRA, 1998; EVANGELISTA e CHAVES; 2013). Esses esforços vão ao encontro do que preconiza o conteúdo curricular do Ensino Médio que ainda é orientado pelos Parâmetros Curriculares Nacionais, os quais são baseados em competências e habilidades, interdisciplinaridade e contextualização (RICARDO e ZYLBERSZTAJN, 2007).

Uma das estratégias empregadas para um processo de ensino/aprendizagem utiliza a ludicidade, tendo em vista que elementos lúdicos são pedagogicamente benéficos para que o aprendiz aprenda mais facilmente e desenvolva suas habilidades e competências (NASCIMENTO e VIANA, 2016, e referências aí citadas).

Por outro lado, a utilização da Tecnologia da Informação e Comunicação tem se tornado outra estratégia importante no ensino contemporâneo, tanto em espaços formais e quanto não formais de ensino, tendo em vista que a utilização de computadores, vídeo games e outras ferramentas digitais fazem parte do cotidiano do alunado e das escolas (PRENSKY, 2012; SILVA, 2016; MACHADO, 2015).

De um modo geral, os estudantes apresentam certa dificuldade em descrever a distribuição eletrônica dos elementos químicos, por camadas ou por subníveis de Energia (MOREIRA *et al*, 2016; COSTA *et al*, 2013; DANTAS *et al*, 2016). Talvez, essa dificuldade esteja atrelada a pouca visualização do “*abstrato átomo*”. Percebemos ainda em nossa prática docente, que muitos desses aprendizes consideram que a ferramenta didática, geralmente descrita nos livros de Química, que é usada para descrever a distribuição eletrônica dos elementos químicos, o “Diagrama de Pauling”, não é tão simples para essa visualização, conseqüentemente, ao entendimento desse conteúdo didático.

Buscando contribuir com a melhoria do entendimento desse conteúdo programático do Ensino de Química por parte dos estudantes, muito pesquisadores da educação têm desenvolvido diversas ferramentas instrucionais lúdicas, como jogos e outras atividades (alguns exemplos: COSTA *et al*, 2013; DANTAS *et al*, 2016 NASCIMENTO e VIANA, 2016).

Do mesmo modo, devido nosso interesse no desenvolvimento de ferramentas instrucionais que facilite, motive e conduza a melhoria do processo ensino/aprendizagem, descrevemos nesse trabalho a da elaboração, aplicação e uma breve avaliação de um simulador chamado “Labirinto de Pauling” (MARQUES *et al*, 2012). Essa ferramenta didática digital busca de forma lúdica e interativa, facilitar e tornar mais agradável o processo de ensino/aprendizagem do abstrato "Diagrama de Pauling". Além disto, procura estimular o raciocínio e a curiosidade dos alunos dos Ensinos, Fundamental e Médio, tendo em vista que o aluno pode visualizar e “manusear virtualmente” o "Labirinto de Pauling".

## **METODOLOGIA**

O estudo realizado neste trabalho pode ser classificado como uma pesquisa aplicada, quanto à sua natureza, pois, de acordo com Prodanov e Freitas (2013, p.61), é aquela que: “[...] objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos”. Nesse trabalho, podemos dizer que a utilização de um simulador digital é a aplicação prática de uma ferramenta didática que permite ao estudante interagir com o instrumento educacional, na busca da facilitação e motivação para o processo de ensino/aprendizado de Química no Ensino Médio. Do ponto de vista

do procedimento técnico, esta pesquisa pode ser classificada como pesquisa-ação, uma vez que, esse tipo de pesquisa se dá “[...] quando concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo”.

O presente trabalho se deu através do estudo desenvolvido por uma equipe composta por professores e estudantes dos Institutos de Química e Computação da Universidade Federal Fluminense nos anos de 2011 e 2012, o qual fez parte do Projeto Condigital MEC - MCT; Universidade Federal Fluminense, UFF.

As etapas da metodologia que visa a elaboração, aplicação e análise do simulador digital chamado “Labirinto de Pauling” estão descritas a seguir:

- a. Pesquisa bibliográfica para o levantamento dos conteúdos químicos relacionados à Distribuição eletrônica dos elementos químicos e ferramentas didáticas;
- b. Escolha do tipo de tecnologia a ser aplicada para o desenvolvimento do material didático e determinação das metas a serem alcançadas com a utilização do recurso;
- c. Desenvolvimento do recurso digital pela equipe;
- d. Elaboração de um guia para o professor;
- e. Avaliação preliminar do recurso pela equipe de idealização.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As etapas iniciais do trabalho envolveram a formação da equipe e discussão sobre a metodologia e ferramenta a ser empregada. Após levantamentos bibliográficos sobre um tema de difícil entendimento por parte dos estudantes do Ensino Médio e possíveis ferramentas didáticas a serem desenvolvidas, decidiu-se: a) pela elaboração de um simulador digital, uma vez que são instrumentos que usam uma tecnologia de interesse do alunado por estar presente no seu dia a dia, o computador; b) por abordar a “distribuição eletrônica dos elementos químicos”, tendo em vista que existem certo desinteresse e dificuldade de aprendizado por esse conteúdo por parte dos aprendizes, como mostrado anteriormente.

As principais metas para o desenvolvimento desse recurso didático foi: a) permitir ao aluno o entendimento claro de como se dá a distribuição eletrônica de um elemento químico, sem que haja em nenhum momento erro na sua distribuição. b) possibilitar ao aluno entender sobre o último subnível preenchido de cada elemento,

agrupando-o de acordo com esse preenchimento; c) que o aluno entenda com clareza que a distribuição eletrônica dos elementos químicos possui diferentes gradientes de Energia, visualizada pelos tubos de diferentes tamanhos, os quais serão preenchidos pelos “elétrons” (representados por bolinhas), no equipamento virtual; d) mostrar de uma forma interativa, um modelo virtual do abstrato "Diagrama de Pauling", onde o aluno poderá visualizar e “manusear virtualmente” o "Labirinto de Pauling", tornando assim a relação Ensino/Aprendizagem mais agradável, estimulando o raciocínio e a curiosidade dos alunos dos Ensinos, Fundamental e Médio.

O software foi desenvolvido por estudantes e professores do Instituto de Computação da UFF, a partir de sua criação por parte dos professores e alunos do Instituto de Química, também da UFF (MARQUES *et al*, 2012). O sistema utilizado foi o *macromedia* Flash 9, o qual necessita de uma versão mínima de navegador (browser) e de *plug-in's* previamente instalados, como o plug-in do Flash 9, plug-in Java (TM) Plug-in Version 1.4.1 e o Acrobat Reader.

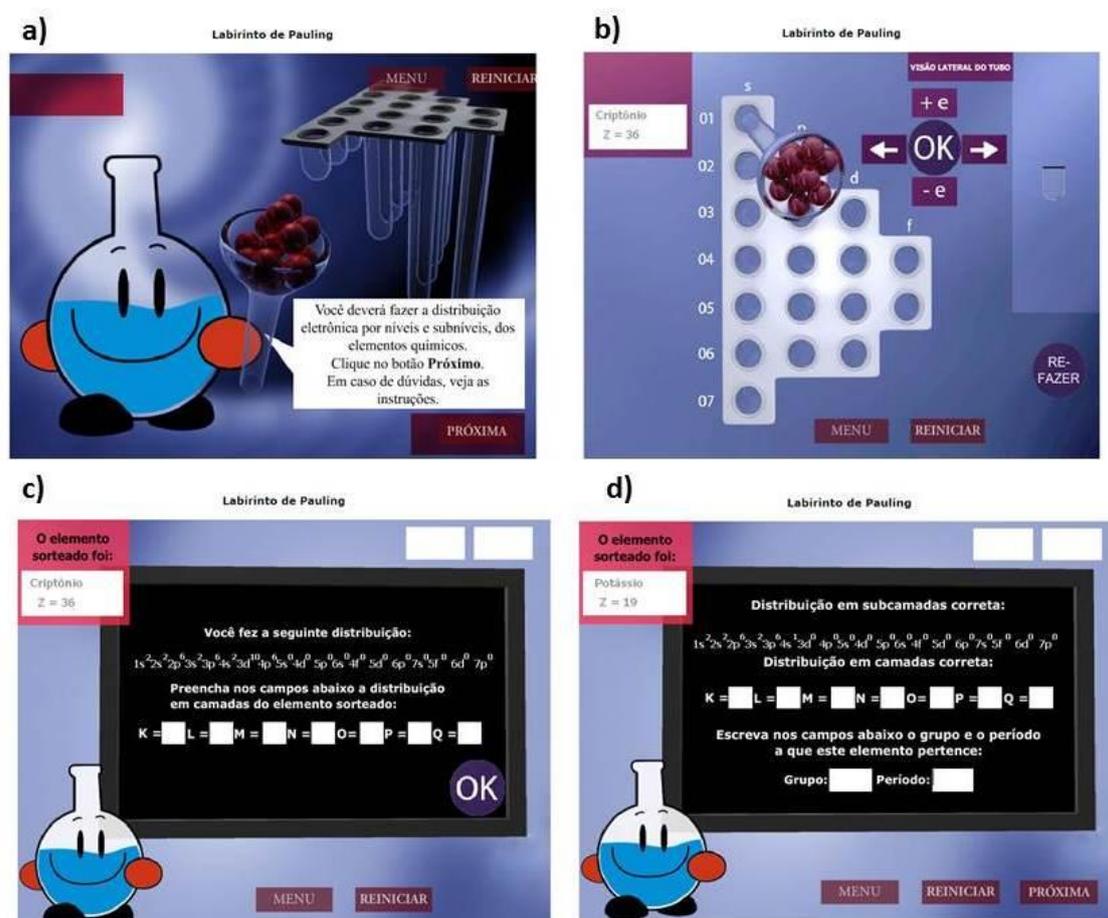
O simulador “Labirinto de Pauling” (Figura 1) tem como página inicial um cenário que remete ao “Diagrama de Pauling” onde o estudante pode visualizar e acessar as instruções, os créditos e iniciar o “jogo”. Nesse recurso didático ainda se encontram os mascotes do Núcleo de Pesquisa em Ensino de Química da UFF (NUPEQUI) chamados “Quimneco e Quimneca”.



Fonte: os autores.

Figura 1: Tela inicial do software proposto.

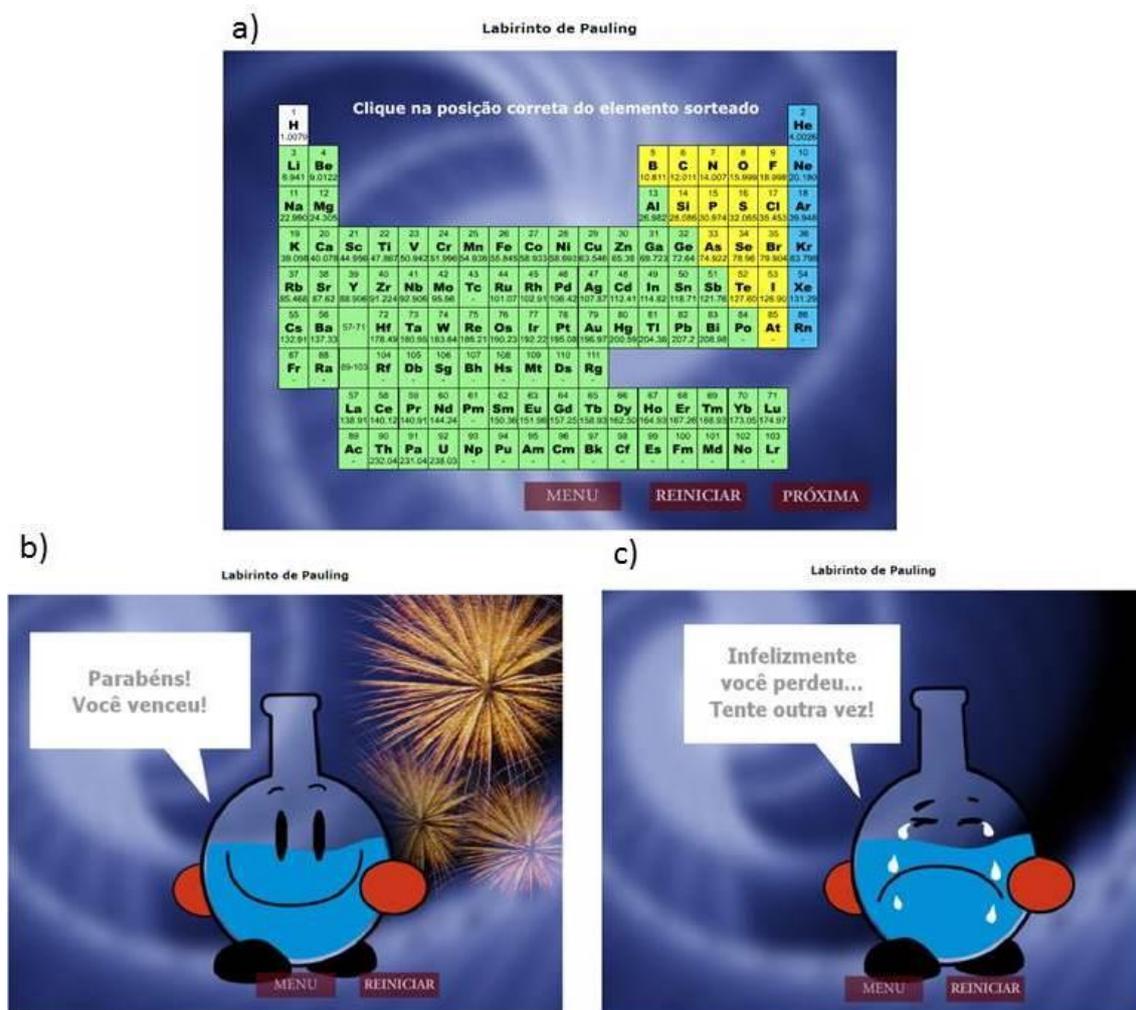
Na tela a seguir mostrada no software (Figura 2a) observa-se o QUIMNECO, boneco mascote virtual, orientando como se dá o prosseguimento do jogo e o modelo virtual do equipamento “Labirinto de Pauling”. Ao clicar no ícone “Próxima” será aberta uma nova tela informando que está sendo sorteado um elemento químico com o seu respectivo número atômico e, automaticamente aparecerá uma nova tela. Nesse momento é mostrada uma visão panorâmica do equipamento virtual “Labirinto de Pauling” (Figura 2b), onde o aluno é orientado sobre o preenchimento dos elétrons em cada subnível, de acordo com o número atômico do elemento químico sorteado. Ao terminar a distribuição eletrônica do elemento químico sorteado, deve-se clicar no ícone “ok” e aparecerá uma nova tela orientando que seja preenchida nos campos destacados, a distribuição em camadas do elemento sorteado (Figura 2c). Se a distribuição em camadas estiver correta irá aparecer uma nova tela (Figura 2d) informando que deve ser escrito nos campos destacados, o grupo e o período que o elemento químico pertence.



Fonte: os autores.

Figura 2: a) tela com o Quimneco orientando como se dá o procedimento para iniciar o jogo; b) Tela mostrando o equipamento virtual “Labirinto de Pauling” com orientação para o preenchimento dos elétrons; c) Tela mostrando a distribuição dos elétrons em camadas, e d) Tela informando que seja escrito o Grupo e o Período que o elemento pertence.

A simulação da distribuição eletrônica termina na tela que informa para que o aluno aponte o Grupo e o Período que o elemento químico sorteado pertence (Figura 3a) e, pede para clicar no ícone “próxima” onde irá aparecer uma nova tela, onde é mostrado a Tabela Periódica, orientando que seja clicado a posição correta do elemento químico sorteado. Caso esteja correto o assinalamento na Tabela, outra tela aparece, onde o QUIMNECO informa que o jogador venceu! (Figura 3b) ou perdeu (Figura 3c).



Fonte: os autores.

Figura 3: a) tela com o Quimneco orientando como se dá o procedimento para iniciar o jogo; b) Tela mostrando o equipamento virtual “Labirinto de Pauling” com orientação para o preenchimento dos elétrons; c) Tela mostrando a distribuição dos elétrons em camadas, e d) Tela informando que seja escrito o Grupo e o Período que o elemento pertence.

Visando facilitar o entendimento e colaborar com o professor na sua prática docente ao utilizar o recurso, foi desenvolvido um Guia do Professor, que apresenta a organização do conteúdo do simulador, bem como apresenta sugestões do seu uso em sala de aula.

O simulador digital foi preliminarmente avaliado em 2011/12, o qual aprovado por estudantes dos cursos de graduação em Química da UFF e por professores do Ensino Médio do Estado do Rio de Janeiro, e posteriormente foi avaliado por consultores *ad hoc* do MEC, nos mesmos anos, sendo aprovado e disponibilizado no sítio do Banco Internacional de Objetos Educacionais. Em relação ao alunado, a percepção da aprovação se deu de modo presencial como pré-avaliação do produto em atividades de experimentação no Instituto de Química. Três professores do Ensino Médio avaliaram o produto e responderam a um questionário com cerca de cinco questões. A partir das respostas desse questionário percebeu-se que o produto foi considerado interessante e que pode se tornar um facilitador do processo ensino/aprendizagem do tema. Finalmente, para a publicação do produto no portal do MEC/Banco Internacional de Objetos Educacionais (MARQUES *et al.*, 2012) ele foi avaliado por consultores *ad hoc* do MEC.

Além disso, esse recurso educacional foi utilizado em atividades desenvolvidas pelo Instituto de Química nas Semanas de Ciência e Tecnologia da UFF nos anos de 2012 a 2014. Nesse momento foi possível perceber a facilidade de manuseio e motivação dos visitantes no seu uso. Professores do Ensino Médio que orientavam os seus alunos nas visitas, consideraram o produto interessante para ser usado em sala de aula.

## **CONCLUSÕES**

Acredita-se que a ferramenta pedagógica pode contribuir para um melhor entendimento da estrutura atômica dos elementos químicos, possibilitando aos alunos concluírem com segurança o porquê das interações entre determinados elementos. Além disso, entende-se que o “manuseio virtual” do software proposto, pode levar o estudante ter maior motivação para o aprendizado da distribuição eletrônica e, conseqüentemente a estrutura atômica descrita em livros didáticos de Química.

Acredita-se que o desenvolvimento detalhado de uma ferramenta didática, mesmo que virtual, respeitando os parâmetros científicos, pode contribuir para a melhoria da qualidade do ensino e a motivação de um aprendizado significativo e coerente, levando o aluno a refletir sobre a importância dos conteúdos apresentados, bem como, interagir com o modelo proposto, tendo a sensibilidade de tocá-lo, mesmo que virtual e entender um pouco do mundo microscópico.

## AGRADECIMENTOS

Aos alunos e professores visitantes das Semanas de Ciência e Tecnologia. Ao MEC/MCT/UFF, pelo financiamento.

## REFERÊNCIAS

- COSTA, C. M. S.; LIMA, A.G. da S.; SILVA, I. D. de L.; BRITO, A. M. S. S. Jogando com a tabela: uma maneira divertida de trabalhar o conteúdo e contextualizar os elementos químicos. XIII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão – JEPEX. UFRPE: Recife, 09 a 13 de dezembro de 2013. Disponível em: <http://www.eventosufrpe.com.br/2013/cd/resumos/R0558-1.pdf>. Acesso em janeiro de 2018.
- DANTAS, L. M.; BASTOS, A. R. B.; FERREIRA, C. C.; TEIXEIRA, R. L.; DIAS, S. F. Diagrama Tátil de Linus Pauling e Diagrama em 3D: recursos pedagógicos produzidos a partir de vias alternativas para o ensino de alunos com DV. 36º EDEQ, 14 e 15 de outubro de 2016. Disponível em: [http://porteiros.s.unipampa.edu.br/pibid/files/2014/05/Lucasetal\\_EDEQ-2016.pdf](http://porteiros.s.unipampa.edu.br/pibid/files/2014/05/Lucasetal_EDEQ-2016.pdf). Acesso em janeiro de 2018.
- DIAS, E. de F. Distribuição eletrônica dinâmica, um recurso didático contribuindo para a aprendizagem de Química no Ensino Médio. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química)- Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014. Disponível em: <http://dspace.bc.uepb.edu.br:8080/xmlui/handle/123456789/4975>. Acesso em janeiro de 2018.
- EVANGELISTA, Y. S. P.; CHAVES, E. V. Ensino de química: metodologias utilizadas e abordagem de temas transversais. **IGAPÓ: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFAM**. Número Especial, p. 16-24, 2013.
- MACHADO, A. S. Uso de Softwares Educacionais, Objetos de Aprendizagem e Simulações no Ensino de Química. **Revista Química Nova na Escola**, v. 38, n. 2, p. 104-111, 2016.
- MARQUES, M. M.; DOMINGUES, A. D.; RIBEIRO, C. M. R.; COUTINHO, L. G. R. Labirinto de Pauling. Banco Internacional de Objetos Educacionais, 2012. Disponível em: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/20029>. Acesso em janeiro de 2018.
- MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. **Cadernos de Aplicação**, v. 11, n. 2, p. 143-156, 1998.
- MOREIRA, B. C. T.; PEREIRA-JUNIOR, L.; SILVA, C. S. Forming ChemBonds: um material didático voltado para o ensino de ligações químicas XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ), Florianópolis, SC, Brasil – 25 a 28 de julho de 2016. Disponível em: <http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R2357-2.pdf>. Acesso em janeiro de 2018.

NASCIMENTO, A. M. S.; VIANA, K. da S. L. Utilização de um jogo didático no conteúdo de distribuição eletrônica no ensino de química. XII Congresso internacional das licenciaturas COINTER – PDVL 2016. Disponível em: <http://cointer-pdvl.com.br/wp-content/uploads/2017/01/UTILIZA%C3%87%C3%83O-DE-UM-JOGO-DID%C3%81TICO-NO-CONTE%C3%94DO-DE-DISTRIBUI%C3%87%C3%83O-ELETR%C3%94NICA-NO-ENSINO-DE-QU%C3%8DMICA.pdf>. Acesso em janeiro de 2018.

PRENSK, M. **Aprendizagem baseada em jogos digitais**. Tradução de YAMAGUTE, E. São Paulo: Ed. Senac:, 2012.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2 ed., Novo Hamburgo: Ed. Novo Hamburgo:, 2013.

RICARDO, E. C.; ZYLBERSZTAJN, A. Os parâmetros curriculares nacionais na formação inicial dos professores das ciências da natureza e matemática do ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 3, p. 339-355, 2007.

SILVA, F. C.; SARTORI, J. Dificuldades de aprendizagem: os desafios da carreira docente. **Revista Monografias Ambientais**, v. 8, n. 8, p. 1759-1774, 2012.

SILVA, I. M.; LINS, W. C. B.; LEÃO, M. B. C. A utilização das tecnologias da informação e comunicação em cursos de licenciatura em Química. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 8, p. 1-11, 2016.