



A UTILIZAÇÃO DO *SOFTWARE* PhET NO ENSINO DE REAÇÕES QUÍMICAS REVERSÍVEIS: POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES

Patrick Félix de Oliveira¹
Gracielle Pereira Sales²

RESUMO

Este trabalho, que se trata de uma pesquisa aplicada, de abordagem qualitativa, com finalidade descritiva e cujos dados foram coletados através da observação participante, apresenta uma prática realizada em uma turma de estudantes do curso de Licenciatura em Química, no qual, foi-se apresentado para sala um simulador de Reações Reversíveis do PhET. Após uma breve apresentação do *software*, de sua interface e ferramentas, os graduandos foram convidados a exporem seus pontos de vista à cerca do programa. A princípio, o primeiro objetivo desta parte da atividade era verificar se os futuros professores conseguiram identificar alguma limitação do simulador, ou algo que não ficasse muito claro em relação ao que se ocorre em uma reação na realidade. Após todos compartilharem suas opiniões, a segunda parte da prática teve início. Os graduandos foram estimulados a refletirem sobre os pontos levantados e a pensarem em maneiras de como eles poderiam complementar as limitações encontrados e debatidas do *software*. Com isso, atingiu-se o objetivo da segunda parte da atividade, que era despertar o olhar crítico da turma sobre as ferramentas e atividades que eles levarão futuramente na docência, e planejarem formas de implementar as aulas, para que o processo de ensino seja melhor e o mais completo possível.

Palavras-chave: Ensino de Ciências, Olhar crítico, PhET, Reações Reversíveis, Simulador.

INTRODUÇÃO

O ensino de química, ainda nos dias de hoje, é percebido pelos estudantes como sendo um componente curricular difícil e tedioso. Tal fator pode ser justificado pela adoção do modelo tradicionalista de ensino por parte dos professores, o qual consiste na adoção de práticas ditatórias, onde o professor é o detentor do conhecimento e aluno apenas um receptor passivo. Conforme afirma Carneiro (2012, p. 2), “O método tradicional de ensino/aprendizagem centra-se no ato de transferir conhecimento. Considera o professor visto como portador de conhecimentos que devem ser repassados aos alunos, que, por sua vez, devem decorá-los para logo serem conferidos pelo professor”.

¹ Graduando do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFBA, patrickfelyx@yahoo.com.br;

² Graduanda do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFBA, gracielle.sales.123@gmail.com;



Além disso, este modelo se apoia em abordagens descontextualizadas com a realidade do estudante e com as demais áreas do conhecimento, resultando em um desinteresse pelo estudo por parte destes, condicionada pela dificuldade em aprender e relacionar o conteúdo visto em sala de aula ao cotidiano, mesmo a Química estando presente nas mais diversas áreas e locais da sociedade (ROCHA; VASCONCELOS, 2016). Logo, qualquer artifício e estratégia que ajude a contornar este problema devem ser explorados e implementados pelos professores.

Ainda nessa perspectiva, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), reafirmam que a forma como o ensino de Química é adotado na maioria das escolas, no qual ainda é se dado um maior enfoque- aos aspectos teóricos desvinculados da realidade, torna a aprendizagem dos conteúdos complexa e muitas vezes abstrata para os estudantes, o que pode tornar esse componente curricular cansativo e até sem sentido para eles. Isso resulta em um acúmulo de informações, no qual o aluno acaba memorizando fórmulas, nomes e cálculos, e não assimilando o conhecimento que deveria lhes ser passado de forma significativa, a fim de torna-los capazes de associar o que se aprendeu com problemas práticos do seu cotidiano. (PASSOS *et al*, 2019).

Com o rápido avanço da tecnologia ao decorrer dos anos, esta passou a fazer do cotidiano, influenciando na sociedade como um todo. Na educação não é diferente, as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC'S), trazem algumas modificações para o processo de ensino e aprendizagem, possibilitando aos professores a utilização de diversas ferramentas didáticas que facilitam a compreensão sobre um determinado conteúdo ou fenômeno a ser estudado. São entendidas como qualquer ferramenta capaz de transmitir informações por meio tecnológico, mediante a comunicação. No que tange as tecnologias digitais, especificamente, estas, de acordo com Bittencourt e Albino (2017, p. 209), “trazem para as instituições várias opções de recursos didáticos para lhes dar a oportunidade de responder às diferenças individuais e às múltiplas facetas da aprendizagem”. Nesse sentido, percebe-se que são inúmeras as possibilidades de se trabalhar com as TIC'S na sala de aula, porém, cabe ao professor escolher aquela que melhor de adequa ao seu ambiente escolar, resguardadas as condições de acesso dos estudantes e suas habilidades.

No ensino de química, a utilização de simuladores digitais é muito válida, já que a disciplina apresenta símbolos representativos de visão microscópica que podem ser ampliados, virtualmente, com o uso dos simuladores, de modo que os estudantes possam visualiza-los de forma macroscópica, facilitando o entendimento e aprendizado desses conceitos. (MARTINS; SERRÃO; SILVA, 2020) (PASSOS *et al*, 2019). Vale ressaltar que a atuação do professor



enquanto mediador do processo de ensino e aprendizagem se faz fundamental na utilização destes instrumentos, de modo que o aluno participe do processo não apenas como telespectador, mas como sujeito ativo e transformador.

Nesse sentido, pensou-se em uma proposta didática, utilizando o *software Physics Education Technology* (PhET), a fim de identificar, por parte de futuros docentes, as limitações deste *software* no estudo de reações químicas reversíveis, com o intuito de estimular um olhar crítico desta próxima leva de professores, no momento de escolher quais recursos didáticos eles adotarão em sala de aula, e como contornar essas limitações. Perante uma perspectiva tão otimista sobre as possibilidades que as simulações educacionais possuem para o ensino de Ciência, é necessário questionar quais limitações existentes para a consecução delas. De acordo com Alexandre e Cleide Medeiros (2002, p. 81), “é verdade que uma boa simulação pode comunicar melhor do que imagens estáticas, ou mesmo do que uma sequência delas, ideias sobre movimentos e processos em geral”, logo, sua utilização pode ser recomendada para a sala de aula.

Seriam as simulações equiparáveis a experimentos reais? É necessário manter a atenção para o fato de que essa poderosa ferramenta pode servir para transmitir imagens ou animações distorcidas do que ocorre na realidade. E vale lembrar que uma animação nunca, jamais, será uma cópia fiel da realidade. Toda simulação está baseada em uma modelagem do real, logo, se essa modelagem não estiver clara para professores e estudantes, se parâmetros e limites do modelo não forem tornados explícitos, os possíveis danos ao processo de ensino e aprendizagem pelas simulações podem ser enormes, ainda mais se forem percebidos alguns erros no modelo (MEDEIROS, A; MEDEIROS, C, 2002).

Quanto às simulações disponíveis no *software* PhET direcionadas ao ensino de Química, percebe-se que estas contemplam uma gama de conteúdos, aplicáveis em diversos contextos. Além disso, pode ser usado *on-line* (no próprio navegador de internet) ou usado *off-line* ao baixar o simulador, uma vez que os programas são leves e rodam em qualquer computador. Apresentam, ainda, visual simples e funções bem intuitivas, de modo que qualquer pessoa possa manuseá-los. (PASSOS *et al.*, 2019).

A prática descrita nessa pesquisa, foi desenvolvida por estudantes do curso de Licenciatura em Química, do Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), *campus* de Vitória da Conquista – Bahia, na disciplina de Metodologia e Prática do Ensino de Química I e aplicada em uma turma do curso de Licenciatura em Química. Trata-se de uma



pesquisa aplicada, de abordagem qualitativa, com finalidade descritiva e cujos dados foram coletados através da observação participante.

A sequência didática foi dividida em dois momentos. No primeiro, foi apresentado aos discentes uma simulação do *software* PhET, que abordava o conteúdo de Reações Químicas Reversíveis. Deixou-se que os estudantes interferissem no sistema, mudando as variáveis a fim de obter diferentes resultados e, conseqüentemente, pudessem, através da observação dos dados e manuseio do *software*, identificar elementos deste que podem (ou não) contribuir com o processo de ensino de aprendizagem. Já no segundo, pediu-se que listassem as possibilidades e limitações da simulação apresentada, frente ao conteúdo de Reações Químicas Reversíveis, e que apresentassem sugestões que pudessem contribuir para preencher tais lacunas.

Vale ressaltar que este trabalho em nenhum momento teve como intenção desmerecer ou diminuir os simuladores oferecidos pelo *software* PhET, apenas apontar elementos que nenhum simulador, por mais completo ou simples que seja, irá contemplar, vista a complexidade dos conhecimentos necessários para explicar um fenômeno que ocorre no mundo real, uma vez que são inúmeros fatores que influenciam aquilo que se quer simular, e por isso a necessidade de o professor saber como utilizar esses artifícios ao seu favor, mas sempre lembrando complementar o que falta.

METODOLOGIA

Pesquisas aplicadas, conforme afirma Prodonov e Freitas (2013, p. 51), “objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais”. Para Gil (2008, p. 27), “sua preocupação está menos voltada para o desenvolvimento de teorias de valor universal que para a aplicação imediata numa realidade circunstancial”. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho consistia em coletar dados qualitativos a fim de solucionar problemas práticos na utilização do *software* PhET no ensino de Reações Químicas Reversíveis, mas que pudessem também ser aplicados a outras simulações de diferentes conteúdos.

No que tange a abordagem qualitativa de dados, Prodonov e Freitas afirmam:

há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Esta não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave (2013, p. 70).



Percebe-se que na pesquisa qualitativa, o pesquisador não está preocupado em apresentar resultados quantitativos numéricos, mas se de interpretar situações através da observação e análise dos dados.

Em pesquisas descritivas objetiva-se, de acordo com Gil, descrever as

características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis. [Segundo o autor,] são inúmeros os estudos que podem ser classificados sob este título e uma de suas características mais significativas está na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados (2008, p. 28).

A pesquisa do presente estudo, portanto, é descritiva por tentar descrever os pontos positivos e negativos da simulação de reações químicas reversíveis do *software* PhET, bem como sua aplicabilidade na sala de aula. Os dados desta pesquisa foram coletados através da observação participante, por meio de diálogos.

No que se diz respeito à observação participante, Queiroz *et al* explica que se trata de uma técnica

muito utilizada pelos pesquisadores que adotam a abordagem qualitativa e consiste na inserção do pesquisador no interior do grupo observado, tornando-se parte dele, interagindo por longos períodos com os sujeitos, buscando partilhar o seu cotidiano para sentir o que significa estar naquela situação (2007, p. 278).

A prática ocorreu durante uma atividade em uma turma de ensino superior, do curso de Licenciatura em Química, sendo dividida em duas etapas. A proposta era apontar algumas limitações que um simulador de Reações Reversíveis, do PhET, possui no momento em que os futuros professores do curso teriam que saber no momento de abordar esse conteúdo em sala de aula. Na primeira etapa, foi-se projetado na parede o simulador, para que todos pudessem vê-lo com clareza, e em seguida, enquanto mostrava-se suas funções, perguntou-se que observações eles tinham para dizer e se podiam perceber o que o *software* não conseguia expor com tanta clareza ou não explicar.

Ao final, na segunda etapa, todos foram convidados a exporem suas considerações e reflexões sobre todas as observações levantadas durante a primeira parte. Então um breve debate ocorreu até a finalização da atividade.

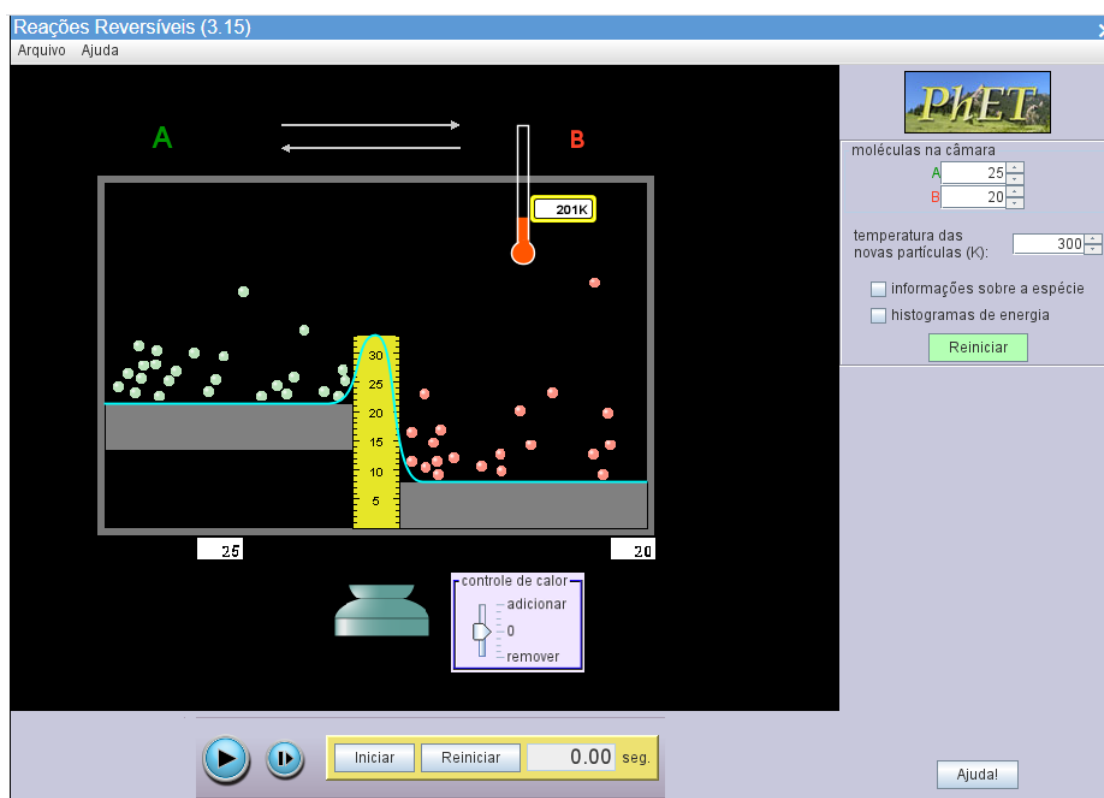
RESULTADOS E DISCUSSÃO

O simulador, segundo o próprio site do PhET, aborda conteúdos como Termodinâmica, Temperatura e Calor. Trata-se de uma caixa preta, com uma régua amarela no meio que separa duas áreas, uma na esquerda representado os reagentes (A) e uma na direita que representa os produtos (B). Em baixo da caixa existe uma espécie de válvula no qual é possível esfriar ou



aquecer a caixa que possui um termômetro. E, por fim, ao redor da caixa existem campos para adicionar ou remover quantidade de reagentes e produtos, cronometro, botões de *play* e *pause* e informações a respeito do andamento da reação. Quando se insere moléculas tanto nos reagentes quanto nos produtos, estas tendem a trocarem de lado ao decorrer do tempo, de acordo com a temperatura e a energia de ativação (Representado pela régua amarela) necessária para que a reação ocorra. Pode-se observar na Figura 1 o simulador.

Figura 1: Simulador de Reações Reversíveis do PhET



Fonte: PhET.

Como pode-se observar, trata-se de um programa bem simples e intuitivo de se utilizar, que roda no próprio navegador de internet que se utiliza para acessá-lo ou baixa-lo para que possa rodar *off-line* através do código Java™.

A seguir, as questões que foram discutidas, juntamente com o que cada parte do simulador estaria representando durante uma reação reversível.

O primeiro ponto a ser observado foi a cor dos reagentes e produtos, no qual é simulado que quando as moléculas estão no reagente elas possuem uma cor esverdeada e avermelhada na direita. Esta mudança de cor representa a justamente a conversão de reagentes em produtos e vice-versa. O que foi discutido foi a impressão que cada molécula se converte sozinha em outra



coisa, porém, uma reação química está além de uma simples mudança de cor. Uma reação química é a troca ou recombinação de dois ou mais átomos resultando em moléculas diferentes, o que irá resultar em compostos que podem ou não se diferir fisicamente dos compostos originais, ou seja, os produtos podem ou não mudar de cor ou estado físico.

De acordo com a primeira observação notou-se que outro fator que o simulador não aborda, mas que é fundamental para que se ocorra na maioria³ das reações, ou seja, as moléculas precisam se colidir, com energia cinética suficiente para que as partículas reagentes resultem na formação de um complexo ativado, como explica Russel (1994). Em nenhum momento o simulador dá esta noção de choque entre partículas.

Ao se seguir a linha de raciocínio do que é necessário para que uma reação ocorra, que está bastante vinculado ao choque entre as partículas é a energia de ativação, que é o mínimo de energia cinética necessária para que uma partícula reagente resulte em um produto. Esta energia é representada pela régua, que ao se olhar no simulador é dado uma ideia de gráfico, o que é perfeitamente visível pela linha azul. Quando as partículas ficam “saltitando” durante a reação é possível observar que algumas conseguem ultrapassar a energia de ativação, porém, umas passam para o lado dos produtos e outras permanecem no lado dos reagentes, sendo que na realidade, qualquer molécula dos reagentes que conseguisse ultrapassar a energia de ativação passaria automaticamente para o lado dos produtos.

Com base observação anterior, questionou-se então o espaço físico que a caixa representa, uma vez que quando se ocorre uma reação química, reagentes e produtos permanecem misturados, e não um em cada lado como “sugere” o simulador. Em uma reação reversível simples como o hidrogênio e o nitrogênio que resultam em amônia, por exemplo, todos os três ficam misturados e não separados indo e voltando de acordo com o andamento da reação.

Retomou-se as condições necessárias para que se ocorra uma reação química, então observou-se o papel da temperatura no simulador. Aqui notou-se algo que de fato ocorre, ao se aumentar a temperatura em uma reação agita-se mais as moléculas e ao se diminuir a temperatura, diminui-se essa agitação, o que pôde-se verificar, ao ver as partículas “pulando” mais ou menos. Significa que em uma reação endotérmica o aumento de temperatura vai favorecer um sentido na reação e a diminuição da temperatura vai favorecer o outro sentido

³ Reações de decomposição, na qual uma molécula se “divide” em duas ou mais, e de rearranjo, em que os átomos de uma molécula assumem outra configuração, não necessitam colidir com outras moléculas (RUUSSEL, 1994).



se a reação for exotérmica, ou seja, com a variação de calor, o deslocamento de qualquer reação reversível irá tender para um dos lados da reação. No caso do simulador, ao se adicionar calor as partículas “enlouquecem”, e não se deslocam para o sentido que favorece a parte endotérmica das reações. E quando se retira calor, as partículas ficam menos agitadas, ao ponto de ficarem depositadas nas bases em do lado em que estão, ao ponto de ficarem praticamente paradas, mas de modo algum seguem em direção ao sentido exotérmico das reações.

Vendo novamente em relação ao espaço físico, foi comentado que a régua dava a impressão de as reações só ocorriam quando as moléculas a atravessaram, o que combinado com o fator da temperatura e da energia de ativação, mostra que uma molécula que reagente que esteja encostada na parede esquerda, nunca iria parar do lado dos produtos, e o mesmo vale para as moléculas encostas na parede da direita.

Por fim, o último ponto levantado foi em relação ao equilíbrio, de modo que o simulador não passa muito bem a sensação de que as reações, reagente-produto e produto-reagente, não acontecem ao mesmo tempo, o que na realidade ocorre como explica Atkins e Jones (2012, p.384) ao “dizer que o equilíbrio químico é dinâmico [...], quando uma reação atingiu o equilíbrio, as reações direta e inversa continuam a ocorrer, mas os reagentes e os produtos estão sendo consumidos e recuperados com a mesma velocidade”.

Após serem levantados todas estas questões, todos os futuros docentes tiveram um tempo para refletir possíveis abordagens que pudessem suprir ou complementar todas as limitações. A atividade teve como auge quando todos perceberam que independente do simulador, ou qualquer recuso didático que se leva para sala de aula, é preciso ter um olhar crítico e pensar nos prós e contras daquela escolha, é preciso ver o que aquela prática tem a oferecer, como ela pode auxiliar o processo de ensino e de aprendizagem dos estudantes, mas, sempre cabe ao professor complementar o conteúdo para que os discentes não tenham dúvidas ou não tenham informações incompletas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

São inúmeros desafios que os professores enfrentam durante a jornada pedagógica, e, por tanto, buscar alternativas para minimizar essas dificuldades sempre será algo que agregará bastante valor à educação. Contudo, também se faz absolutamente necessário que o professor desenvolva um olhar crítico sobre as ferramentas didáticas que adotadas em sala de aula, deve-se sempre tentar extrair todo o potencial que aquele recurso tem a oferecer, mas sempre indo



mais além, tentando enxergar as limitações que estão presentes, e, assim, planejar investidas para complementar o que falta. Deste modo, é possível administrar aulas que sejam interessantes e que estimulem o estudo entre os estudantes, e o mais importante, com uma atividade completa em questão de conhecimento e teoria.

REFERÊNCIAS

ATKINS, Peter; JONES, Loretta. **Princípios de Química: Questionando a vida moderna e o meio ambiente.** Tradução de Ricardo Bicca de Alencastro. 5. ed. São Paulo: Bookman, 2012.

BITTENCOURT, Priscilla Aparecida Santana; ALBINO, João Pedro. O uso das Tecnologias Digitais na Educação do Século XXI. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, v. 12, n. 1, p. 205-214, 2017. ISSN: 1982-5587.

CARNEIRO, Roberta Pizzio. Reflexões Acerca do Processo Ensino-Aprendizagem na Perspectiva Freireana e Biocêntrica. **Revista Thema**, v. 9, n. 2, 2012. ISSN 2177-2894.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MARTINS, Sabrina Oliveira; SERRÃO, Caio Renan Goes; SILVA, Maria Dulcimar de Brito. O Uso de Simuladores Virtuais na Educação Básica: Uma Estratégia para Facilitar a Aprendizagem nas Aulas de Química. **Revista Ciências & Ideias**, v. 11, n. 1, jan./abr. 2020. ISSN: 2176-1477.

MEDEIROS, Alexandre; MEDEIROS, Cleide Farias de. Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, jun, 2002. ISSN 1806-9126.

PASSOS, Ionara Nayana Gomes *et al.* Utilização do *Software* PhET no Ensino de Química em uma Escola Pública de Grajaú, Maranhão. **Revista Observatório**, Palmas, v. 5, n. 3, p. 335-365, maio 2019. ISSN 2447-4266.

PhET: Simulações em física, química, biologia, ciências da terra e matemática online grátis. **Reações Reversíveis.** Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/reversible-reactions. Acesso em: 28 set. 2020.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico.** 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

QUEIROZ, Danielle Teixeira *et al.* Observação Participante na Pesquisa Qualitativa: Conceitos e Aplicações na Área da Saúde. **Revista Enfermagem UERJ**, Rio de Janeiro, abr./jun. 2007.



ROCHA, Joselayne Silva; VASCONCELOS, Tatiana Cristina. Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. *In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química – ENEQ, 2016, Florianópolis. Anais [...].* Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2016.

RUSSELL, John B. **Química Geral**. Tradução de Márcia Guekezian *et al.* 2. ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 1994. 2 v.

SABINO, Eliney *et al.* TIC'S no Ensino: A Necessidade de Tecnologia da Informação e Comunicação Presente na Educação. **Revista Gestão em Foco**, 10. ed., 2018.