

**UTILIZAÇÃO DO *SOFTWARE*
PHET NO ENSINO DE QUÍMICA
EM UMA ESCOLA PÚBLICA DE
GRAJAÚ, MARANHÃO**

UTILIZATION OF PHET SOFTWARE IN
CHEMISTRY TEACHING IN A PUBLIC
SCHOOL OF GRAJAÚ, MARANHÃO

UTILIZACIÓN DEL SOFTWARE PHET EN LA
ENSEÑANZA DE QUÍMICA EN UNA ESCUELA
PÚBLICA DE GRAJAÚ, MARANHÃO

Ionara Nayana Gomes Passos¹

José Luis dos Santos Sousa²

Sandro Ferreira de Sousa³

Romário Cardoso Leal^{4, 5}

RESUMO

O presente trabalho objetiva avaliar a eficiência do *software* PhET como recurso facilitador da aprendizagem da Química em uma escola de Grajaú/MA, em especial, do conteúdo sobre Estudo dos Gases. A pesquisa foi desenvolvida numa

¹ Possui Doutorado em Biotecnologia em recursos naturais (área: Química) pelo programa Rede Nordeste de Biotecnologia - RENORBIO, mestrado em Química (área: Físico-Química) e graduação em Bacharelado em Química pela Universidade Federal do Piauí. Atualmente é coordenadora do curso de Licenciatura em Ciências Naturais - Química da UFMA - Campus Grajaú. E-mail: ionara.passos@gmail.com.

² Possui graduação em Pedagogia pela Faculdade Internacional de Curitiba - FACINTER. Mestrando em Educação pela Universidade Federal do Tocantins - UFT. Atualmente trabalha como professor da Educação Especial do município de Grajaú/MA e Professor dos cursos de pós-graduação do Instituto Nordeste de Ensino Superior e Pós-graduação-INESPO. E-mail: jose Luispsicopedagogo@outlook.com.

³ Graduado em Ciências Naturais com Habilitação em Química pela Universidade Federal do Maranhão. Atualmente é bolsista do Programa de Bolsas de Desenvolvimento Institucional (BDI). E-mail: sandro.ferreira.sousa@hotmail.com.

⁴ Mestre em Química pela Universidade Federal do Maranhão. Doutorando em Química pela Universidade Federal da Paraíba. E-mail: romario_leal@hotmail.com.

⁵ Endereço de contato dos autores (por correio): Universidade Federal do Maranhão, Campus Grajaú. Avenida Aurila Maria dos Santos Barros Sousa, Frei Alberto Beretta, CEP: 65940000 - Grajaú, MA - Brasil.

DOI: <http://dx.doi.org/10.20873/ufv.2447-4266.2019v5n3p335>

escola estadual, com alunos do 2º ano do Ensino Médio, que foram divididos entre dois grupos: grupo controle (GC) e grupo experimental (GE). A coleta de dados foi feita por meio de questionários com perguntas fechadas e abertas para os alunos, sendo que o questionário diagnóstico era composto por duas partes. A partir das respostas dos questionários constatamos que 95% dos alunos afirmaram desejar que as aulas de Química fossem ministradas de forma diferente, com aulas práticas, recursos tecnológicos e mais dinamismo, por exemplo.

PALAVRAS-CHAVE: *Software*; PhET; Facilitador da aprendizagem; Ensino de Química.

ABSTRACT

The present work aims to evaluate the efficiency of PhET software as a facilitator of the learning of chemistry in a school in Grajaú / MA, in particular, the content of the study of gases. The research was developed in a state school, with students of the 2nd year of High School, who were divided between two groups: control group (CG) and experimental group (GE). The data collection was done through questionnaires with closed questions and open to the students, and the diagnostic questionnaire was composed of two parts. From the answers of the questionnaires we found that 95% of the students stated that they wish that the Chemistry classes be given in a different way, with practical classes, technological resources and more dynamism, for example.

KEYWORDS: *Software*. PhET; Facilitator of learning; Chemistry teaching.

RESUMEN

El presente trabajo objetiva evaluar la eficiencia del software PhET como recurso facilitador del aprendizaje de la Química en una escuela de Grajaú / MA, en especial, del contenido sobre Estudio de los Gases. La investigación fue desarrollada en una escuela estatal, con alumnos del 2º año de la Enseñanza Media, que fueron divididos entre dos grupos: grupo control (GC) y grupo experimental (GE). La recolección de datos fue hecha por medio de cuestionarios

DOI: <http://dx.doi.org/10.20873/ufv.2447-4266.2019v5n3p335>

con preguntas cerradas y abiertas para los alumnos, siendo que el cuestionario diagnóstico estaba compuesto por dos partes. A partir de las respuestas de los cuestionarios constatamos que el 95% de los alumnos afirmaron desear que las clases de Química fueran ministradas de forma diferente, con clases prácticas, recursos tecnológicos y más dinamismo, por ejemplo.

PALABRAS CLAVE: Software; PhET; Facilitador del aprendizaje; Enseñanza de Química.

Recebido em: 02.12.2018. Aceito em: 15.02.2019. Publicado em: 01.05.2019.

Introdução

Com o avanço da tecnologia nos últimos anos de forma bastante acelerada, esta passou a ocupar um espaço cada vez maior em nossa vida cotidiana, trazendo suas influências na sociedade sobre quase todos os campos do agir humano e do saber social.

No Brasil, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2014 cerca de 48,5% dos domicílios possuía microcomputador, sendo que 42,1% possuía acesso à internet. De uma forma geral, não é mais possível conceber muitas de nossas rotinas e hábitos sem a atual tecnologia (IBGE, 2014).

Nesta sociedade em constante transformação, o indivíduo precisa se atualizar, interagindo com os novos conhecimentos que o cercam e que surgem a cada dia. No entanto, enquanto a sociedade se transforma, o ensino continua sendo tradicional e pouco motivador (VIEIRA, 2015).

O ensino de Química da forma como é praticado na maioria das escolas está muito distante do que se propõe nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM). Ao privilegiar os aspectos teóricos de forma complexa torna-o abstrato para o aluno, o que pode tornar essa disciplina cansativa e sem sentido para este. Além disso, o ensino ainda hoje se fundamenta na mera transmissão de informações onde o aluno precisa simplesmente memorizar fórmulas, nomes e cálculos.

Durante as aulas de Química é nítido que os alunos muitas vezes não conseguem aprender os conteúdos da Química trabalhados, não sendo capazes de associá-los ao seu cotidiano, o que os levam a desinteressarem por essa ciência. Nunes e Adorni (2010), apontam que isso está acontecendo porque este ensino está sendo feito de forma descontextualizada e não interdisciplinar.

Considerando que a Química participa do desenvolvimento científico-tecnológico da sociedade, o aprendizado desta disciplina pelos alunos do Ensino Médio precisa acontecer, de forma que estes consigam compreender as transformações químicas que ocorrem à nossa volta, podendo assim julgar com fundamentos as informações advindas de diversas fontes, principalmente a escola, tornando-se indivíduos e cidadãos capazes de tomar decisões autonomamente.

Desta forma, faz-se necessário a utilização de metodologias e recursos capazes de tornar a Química mais atraente para os alunos, promovendo uma aprendizagem mais significativa dos conteúdos. Um recurso que vem se mostrado bastante eficaz é o *software* educacional, que pode ser utilizado tanto pelo professor em sala de aula, quanto individualmente pelos alunos.

Os *softwares* educacionais, são *softwares* pensados, programados e implementados com objetivos educativos (SOUZA et al., 2015), ou seja, propostos com a intenção de melhorar a aprendizagem sobre determinado conteúdo. Algumas das principais vantagens desses recursos são que auxiliam o estudante a raciocinar acerca de diversos fenômenos, auxiliando no desenvolvimento cognitivo e promovem um maior interesse pelo conteúdo apresentado. Os *softwares* educativos podem ser classificados em grupo segundo as suas características e vantagens, e um dos tipos de *software* com grande destaque são os *softwares* de simulação (simuladores).

Os simuladores reproduzem parte de um fenômeno real, que muitas vezes não são vivenciados cotidianamente pelo aluno, e possibilitam que ele desenvolva os conceitos acerca do fenômeno estudado, potencializando os conhecimentos adquiridos pelo aluno no ambiente escolar (HORNES et al., 2009).

Esse tipo de *software* permite um maior envolvimento do aluno com a aula, possibilitando que ele manipule as variáveis e verifique os resultados, podendo analisar o que ocorre com o fenômeno.

A facilidade em obter esses *softwares* é uma das vantagens da utilização deste recurso, muitos são disponibilizados gratuitamente e podem ser encontrados na internet. Esse é o caso do PhET (Physics Educacional Technology), um *software* desenvolvido pela Universidade do Colorado, Estados Unidos, para desenvolver simulações de alta qualidade em diversas áreas da ciência e que pode ser baixado no portal PhET (https://PhET.colorado.edu/pt_BR).

Além de ser de uso gratuito, esse *software* apresenta outras vantagens, que justificam a sua escolha para ser utilizado neste trabalho, tais como: possuir diversas simulações para a disciplina de Química, poder ser usado diretamente no site ou depois de instalado no computador, apresentar os conceitos de forma cientificamente correta, não apresentar requisitos altamente específicos que limitem o seu uso em máquinas com singelas configurações.

A pesquisa objetiva avaliar a eficiência do *software* PhET como recurso facilitador da aprendizagem da Química em uma escola de Grajaú/MA, em especial, do conteúdo sobre Estudo dos Gases. Além de verificar a aceitação dos alunos quanto a este tipo de recurso tecnológico-pedagógico e avaliar o *software* quanto facilitador da aprendizagem dos alunos no conteúdo químico de estudo dos gases.

A disciplina de Química no Ensino Médio

A disciplina de Química integra o currículo escolar do Ensino Médio e é ministrada durante os três anos nos quais se desenvolve esse nível de escolaridade. Assim como outras ciências, tem papel de destaque no

DOI: <http://dx.doi.org/10.20873/ufv.2447-4266.2019v5n3p335>

desenvolvimento das sociedades, não se limitando apenas à pesquisa de laboratório e a produção industrial, mas refletindo diretamente sobre a qualidade de vida das populações e sobre o equilíbrio dos ambientes da terra, conforme apontado por (USBERCO E SALVADOR, 2002).

O Ensino de Química, sobretudo nas escolas, é ainda hoje um desafio para muitos professores e alunos.

Embora esta ciência esteja presente em nosso dia a dia, sendo parte importante dele, o que se observa nesse nível de ensino é uma completa falta de interesse dos alunos pelos conteúdos explorados, o que para Silva (2013) “decorre do fato de o ensino desta disciplina ser feita de maneira tradicional”.

Permeado por conteúdos completamente distanciados do cotidiano dos alunos e pelas técnicas de memorização de regras, fórmulas, nomes e estruturas, o ensino desta disciplina tem caracterizado a Química como uma ciência quase que exclusivamente teórica (LIMA; LEITE, 2013). No que se refere ao predomínio do tradicionalismo, os PCNEM também advertem que o ensino de Química tem se “reduzido à transmissão de informações, definições e leis isoladas, sem qualquer relação com a vida do educando, exigindo deste quase sempre a pura memorização, restrita a baixos níveis cognitivos” (BRASIL, 2013, p.32). Esta situação acaba fazendo com que os alunos adquiram uma imagem completamente distorcida sobre esta disciplina, tornando-se desinteressados pelo tema.

A proposta dos PCNEM para o Ensino de Química e dos conhecimentos neles envolvidos é que “seja explicitados a multidimensionalidade, o dinamismo e o caráter epistemológico de seus conteúdos” (LIMA, 2013, p. 77). Cabe ao professor, segundo Maia (2005 apud Grangeiro, 2014) buscar tornar a aprendizagem do aluno significativa, promovendo interações entre os novos conhecimentos e os já existentes na estrutura cognitiva dos alunos.

Considerando a importância da Química para a sociedade, o aprendizado desta disciplina pelos alunos do Ensino Médio deve acontecer afim de que eles possam compreender as transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada, podendo julgar com fundamentos as informações adquiridas na mídia, na escola, com pessoas e etc (BRASIL, 1999). Isto é necessário, ainda segundo os PCNEM, porque frequentemente as informações de caráter científico, quando veiculadas por meios de comunicação podem ser apresentadas de maneira superficial, errônea ou exageradamente técnica. Em se tratando da Química, isso pode levar a uma compreensão unilateral da realidade e do papel do conhecimento químico no mundo contemporâneo.

Em se tratando do conteúdo de Estudo dos gases, considera-se que é um assunto de difícil compreensão, visto que envolve conceitos complexos e trabalha com um modelo teórico (gás ideal ou perfeito), exigindo do aluno um nível de abstração muito grande.

Para que se fuja do tradicionalismo que impera no Ensino de Química, faz-se necessário a utilização de metodologias e recursos capazes de tornar a Química mais atraente para os alunos. Isto por que as aulas tradicionais expositivas que usam como único recurso didático o quadro e o discurso do professor, segundo Silva (2011), não são alternativas únicas e nem as mais produtivas para o ensino de Química.

Um recurso que vem se mostrando bastante eficaz é o *software* educacional, cuja utilização apresenta muitas vantagens, entre elas: promove motivação, estímulo e autoestima no aluno, permite contínua atividade intelectual, apresenta lições de modo criativo, atrativo e integrado, promove a aprendizagem a partir de erros, proporciona alfabetização digital, apresenta alto grau de interdisciplinaridade (PEQUENEZA; GIL, 2013).

Perrenoud (2000), aponta que as TIC transformam não só nossas maneiras de comunicar, mas também de trabalhar, decidir e pensar.

Softwares Educacionais

Segundo Magalhães et al. (2015), a utilização de tecnologias está cada vez mais presente no cotidiano da comunidade atual em todos os níveis sociais, se mostrando um instrumento necessário para a inclusão social, profissional, e ainda, como uma ferramenta revolucionária no processo de ensino e aprendizagem.

Para Castells (2005), a estrutura do mundo em que vivemos está sendo modificada desde os anos 70, num processo multidimensional, associado à emergência de um novo paradigma tecnológico, baseado na difusão das tecnologias de informação e comunicação por todo o mundo. Entende-se como tecnologia “o uso de conhecimentos científicos para se especificar as vias de se fazerem as coisas de uma maneira reproduzível” (CASTELLS, 2001, p. 49). O autor denomina essa nova sociedade como sociedade da informação ou sociedade em rede alicerçada no poder da informação.

Além de saberes o professor também possui competências profissionais que não se reduzem ao domínio dos conteúdos a serem ministrados, e que devem se adaptar às transformações sociais existentes. Nesse sentido, no contínuo processo de aprimoramento da sua prática pedagógica, o professor deve buscar incorporar novas competências, de modo a conseguir mobilizar diversos recursos cognitivos. Perrenoud (2000) aponta 10 competências tidas como prioritárias na formação contínua dos professores da educação básica:

1. Organizar e estimular situações de aprendizagem.
2. Gerar a progressão das aprendizagens.
3. Conceber e fazer com que os dispositivos de diferenciação evoluam.

DOI: <http://dx.doi.org/10.20873/uft.2447-4266.2019v5n3p335>

4. Envolver os alunos em suas aprendizagens e no trabalho.
5. Trabalhar em equipe.
6. Participar da gestão da escola.
7. Informar e envolver os pais.
8. Utilizar as novas tecnologias.
9. Enfrentar os deveres e os dilemas éticos da profissão.
10. Gerar sua própria formação contínua.

No que se refere ao uso de novas tecnologias, Perrenoud (2000) aponta que o professor pode introduzi-las de quatro formas práticas, que seriam: utilizando editores de texto, explorando as potencialidades didáticas dos programas em relação aos objetivos do ensino, comunicando-se à distância por meio da telemática e utilizando as ferramentas de multimídia no ensino.

Deste modo, o professor além de contribuir para uma docência de qualidade, também estará desenvolvendo nos seus alunos a familiaridade com esses recursos tecnológicos, além de desenvolver inúmeras competências. Segundo Perrenoud (2000) essa formação voltada para as novas tecnologias também deve formar o julgamento, o senso crítico, a imaginação, a capacidade de memorizar e classificar, a leitura e a análise de textos e de imagens, dentre outras competências.

Neste cenário de inclusão das TIC no ambiente escolar, vem ganhando destaque a utilização de *softwares* educacionais como apoio ao trabalho docente, enriquecendo sua prática pedagógica e proporcionando momentos de motivação e grande interesse dos alunos (FIALHO; MATOS, 2010)

De acordo com Costa e Oliveira (2004), *software* educacional (SE) é o tipo de programa desenvolvido especialmente para atividades de ensino, com o objetivo principal de auxiliar os alunos na aprendizagem de determinado conteúdo ou disciplina. Para Gurgel, Aguiar e Silva:

DOI: <http://dx.doi.org/10.20873/ufv.2447-4266.2019v5n3p335>

Do ponto de vista construtivista ou cognitivista, um *software* é utilizado como uma ferramenta educacional de base teórica nos pressupostos da teoria piagetiana, cujo objetivo é propor a interação entre o sujeito e o objeto na produção de conhecimentos (GURGEL; AGUIAR; SILVA, 2013, p. 381).

Para que um *software* possa ser utilizado no campo educacional, Freire et al. (2014), afirma que ele deve possuir uma série de características, como a facilidade de uso e entendimento, favorecimento da assimilação dos conteúdos programáticos, bem como despertar o interesse dos estudantes, entre outros.

De acordo com Valente (2002), afirma que o uso educacional dos *softwares* demanda um discernimento maior por parte do professor e, conseqüentemente, uma formação mais sólida e mais ampla. Isso deve acontecer, tanto no domínio dos aspectos computacionais, quanto do conteúdo curricular.

Hoje muitos *softwares* estão disponíveis na internet, muitos de forma totalmente livre e com diversas funções. Vieira (2001), classifica os *softwares* educacionais, conforme seus objetivos pedagógicos, em 7 categorias: tutoriais, programação, aplicativos, exercícios e práticas, multimídia e internet, simulação e modelagem e jogos.

Esse tipo de *software* é voltado para demonstrações de experiências virtuais científicas, de difíceis ou perigosas realizações no mundo real. Por meio dele os alunos podem explorar os modelos propostos, modificando parâmetros e variáveis, comparando suas noções e concepções com os modelos propostos pela Ciência.

O *software* do tipo simulação surge como um recurso promissor, podendo incluir animações, visualizações e interativas experiências laboratoriais. Aliados ao ensino de Química, os simuladores podem ser eficazes na interpretação e compreensão do conteúdo, além de promover objetivos mais sofisticados de

aprendizagem, entre eles, a investigação, a redescoberta, a construção de modelos e conceitos.

Nesse sentido, o uso de *softwares* de simulação, segundo Veen et al (2012 apud Pinheiro et al., 2013), "permite que o professor possa se dedicar mais ao aluno em sala de aula devido ao ganho de tempo proporcionado por ela. Podendo utilizar o tempo para aprofundar a conceituação do fenômeno abordado". No entanto, o professor precisa ter cuidado ao trabalhar com os simuladores e animações computacionais. Isto se faz necessário, segundo Medeiros e Medeiros (2002) por que a simulação computacional apesar de imitar situações reais, o faz de forma limitada, não sendo possível contemplar toda a complexidade desta situação.

Para Demo (2008), toda proposta que almeja introduzir as TIC na escola só terá êxito se passar "pelas mãos do professor". Isso porque quem transforma a tecnologia em aprendizagem não é a máquina, o *software*, mas o professor, em especial em sua condição socrática.

Software PhET

O PhET (Physics Educacional Technology) é um *software* gratuito desenvolvido pela Universidade do Colorado (EUA) que oferece mais de 100 simulações de alta qualidade na área da matemática e das ciências.

Todas as simulações existentes no PhET baseiam em extensas pesquisas em educação e envolvem o aluno por meio de um ambiente intuitivo, semelhante a um jogo, onde os alunos aprendem através da exploração e da descoberta.

O PhET apresenta algumas características que justificam o seu uso no processo de ensino-aprendizagem das ciências, especialmente da Química, que são:

DOI: <http://dx.doi.org/10.20873/ufv.2447-4266.2019v5n3p335>

- Há 39 simulações disponíveis para a disciplina de Química que permitem trabalhar conteúdos de Química Geral, Química Inorgânica, Físico-Química, etc;
- Todas as simulações podem ser usadas diretamente na página do *software* (on-line) ou serem baixados pelo público em geral;
- Podem ser executadas em qualquer equipamento, sem a necessidade de recursos altamente específicos;
- As simulações oferecem modelos fisicamente corretos de maneira acessível;
- As simulações são geralmente desenvolvidas em flash, um formato mais leve e que necessita apenas de um plugin para serem executadas;
- O grupo que desenvolve as simulações realiza avaliações sobre a eficiência do seu uso em sala de aula, inclusive com a realização de entrevistas com os estudantes;
- Permite a escolha do idioma e não exige conhecimento de programação.

Como pode ser visto, o PhET é um *software* bastante abrangente, oferecendo simulações em todos os campos da Química. Por essa razão ele ser utilizado em todas as séries do Ensino Médio. Segundo Clark e Chamberlain (2014) quando utilizado como ferramenta didática nas aulas de Química, o PhET tem como principal resultado o desenvolvimento do pensamento científico do estudante.

Para Mintzes, Wandersee e Novak (2000), parece inevitável que as simulações se tornem um modo mais importante de ensinar Ciência, além de um mecanismo de aprendizagem para o século XXI.

Metodologia

A pesquisa foi desenvolvida numa escola estadual, situada no bairro Canoeiro, no município de Grajaú/MA, durante o segundo semestre do ano letivo de 2016. A priori fez-se a identificação do grupo controle (GC) constituído de 11 alunos, onde foram aplicadas as 4 aulas segundo o ensino tradicional, com auxílio do livro didático, quadro branco e pincel. Para o grupo experimental (GE) contendo 11 alunos, houve a mesma quantidade de aulas, mas utilizando como ferramenta didática o *software* PhET, tendo sido utilizada a simulação “Propriedade dos gases” (Figura 1).

A participação dos alunos bem como a utilização do Laboratório de Informática foi autorizada pela direção da escola, tendo participado do projeto 22 alunos do 2º ano da referida escola.

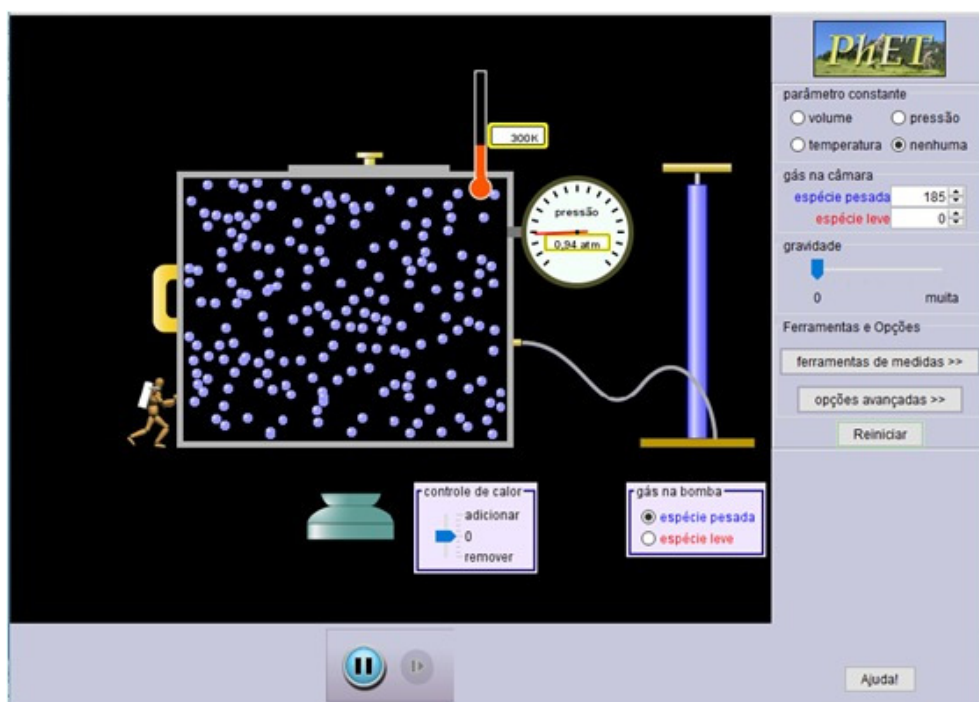


Figura 1 – Layout da simulação "Propriedade dos gases"

Fonte: Printscreen da simulação no software PhET

A seleção dos alunos foi feita de forma aleatória, com a colaboração do professor de Química da escola. No primeiro encontro que reuniu os 22 alunos foram esclarecidos sobre os objetivos do projeto e como se daria a participação deles. Na ocasião cada um recebeu os termos de consentimento livre e esclarecido e o termo de uso de imagem, que deveriam ser assinados por eles, ou pelos pais e/ou responsáveis, no caso dos alunos menores de 18 anos.

Do segundo ao sexto encontro foram reunidos apenas com o GC, sendo que nesse intervalo foram aplicados os questionários e as aulas. Já os encontros exclusivos com o GE aconteceram do sétimo ao décimo terceiro encontro, totalizando seis encontros com cada grupo.

Nas aulas, com duração de 1h, foram abordados assuntos referentes ao conteúdo de estudo dos gases, tais como: estados da matéria, gás ideal e gás real, variáveis de estado de um gás, transformações gasosas, equação geral dos gases, etc. Os exercícios de fixação foram aplicados após o término do assunto em cada aula. Para os alunos do grupo GE, foram aplicadas aulas referentes ao mesmo conteúdo, entretanto, após as aulas, foi utilizado o *software* PhET como recurso complementar, a fim de permitir que os alunos visualizassem, por meio da simulação, de que forma os gases atuam e qual a importância do estudo destes.

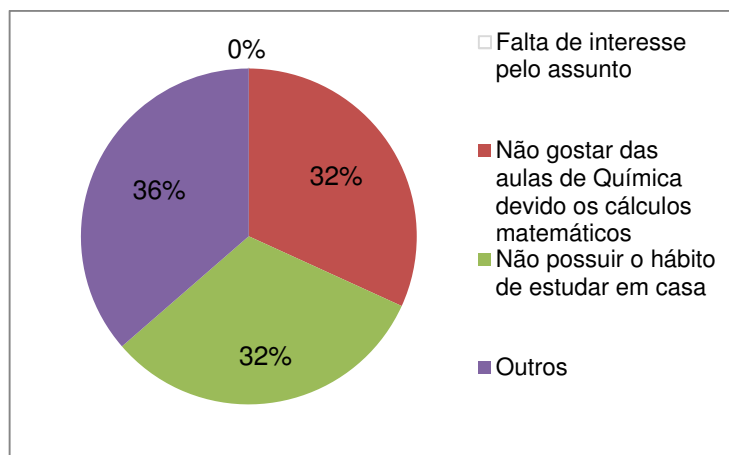
A coleta de dados foi feita por meio de questionários com perguntas fechadas e abertas para os alunos. Os questionários aplicados a cada um dos grupos continham as mesmas questões, para facilitar o método de comparação e tabulação de dados.

O questionário diagnóstico dividia-se em duas partes, a primeira parte continha 6 perguntas referentes às suas dificuldades em química, seus conhecimentos prévios sobre *softwares* educacionais, etc. A segunda parte do questionário, que também foi aplicada após as aulas, continha 9 questões sobre o conteúdo abordado.

Resultados e discussão

Análise da primeira parte do questionário

Inicialmente os alunos foram questionados sobre as dificuldades na aprendizagem da Química, como ilustra o Gráfico 1.

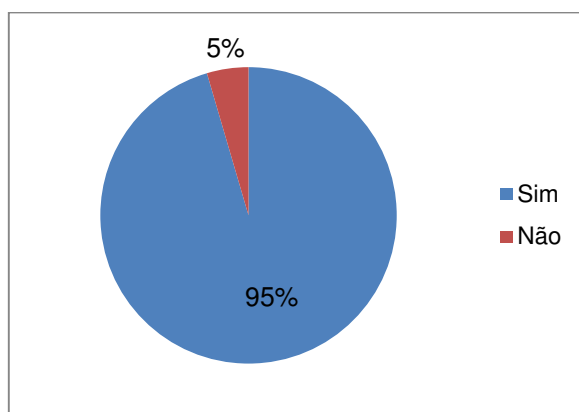
Gráfico 1 – Qual sua principal dificuldade na aprendizagem de Química?

Fonte: Autor (2016).

Como pode ser visto, empatados com 32% estão a aversão à disciplina por conta dos cálculos matemáticos e a falta do hábito de estudar em casa. Dificuldades com cálculos matemáticos também foram observados por Silva (2013) em Currais Novos/RN, no qual 51% dos alunos apontaram os cálculos como principal fator de dificuldade no aprendizado de Química. Uma possível justificativa para essa dificuldade dos alunos relacionada aos cálculos é a ênfase dada por muitos professores ao papel da Matemática no Ensino de Química, fazendo prevalecer um tratamento algébrico excessivo. 36% dos alunos informaram outros motivos (complexidade do conteúdo, número reduzido de aulas, falta de explicação), dos quais 3 alunos eram do GC e os outros 4 do GE.

Os alunos também foram questionados se gostariam que as aulas de Química fossem ministradas de forma diferente (Gráfico 2).

Gráfico 2 – Você gostaria que as aulas de Química fossem ministradas de forma diferente?

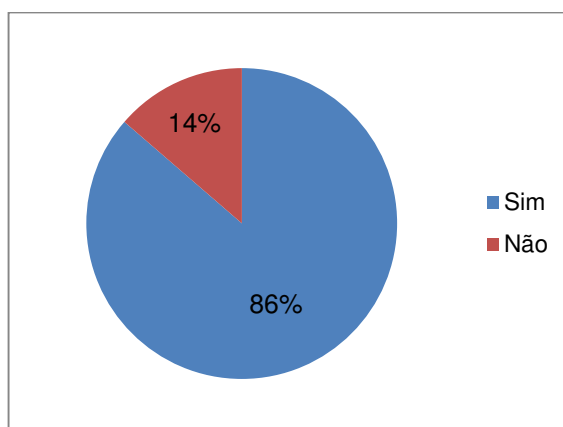


Fonte: Autor (2016).

Como ilustra a Gráfico 2, 95% dos alunos responderam afirmativamente. Nesse sentido, Braga, Verassani e Junior (2012) apontam que as particularidades do Ensino de Química demandam o uso de metodologias diferenciadas. Essas metodologias buscariam superar os problemas identificados no processo ensino-aprendizagem. As principais sugestões dadas pelos alunos foram a realização de aulas práticas, mais dinamismo e a utilização de recursos tecnológicos.

Em se tratando da tecnologia, os alunos foram indagados se julgavam importante a utilização pelo professor de algum recurso tecnológico para ensinar Química, além do motivo para tal utilização (Gráfico 3).

Gráfico 3 – É importante pra você que o professor use algum recurso tecnológico para ensinar Química?

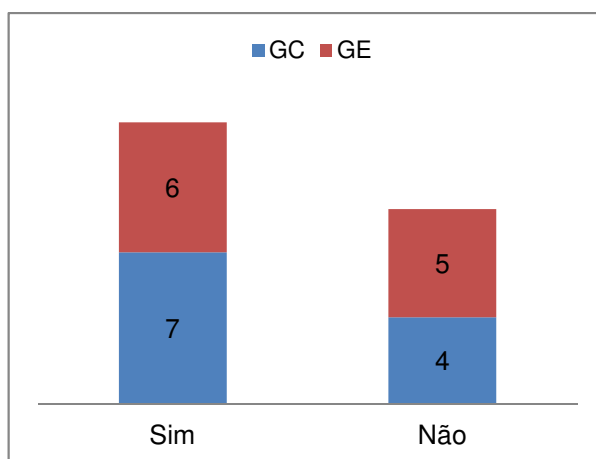


Fonte: Autor (2016).

Quanto a esse questionamento, 86% dos alunos responderam positivamente, sendo que principais motivos apresentados foram: chamar mais a atenção do aluno, melhorar o interesse do aluno e tornar as aulas melhores.

No que se refere às TIC, Souza, Reis e Linhares (2009) afirmam que estas têm se mostrado eficientes não só na compreensão de conceitos, mas também por despertar o interesse dos alunos pela Química. A utilização devidamente conduzida pelo professor constitui uma poderosa ferramenta intelectual no processo de ensino-aprendizagem dessa ciência.

Os alunos foram questionados ainda se sabiam o que era um *software* educacional, como ilustra o Gráfico 4.

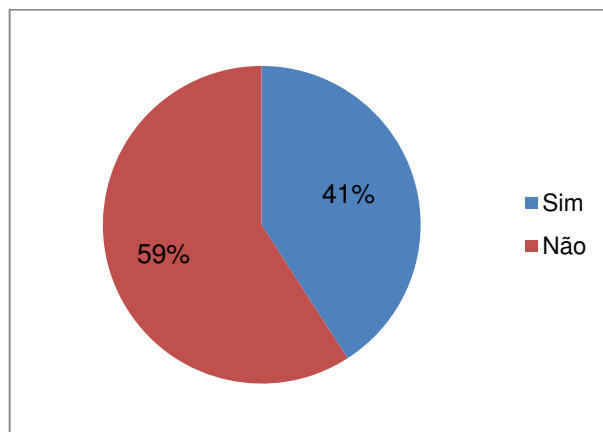
Gráfico 4 – Você sabe o que é um software educacional?

Fonte: Autor (2016).

Como pode ser visto, cerca de 59% responderam afirmativamente, dos quais 7 faziam parte do GC e os outros 6 do GE. O fato de a maioria dos alunos conhecer esse tipo de tecnologia pode ser um aliado do professor, considerando que os alunos não precisariam ser introduzidos neste mundo tecnológico. Esses jovens fazem parte da primeira geração imersa totalmente na tecnologia, a Geração Z, e considerando o perfil desses nativos digitais a utilização de recursos tecnológicos como o *software* educacional no ensino não é apenas possível, mas também oferece grandes possibilidades no que se refere à melhoria do processo de ensino-aprendizagem.

No que se refere ao *software* educacional, os alunos foram questionados se algum de seus professores já havia utilizado esse recurso durante as aulas na escola (Gráfico 5).

Gráfico 5 – Algum de seus professores já utilizou algum software durante as aulas?



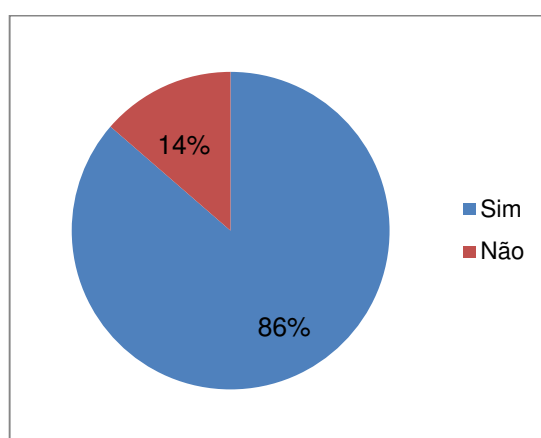
Fonte: Autor (2016).

A maioria dos alunos respondeu negativamente (13 alunos), como pode ser visto no Gráfico 5. Apesar disso, o número considerável de alunos que responderam afirmativamente aponta que os docentes da instituição não somente têm conhecimento do que são os softwares educacionais, mas também entendem que ele pode contribuir para a melhoria da compreensão do conteúdo que foi abordado.

Nesse contexto, a utilização dos *softwares* precisa ser incentivada, de forma que não seja uma atividade de caráter esporádico e possa, de fato, promover uma aprendizagem significativa.

Por fim, foi verificada a opinião dos alunos a respeito dos *softwares* de simulação poderem auxiliar na aprendizagem da Química, como ilustra o Gráfico 6.

Gráfico 6 – Você acredita que o uso de softwares de simulação auxiliaria na aprendizagem de Química?



Fonte: Autor (2016).

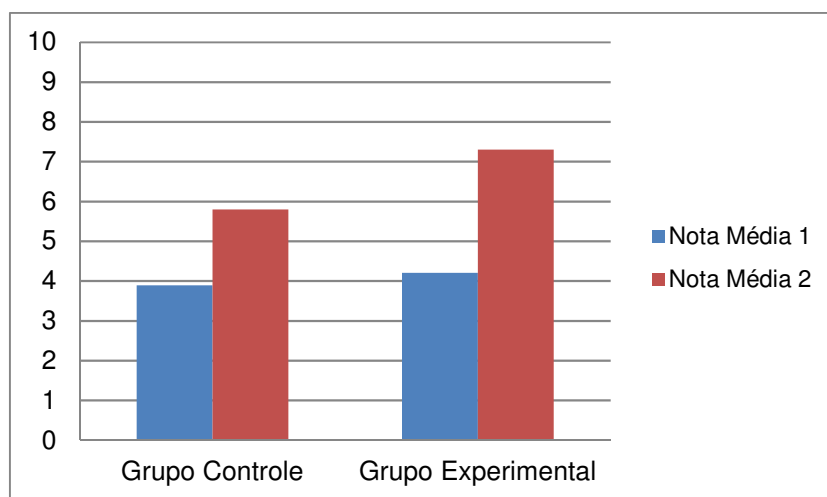
Como ilustra o Gráfico 6, dos 22 alunos entrevistados apenas 3 responderam negativamente, dos quais 2 faziam parte do GE. O desconhecimento acerca do que seriam esses *softwares* de simulação pode ter contribuído para que houvesse esse tipo de resposta. De forma geral, os alunos mostram acreditar que o uso desse tipo de recurso tecnológico é positivo e pode contribuir para melhorar a aprendizagem dos conteúdos químicos.

Análise da segunda parte do questionário

Nessa parte da análise foi calculada a nota média de cada grupo antes (Nota Média 1) e depois da aplicação da proposta (Nota Média 2), tendo sido descartadas a maior e a menor nota em cada um dos grupos (Gráfico 7). Para o grupo experimental, buscou-se verificar se o *software* PhET, usado como recurso

pedagógico após as aulas sobre o conteúdo, contribuiu para a melhoria das notas médias do GE. Em se tratando do GC, buscou-se verificar se apenas as aulas sobre o assunto seriam suficientes para melhorar as notas do grupo.

Gráfico 7 – Notas médias dos alunos antes e depois da aplicação da proposta



Fonte: Autor (2016).

Como pode ser visto no Gráfico 7, a nota média dos alunos do GC antes das aulas foi de 3,89. Tal pontuação é baixa, considerado que a nota mínima para aprovação na disciplina de Química é 7,0. Após as aulas sobre o conteúdo de estudo dos gases a nota média do GC elevou-se para 5,8. Entretanto, ainda assim a média seria considerada insuficiente para aprovação.

Entre as metodologias tradicionais, a aula expositiva é considerada uma das mais utilizadas em sala de aula (FORNAZIEIRO et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2012). Essas aulas centram-se na figura do professor, que transmite as informações aos alunos, que por sua vez são apenas expectadores.

Quando são utilizadas apenas as aulas expositivas, elas acabam se tornando monótonas e fazendo com que os conteúdos não sejam compreendidos pelos alunos (ALVES, 2007). Além disso, segundo Krasilchik (2004), essas aulas não são as ideais para um ensino de ciências mais satisfatório, pois não captam a atenção da classe nem motivam os estudantes, apresentam exemplificação excessiva ou deficiente, dentre outras desvantagens. Entretanto, apesar das muitas críticas as aulas expositivas, é necessário que haja uma mudança na forma com a aula expositiva é aplicada, pois a mesma pode tornar-se dinâmica, participativa e estimuladora, desde que o docente tenha as competência e habilidades necessárias.

Em relação ao GE observamos que a Nota Média 1 foi de 4,2 pontos. Assim como ocorreu com o GC, a pontuação é considerada baixa e insuficiente para aprovação. Após a aplicação da proposta houve uma melhora significativa, sendo a Nota Média 2 igual a 7,3 pontos. Essa nova média é superior à nota mínima para aprovação na disciplina de Química, desta forma considera-se que o GE apresentou bom desempenho nessa etapa do teste.

Para Mion (2015) os *softwares* educacionais servem para facilitar a aprendizagem dos conteúdos, proporcionando assim a construção do conhecimento, gerando ainda maior empenho do aluno na disciplina de ciências. Em se tratando das simulações, categoria na qual se enquadra o *software* PhET, por possibilitar que os alunos visualizem situações reais, contribuem para melhores resultados nas aprendizagens do que o somente o ensino tradicional (FIALHO; MATO, 2010). De fato, pode-se perceber nesse trabalho que o uso do *software* possibilitou que os estudantes compreendessem melhor o conteúdo de estudo dos gases.

No que se refere à variação percentual das médias entre os dois momentos (antes e depois da aplicação da proposta), os valores para o GC e GE foram de

49% e 74%, respectivamente. Atribuímos o melhor desempenho do *software* PhET, quando comparado ao método tradicional, ao fato de que, além das simulações do PhET serem bem esquematizadas, elas também permitem que o professor trabalhe conteúdos complexos de forma diferenciada e cientificamente corretas, permitindo que o aluno consiga assimilar o que foi abordado.

Em se tratando das questões aplicadas, a questão com menos acertos no questionário diagnóstico foi a que pedia que os alunos calculassem o volume de um gás cuja temperatura e volume haviam sido alterados. Apenas 18,2% dos alunos do GC responderam corretamente essa questão, enquanto que no grupo GE esse percentual foi de 36%. Considerando que muitos alunos relataram que os cálculos matemáticos dificultavam a aprendizagem da Química, acredita-se que o baixo percentual de acerto nessa questão se deve à deficiência desses alunos na “base matemática”.

Durante a aplicação da proposta ambos os grupos resolveram exercícios a fim de fixar o que havia sido estudado, sendo que muitas das questões envolviam cálculos matemáticos. Desta forma, após a aplicação da proposta, pode-se verificar que houve um aumento considerável no percentual de acertos desta forma, passando a ser de 45% para o GC e 73% para o GE.

Quanto ao questionário aplicado após a proposta, a questão com menor percentual de acertos, no caso do GC, foi a que questionava que grandeza de um gás duplicaria quanto este tivesse sua pressão duplicada à temperatura constante. Apenas 36% dos alunos do GC acertaram essa questão. De acordo com os resultados obtidos pode-se perceber que os alunos apresentavam dificuldades ao estudar conceitos complexos como pressão, volume e massa, visto que é exigido que o estudante possua um nível de abstração muito grande.

No que se refere ao GE, a questão com menor percentual de acertos após a aplicação da proposta, foi a que questionava qual gráfico representava uma

transformação isobárica, que teve apenas 45% de acertos. Apesar de os gráficos estarem presentes em nosso dia a dia, seja em jornais, revistas, nos programas de TV, etc., e facilitarem a compreensão dos fenômenos estudados, percebe-se que os alunos apresentam grandes dificuldades na sua interpretação. Isso pode decorrer do fato de os alunos terem acesso à representação gráfica apenas no final do ensino fundamental.

De forma geral, as questões que apresentaram maior percentual de acertos foram as que envolviam noções básicas dos gases, tais como variáveis de estado de um gás, definição de transformações gasosas (isotérmica, isobárica e isocórica). Esse fato mostra que os alunos não apresentam grandes dificuldades com esses assuntos mais gerais do estudo dos gases, no entanto, quando abordado o assunto de gás ideal (definição, comportamento, leis), a situação foi diferente.

Por se tratar de um modelo teórico do comportamento dos gases, e pela própria dificuldade em entender sobre os gases já que os mesmos não podem ser vistos, os alunos não conseguem assimilar esse conteúdo mais complexo, visto que exige um nível de abstração muito grande. A utilização de recursos alternativos como vídeos e simulações sobre esse assunto, podem mudar essa realidade, já que permitem que os alunos visualizem os fenômenos estudando, contribuindo para que a aprendizagem ocorra.

Considerações finais

Os *softwares* de simulação têm se tornado cada vez mais realistas, oferecendo a possibilidade do utilizador controlar a dinâmica dos fenômenos representados na sua tela. Em se tratando do PhET, este possibilitou que os alunos tivessem contato direto com o objeto em estudo, neste caso, as

propriedades dos gases, possibilitando que a partir de situações-problemas lançadas durante as aulas os alunos refletissem sobre suas ações e interpretações, que podiam levá-los a erros ou acertos na resolução das questões, fazendo com que os mesmos fossem cautelosos na busca de respostas.

Por ser uma ferramenta interativa, dinâmica e de fácil manipulação, o *software* PhET despertou a curiosidade e o interesse dos alunos que se divertiam enquanto aprendiam o conteúdo. Desta forma, o *software* atendeu a expectativa dos alunos que acreditavam que os simuladores poderiam contribuir para a aprendizagem da Química. Considerando que esse tipo de recurso não é estranho à realidade dos alunos e professores da escola estudada, o seu uso em sala de aula deve ser mais frequente para que os alunos possam ter uma aprendizagem dinâmica e significativa. Vale ressaltar que o *software* não atua automaticamente como estímulo à aprendizagem. Para que a aprendizagem possa ser promovida é necessário que o *software* seja integrado ao currículo e as atividades de sala de aula.

Diante dos resultados obtidos nesse trabalho conclui-se que o *software* PhET facilitou a aprendizagem do conteúdo de estudos dos gases, tendo sido verificada uma melhoria de 74% na nota média do grupo onde o mesmo foi utilizado como recurso didático.

Referências

ALVES, W. F. A formação de professores e as teorias do saber docente: contexto, dúvidas e desafios. **Revista Educação e Pesquisa**. São Paulo, v. 33. n. 2. p. 263-280, 2007.

BRAGA, A. P. M.; VERASSANI, B. F. A.; JUNIOR, J. G. T. Metodologias diferenciadas no Ensino de Química: Concepções de estudantes sobre a sua utilização. In:

DOI: <http://dx.doi.org/10.20873/ufv.2447-4266.2019v5n3p335>

ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 16., 2012, Salvador. **Anais...** Salvador: UFBA, 2012.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais:** Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais:** Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2013.

CASTELLS, M. **A Era da Informação:** Economia, Sociedade e Cultura. Sociedade em Rede. vol. 1. 3ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 2001.

CASTELLS. **A Sociedade em Rede:** do conhecimento à ação política; Conferência. Belém (Por) : Imprensa Nacional, 2005.

CLARK, T. M.; CHAMBERLAIN, J. M. Use of a PhET interactive simulation in general chemistry laboratory: Models of the hydrogen atom. **Journal of Chemical Education**, v. 91, n. 8, p. 1198–1202, 2014.

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

DEMO, P. **TICs e educação**, 2008. Disponível em: <<http://www.pedrodemo.sites.uol.com.br>> Acesso em 18 out. 2016

FIALHO, N. N.; MATOS, E. L. M. A arte de envolver o aluno na aprendizagem de ciências utilizando *softwares* educacionais. **Educar em Revista**, Curitiba, n. especial 2, p. 121-136, 2010.

FORNAZIERO, C. C.; GORDAN. P. A.; CARVALO, M. A. V.; ARAÚJO, J. C.; AQUINO J. C. B. O ensino da anatomia: integração do corpo humano e meio ambiente. **Revista Brasileira de Educação Médica**. Rio de Janeiro, v. 34, n. 2, p. 290-297, 2010.

FREIRE, A. A. C.; VALENZUELA, G. M.; OLIVEIRA, H. G.; CARVALHO, L. M.; JUNIOR, O. H.; SILVA, W. A. A utilização de *softwares* educacionais simuladores no ensino da física em uma escola pública estadual da cidade de Boa Vista/RR. **Revista Renote**, Porto Alegre, v. 12, n. 1, 2014.

GRANGEIRO, M. F. **Percepção dos alunos sobre a contextualização e a experimentação da química no ensino médio.** 2014. 37 p. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura Plena em Química). Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014.

GURGEL, C. R.; AGUIAR, G. E.; SILVA, N. N. Avaliação como espaço de aprendizagem em *softwares* educativos. **Ensaio: aval. pol. públ. Educ.**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 79, p. 371-388, 2013.

HORNES, A.; GRACHINSKI, L.; SILVA, S. C. R.; KOSCIANSKI, A. Os jogos computacionais no ensino de física. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD).** Rio de Janeiro: IBGE, 2014.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia.** São Paulo: EDUSP, 2004.

LIMA, J. O. G. Do período colonial aos nossos dias: uma breve história do Ensino de Química no Brasil. **Revista Espaço Acadêmico**, Maringá, v. 12, n. 140, p. 71-79, 2013.

LIMA, J. O. G.; LEITE, L. R. **O ensino de química no nível médio:** um estudo de caso. In: 5º Congresso Norte-Nordeste de Química. Natal, 2013.

MAGALHÃES, G.L.N.; ARAÚJO, K.S.; SOUSA, S.F.; BARROS, I.N.G. (UFMA) ; SOUSA, A.A.A.; SOUSA, J.L.S. Computador e *software* na Educação de Jovens e Adultos (EJA): a utilização no processo de ensino e aprendizagem na E. M. Frei Benjamin de Borno no município de Grajaú, Maranhão. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA, 13., 2015, Fortaleza. **Anais eletrônicos...** Fortaleza: ABQ, 2015. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/simpequi/2015/trabalhos/90/6867-20714.html>>. Acesso em: 17 set. 2016.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 77-86, 2002.

DOI: <http://dx.doi.org/10.20873/uft.2447-4266.2019v5n3p335>

MINTZES, J. J.; WANDERSEE, J. H.; NOVAK, J. D. **Ensinando Ciência para a compreensão – uma visão construtivista**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2000.

MION, M. **O uso de softwares educacionais no ensino de ciências**. Monografia (Especialização em Mídias na Educação). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015.

NUNES, A. S.; ADORNI, D. S. O ensino de química nas escolas da rede pública de ensino fundamental e médio do município de Itapetinga-BA: O olhar dos alunos. In: ENCONTRO DIALÓGICO TRANSDISCIPLINAR, 2010, Vitória da Conquista. **Anais...** Vitória, UESB, 2010, p. 1 - 7.

OLIVEIRA, C. C. S. D. et al. Utilização das tecnologias da informação e comunicação (TIC) como recurso didático no ensino de química. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 13., 2013, Recife. **Anais...** Recife, UFRPE, 2013.

SOUZA, T. V. P.; SOUZA, E. V. P.; SILVA, T. G. N.; SILVA, D. M.; RIBEIRO, M. E. N. P. Proposta educativa utilizando o jogo RPG Maker: estratégia de conscientização e de aprendizagem da química ambiental. **Holos**, Natal, v. 8, p. 98 – 112, 2015.

PEQUENEZA, T.; GIL, H. *Software* Educativo «GCompris» no 1º Ciclo do Ensino Básico na área da Matemática: resultados de uma investigação em contexto de sala de aula. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INFORMÁTICA EDUCATIVA, 15., 2013, Viseu. Atas... Viseu, 2013, p. 247 – 248.

PERRENOUD, P. **Dez novas competências para ensinar**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

PINHEIRO, D. M.; MURAKAMI, G. E.; BERALDO, N.; WITKOWSKI, F. M.; BRUNELLI, D. D.; GERMANO, J. S. E. **Uso do software de simulação Interactive Physics como ferramenta de apoio ao professor em sala de aula no ensino de oscilações mecânicas**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 41., 2013, Gramado.

SILVA, A. M. Proposta para tornar o Ensino de química mais atraente. **Revista de Química Industrial**, Rio de Janeiro, ano 79, n. 731, p. 7-12, 2011.

DOI: <http://dx.doi.org/10.20873/ufv.2447-4266.2019v5n3p335>

SILVA, S. G. As principais dificuldades na aprendizagem de química na visão dos alunos do ensino médio. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO IFRN, 9., 2013, Natal. **Anais...** Natal: IFRN, 2013, p 1612 – 1616.

SOUZA, N. S.; REIS, E. M.; LINHARES, M. P. Ensino de química no proeja: integrando o espaço virtual de aprendizagem às ações de sala de aula. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABRAPEC, 2009.

USBERCO, J.; SALVADOR, E. **Química**. Volume único. 5ª ed. São Paulo: Saraiva, 2002.

VALENTE, J. A. **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas: Nied, 2002

VIEIRA, L. D. **O uso do simulador PhET para o ensino de associação de resistores**. 2015. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física). Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2015.

VIEIRA, F. M. S. **Avaliação de software educativo**: reflexões para uma análise criteriosa. 2001. Disponível em: <<http://www.edutec.net/Textos/Alia/MISC/edmagali2.htm>>. Acesso em 12 de nov. 2016.