



## **ENSINO E APRENDIZAGEM EM CIÊNCIAS DA NATUREZA: UM ESTUDO DE CASO SOBRE AS CONTRIBUIÇÕES DA PHET**

Mayara Barros Bezerra<sup>1</sup>  
Daniele Florêncio de Souza<sup>2</sup>

### **RESUMO**

A Educação Básica está passando, assim como as demais vertentes que tangem o caminhar da sociedade, por atualizações em seus métodos e concepções. No âmbito educacional não se pode mais apenas esperar que o aluno decore o conteúdo, que ele sente e escute o que o professor tem a dizer, as novas aberturas para concepção de ideias e pensamentos trazidas pela globalização, chegaram em nossas escolas, e não podemos nos tornar vilões frente a essa nova face que já se iniciou em todas as instituições e agora estão escandalizadas pela pandemia do Novo Corona Vírus, através das aulas remotas. Cientes da necessidade de uma ressignificação nas metodologias docentes, a utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação configura-se como uma ferramenta capaz de auxiliar e transformar os processos educacionais. Sendo assim os objetivos deste trabalho foram: demonstrar os êxitos da utilização da plataforma PHET no ensino de Ciências da Natureza, bem como apresentar os resultados do estudo de campo, realizado com duas turmas de segundas séries do Ensino Médio no município de Nova Russas-CE. A escolha dos estudantes se deu no tocante da participação de uma aula, onde foram utilizadas as ferramentas da plataforma PHET. Os principais resultados apontam que a utilização das ferramentas oferecidas por tal plataforma, disponível online, auxiliam no processo de compreensão dos assuntos referentes à Química, disciplina de Ciências da Natureza escolhida para esta pesquisa, mostrando os êxitos na fusão entre escola, planejamento, globalização e tecnologias digitais.

**Palavras-chave:** TIC'S, Tecnologias no ensino de Ciências da Natureza, PHET.

### **INTRODUÇÃO**

As transformações são inerentes e adaptar-se é sempre preciso. Em tempos de Pandemia, isolamento social, aulas remotas, a escola, toma consciência da importância do uso das tecnologias digitais nas práticas dos processos de ensino e aprendizagem.

Tomando como meio norteador para as mudanças que as escolas precisam passar para adequar-se as novas necessidades de seu público, a utilização de Tecnologias da

---

<sup>1</sup> Graduanda do Curso de Física do Instituto Federal do Ceará - IFCE, [mayara.fisica.ifce@gmail.com](mailto:mayara.fisica.ifce@gmail.com);

<sup>2</sup> Especialista do Curso de Tecnologias Digitais para a Educação Básica da Universidade Estadual do Ceará - UECE, [daniflorenciodesouza@gmail.com](mailto:daniflorenciodesouza@gmail.com).



Informação e Comunicação (TIC's) apresenta-se como uma prática inovadora no ensino, e a utilização das infinitas ferramentas disponibilizadas nas redes faz a educação vestir nova roupagem. Este trabalho se detém na apresentação de uma prática, acontecida antes da pandemia do novo Corona vírus, e de seus resultados.

Se tratando do Ensino de Ciências da Natureza, o distanciamento entre os conteúdos e o cotidiano dos alunos é uma barreira desafiadora que deve ser vencida pelos docentes e na perspectiva de que a Educação deve acompanhar os processos de atualização tecnológicas e digitais a PHET é uma importante aliada na hora de inovar e contextualizar.

O interesse em realizar tal pesquisa emergiu das dificuldades encontradas dentro de sala de aula, mais precisamente nos conteúdos curriculares da disciplina de Química, buscamos então, apontar um novo rumo no caminho do saber, trajetória que seguiremos, nós professores e alunos, ao lado das novas tecnologias digitais, buscando a aprendizagem significativa e a contextualização nos processos formativos.

## **METODOLOGIA**

Fundamenta na análise de dados quantitativos e qualitativos obtidos a partir da pesquisa de campo, apresentamos os promissores resultados da utilização de simulações, jogos e demais ferramentas digitais. O estudo de campo era composto por um formulário impresso, aplicado a duas turmas de segundas séries do Ensino Médio.

De acordo com Gil (2002), uma pesquisa com tais qualificações tem como objetivo proporcionar uma familiarização com o problema apresentado pelo pesquisador, focando o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições. Por ser bastante flexível, esse tipo de pesquisa permite considerar vários aspectos relativos ao fato estudado.

O cenário da pesquisa de campo se deu em uma escola da rede estadual de ensino no município de Nova Russas, interior do Ceará. A coleta de dados na pesquisa de campo se deu em 3 fases, como indica a Tabela 1, e a mesma foi realizada no período de 3 semanas.



**Tabela 1 – Fases da pesquisa de campo**

<b>Fase</b>	<b>Atividade realizada</b>	<b>Tempo de duração</b>
A	Aula utilizando ferramentas da PHET	120 minutos
B	Aplicação do questionário	45 minutos
C	Tabulação de dados	1 semana

Fonte: Elaborado pela autora

Foram utilizadas duas aulas, em cada turma, para a explicação dos conceitos relacionados a cinética química, com a ajuda da ferramenta de simulação “reversible-reactions\_pt\_BR”. Durante a aplicação do questionário os estudantes foram conduzidos a rememorar a aula onde tiveram contato com a simulação da PHET. É importante esclarecer que os questionamentos não recaíram sobre a ferramenta “reversible-reactions\_pt\_BR” em si, mas sobre as contribuições da utilização desta simulação para o processo de ensino e aprendizagem na disciplina de Química.

Na terceira e última fase (Fase C) foram usados em média cinco dias para a tabulação correta dos dados e a interpretação fiel das respostas dadas pelos alunos. Lembrando que a população do estudo englobou o quantitativo de cinquenta alunos distribuídos em duas séries de segundo ano do Ensino Médio. De cada turma pesquisada, A e B, foi pedido que vinte e cinco alunos respondessem ao questionário, uma vez que as turmas compreendiam um quantitativo de 35 e 31 alunos respectivamente.

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

Como já foi ressaltado é de extrema importância conhecer e apropriar-se das Tecnologias atuais. Para melhor nos fazer entender, elencamos um conceito para as TICs, antes mesmo de falarmos sobre os recursos utilizados nesta prática.

Pacievitch (2014) descreve que a:

Tecnologia da informação e comunicação (TIC) pode ser definida como um conjunto de recursos tecnológicos, utilizados de forma integrada, com um objetivo comum. As TICs são utilizadas das mais diversas formas, na indústria (no processo de automação), no comércio (no gerenciamento, nas diversas formas de publicidade), no setor de investimentos (informação simultânea, comunicação imediata) e na educação (no processo de ensino aprendizagem, na Educação a Distância) (PACIEVITCH, 2014, p. 1).



Uma vez difundida em nosso meio, as TICs assumem vários conceitos, com muitas interpretações por outros estudiosos, mas de acordo com a fala de Pacievitch (2014), podemos compreender então, que as TICs são recursos inovadores e modernos que se encaixam nos mais variados ramos da ação humana, com a finalidade de facilitar e conseqüentemente melhorar o desempenho de determinadas tarefas e atuações.

Tavares *et al* (2013, p. 156) nos fala que “a educação vem cada vez mais se associando ao conceito de tecnologia e inovação, pois o cognitivo do ser humano está sendo intermediado por aparelhos tecnológicos, onde tais tecnologias estão ampliando o potencial intelectual do ser humano.”. Percebemos, mediante a fala do estudioso citado, que com o processo de globalização torna-se possível o aprendizado, a conversação e o trânsito rápido de informações por meio dos veículos comunicacionais e que as instituições educacionais não podem se isentar de tal fato, tendo que atualizar-se aos novos meios para atingir o novo público alvo, uma vez que “as pessoas que trabalham no domínio da Tecnologia Educativa não se interessam somente pelos recursos e avanços técnicos, mas também, e, sobretudo, pelos processos que determinam e melhoram a aprendizagem” (MIRANDA, 2012 *apud* TAVARES *et al* 2013, p. 157).

Mas para que as TICs sejam inseridas de forma positiva no campo da Educação é necessário que todos os sujeitos envolvidos estejam familiarizados com suas ferramentas, bem como com seus objetivos. Cleonir *et al* (2012, p. 44) afirmam que: “Saber escolher os materiais audiovisuais relacionando-os às necessidades de cada escola ou grupo de alunos é o primeiro passo para conseguir aliar essas ferramentas à nossa prática pedagógica.”. Frente a ideia de Cleonir *et al* (2012) é necessário elencar que a introdução das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) dentro de nossas escolas ainda enfrenta uma séria barreira, que é a deficiência na formação inicial dos docentes que irão trabalhar com estas tecnologias. Como meio de contornar tal problema, os docentes podem encontrar apoio na formação continuada, o que hoje é ofertada dentro da maioria da rede de ensino, seja ela pública ou privada.

Para que as escolhas dos recursos oferecidos pelas TICs sejam feitas de maneira coerente e para que sua aplicação seja realmente positiva dentro de nossas escolas, os professores precisam de tempo, dedicação e estudo, em síntese, devem buscar uma formação continuada relacionada as novas tecnologias da informação e da comunicação.

García, Fernandez e Souza (2011 *apud* SOUZA, 2014, p. 22):



[...] afirmam que é necessário, antes de tudo, experimentar as várias formas de sua utilização por meio de cursos de preparação, pois, segundo esses autores, o que diferenciam a aula interativa da tradicional são o planejamento e o aperfeiçoamento da prática pelo professor.

Pensando então na não obrigatoriedade da adequação da prática docente as novas tecnologias, percebemos que os resultados esperados no processo de ensino aprendizagem não serão satisfatórios, uma vez que nossos alunos estão a cada dia sendo mais influenciados a comunicar-se, buscar, compartilhar e aprender por meios diferentes dos tradicionais.

A ludicidade é essencial para a diversificação da prática docente nos dias atuais. O abandono das práticas antiquadas e voltadas apenas para o ato de reproduzir os conhecimentos que os professores apresentam em sala de aula, devem ser dispensadas, dando lugar a um ensino dialogado, questionador, onde haja a troca de saberes, de todos os sujeitos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem.

Lima nos diz que:

Hoje, a química que nos circunda tem seus fundamentos negligenciados ao ser, ensinada na escola, porquanto, não raras vezes, é trabalhada superficialmente, desconsiderando-se toda a sua abrangência. Porém, se sua implantação for planejada, pode propiciar um conjunto de práticas preestabelecidas que têm o propósito de contribuir para que os alunos se apropriem de conteúdos sociais e culturais de maneira crítica e construtiva (2011, p. 133-134) professores (LIMA, 2011 *apud* TAVARES *et al* 2013, p. 160)

Sendo assim, percebemos que é necessário que as metodologias no ensino, principalmente em disciplinas da área de Ciências da Natureza mudem, se reformulem, como afirma Henning (1994 *apud* LIMA, 2012, p. 98), “a melhoria do Ensino de Química passa por uma crescente necessidade de mudanças e atualizações nas metodologias de trabalho dos professores em exercício.”. Tais “atualizações” podem ser encontradas na formação continuada para docentes, e as TICs são uma ótima forma para que os professores adequem melhor suas práticas de trabalho, tornando-se mais próximos da realidade do novos discentes que estão adentrando em nossas escolas, os chamados “nativos digitais” (PRENSKY, 2001, p.01).

De acordo com o autor supracitado, os nativos digitais são os novos alunos que utilizam da linguagem digital para sua comunicação diária. Eles encontram nos



computadores, smartphones e outros aparelhos uma forma de buscar, compartilhar e aprenderem temas que lhe chamam atenção.

Em contrapartida, trilhando o caminho contrário ao mundo globalizado, nossos professores, seriam os “imigrantes digitais”, ou seja, aqueles que “[...] não acreditam que os seus alunos podem aprender com êxito enquanto assistem à TV ou escutam música, porque eles (os Imigrantes) não podem.” (PRENSKY, 2001, p.03). Tal discrepância em relação ao processo de ensino-aprendizagem deve ser estudada, discutida e posteriormente resolvida dentro de nossos ambientes escolares, pensando em todos os agentes envolvidos no processo de ensino aprendizagem. Melo (2007 *apud* TAVARES *et al*, 2013, p. 157) nos explica que “[...] é preciso que o professor tenha formação para o uso da informática, pois tecnologia é algo que se renova e mostra um grau de complexidade já que não tem um padrão a ser seguido e predeterminado [...]”.

Logo, devemos criar dentro de nossos ambientes de trabalho, um clima confortável e motivador em relação ao uso das TICs.

Referenciando o objetivo de apresentar a plataforma PhET, dentro de nossa prática, é de inteira necessidade que o leitor se aproprie da definição da PHET. De acordo com os seus colaboradores, a PHET foi

“Fundado em 2002 pelo Prêmio Nobel Carl Wieman, o projeto PhET Simulações Interativas da Universidade de Colorado Boulder cria simulações interativas gratuitas de matemática e ciências. As sims PhET baseam-se em extensa pesquisa em educação e envolvem os alunos através de um ambiente intuitivo, estilo jogo, onde os alunos aprendem através da exploração e da descoberta.”.(PHET)

### Ilustração 01 – Plataforma PHET



Fonte: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/)



No site da PhET podemos encontrar vários aparatos tecnológicos para aulas de Matemática, Química, Física ou Biologia. De acordo com o site da mesma, “As simulações são escritas em Java, Flash ou HTML5, e podem ser executadas on-line ou copiadas para seu computador. Todas as simulações são de código aberto [...]”. (PHET). Ainda citando as informações que podem ser encontradas no site da PHET, eles afirmam que: “Vários patrocinadores apoiam o projeto PhET, permitindo que estes recursos sejam livres para todos os estudantes e professores.”. (PHET).

WIEMAN *et al* (2008, p. 682) cita dados importantes sobre o projeto:

O projeto PhET (<http://phet.colorado.edu>) desenvolveu mais de 80 simulações. Estes abrangem vários tópicos em aplicações físicas e do mundo real, como o efeito estufa e lasers. Tem 16 simulações em tópicos de química, bem como várias simulações para matemática, biologia e Ciência da Terra.

O site direciona o visitante de modo simples e fácil, o que permite uma navegação clara e promissora, possibilitando o download ou o uso, com acesso à internet, a algumas simulações e jogos. De acordo com as palavras de SILVA *et al* (2016, p. 341) “[...] por meio dos simuladores, o aluno é instigado à por em prática suas ideias, elaborando suas próprias conclusões, levando-os ao que se pretende no ensino que é aprender.”.

De acordo com as pesquisas elaboradas pelos mentores do projeto PHET, Wieman nos mostra uma informação muito promissora quanto ao uso das simulações, de acordo com ele:

Alunos fazendo um exercício de 2 horas usando a simulação “Kit de Construção de Circuito” em um curso de um semestre tem demonstrado maior domínio dos conceitos de corrente e tensão no exame final do que os alunos que fizeram um exercício de laboratório paralelo com o equipamento elétrico real. (WIEMAN *et al*, 2008, p. 682).

É perceptível que a utilização das ferramentas ofertadas no site da PHET tem uma significância muito grande quanto ao processo de aprendizagem e se torna uma também uma facilitadora no processo de ensino.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro momento, início da **fase A**, realizou-se a aula de Química seguindo o plano de aula semanal, na introdução da aula foram levantadas hipóteses sobre a



velocidade das reações químicas, fazendo-os relembrar o que é uma reação. Após a introdução foram utilizados os dispositivos descritos no plano de aula para dar início aos estudos de cinética e equilíbrio químico.

Para complementar o uso da ferramenta “reversible-reactions\_pt\_BR” foi produzido dois slides com a temática.

### Imagem 01 – Slides de introdução a Cinética Química

The image shows four slides from a presentation on Chemical Kinetics. The top-left slide is a title slide with a dark blue background and the text 'Cinética Química'. The top-right slide has a white background and discusses the 'Taxa de Desenvolvimento Médio ou Velocidade Média em função dos reagentes e produtos', defining it as the ratio of the change in concentration of a substance to the time interval. The bottom-left slide explains that chemical kinetics is the branch of chemistry that studies the speed of chemical reactions and the factors that influence them. The bottom-right slide provides the formula for average rate:  $Td_m = \frac{\Delta [A]}{\Delta t}$  and  $\Delta [A] = [A]_{\text{final}} - [A]_{\text{inicial}}$ ,  $\Delta t = t_{\text{final}} - t_{\text{inicial}}$ , accompanied by a small image of a beaker with a reaction occurring.

Fonte: Elaborado pelas autoras

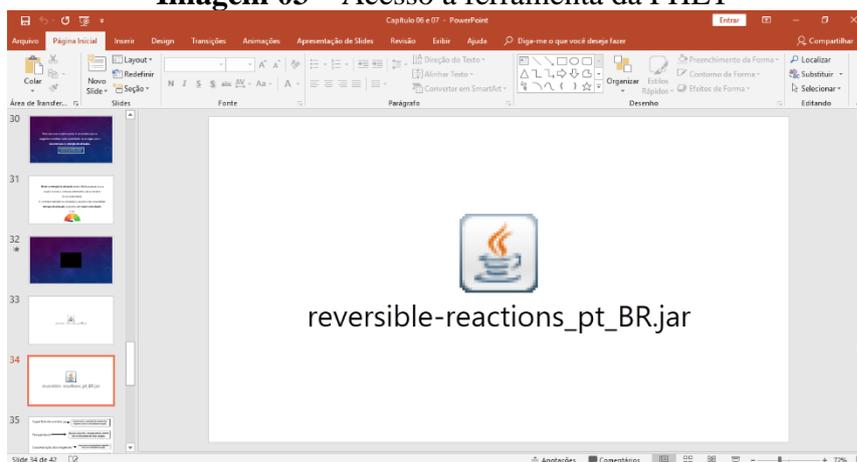
Após a conceituação, os alunos passaram a compreender as energias que envolviam a reação química e também os fatores que influenciavam a velocidade da reação. Posteriormente eles tiveram contato com o simulador da PHET “reversible-reactions\_pt\_BR”, como mostram as imagens a seguir.

### Imagem 02 – Energias da reação Química

The image shows a slide with a white background and a colorful semi-circle at the bottom. The text on the slide states: 'Maior a energia de ativação, mais difícil será para que a reação ocorra e, conseqüentemente, ela se dará de forma mais lenta. O contrário também é verdadeiro, reações com uma menor energia de ativação ocorrem com maior velocidade.'

Fonte: Elaborado pelas autoras

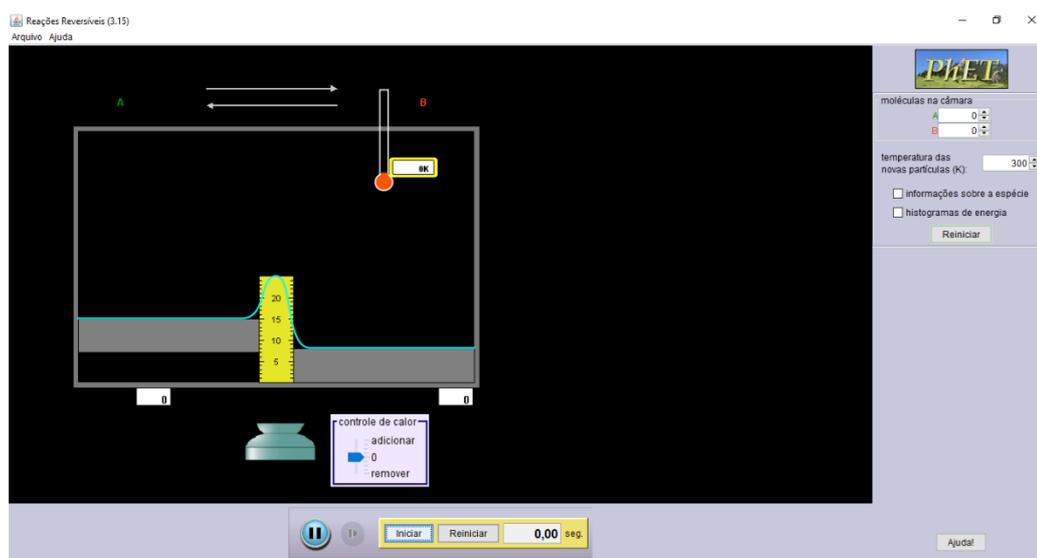
### Imagem 03 – Acesso a ferramenta da PHET



Fonte: Elaborado pelas autoras

É importante mostrar, ao menos resumidamente, como a ferramenta utilizada nessa aula funciona. As próximas imagens ilustraram como esse recurso funciona.

### Imagem 04 – Tela inicial da ferramenta “reversible-reactions\_pt\_BR”



Fonte: Elaborado pelas autoras

A imagem 04 retrata a tela inicial que encontramos ao abrir a ferramenta acima referenciada. A partir dessa tela é possível a introdução de moléculas, que são representadas por esferas coloridas, e que representam os reagentes do lado esquerdo e os produtos, a direita. Ainda é possível a alteração da temperatura do sistema, demonstrando ai um dos fatores que alteram a velocidade das reações químicas.



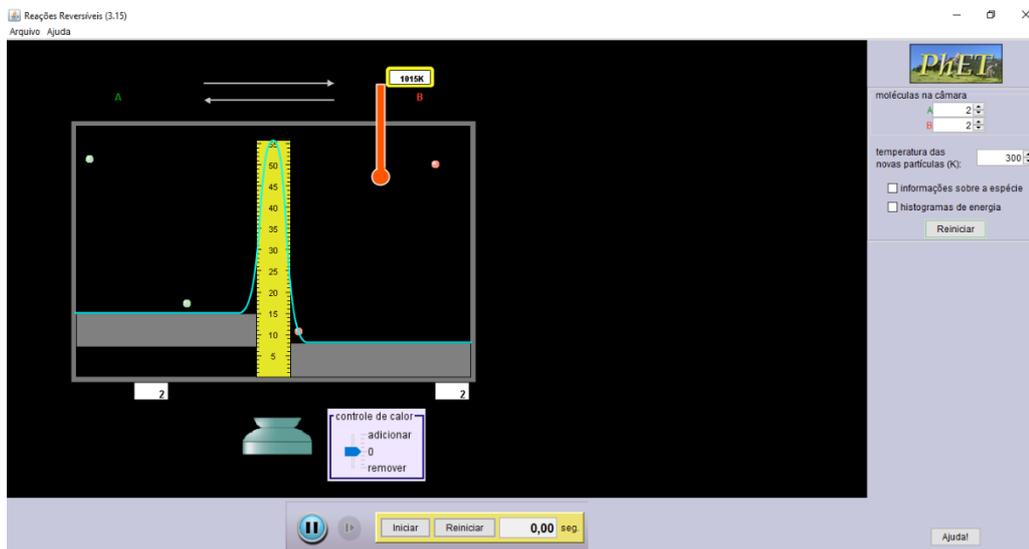
**Imagem 05** – Reação adicionada ao sistema de simulação “reversible-reactions\_pt\_BR”



Fonte: Elaborado pelas autoras

**Imagem 06** – Reação adicionada ao sistema de simulação agora com alteração na energia de ativação “reversible-reactions\_pt\_BR”

Fonte:



Elaborado pelas autoras

Nas imagens acima retratadas pode-se perceber que a utilização desta ferramenta nos permite alterar além da temperatura a energia de ativação para que a reação química aconteça.



Após o momento da aula expositiva os alunos foram levados a discutir sobre o tema estudado e realizaram atividades referentes a esse assunto, disponibilizadas no livro didático.

Concluído os estudos da **fase A**, deu-se início a aplicação dos questionários (**fase B**). Para que a aplicação não comprometesse o andamento das aulas, os mesmos foram aplicados na própria aula de Química. Os resultados observados na pesquisa exploratória serão expostos a seguir, em nossa fase C. Para facilitar a leitura dos gráficos, cada turma terá uma coloração de gráficos específica, de acordo com a imagem 07.

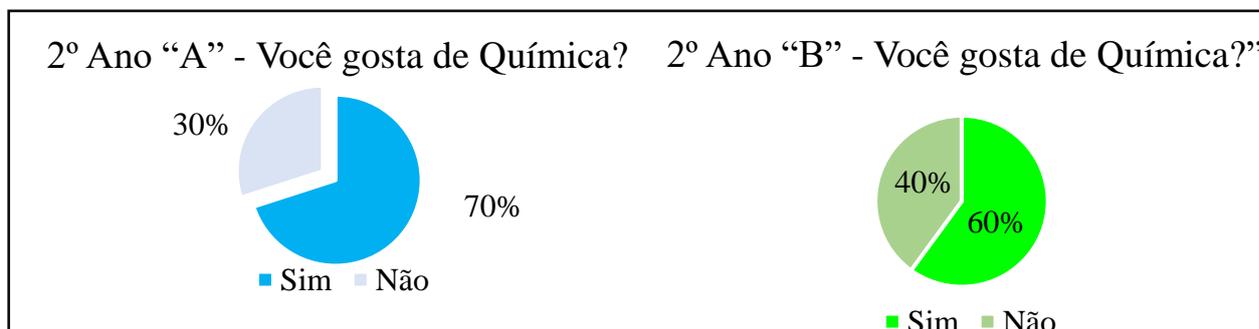
**Imagem 07** – Relação turma/gráfico



Fonte: Elaborado pelas autoras

Os primeiros resultados analisados buscavam demonstrar o quantitativo de alunos que gostavam ou não da disciplina de Química. Tal questionamento se torna significativo pois a afinidade ou não dos alunos para com a disciplina interferem diretamente no seu processo de aprendizagem.

**Gráfico 01** – Primeira questão



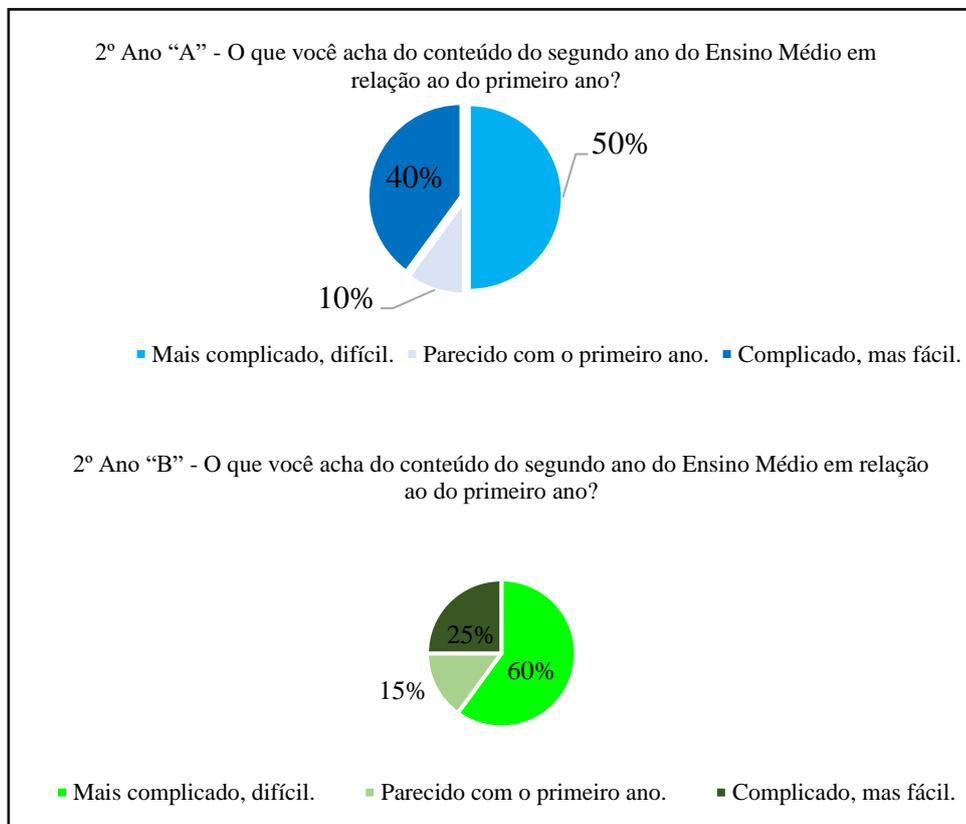
Fonte: Elaborado pelas autoras

Com os dados coletados pode-se perceber que a maioria dos alunos das séries pesquisadas tem afinidade com a disciplina de Química, o que permite inferir que o processo de ensino e aprendizagem para esses alunos que responderam sim, que gostam



da disciplina, seja mais fácil ou que pelo menos se dê em um processo mais simplificado, sem existir muitas resistências.

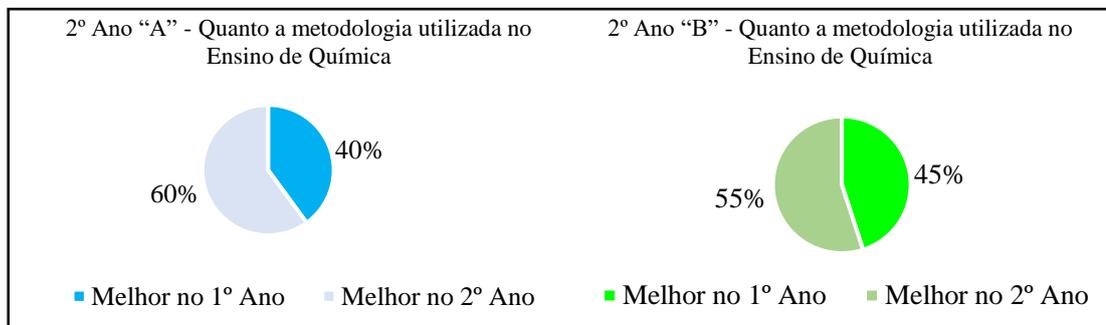
**Gráfico 02 – Segunda questão**



Fonte: Elaborado pelas autoras

Em ambas as séries é perceptível a dificuldade dos alunos, pois a maioria respondeu que os conteúdos vistos na segunda série, são mais difíceis. Ressaltamos que os alunos do segundo ano “A”, no ano anterior, trabalharam softwares, jogos e simulações em suas aulas de Química, o que pode explicar sua melhor aprendizagem.

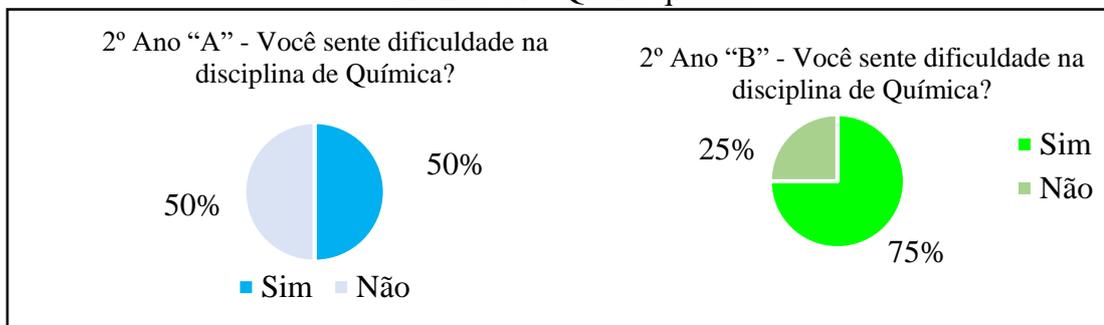
**Gráfico 03 – Terceira questão**



Fonte: Elaborado pela autora

De acordo com os estudantes pesquisados eles julgam a metodologia, o modo como o professor conduz suas aulas, melhor no segundo ano. A quarta questão indagava sobre a existência ou não de dificuldades na disciplina de Química.

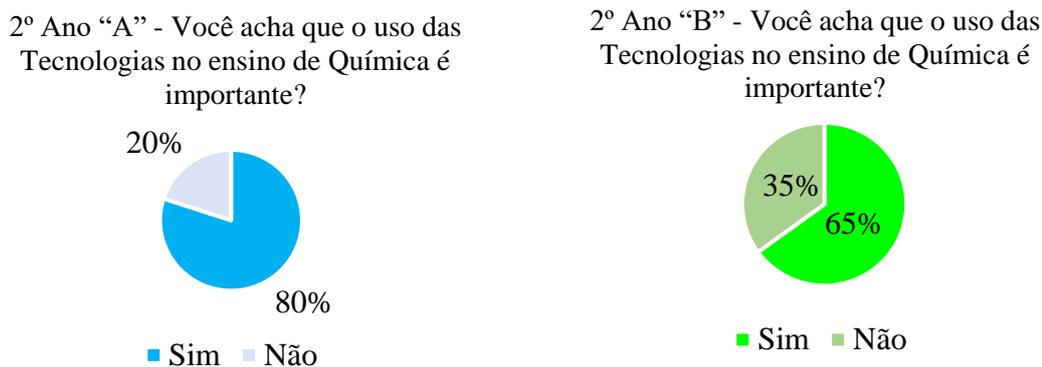
**Gráfico 04 – Quarta questão**



Fonte: Elaborado pelas autoras

Perceba que diferente das demais questões, os resultados para as duas turmas agora não foram tão próximos.

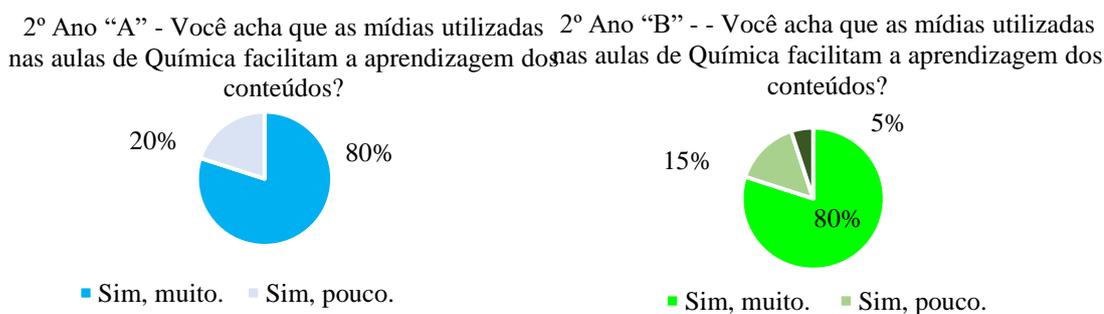
**Gráfico 05 – Quinta questão**



Fonte: Elaborado pelas autoras

Em sua maioria os alunos das duas séries concordam que as tecnologias são fundamentais para sua aprendizagem na disciplina de Química.

**Gráfico 06 – Sexta questão**



Fonte: Elaborado pelas autoras



Em ambas as turmas estudadas, os pesquisados, responderam que sim, as ferramentas da PHET facilitam sua compreensão em relação aos conteúdos estudados, um quantitativo de 80%.

A sétima questão, discursiva, teve caráter pessoal, os pesquisados serão identificados por números seguidos da letra que designa sua respectiva turma, “A” ou “B”. Aluno 02 – “A”, que disse que “Achei boa, interessante, educativa, proveitosa, aprendi muito. [...] me concentrei muito”. Vale grifar a fala em que o aluno diz que se concentrou, percebe-se então que a utilização da simulação da PHET ajudou a prender a atenção do aluno a aula, a explicação do conteúdo.

O aluno 10 – “B” reforçou o que a literatura traz sobre o uso das TIC’s em sala de aula, ao dizer que a aula “[...] foi boa, porque eu entendi. [...] aprendi coisas novas [...] fica mais fácil de aprender”. O aluno 18 - “B” opinou sobre a aula dizendo que: “Eu não entendo muito bem química, mas esse joguinho facilitou enxergar o que a professora quis dizer.”

A seguir temos algumas outras respostas dadas pelos estudantes pesquisados.

- “Deu pra entender melhor um conteúdo que parecia difícil.” Disse o aluno 02 – “B”.
- “Foi interessante quando mostrou a energia de ativação mudando” Aluno 04 – “A”.
- “A aula sempre é mais interessante quando tem essas animações” Aluno 07 – “A”.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com os dados coletados nas turmas de segundo ano, confirma-se os relatos a respeito das dificuldades no processo de ensino e aprendizagem de Química, bem como a importância da utilização das Tecnologias da Informação e da Comunicação na Educação, precisamente na disciplina acima mencionada. O êxito apontado pela pesquisa de campo, comprova os benefícios da utilização de ferramentas da PHET nas aulas de Química, podemos inferir que essa prática deveria ser adotada também por outras disciplinas, uma vez que a plataforma oferece mecanismos para toda a área de Ciências da Natureza, Exatas e Matemática.

Na busca pelo incentivo a aprendizagem significativa adequemos nossas práticas, a curiosidade e a perspicácia de questionar devem ser excitadas em nossos discentes, e nada melhor que as tecnologias, tão familiar aos mesmos, para gerar tais sentimentos no âmbito acadêmico.



## REFERÊNCIAS

CLEONAIR; FABIANE; MARCIA; DARDE, M.; MASIERO; SIQUEIRA, S; BITELLE, P. A linguagem audiovisual das mídias: televisão e vídeo como suportes para estimulação do processo ensinar-aprender-ensinar. **RETEME**, v. 2, n. 2, p. 38-47, 2012.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. Editora Atlas, 2002.

LIMA, José Ossian Gadelha de. Perspectivas de novas metodologias no Ensino de Química. **Revista espaço acadêmico**, v. 12, n. 136, p. 95-101, 2012. Disponível em: <<http://ojs.uem.br/ojs/index.php/EspacoAcademico/article/view/15092/9741>>. Acesso em: 02 jun. 18.

PACIEVITCH, T. **Tecnologia da Informação e comunicação**. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/informatica/tecnologia-da-informacao-e-comunicacao/>>. Acesso em: 16 mar. 18.

PHET Interactive Simulations: simulações interativas em ciências e matemática. Disponível em: < [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/)>. Acesso em: 25 set. 18.

PRENSKY, Marc. Nativos digitais, imigrantes digitais. **On the horizon**, v. 9, n. 5, p. 1-6, 2001. Disponível em: <<http://poetadasmoreninhas.pbworks.com/w/file/attach/60222961/Prensky%20-%20Imigrantes%20e%20nativos%20digitais.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 18.

SILVA, Gerla; NETTO, José Francisco; SOUZA, Renato. A Abordagem Didática da Simulação Virtual no Ensino da Química: Um Olhar para os Novos Paradigmas da Educação. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 22., 2016, Manaus. **Anais...** Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2016. p. 339. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/6840/4718>>. Acesso em: 04 ago. 18.

SOUZA, Antônia Camila de Freitas. **A utilização das TICs no ensino de química desenvolvido nas escolas de ensino médio de Crateús-CE**. 2014. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) – Faculdade de Educação de Crateús, Universidade Estadual do Ceará, Crateús, 2014. 1 CD-ROM.

TAVARES, Ricarte; SOUZA, Rodolpho Ornitz Oliveira; DE OLIVEIRA CORREIA, Alayne. Um estudo sobre a “TIC” e o ensino da química. **Revista GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 3, n. 5, p. 155-167, 2013. Disponível em: <<http://www.revistageintec.net/index.php/revista/article/view/296/346>>. Acesso em: 06 ago. 18.

WIEMAN, Carl E.; ADAMS, Wendy K.; PERKINS, Katherine K. PhET: Simulations that enhance learning. **Science**, v. 322, n. 5902, p. 682-683, 2008. Disponível em: <[https://phet.colorado.edu/publications/PhET\\_Simulations\\_That\\_Enhance\\_Learning.pdf](https://phet.colorado.edu/publications/PhET_Simulations_That_Enhance_Learning.pdf)>. Acesso em: 17 mai. 18.