

USO DO SOFTWARE PHET SIMULATIONS NA MONITORIA ACADÊMICA COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DE FÍSICO-QUÍMICA

Use of Phet Simulations software in academic monitoring as a tool for teaching physical chemistry

Antônio Rony da Silva Pereira Rodrigues [ronny346silva@gmail.com]

Universidade Estadual do Ceará

Av. Dr. Silas Munguba, 1700 - Itaperi, Fortaleza - CE, 60714-903

Recebido em: 20/08/2023

Aceito em: 14/04/2024

Resumo

O uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's), está cada vez mais difundido na educação. As TIC's tem se demonstrado uma ferramenta importante para o ensino. Nesse contexto, o presente estudo buscou avaliar o uso do software PhET Simulations para o ensino de Físico-Química, sobre o conteúdo de estudo dos gases, na monitoria acadêmica no semestre 2023.1, no curso de Licenciatura em Química, no Polo UECE/UAB de Campos Sales. No estudo 20 estudantes passaram por 4 etapas, compostas por pré-teste, aulas com e sem uso do PhET e 3 testes avaliativos, sendo analisados através de competências específicas. Com a análise dos resultados obtidos, foi perceptível o aumento da taxa de acertos antes e após o uso do software na monitoria, chegando a taxa de 100% de acerto para algumas questões. Sendo assim, foi possível relatar que software auxilia na aprendizagem de estudo dos gases, podendo ser utilizado para outros conteúdos dentro da Físico-Química e no ensino de Física na Educação Básica.

Palavras-chave: Estudo dos gases; Ensino de Física; Software educacional.

Abstract

The use of Information and Communication Technologies (ICTs) is increasingly widespread in education. ICTs have proven to be an important tool for teaching. In this context, the present study sought to evaluate the use of the PhET Simulations software for the teaching of Physical Chemistry, on the content of the study of gases, in the academic monitoring in the semester 2023.1, in the Degree course in Chemistry, at the UECE/UAB Pole of Campos Sales. In the study 20 students went through 4 stages, composed of pre-test, classes with and without the use of PhET and 3 evaluative tests, being analyzed through specific competencies. With the analysis of the results obtained, it was noticeable the increase in the rate of correct answers before and after the use of the software in the monitoring, reaching the rate of 100% of correct answers for some questions. Thus, it was possible to report that software helps in the learning of the study of gases and can be used for other contents within Physical Chemistry and in the teaching of Physics in Basic Education.

Keywords: Study of gases; Physics Teaching; Educational software.

INTRODUÇÃO

Atualmente ocorre uma revolução no cotidiano, com a inserção de múltiplas tecnologias no meio sociocultural, que reflete diretamente sobre as funções pedagógicas e sociais das escolas, onde o conhecimento agora está difundindo entre a escola e as novas experiências vividas nos círculos sociais através dos meios de comunicação (JUNIOR; CIRINO, 2016).

Os recursos da internet estão disponíveis em diversos dispositivos e os softwares educacionais oportunas diferentes possibilidades, proporcionando aos professores meios de ensino alternativos, rompendo os antigos paradigmas, fazendo o processo educativo com maior participação dos estudantes, centralizando o estudante como autônomo do seu aprendizado (LOCATELLI et al., 2015).

A busca por novas estratégias de ensino que facilitem o aprendizado dos estudantes, tem se tornando um desafio para os professores. Entre os novos desafios a inserção da ciência e tecnologia como meio de motivação do ensino e estímulo ao interesse das aplicações tecnológicas nas ciências tem se destacado. Pesquisas demonstram que o ensino de ciências, com destaque ao ensino de Química, estão estruturados através de atividades que levam à memorização de informações, fórmulas e conhecimentos, o que limita o aprendizado dos estudantes e contribuem para a desmotivação em aprender e estudar (VIEIRA et al., 2011; YAMAGUCHI, 2021).

Na busca por diversificar e facilitar o processo de ensino-aprendizagem, o uso de tecnologias da informação e comunicação (TICs), tem se destacado. As tecnologias da informação e comunicação (TICs) são definidas como dispositivos desenvolvidos para obter, armazenar e processar informações, gerando uma comunicação e possibilitando o compartilhamento de e difusão de informações entre pessoas. Entre os dispositivos estão os tablets, rádio, celular, televisão, computadores, internet, programas e softwares, entre outros (FILHO; TRAINOTTI, 2018).

A utilização de tecnologias da informação e comunicação na educação permite a elaboração de aulas mais dinâmicas e interativas, que possibilita a melhor visualização de práticas através de vídeos e softwares, favorecendo a construção do conhecimento, com uma abordagem real do contexto social dos estudantes (MELO et al., 2020). A formação de professores e futuros formadores facilitadas por meio das TICs são promissoras (COLL; MONEREO, 2010).

No que se relaciona ao ensino dos conteúdos de Química, é caracterizado como uma ciência experimental, com conteúdos abstratos de difícil compreensão e visualização pelos estudantes. A introdução do ensino de Química no currículo escolar é repetitiva, desinteressante para os estudantes, e as vezes até para o professor. Os conteúdos são caracterizados como divergentes entre as propostas defendidas pelas orientações curriculares e pelos pesquisadores na área de educação em Química. O processo de aprendizagem com uso de TICs na Química pode ser mais significativo, com a aplicação de softwares educacionais, jogos didáticos e aulas com recursos audiovisuais (TAVARES et al., 2013; MOREIRA; MEDEIROS, 2017).

O avanço nas pesquisas acerca do ensino e aprendizagem de Química sugere que o uso de recursos técnico-educativos possibilita o desenvolvimento de ferramenta úteis para o ensino e aprendizagem desta ciência (VASCONCELOS, 2015). Quando tecnologias educacionais são aplicadas de forma coesa, a assimilação dos conteúdos pode ser facilitada, acarretando melhor aprendizagem.

Nesse sentido, entre os softwares e programas educacionais, tem se destacado o software de simulação PhET (*Physics Education Technology*), desenvolvido pela Universidade de Colorado, permitindo o estudo de simulações virtuais de Química, Física, Matemática e Biologia. O uso do PhET na aprendizagem em Química, pode ser aplicado como recurso complementar ao ensino, não substituindo os métodos tradicionais de ensino (SANTOS, 2016; SAMPAIO, 2017).

Diante disso, o presente estudo buscou avaliar a aplicabilidade do uso do software PhET Simulations, como ferramenta para o ensino e aprendizagem de Físico-Química I, especificadamente do conteúdo de estudos dos gases, no curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual do Ceará/Universidade Aberta do Brasil, durante o desenvolvimento do Programa de Monitoria (PROMAC) no semestre 2023.1.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para avaliar a intervenção do uso do software na monitoria acadêmica, optou-se por realizar um estudo de perfil metodológico quase-experimental. A pesquisa foi desenvolvida durante o semestre 2023.1, tendo como público-alvo 20 estudantes ingressos no Curso de Graduação em Licenciatura em Química na Universidade Estadual do Ceará/Universidade Aberta do Brasil (UECE/UAB), localizada na cidade de Campos Sales, Ceará. O trabalho foi desenvolvido no decorrer da disciplina de Físico-Química I, dentro do âmbito da monitoria acadêmica no Polo UECE/UAB de Campos Sales, Ceará.

O estudo foi realizado em 4 fases, que abrangem a análise previa do conhecimento acerca dos conteúdos que foram abordados na monitoria no decorrer do semestre, através da aplicação do pré-teste (1º fase), composto por 10 questões; a avaliação do conhecimento após ser ministrado uma aula sem uso do software e aplicação do questionário avaliativo de 10 questões (2º fase); posteriormente foi ministrado uma aula com uso do software PhET e aplicado questionário composto por 10 questões acerca do conteúdo abordado na aula (3º fase); e por último ambos os questionários (1º e 2º teste), foram reaplicados para avaliar o comparativo de acerto antes e após o uso do software (4º fase). Os dados da pesquisa foram analisados com o auxílio do software gratuito BioEstat 5.0, a partir dos dados obtidos dos questionários. O percurso metodológico detalhado, pode ser visualizado na Figura 1.

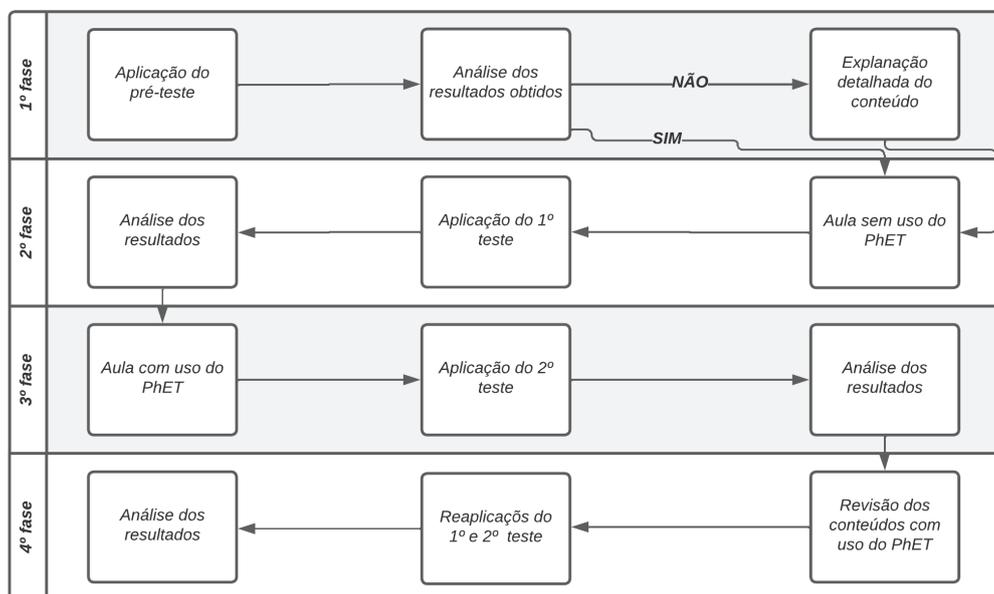


Figura 1: Percurso metodológico para desenvolvimento do estudo.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

A fim de avaliar os conhecimentos acerca de estudo dos gases, foram determinados durante a monitoria assuntos específicos que deveriam ser ministrados e adquiridos pelos monitorandos ao fim do semestre. Os conteúdos propostos e avaliados pelo pré-teste e testes, estão dispostos na Tabela 1.

Tabela 1: Conteúdos propostos para estudo durante a monitoria no semestre 2023.1

N.	Conteúdos abordados durante a monitoria no semestre 2023.1
1	Lei de Boyle
2	Lei de Charles
3	Lei de Dalton
4	Lei de Clapeyron
5	Lei de Gay-Lussac
6	Influência da pressão, temperatura e volume nos gases
7	Gás ideal e real
8	Equação de Van der Waals
9	Fator de compressibilidade
10	Energia cinética dos gases

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Para a aplicação do pré-teste foram avaliados os 10 conteúdos, no 1º teste foram considerados os conteúdos de 1-5, e para o 2º teste foram aplicados os conteúdos de 6-10. Na reaplicação, os estudantes receberam questionários com 20 questões, compostas pelos 2 testes anteriores.

Para a análise dos dados, optou-se por utilizar o sistema de competências, por ser um método utilizado para parâmetros educativos e para avaliações internacionais como o Programa para Avaliação Internacional de Estudantes (PISA), como descrito por Acevedo-Díaz (2005).

Tabela 2: Competências propostas para estudo durante o semestre 2023.1 na monitoria

N.	Competências propostas para a monitoria
Comp. 1	Aprender a interpretar a isoterma do gráfico e como a pressão e volume se apresentam para um gás nas condições na Lei de Boyle.
Comp. 2	Aprender a interpretar a isoterma do gráfico e como a pressão e volume se apresentam para um gás nas condições na Lei de Charles.
Comp. 3	Compreender como se forma a pressão total dos gases e interpretar as pressões parciais.
Comp. 4	Compreender o comportamento dos gases para sistemas isotérmicos, isovolumétricos e isobáricos, interpretar seus respectivos gráficos e calcular as variáveis dentro da equação de Clapeyron.
Comp. 5	Interpretar e aplicar os conceitos da Lei volumétrica de Gay-Lussac.
Comp. 6	Compreender como a pressão, temperatura e pressão influência no comportamento dos gases em diferentes sistemas.
Comp. 7	Diferenciar gás ideal e real, e calcular as variáveis dentro da equação de estado dos gases (Lei de Clapeyron).
Comp. 8	Entender como funciona a equação de Van der Waals e calcular as variáveis para um gás real.
Comp. 9	Compreender a aplicabilidade do fator de compressibilidade e como calcular.
Comp. 10	Aplicar conceitos da mecânica Newtoniana para o estudo do movimento e colisão para gases em um sistema.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

As competências foram avaliadas assim como os conteúdos, sendo todas analisadas para o pré-teste, da 1 a 5 para o primeiro teste e da 6 a 10 para o segundo teste. Para calcular os resultados, foi utilizado os valores de acertos por competência e transformado em percentual, para a análise estatística se utilizou o software gratuito BioEstat 5.0. O software estatístico foi utilizado como ferramenta para construção dos gráficos.

Todos os processos para uso do PhET foram realizados pelos monitorados, participando de forma ativa no processo de aprendizagem. As simulações foram utilizadas pelo monitor para explanação

oral, quanto pelos monitorandos, auxiliando na visualização dos experimentos. Todas as competências avaliadas possuem simulações no PhET, sendo que todas foram utilizadas nos encontros de monitoria.

Os testes para análise de erros e acertos, são compostos por questões de vestibulares e concursos. Sendo possível visualizar na Figura 2.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ - UECE
UNIVERSIDADE ABERTA DO BRASIL – UAB
PROGRAMA DE MONITORIA ACADÊMICA – PROMAC
LICENCIATURA EM QUÍMICA Ead



QUESTIONÁRIO AVALIATIVO

1 - (Uneb-BA) Em condições tais que um gás se comporta como ideal, as variáveis de estado assumem os valores 300 K, 2,0 m³ e 4,0 x 10⁴ Pa, num estado A. Sofrendo certa transformação, o sistema chega ao estado B, em que os valores são 450 K, 3,0 m³ e p. O valor de p, em Pa, é:

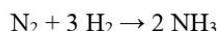
2- Um gás no estado 1 apresenta volume de 14 L, pressão de 5 atm e temperatura de 300 K. Qual será a pressão do gás em um estado II se o volume permanecer igual a 14 L, mas a temperatura passar para 273 K?

3 - (UFAM) Um sistema composto pela mistura de três gases, A, B e C, está a uma temperatura de 27°C e apresenta uma pressão de 4 atm. Considerando que o volume total do sistema seja 37 litros e que os gases A e B apresentam respectivamente pressões parciais 2 e 1 atm, a quantidade de matéria dos gases A, B, e C é, respectivamente:

Dado: R = 0,082 atm . L . mol⁻¹ . K⁻¹.

4 - Determine o volume molar de um gás ideal, cujas condições estejam normais, ou seja, a temperatura à 273K e a pressão a 1 atm. (Dado: R = 0,082 atm.L/mol.K)

5 - (PUC-PR) Aplicando a Lei de Gay-Lussac, das combinações em volume, qual a contração em volume experimentada na seguinte reação, mantendo-se constantes as condições de pressão e temperatura para os reagentes e produtos, todos gasosos?



6 - (UFPR) Um cilindro com dilatação térmica desprezível possui volume de 25 litros. Nele estava contido um gás sob pressão de 4 atmosferas e temperatura de 227 °C. Uma válvula de controle do gás do cilindro foi aberta até que a pressão no cilindro fosse de 1 atm. Verificou-se que, nessa situação, a temperatura do gás e do cilindro era a ambiente e igual a 27 °C. (Considere que a temperatura de 0 °C corresponde a 273 K)

7 - Se dois mols de um gás, à temperatura de 27 °C, ocupam um volume igual a 57,4 litros, qual é, aproximadamente, a pressão desse gás? (Adote R = 0,082 atm.L/mol.K).

8 - 1,0 mol de um gás ideal estivesse confinado em um volume de 22,4 L a 0 °C, exerceria uma pressão de 1,0 atm. Use a equação de van der Waals e as constantes dadas neste exercício para estimar a pressão exercida por 1,0 mol de Cl₂(g) em 22,41 L a 0 °C. Parâmetros de van der Waals: a = 6,49 L².atm.mol⁻² e b = 5,62 x 10⁻² L.mol⁻¹

9 - Encontre o fator de compressibilidade para determinar o desvio da idealidade ao se tratar oxigênio a 160K e 3x10³ KPa como gás ideal. Saiba que o volume molar real do gás é 0,52L/mol nas mesmas condições de temperatura e pressão. Qual tipo de interação é predominante?

10 - Imagine que dois litros de um gás estejam a uma temperatura de 27 °C, sob uma pressão de 600 mmHg. Se a temperatura desse gás for elevada para 127 °C, com o volume de 10 L, qual será a nova pressão do gás?

Figura 2: Questões aplicadas no teste avaliativo de aprendizagem.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise do pré-teste

Com a análise dos questionários aplicados no pré-teste, foi possível observar que os estudantes possuem maiores dificuldades quando se trata das competências 4 (Compreender o comportamento dos gases para sistemas isotérmicos, isovolumétricos e isobáricos, interpretar seus respectivos gráficos e calcular as variáveis dentro da equação de Clapeyron) e 8 (Entender como funciona a equação de Van der Waals e calcular as variáveis para um gás real), sendo as competências como menor taxa de acerto, abaixo dos 20%. Os questionários também revelaram que os melhores resultados são para as competências 3 e 6, que relacionam pressão total e parcial como as variáveis pressão, temperatura e volume influenciam no comportamento de um gás em um sistema. Dados gerais acerca da taxa de acerto e erro para o questionário do pré-teste pode ser visualizado no gráfico abaixo (Fig. 3).

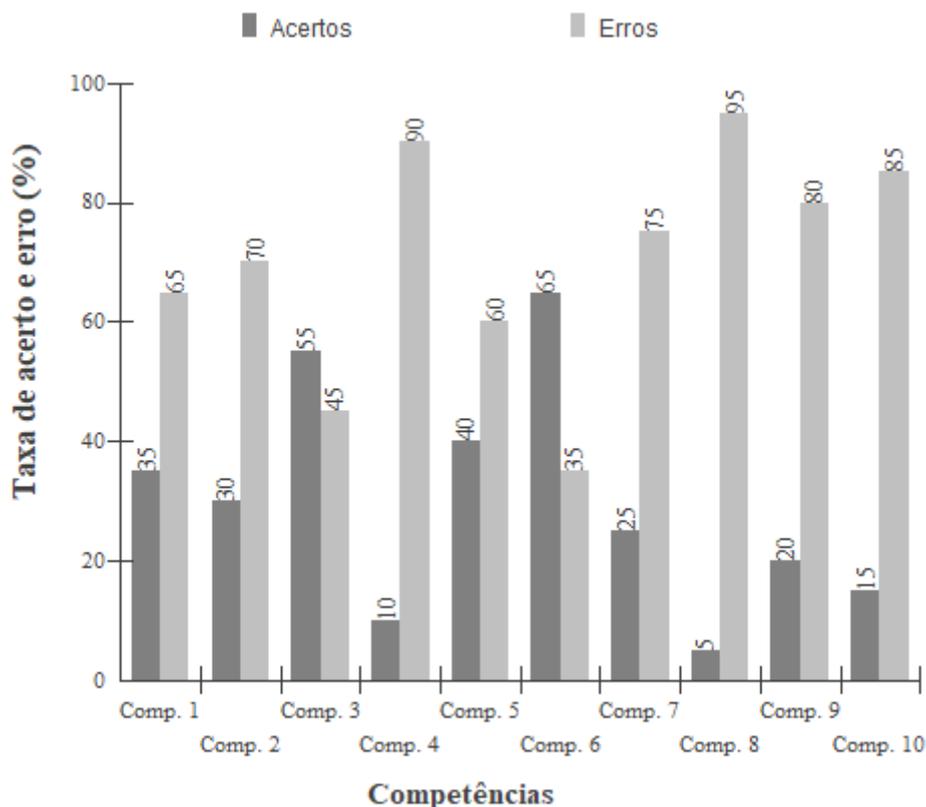


Figura 3: Taxas de acertos e erros por competência para o pré-teste.
Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Análise do 1º teste

O primeiro teste foi aplicado após ser ministrada uma aula sem uso do software PhET, abordando as Leis de Boyle, Charles, Dalton, Clapeyron e Gay-Lussac, após a aula ocorreu a aplicação do questionário de 10 questões. Para os questionários buscou-se avaliar as competências de 1 a 5 (Tab. 3), sobre interpretação de isoterma nas condições de Lei de Boyle e Charles, a formação de pressão total, o comportamento dos gases em sistemas com uma constante e interpretar e aplicar os conceitos da Lei volumétrica de Gay-Lussac.

Tabela 3: Competências propostas para estudo no primeiro teste

N.	Competências avaliadas para o 1º teste
Comp. 1	Aprender a interpretar a isoterma do gráfico e como a pressão e volume se apresentam para um gás nas condições na Lei de Boyle.
Comp. 2	Aprender a interpretar a isoterma do gráfico e como a pressão e volume se apresentam para um gás nas condições na Lei de Charles.
Comp. 3	Compreender como se forma a pressão total dos gases e interpretar as pressões parciais.
Comp. 4	Compreender o comportamento dos gases para sistemas isotérmicos, isovolumétricos e isobáricos, interpretar seus respectivos gráficos e calcular as variáveis dentro da equação de Clapeyron.
Comp. 5	Interpretar e aplicar os conceitos da Lei volumétrica de Gay-Lussac.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Os resultados obtidos demonstram que mesmo com a aula acerca dos conteúdos abordados no teste, dificuldades acerca do conteúdo persistem. Quando comparado com os resultados do pré-teste competências como a 2 e 4, não obtiveram nenhuma melhoria, demonstrando os mesmos resultados do pré-teste. As competências 1 e 5 apresentaram aumento de 5% na taxa de acerto, já a competência 3 reduziu 5%. Os resultados podem ser visualizados no gráfico abaixo (Fig. 4).

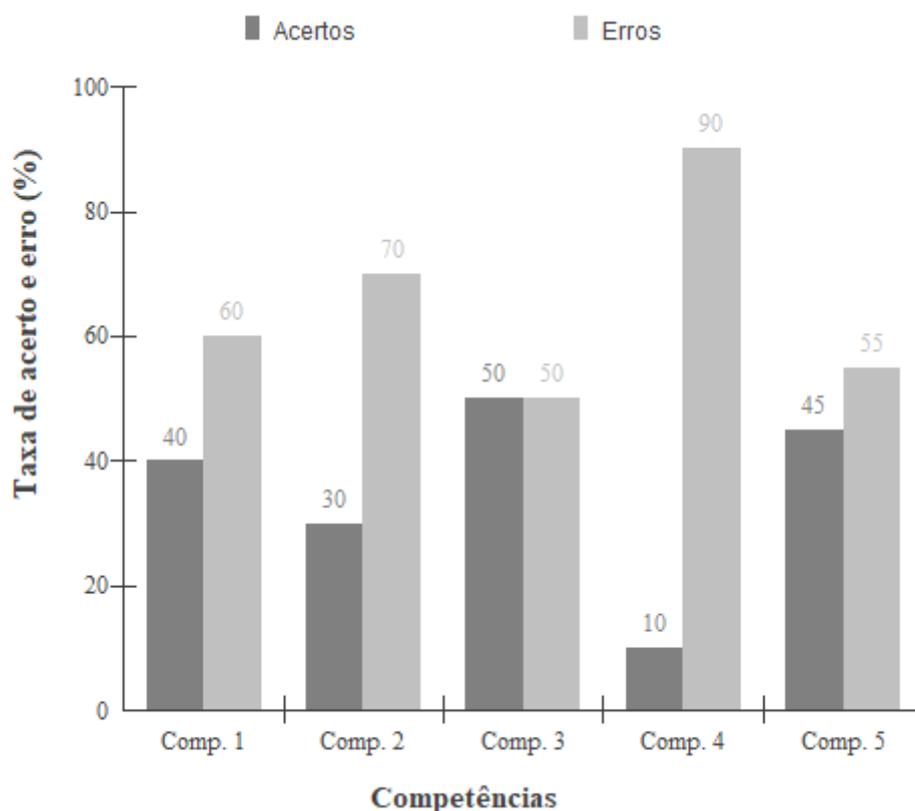


Figura 4: Taxas de acertos e erros por competência para o 1º teste.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Os resultados do 1º teste, revelaram que a taxa média de acerto para o teste foi de 35%, sendo abaixo do esperado, enquanto a taxa média de erro alcançou 65%, o que demonstra a dificuldade dos estudantes frente aos conteúdos de estudo dos gases.

Análise do 2º teste

Para o segundo teste foi ministrada uma aula com uso do PhET, e aplicado o questionário que abordava os seguintes conteúdos: influência da pressão, temperatura e volume nos gases, gás ideal e

real, equação de Van der Waals, fator de compressibilidade, e energia cinética dos gases. O software foi utilizado como ferramenta auxiliar ao ensino. A Tabela 4, demonstra a *interface* do software utilizado na aula. Para o segundo teste foram trabalhadas e avaliadas as competências de 6 a 10 (Tab. 4).

Tabela 4: Competências propostas para estudo no segundo teste

N.	Competências avaliadas para o 2º teste
Comp. 6	Compreender como a pressão, temperatura e pressão influência no comportamento dos gases em diferentes sistemas.
Comp. 7	Diferenciar gás ideal e real, e calcular as variáveis dentro da equação de estado dos gases (Lei de Clapeyron).
Comp. 8	Entender como funciona a equação de Van der Waals e calcular as variáveis para um gás real.
Comp. 9	Compreender a aplicabilidade do fator de compressibilidade e como calcular.
Comp. 10	Aplicar conceitos da mecânica Newtoniana para o estudo do movimento e colisão para gases em um sistema.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Os resultados do 2º teste revelaram aumento significativo da taxa média de acertos, quando comparada ao 1º teste, com aumento de 26 pontos percentuais (p.p). Quando comparado as mesmas competências avaliadas no pré-teste, ocorreu aumento ainda mais significativo de 35 p.p. A competência com melhor resultado foi a competência 8, com aumento de 50% entre o pré-teste e o 2º teste. Todas as competências obtiveram aumento quando comparado aos resultados do pré-teste. Os resultados gerais para o segundo teste estão dispostos no gráfico abaixo (Fig. 5).

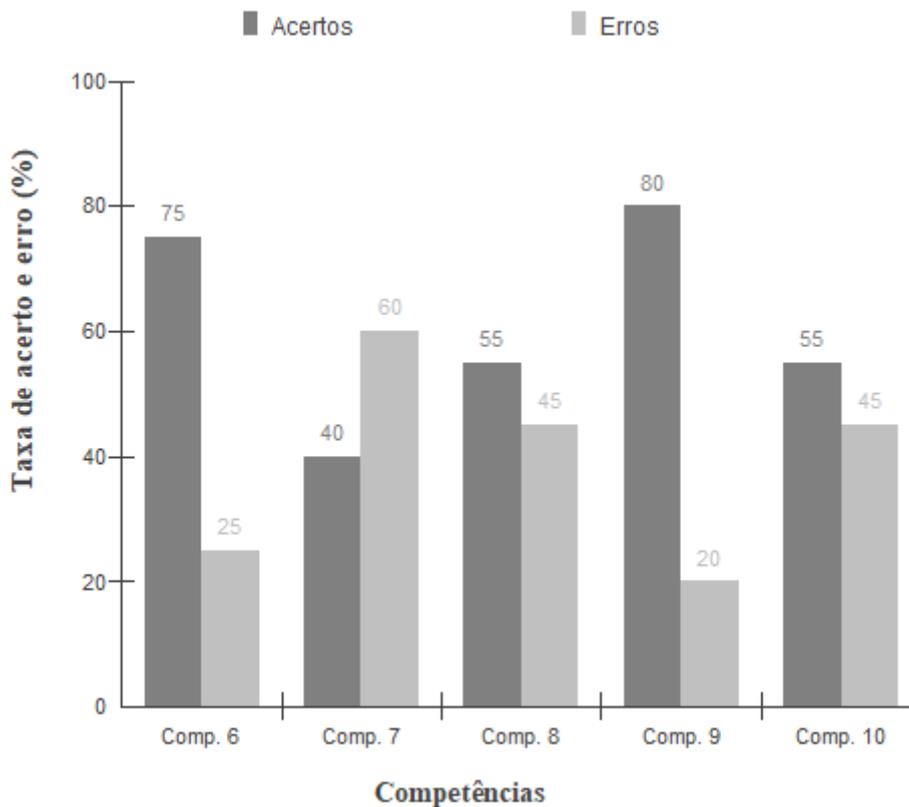


Figura 5: Taxas de acertos e erros por competência para o 2º teste.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Análise da reaplicação do 1º e 2º teste

Para reaplicação dos testes 1 e 2, anteriormente foi ministrada uma aula de revisão com uso do software PhET. Os resultados do revelaram aumento na taxa de acerto para todas as competências analisadas, também foi possível observar as competências com maior dificuldade, competência como a 8 teve aumento de apenas 5%, quando comparada com o teste 2, enquanto a competência 4, foi a que obteve maior aumento na taxa de acertos, saindo de 10% para 70%, com aumento de 60 p.p. A competência 9 foi a única onde após todas as fases do estudo, todos os estudantes conseguiram acertar, alcançando 100% de acertos na reaplicação. Os resultados para a reaplicação dos testes 1 e 2, estão dispostos no gráfico abaixo (Fig. 6).

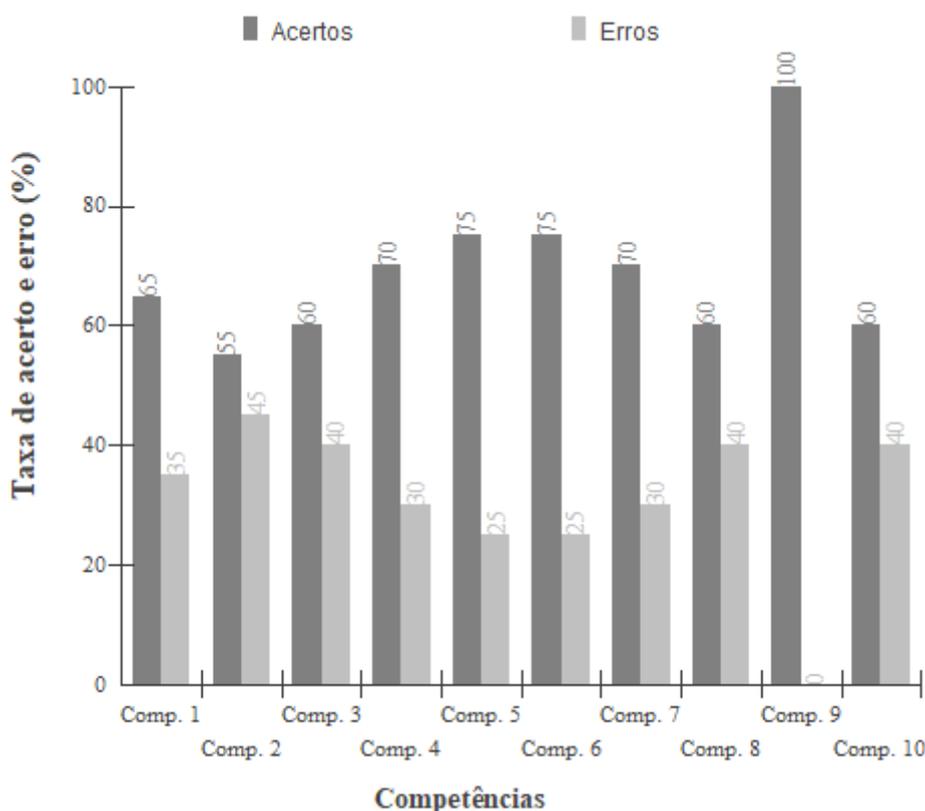


Figura 6: Taxas de acertos e erros por competência para a reaplicação dos testes 1 e 2.
Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Para a reaplicação dos testes, quando analisado separadamente os testes 1 e 2, a taxa de acerto após o uso do software na revisão dos conteúdos para as questões do teste 1 aumentou 30 p.p, saindo de 35% de acerto para 65%, revelando que o software auxiliou na melhor compreensão dos conteúdos, visto que o primeiro teste não utilizou o PhET. Quando se trata do teste 2, o aumento foi de 12 p.p.

Foi observado o aumento significativo de acertos quando utilizado o PhET como ferramenta auxiliar na monitoria de Físico-Química I, além da maior participação e motivação pelos estudantes na aula. O PhET já é descrito como vantajoso para o ensino de outras disciplinas nas Ciências da Exatas e da Terra. Estudo realizado por Velásquez Granizo (2020), identificou que do total de uma amostra de 28 estudantes 86% consideram que o software PhET motiva a participarem mais das aulas e a questionarem sobre o conteúdo que está sendo aplicado, 79% consideram que o PhET ajuda na aprendizagem.

Sousa (2018) avaliou através de questionários a aplicabilidade do software PhET nos conteúdos de Química, e os estudantes descreveram entre as vantagens a possibilidade de visualizar reações químicas em tempo real, ajudando a compreender o conteúdo, além de serem descritos como de fácil acesso e atrativos por 92% dos estudantes que compõem a amostra da pesquisa.

Estudo analisando a possibilidade do PhET para o estudo de propriedades dos gases, demonstrou que através do software 100% dos estudantes conseguiram associar corretamente as variáveis da equação dos gases, além que é relatado que com uso do software 66% demonstraram maior interesse na aula, realizando perguntas e participando, e conseguindo associar da mesma corretamente a temperatura com o comportamento dos gases (ESCÓRCIO, 2018).

Estudo realizado por Oliveira e Escórcio (2018) sem o uso do PhET, ao serem questionados sobre a pressão exercida pelos gases sobre as paredes de um sistema quando aquecido, 34% dos estudantes afirmaram erroneamente. Quando utilizado o software, ocorreu aumento de 66% no índice de acertos, demonstrando que o uso do PhET auxiliou na maior interação com o conteúdo.

Silva et al. (2022) avaliou o interesse dos estudantes em utilizar o PhET para os conteúdos de eletricidade e propriedade dos gases. Os estudantes descreveram que o PhET auxilia para demonstrar na prática como ocorre os fenômenos físicos, facilitando para demonstrar o comportamento dos gases com a variação de temperatura, pressão e volume, além de ser descrito como didáticos e chamativo para os estudantes.

CONCLUSÃO

Os resultados demonstraram que o uso do PhET auxiliou positivamente na compreensão dos conteúdos acerca de estudo dos gases, bem como no aumento da interação dos estudantes na aula. Os testes revelaram aumento significativo das taxas de acerto quando utilizado o PhET e as reavaliações revelaram que após o uso do software questões antes estudadas sem uso do PhET aumentaram a taxa de acertos.

O uso do PhET se demonstrou ser uma ferramenta viável para o ensino de Físico-Química, podendo auxiliar na compreensão da disciplina no curso de Licenciatura em Química, e nos outros níveis de ensino para lecionar física. O estudo busca futuramente ampliar a amostra de estudo e avaliar o uso do software frente a outros conteúdos da disciplina de Físico-Química durante o Programa de Monitoria, e para o ensino de Física na Educação Básica. O presente estudo contribui com uma pesquisa que pode auxiliar outros pesquisadores dentro da área da educação em Ciências Exatas e da Terra, na ampliação do uso de tecnologias da informação e comunicação no ensino.

REFERÊNCIAS

Acevedo Díaz, J. A. (2005). TIMSS Y PISA. Dos proyectos internacionales de evaluación del aprendizaje escolar en ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3), 282-301. Acesso em 21 jun., 2023. <http://hdl.handle.net/10498/16248>.

Coll, C., & Monereo, C. (2010). *Psicologia da educação virtual: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e da comunicação*. Porto Alegre: Artmed, p. 365.

da Silva, M. B., de Moraes, D. V., & Leão, M. F. (2022). Concepções dos estudantes de Ensino Médio de uma escola pública mato-grossense sobre o entendimento dos conceitos da Física após utilizar a plataforma PhET Interactive Simulations. *Research, Society and Development*, 11(5), e20611528802-e20611528802. Acesso em 10 jul., 2023. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i5.28802>

de Melo Leal, G. et al. (2020). As tics no ensino de química e suas contribuições na visão dos alunos. *Brazilian Journal of Development*, 6(1), 3733-3741. Acesso em 01 jul., 2023. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n1-265>

Escórcio, C. R. (2018). *Utilização do software Phet Simulation como ferramenta de incremento no ensino do tema propriedade dos gases*. São Bernardo, MA. Monografia de Graduação. Universidade Federal do Maranhão – UFMA. Acesso em 02 jul., 2023. <http://hdl.handle.net/123456789/2408>

Filho, A. M. T., & Trainotti, C. G. (2018). *Introdução às tecnologias da informação e comunicação*. Indaial: Uniasselvi, 183 p.

Junior, D. P. F., & Cirino, M. M. (2016). A Utilização das TIC no Ensino de Química durante a Formação Inicial. *Revista Debates em Ensino de Química*, 2(2), 102-113. Acesso em 30 jun., 2023. <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/1319>

Locatelli, A., Zoch, A. N., & Trentin, M. A. S. (2015). TICs no ensino de química: um recorte do “estado da arte”. *Revista Tecnologias na Educação*, 12(7), 1-12. Acesso em 27 jun., 2023. <http://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2015/07/Art19-vol12-julho2015.pdf>

Moreira, M. L., & de Medeiros Simões, A. S. (2017). O uso do whatsapp como ferramenta pedagógica no ensino de química. *ACTIO: Docência em Ciências*, 2(3), 21-43. Acesso em 21 jul., 2023. <http://dx.doi.org/10.3895/actio.v2n3.6905>

Oliveira, V. B., & Escórcio, C. R. (2018). *Utilização do software Phet Simulation como ferramenta de incremento no ensino do tema propriedade dos gases*. In: 5º Congresso Nacional de Educação – V CONEDU. Recife – PE.

Sampaio, I. S. (2017). *MANUAL –SIMULADOR PhET - Produto de Pós-Graduação*. Boa Vista, RR. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Roraima – UFRR. Acesso em 07 jul., 2023. https://uerr.edu.br/ppgec/wp-content/uploads/2018/05/Produto_Iracilma.pdf

Santos, R. V. (2016). *A utilização do software livre Phet como material de apoio ao professor no processo de ensino-aprendizagem de física*. Teresina, PI. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Piauí – UFPI. Acesso em 03 jul., 2023. <https://sigaa.ufpi.br/sigaa/verProducao?idProducao=3783469&key=38562bac56d5546aeee3c233ab0281b9>

Sousa, N. M. D. O. (2018). *A utilização do repositório digital PHET como ferramenta no ensino de química orgânica*. Monografia. Picos, PI. Monografia de Graduação. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Piauí – IFPI. Acesso em 10 jul., 2023. <http://bia.ifpi.edu.br:8080/jspui/handle/123456789/1265>

Tavares, R., Souza, R. O. O., & de Oliveira Correia, A. (2013). Um estudo sobre a “TIC” e o ensino da química. *Revista Gestão, Inovação e Tecnologias*, 3(5), 155-167. Acesso em 21 jul., 2023. 10.7198/S2237-0722201300050013

Vasconcelos, F. C. G. C. (2015). *Levantamento e análise das Simulações do PhET para o ensino e aprendizagem de Química*. In: 10º Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC. Águas de Lindoia – SP.

Velásquez Granizo, K. G. (2020). *Simulador PhET como recurso didático para el aprendizaje de química inorgánica con los estudiantes de tercer semestre de la carrera de la pedagogía de la química y biología periodo abril-agosto del 2020*. Monografia de Especialização. Riobamba – Equador. Universidade Nacional de Chimborazo – UNACH. Acesso em 15 jul., 2023. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/7056>

Vieira, E.; Meirelles, R. M., & Rodrigues, D. C. G. A. (2011). *O uso de tecnologias no ensino de química: a experiência do laboratório virtual química fácil*. In: 8º Encontro Nacional de Pesquisa Em Educação Em Ciências – VIII ENPEC. Campinas – SP.

Yamaguchi, K. K. L. (2021). Ensino de química inorgânica mediada pelo uso das tecnologias digitais no período de ensino remoto. *Revista Prática Docente*, 6(2), e041-e041. Acesso em 28 jul., 2023. <https://doi.org/10.23926/RPD.2021.v6.n2.e041.id998>