



UEPB

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA**

EMMANUEL ANTONIO SILVA DE ALMEIDA

**INFLUÊNCIA DO SIMULADOR PHET NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES
DE QUÍMICA: Explorando Propriedades Físicas e Químicas da Matéria**

CAMPINA GRANDE - PB

2023

EMMANUEL ANTONIO SILVA DE ALMEIDA

**INFLUÊNCIA DO SIMULADOR PHET NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES
DE QUÍMICA: Explorando Propriedades Físicas e Químicas da Matéria**

Trabalho de Conclusão de Curso em
Licenciatura em Química
apresentado à Universidade
Estadual da Paraíba, como requisito
obtenção do título de Licenciado em
Química.

Orientador: Prof. Ms. Eduardo Adelino Ferreira

CAMPINA GRANDE - PB

2023

Ficha catalográfica

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

A447i Almeida, Emmanuel Antonio Silva de.
Influência do simulador PhET na formação de professores de química [manuscrito] : explorando propriedades físicas e químicas da matéria / Emmanuel Antonio Silva de Almeida. - 2023.
46 p. : il. colorido.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2023.
"Orientação : Prof. Me. Eduardo Adelino Ferreira, Departamento de Química - CCT. "
1. Ensino de química. 2. Simulação virtual. 3. Processo educacional. I. Título
21. ed. CDD 540

EMMANUEL ANTONIO SILVA DE ALMEIDA

**INFLUÊNCIA DO SIMULADOR PhET NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES
DE QUÍMICA: Explorando Propriedades Físicas e Químicas da Matéria**

Trabalho de Conclusão de Curso em Licenciatura em Química apresentado à Universidade Estadual da Paraíba, como requisito obtenção do título de Licenciado em Química.

Aprovada em: 29/11/2023

BANCA EXAMINADORA

Eduardo Adelino Ferreira
Prof. Me. Eduardo Adelino Ferreira (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Leossandra Cabral de Luna
Profa. Me. Leossandra Cabral de Luna
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Gabriel Monteiro da Silva
Prof. Me. Gabriel Monteiro da Silva
Instituto Federal da Paraíba (IFPB)

AGRADECIMENTOS

Gostaria de começar agradecendo a ele, o grande senhor que me guiou e me deu força na minha jornada durante todo o curso e a produção deste trabalho, Senhor Deus muito obrigado!

Agradeço a minha família, em especial minha mãe e meu pai, Sandra e Antonio, que nessa jornada fizeram o possível e o impossível ao alcance deles me dando todo o apoio nessa jornada, e que com certeza sem eles eu não estaria onde estou hoje.

A minha incrível namorada Jessica, que sem a força, apoio e motivação eu não teria conseguido. Uma pessoa incrível com o coração mais puro e cheio de amor que eu tive o prazer de conhecer, e ter em minha vida. Meu amor, muito obrigado por tudo.

Aos meus grandes amigos que se tornam insubstituíveis na minha vida, que me proporcionaram incríveis momentos nessa jornada, não me deixando desistir e fazendo todo o trabalho ficar mais leve e descontraído, do Panorama para toda a vida, meus primos camaradas: Axel, Brandão, José Daniel (balote), Gabriel (dulce), João Victor (jvas42), João Kz, Marcio JR, Matheus Limeira, Thalles, Pedro, Rian, Walber. Muito obrigado meus camaradas.

Ao meu Orientador Eduardo Adelino, o conhecimento, todo o auxílio, todos os ensinamentos nessa jornada, com certeza farão de mim um profissional melhor, foi muito gratificante ser orientado por um Mestre que abriu caminhos e me proporcionou desenvolver toda minha capacidade.

A todos meus colegas do curso, com eles o dia-dia com certeza era mais divertido, que ao longo do curso me proporcionaram bons momentos na Universidade Estadual da Paraíba.

RESUMO

No contexto do ensino de química, torna-se imperativo incorporar novos instrumentos que promovam o desenvolvimento cognitivo dos alunos e contribuam para a formação de cidadãos mais conscientes. A rápida evolução tecnológica global destaca a necessidade premente de integrar métodos instrucionais baseados em computador na educação. Nesse sentido, a utilização de simulações virtuais no processo de ensino e aprendizagem emerge como uma prática essencial. A complexidade dos conceitos químicos, muitas vezes abstratos, torna o aprendizado desafiador para muitos alunos. A inserção de simuladores virtuais, como o PhET, oferece uma abordagem dinâmica e visual que facilita a compreensão e a relação entre sistemas químicos. Reconhece-se, assim, a importância significativa do uso de simulações virtuais na educação química. Este estudo configura uma pesquisa de campo com o objetivo geral de explorar e compreender as concepções de estudantes/professores em formação inicial de química na Universidade Estadual da Paraíba, Campus I, em relação à utilização de simuladores virtuais como ferramenta didática no processo educacional. A metodologia inclui a realização de um *workshop*, acompanhado de questionários de conhecimentos prévios e pós-intervenção. Os resultados obtidos revelaram uma recepção positiva, com os participantes compartilhando abertamente sugestões e pontos de vista. A análise desses resultados destaca as simulações do PhET como uma ferramenta altamente atrativa e benéfica para o ensino de química, proporcionando insights valiosos para aprimorar a prática educacional no futuro.

Palavras-Chave: recursos didáticos digitais; sequência didática; aprendizagem significativa.

ABSTRACT

In the context of chemistry education, it becomes imperative to incorporate new tools that promote students' cognitive development and contribute to the formation of more conscientious citizens. The rapid global technological evolution underscores the pressing need to integrate computer-based instructional methods in education. In this regard, the use of virtual simulations in the teaching and learning process emerges as an essential practice. The complexity of chemical concepts, often abstract, makes learning challenging for many students. The integration of virtual simulators, such as PhET, offers a dynamic and visual approach that facilitates the understanding and relationship between chemical systems. Thus, the significant importance of using virtual simulations in chemistry education is recognized. This study constitutes a field research with the overall aim of exploring and understanding the conceptions of students/teacher trainees in chemistry at the State University of Paraíba, Campus I, regarding the use of virtual simulators as a didactic tool in the educational process. The methodology includes conducting a workshop, accompanied by questionnaires on prior and post-intervention knowledge. The results obtained revealed a positive reception, with participants openly sharing suggestions and viewpoints. The analysis of these results highlights PhET simulations as a highly attractive and beneficial tool for chemistry education, providing valuable insights to enhance educational practices in the future.

Keywords: digital teaching resources; didactic sequence; meaningful learning.

LISTA DE SÍMBOLOS

aq	Aquoso
cP	Centipoise
°C	Grau Celsius
°F	Grau Fahrenheit
H	Hidrogênio
H ₂ O	Água
l	Líquido
N/m	Newton por metro
O	Oxigênio
O ₂	Oxigênio
Pa	Pascal
PhET	Physics Education Technology

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estados físicos da água.....	15
Figura 2 – Fórmula química da molécula da água	25
Figura 3 – Ciclo da água.....	19
Figura 4 – Simulador virtual PhET.....	21
Figura 5 – Nível de habilidade em informática.....	27
Figura 6 – Escala de conhecimento sobre simuladores virtuais.....	28
Figura 7 – Avaliação dos estudantes em relação ao potencial do PhET.....	30
Figura 8 – Desafios encontrados na sequência didática.....	31
Figura 9 – Eficácia das simulações do PhET integradas em aulas sobre propriedades físicas e químicas da água.....	32
Figura 10 – Engajamento e motivação dos alunos comparando o PhET com os métodos tradicionais.....	32

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	METODOLOGIA	11
2.1	Questionário estruturado de levantamento dos conhecimentos prévios dos professores em formação inicial	12
2.2	Apresentação do simulador phet e da sequência didática	12
2.3	Questionários estruturado pós-intervenção e avaliação da sequência didática	13
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
3.1	Propriedades físicas e químicas da matéria: ciclo da água	14
3.1.1	A água	14
3.1.2	Propriedades Físicas e Químicas da Matéria	16
3.1.3	Propriedades Físicas da Água	17
3.1.4	Propriedades químicas da Água	18
3.2	Simuladores virtuais e educação	20
3.3	Atividade ativa e o uso do simulador phet no ensino	23
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
4.1	Levantamento das concepções prévias dos professores em formação	26
4.2	A sequência didática: propriedades físicas e químicas da matéria	29
4.3	Avaliação da proposta didática e utilização do phet em sala de aula por professores em formação inicial	30
5	CONCLUSÃO	34
	REFERÊNCIAS	36
	APÊNDICES	38
	APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO E LIVRE ESCLARECIDO	38
	APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO DE LEVANTAMENTO DE CONCEPÇÕES PRÉVIAS	40
	APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO ESTRUTURADO PÓS-INTERVENÇÃO	42
	APÊNDICE D - SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTEGRADO AO SIMULADOR PHET PARA O CONTEÚDO PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DA MATÉRIA	44

1 INTRODUÇÃO

A educação é tida como uma prática essencial da espécie, importante no que tange à profundidade e à extensão de sua influência ao longo da construção da identidade humana. É um direito garantido por lei através da Constituição Federal, ressaltado na Declaração Universal dos Direitos Humanos (BRASIL, 2018), a qual diz em seu artigo 26, que todo ser humano tem direito à instrução e que essa deve ser orientada no sentido pleno do desenvolvimento da personalidade humana. Deste modo, a sociedade moderna, alicerçada nos moldes da ciência e da tecnologia, apresenta perspectivas crescentes e evolutivas, voltadas para a esperança e exigências múltiplas, que, por sua vez, encontram-se centradas no âmbito educacional.

Percebe-se uma preocupação na área da educação, refletida no constante debate sobre as ações práticas a serem planejadas e realizadas com dedicação, responsabilidade e profissionalismo. Isso se baseia nas atividades dos educadores, que desempenham papéis de pesquisadores e mediadores do conhecimento. Portanto, nota-se que não é mais viável ensinar apenas dentro dos parâmetros da educação convencional. Em vez disso, é necessário abrir a escola para o mundo ao seu redor, reconhecendo que todo conhecimento possui dimensões simbólicas e corporais. Neste universo, insere-se a química que é a “ciência que estuda as substâncias, bem como as transformações de caráter mais permanente e as variações de energia que acompanham as transformações” (SARDELLA e MATEUS, 1990, p. 257).

Observa-se que a química possui características diversas com potencial para melhorar a qualidade de vida. No entanto, paradoxalmente, seu uso inadequado pode levar a efeitos catastróficos. Portanto, é necessário formar indivíduos cientificamente alfabetizados para superar a fragmentação no ensino de química, promovendo um processo de aprendizado mais dinâmico e humanista.

Nesse contexto, destacam-se os simuladores virtuais que facilitam o ensino das propriedades físicas e químicas da matéria, proporcionando uma aprendizagem mais envolvente e satisfatória para estudantes da educação básica. No ensino de química, é essencial adotar novas ferramentas que

contribuam para o desenvolvimento cognitivo dos alunos e para a formação de cidadãos conscientes, seguindo a ideia de substituir o pensamento que isola e separa pelo pensamento que distingue e une (MORIN, 2000).

A capacitação de professores em formação inicial com simuladores virtuais para o ensino de química não apenas atende aos desafios específicos do ensino e aprendizagem em química, mas também promove uma abordagem pedagógica moderna e alinhada às necessidades da sociedade contemporânea. Com o propósito de transformar a sala de aula em uma comunidade de investigação e pesquisa, tendo-se por foco o desenvolvimento e aprimoramento das competências e habilidades.

A pesquisa foi norteada pela seguinte pergunta: Qual é o impacto da capacitação de professores em formação inicial com o uso de tecnologias, como simuladores virtuais, no ensino de química, considerando sua influência no engajamento dos alunos, na compreensão conceitual e no desenvolvimento de habilidades do século XXI?

Para alcançar respostas para a pergunta norteadora, delineou-se o seguinte objetivo: explorar e compreender as percepções dos estudantes/professores em formação inicial de química da Universidade Estadual da Paraíba Campus I, acerca da utilização de simuladores virtuais como ferramenta didática para o processo de ensino e aprendizagem em química. Além de identificar aspectos importantes, como a eficácia percebida pelos professores em formação inicial, a preparação proporcionada para o mercado de trabalho e a contribuição desses recursos para uma formação mais atualizada e holística no campo da química.

2 METODOLOGIA

O estudo trata-se de uma pesquisa de caráter exploratório quanto aos objetivos, com abordagem qualitativa e quanto aos procedimentos é caracterizada como uma pesquisa-ação. A pesquisa-ação geralmente envolve a intervenção direta do pesquisador no ambiente de estudo para promover mudanças ou melhorias (GIL, 2002).

O estudo envolve a aplicação de uma sequência didática (Apêndice D) em uma aula de informática para o ensino de química, destinada a alunos do curso de licenciatura em química do ano de 2023. Além disso, buscou-se em bases de dados como SciELO e Google Acadêmico, utilizando os descritores: simuladores virtuais, simulador PhET e ciclo da água, artigos publicados entre os períodos de 2013 a 2023, disponíveis integralmente para fundamentação do estudo. Os critérios de exclusão foram: dissertações, teses, capítulos de teses, livros, capítulos de livros, anais de congressos ou conferências, relatórios técnicos e científicos, documentos ministeriais, resumos e artigos que não contemplassem o tema solicitado, publicações anteriores à data estabelecida e aqueles que não se encontravam disponibilizados integralmente.

Posteriormente, é conduzida a aplicação de um questionário estruturado para os professores em formação inicial em Licenciatura em química. Após a intervenção com a apresentação do simulador PhET e da sequência didática, é aplicado um questionário pós-intervenção para avaliar a percepção dos professores em formação sobre a intervenção realizada e a eficácia da proposta didática. A análise dos dados coletados envolve métodos estatísticos descritivos e uma análise qualitativa por meio da categorização e interpretação de respostas discursivas, buscando uma compreensão aprofundada das percepções dos professores em formação em relação ao uso do PhET no contexto educacional de química.

2.1 QUESTIONÁRIO ESTRUTURADO DE LEVANTAMENTO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS PROFESSORES EM FORMAÇÃO INICIAL

O questionário de levantamento das concepções prévias (Apêndice B) é composto por 10 perguntas, organizadas em três seções distintas, com o objetivo de coletar dados demográficos, avaliar o nível de conhecimento sobre simuladores virtuais e explorar as percepções dos participantes sobre a importância e benefícios do uso dessas ferramentas no ensino de química. Na primeira seção de Dados Demográficos (Perguntas 1 a 4), buscou-se informações demográficas dos participantes, incluindo idade, gênero, período cursado e histórico de cursos relacionados à informática e recursos audiovisuais no ensino de química. Coletou-se informações básicas sobre os participantes para contextualizar as respostas.

Para a seção 2, sobre o nível de conhecimento de Informática (Pergunta 5), avaliou-se o nível de habilidade em informática dos participantes antes de estudar os componentes relacionados à informática e recursos audiovisuais no ensino de química. Consequente na terceira seção sobre Conhecimento de Simuladores Virtuais (Perguntas 6 a 8), explorou-se o conhecimento dos participantes sobre os simuladores virtuais disponíveis no PhET, o nível de conhecimento sobre simuladores virtuais no ensino de química e solicitou-se exemplos específicos de simuladores virtuais com os quais os participantes estão familiarizados.

Na quarta e última seção sobre percepções da importância e benefícios dos simuladores virtuais (Perguntas 9 e 10), investigou-se as opiniões dos participantes sobre a importância do uso de simuladores virtuais no ensino de propriedades físicas e químicas da matéria, bem como a percepção sobre a influência desses simuladores no desenvolvimento das habilidades práticas dos alunos e no processo de aprendizagem em sala de aula.

2.2 APRESENTAÇÃO DO SIMULADOR PHET E DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Desenvolveu-se uma sequência didática para o conteúdo: Propriedades físicas e químicas da Matéria, combinando os princípios fundamentais da aprendizagem significativa, a perspectiva CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) e a integração das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs). Os detalhes da sequência didática serão expostos nos Resultados, por se tratar do produto desta pesquisa. O Simulador PhET e a sequência didática foram apresentadas na forma de um Workshop aos Professores em formação.

O Workshop foi organizado em 3 etapas: Apresentação, Desenvolvimento e Avaliação dos recursos. Primeiro apresentou-se em slides o simulador PhET, bem como as habilidades, competências a serem desenvolvidas no workshop e apresentou-se a sequência didática como meio de aplicação das TDICs em sala de aula. Na segunda etapa os professores em formação exploraram o PhET sob as orientações do pesquisador e realizaram algumas atividades da sequência didática. Para a terceira etapa os sujeitos avaliaram os recursos por meio de um questionário estruturado.

2.3 QUESTIONÁRIOS ESTRUTURADO PÓS-INTERVENÇÃO E AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

O questionário pós-intervenção (Apêndice C) é composto por 8 perguntas, 2 perguntas discursivas e 6 perguntas de múltipla-escolhas, organizadas para abranger diferentes aspectos das percepções e experiências dos participantes. O propósito do questionário foi de identificar desafios, coletar sugestões de melhorias e avaliar a eficácia percebida do simulador em diferentes aspectos educacionais.

Os sujeitos pesquisados compartilharam abertamente desafios e limitações percebidos ao utilizar o PhET, proporcionando uma visão detalhada das dificuldades encontradas. Em seguida, contribuíram com sugestões para aprimorar a integração de simuladores virtuais, buscando *insights* para futuras melhorias. A avaliação do potencial do PhET para ensinar o ciclo da água foi realizada com questões de múltipla escolha. A comparação entre as simulações do PhET e métodos tradicionais, especialmente em relação ao ciclo

da água, foi explorada através do questionário, proporcionando uma medida comparativa.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DA MATÉRIA: CICLO DA ÁGUA

3.1.1 A água

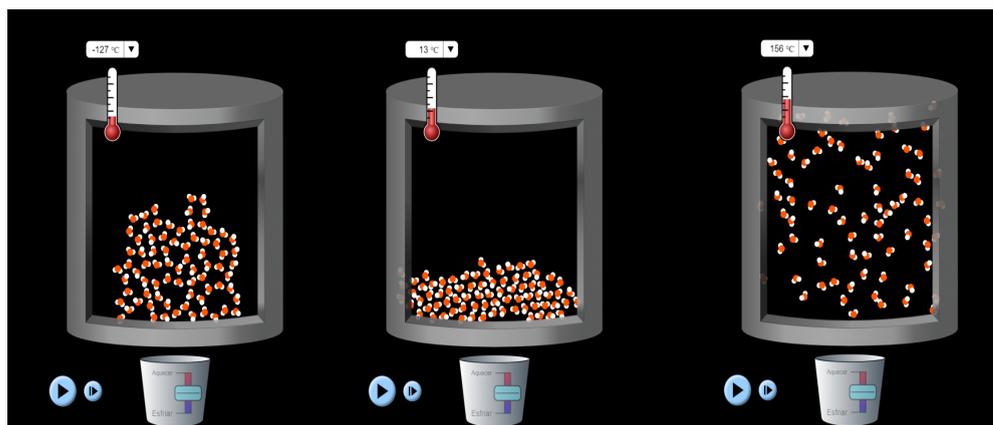
As pessoas usam água diariamente para se hidratar, tomar banho, lavar roupas e para cozinhar alimentos, todavia acabam esquecendo da sua importância. Por ser tão necessária à vida do planeta, ela é um excelente estudo de caso para aprender sobre as propriedades da matéria. A água possui três estados: sólido, líquido e gasoso.

No estado sólido, a água assume uma forma definida, como um floco de neve, um cubo de gelo ou uma geleira. Em um sólido, as moléculas de água estão relativamente próximas umas das outras, mas mantêm uma forma distinta. (SILVA, 2013).

Como líquido, a água flui e assume a forma de oceanos, lagos e bacias hidrográficas. No líquido, as moléculas de água estão relativamente próximas umas das outras e são livres para se moverem (SILVA, 2013).

Como gás, o vapor d'água é livre para se mover por grandes distâncias na atmosfera. No gás, as moléculas de água estão relativamente distantes umas das outras e podem mover-se livremente a altas velocidades. É difícil capturar uma fotografia da água na forma gasosa. Salienta-se que, muitas pessoas pensam que vapor ou nuvens são vapor de água, mas na verdade são minúsculas gotículas de água líquida, não de água gasosa (SILVA, 2013).

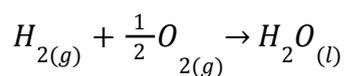
A Figura 1 ilustra como se apresentam as moléculas da água nos três estados físicos.

Figura 1 – Estados físicos da água

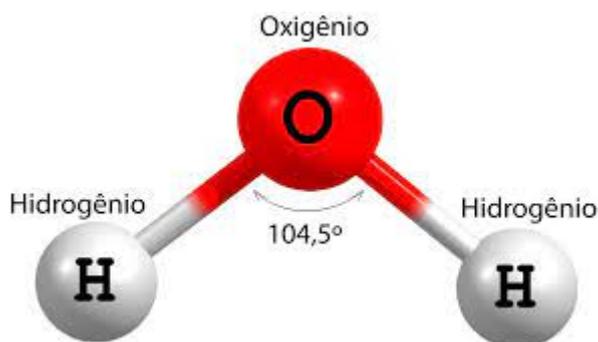
Fonte: PetQuímica (2021)

Na Figura 1, percebe-se a disposição das moléculas da água nos seus três estados. No sólido, elas se apresentam bem próximas umas das outras. Já no líquido, elas se encontram um pouco afastadas entre si e, no gasoso, observa-se muito espaço entre as mesmas

A água é composta por átomos de dois elementos, hidrogênio e oxigênio, ligados entre si, apresentados na (Equação 1) temos a reação de formação da água. Uma molécula de água é composta por dois átomos de hidrogênio (H) e um átomo de oxigênio (O) (Figura 2). Essa relação é expressa na fórmula química da água, H_2O .



(1)

Figura 2 – Fórmula química da molécula da água

Fonte: Brainly (2016).

3.1.2 PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DA MATÉRIA

As propriedades da matéria podem ser classificadas como físicas ou químicas. Uma propriedade química é qualquer propriedade de um material que se torna evidente durante uma reação química, ou seja, qualquer qualidade que só pode ser estabelecida alterando a identidade química de uma substância. Elas não podem ser determinadas apenas pela visualização ou pelo toque da substância; a estrutura interna da substância deve ser afetada para que suas propriedades químicas sejam investigadas (SILVA, 2013).

Como exemplo de propriedades químicas, têm-se:

- Calor de combustão: é a energia liberada quando um composto sofre combustão completa (queima) com oxigênio.
- Estabilidade química: refere-se à possibilidade de um composto reagir com água ou ar (substâncias quimicamente estáveis não reagem). Hidrólise e oxidação são duas dessas reações e são alterações químicas.
- Inflamabilidade: refere-se à possibilidade de um composto queimar quando exposto à chama. Novamente, a queima é uma reação química, geralmente uma reação de alta temperatura na presença de oxigênio.
- O estado de oxidação preferido é o estado de oxidação de energia mais baixa que um metal sofrerá reações para atingir (se outro elemento estiver presente para aceitar ou doar elétrons).

Quanto às propriedades físicas, são aquelas que podem ser medidas ou observadas sem alterar a natureza química da substância. Alguns exemplos de propriedades físicas são: cor, densidade, volume, massa, ponto de ebulição e ponto de fusão (SILVA, 2013).

Em resumo, as propriedades químicas são aquelas que podem ser observadas ou medidas quando uma substância sofre uma alteração química, já as propriedades físicas são aquelas que podem ser observadas sem provocar alterações químicas (SILVA, 2013).

3.1.3 PROPRIEDADES FÍSICAS DA ÁGUA

Segundo Paschoal, 2013, às propriedades físicas da água são: Aparência, Congelamento, Ponto de Ebulição, Capacidade Específica de Calor, Densidade, Viscosidade da Água, Tensão superficial da água, Índice de refração da água, Constante Dielétrica da Água, Compressibilidade da Água.

Na aparência, a água é incolor e inodora. Embora, em seu estado natural, a água seja um líquido insípido. O meio líquido é transparente, o que significa que qualquer coisa pode ser vista claramente por trás da água.

O congelamento pode ser descrito como a temperatura em que um líquido começa a se transformar em gelo. O ponto de congelamento da água é 0 °C ou 32 °F.

O ponto de ebulição de qualquer líquido pode ser descrito como a temperatura quando ele começa a evaporar no ambiente ou quando começa a passar do estado líquido para o gasoso. O ponto de ebulição da água é 100 °C.

A capacidade térmica específica pode ser descrita como a quantidade de calor necessária para aumentar a temperatura de qualquer substância. O calor específico da água é de 4,2 joules por grama a uma temperatura de 25 °C.

A capacidade térmica específica da água é muito alta porque as ligações de hidrogênio são muito extensas entre as suas moléculas.

A densidade de qualquer substância pode ser descrita como a razão entre a massa de qualquer substância e o seu volume. Assim, 1 g/cc é a densidade da água, embora essa densidade com a temperatura seja diferente para vários estados. No estado sólido, sua densidade permanece 0,9 gm/cc.

A viscosidade pode ser descrita como uma quantidade de resistência usada para deformação em uma determinada taxa. Se explicado em outras palavras, pode ser definida como a espessura de qualquer substância. A viscosidade da água é 0,89 cP (centipoise).

A tensão superficial de qualquer líquido pode ser descrita como a capacidade desse líquido de encolher na área superficial mínima. A tensão superficial da água é alta e equivale a 72 N/m à temperatura de 25 °C. Devido à alta tensão superficial da água, nenhum inseto pode andar sobre ela sem obstáculos.

O índice de refração de qualquer substância é o valor que demonstra a rapidez com que a luz pode atingir o material. À temperatura de 20 °C, o índice de refração da água é 1,333.

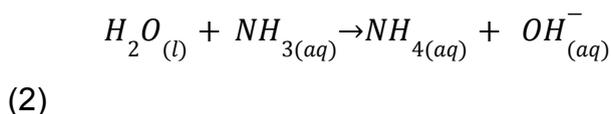
A constante dielétrica de qualquer substância é o valor no qual o material começa a polarizar por um campo elétrico. A constante dielétrica da água é muito alta, é igual a 78,6.

A compressibilidade de qualquer substância descreve sua funcionalidade em qualquer temperatura e pressão. Na temperatura de 0°C, a compressibilidade da água é $5,1 \times 10^{-10} \text{ Pa}^{-1}$, e à medida que a temperatura aumenta, chega a 45 °C, a compressibilidade começa a diminuir e atinge até $14,4 \times 10^{-10} \text{ Pa}^{-1}$.

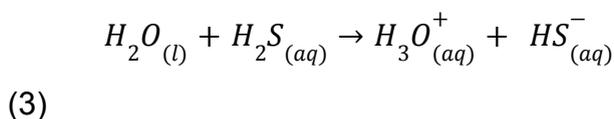
3.1.4 Propriedades químicas da Água

Segundo Paschoal, 2013, as propriedades químicas da água são: Natureza anfotérica, Reações redox, Reação de hidrólise, O Ciclo da Água.

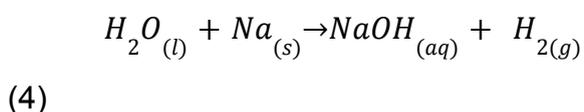
Uma substância é anfotérica quando reage com ácido e base. Portanto, a água pode reagir tanto com ácido quanto com base. A (Equação 2) mostra seu comportamento ácido:



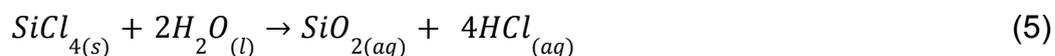
A Equação (3) mostra seu comportamento básico:



Devido à natureza da liberação de hidrogênio, a água pode realizar várias reações redox conforme apresentado na (Equação 4).



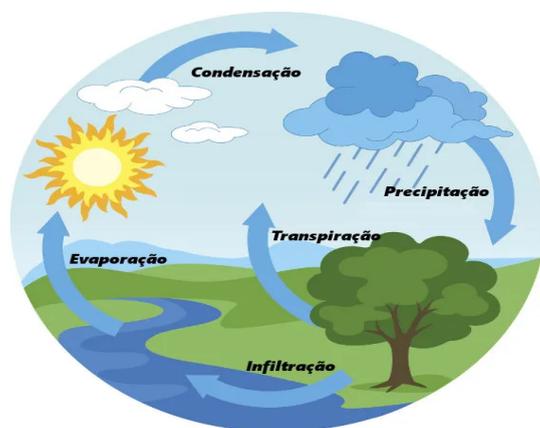
Na fotossíntese, as moléculas de água são oxidadas em O_2 . A tendência de hidratação é muito elevada na água devido à sua alta constante dielétrica (Equação 5).



Por isso, muitos compostos iônicos podem ser dissolvidos na água. E os compostos covalentes podem ser hidrolisados na água.

O ciclo da água (Figura 3), também denominado de ciclo hidrológico, se refere ao movimento contínuo da água na hidrosfera, entre a atmosfera, a água do solo, águas superficiais, subterrâneas e das plantas. Esse ciclo é um processo infinito que conecta toda essa água, unindo os oceanos, a terra e a atmosfera da Terra. Como este ciclo molda a terra através do transporte de materiais, ele é essencial para a maior parte da vida do planeta (PASCHOAL, 2013).

Figura 3 – Ciclo da água



Fonte: Santos (2023).

O ciclo da água compreende as seguintes etapas: armazenamento da água nos oceanos; evaporação; transpiração; sublimação (passagem do gelo e da neve para o estado de vapor sem antes passarem pelo estado líquido); condensação (passagem da água do estado de vapor para o líquido); precipitação (chuva); armazenamento da água nas formas de gelo e neve; corrente de neve derretida para rios; corrente superficial (água na superfície do

solo que vai para os rios); corrente dos rios (água que flui para rios, córregos ou riachos); armazenamento de água doce existente sobre a superfície da Terra; infiltração; armazenamento no lençol freático; descarga do lençol freático (movimento da água para fora do solo); e fontes (local onde a água subterrânea é descarregada para a superfície do solo (FRANCO, 2014).

3.2 SIMULADORES VIRTUAIS E EDUCAÇÃO

Face à desmotivação existente no ambiente escolar, devido a técnicas de ensino que não são capazes de motivar e despertar o interesse dos alunos, percebe-se que a maioria dos professores sentem a necessidade de encontrar novos métodos de ensino adaptáveis a esta nova situação decorrente do crescimento tecnológico na atualidade. Assim, pesquisas apontam que a interação entre docentes e estudantes deve acontecer virtualmente, por meio de ferramentas ou tecnologias como computadores ou celulares e salientam que ambas as partes têm que se adaptar a esta situação (ZEQIRLLARI et al. 2021).

Com o crescente avanço tecnológico, se faz necessário integrar os métodos de instrução em computadores na educação. Por isso, deve-se lançar um olhar mais atento à enorme importância da aprendizagem através de simulações e manipulação na educação.

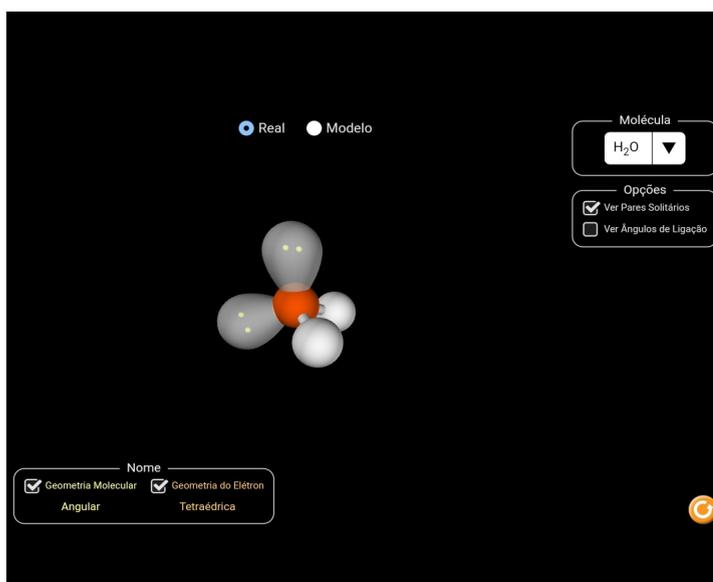
Uma integração é o uso de simulações computacionais que oferecem uma interface interativa e atraente habilitada com funções de manipulações e observações repetidas. Estas simulações auxiliam os alunos a repetir vídeos ou simulações experimentais algumas vezes, ajudando a terem uma compreensão concreta do fenômeno científico exibido pela mesma (BANDA e NZABAHIMANA, 2023).

Contudo, observa-se que os professores de ciências foram os que tiveram mais dificuldades neste processo, visto que a ausência de reações presenciais e principalmente de laboratórios foram dois dos principais motivos responsáveis pelo que foi mencionado acima. É por isso que os laboratórios são muito importantes. Durante o ensino *online*, laboratórios virtuais devem ser implementados para deixar mais claros os temas das aulas.

Por conseguinte, muitos alunos consideram a química difícil de aprender porque muitos de seus conceitos são de natureza abstrata e requerem visualização no nível submicroscópico de representação. Neste cenário, pode-se inserir os simuladores virtuais que viabilizam a capacidade de compreender e relacionar os sistemas químicos e o que está acontecendo por meio da visualização dinâmica, podendo ser utilizados como uma poderosa ferramenta transformadora para o ensino e a aprendizagem de química.

Os simuladores virtuais de tecnologia intangíveis são capazes de reproduzirem atividades reais em um ambiente virtual, tornando-se uma ferramenta eficiente, já que, além de auxiliar o docente na tarefa de transmitir conhecimentos, reproduzem a realidade, tornando a aprendizagem mais dinâmica e satisfatória. Entre eles, pode-se destacar o *Physics Education Technology* (PhET) (Figura 4), que é um projeto indicado para simular situações que auxiliem no entendimento dos conceitos de ciências e de matemática. Estas ferramentas são baseadas em um extenso estudo na área da educação, objetivando o envolvimento dos alunos por meio de um ambiente intuitivo, no qual eles possam aprender através da exploração e da descoberta (LEAL et al., 2020).

Figura 4 – Simulador virtual PhET



Fonte: PetQuímica (2021).

As experiências laboratoriais têm continuamente proporcionado aos alunos oportunidades de interagir diretamente com o mundo material através

do uso de várias ferramentas, modelos, equipamentos e teorias. Enquanto laboratórios de ciências são definidos como áreas onde os alunos seguem um determinado procedimento e usam uma variedade de diferentes equipamentos e técnicas.

À vista disso, o uso de simulações através de modelos informatizados que permitem interações as quais, provavelmente, não são observadas à primeira vista são eficientes, pois o estudante tem a possibilidade de projetar experimentos, manusear equipamentos, observar e registrar dados, analisar resultados e estabelecer o raciocínio científico (MARTINS et al., 2020).

Ressalta-se que as simulações virtuais disponíveis usam uma ampla variedade de aparências, controles, gráficos, interatividade e princípios de *design*, que são importantes para o uso e compreensão ideal dos alunos.

Em se tratando do simulador PhET, pode-se afirmar que é um programa contínuo para desenvolver um extenso conjunto de simulações *online* disponíveis gratuitamente para o ensino e aprendizagem de física e química. Essas simulações criam ambientes animados, interativos e semelhantes a jogos que enfatizam as conexões entre os fenômenos da vida real e a ciência subjacente, ao mesmo tempo que tornam os modelos visuais e conceituais acessíveis aos estudantes. Atualmente, existem cerca de sessenta simulações PhET (ZEQIRLLARI et al., 2020).

As simulações Interativas PhET implementam práticas de ensino baseadas em pesquisas, a fim de aumentar a aprendizagem de conceitos científicos. Elas são projetadas para serem usadas como demonstrações em palestras, laboratórios ou trabalhos de casa, usando um ambiente onde os alunos podem aprender através da exploração e onde a ciência e as ideias estão conectadas aos fenômenos da vida do mundo real. Para os estudiosos, o PhET demonstra que, quando os alunos exploram simulações além dos laboratórios tradicionais, a sua compreensão dos conceitos melhora (ZEQIRLLARI et al., 2020).

Sendo assim, as simulações PhET são consideradas como sendo um dos melhores *softwares* educacionais porque podem ser acessadas gratuitamente *online*. Além disso, elas são baseadas em pesquisas, altamente interativas, animadas e fáceis de usar.

Os PhET criam um ambiente semelhante ao de um jogo, podendo ser usados para modelar cenários da vida real e não precisam de muitas especificações de computador. As atividades de simulação interativa desse simulador virtual oferecem mais sobre a maneira como os alunos aprendem química, de uma forma que intriga suas mentes com ótimas visualizações de conceitos abstratos dos conteúdos, possibilitando o desenvolvimento de uma compreensão mais profunda dos conceitos químicos (MARTINS et al., 2020).

3.3 ATIVIDADE ATIVA E O USO DO SIMULADOR PHET NO ENSINO

É inegável que os alunos chegam às aulas com ideias ou preconceitos prévios. Estas ideias iniciais são a base do processo de aprendizagem, uma vez que aprender significa que eles devem construir novos conhecimentos com base nessas ideias, explorar e criar novas conexões entre os mesmos, ou refiná-los e modificá-los. No entanto, essas ideias que eles trazem podem estar incompletas ou incorretas, pois a maioria desses preconceitos é limitada porque foi estabelecida com base em dados empíricos.

Os alunos não são, necessariamente, conscientes de que têm tais ideias prévias, nem de que podem estar usando informações desinformadas ao aprender sobre o mundo. Uma estratégia amplamente utilizada em aulas de ciências é a dissonância cognitiva. Com esta abordagem, o professor gera uma necessidade de os alunos adaptarem suas ideias anteriores às evidências recentemente apresentadas.

Assim, o docente apresenta um fenômeno que desafia as crenças ingênuas dos estudantes, ocasionando uma sensação de surpresa, admiração e frustração, que os encoraja a reconciliar suas crenças anteriores com uma nova experiência que não corresponde ao que eles acreditavam ser verdade. Isto os obriga a pensar profundamente sobre a forma como pensam sobre o mundo e os desafia a revisar ou a substituir seus pensamentos (KIRCHNER, 2020).

Isto posto, observa-se que uma aprendizagem ativa não é uma tarefa fácil e deve ocorrer em um ambiente que dê aos alunos espaço para se envolverem em atividades produtivas. Para isso, acredita-se que a criação de um ambiente na sala de aula que incentive o envolvimento, motivação,

tolerância para cometer erros e que administre eficazmente a frustração é muito significativo. Além disso, é importante considerar o contexto que os alunos podem ter com base em seu sexo, etnia ou idade, a fim de fazer com que eles se sintam confortáveis em participar e seguros ao compartilhar suas ideias com a turma (KIRCHNER, 2020).

Ressalta-se que as atividades devem conter perguntas que permitam aos alunos coletar dados e fazer próprias observações, bem como fornecer uma estrutura que permita aos mesmos organizar os dados coletados. Além disso, as atividades devem apoiar as interpretações e identificações de relacionamentos e padrões, bem como a elaboração de conclusões.

Assim sendo, os *softwares* educativos que associam os conceitos teóricos e práticos com a vida cotidiana despontam como sendo novas oportunidades de desenvolver e aperfeiçoar as metodologias de ensino existentes. Para tal, o aplicativo PhET surge como uma ferramenta promissora, uma vez que pode incluir animações e visualizações que facultam a interatividade entre aluno e computador.

Dessa forma, verifica-se que as simulações aliadas ao ensino “podem ser eficazes no desenvolvimento da interpretação e compreensão do conteúdo, bem como na promoção de objetivos mais sofisticados de aprendizagem, tais como investigação e descoberta, construção de modelos e conceitos” (OLIVEIRA e ESCÓRCIO, 2018, p. 2).

O simulador virtual PhET foi criado em 2002 por Carl Wieman, sendo capaz de criar simulações interativas gratuitas baseado em uma pesquisa na área educacional e que são capazes de envolverem os alunos por meio de um ambiente claro, estilo jogo, levando os mesmos a aprenderem por meio da exploração e da descoberta, para Leal, (2020).

Esses simuladores facilitam a compreensão do aluno, não causando nenhuma situação de risco, podendo voltar e repetir a ação. [...] Ao utilizar a plataforma PhET, o professor terá total liberdade de elaborar suas aulas, proporcionando aulas dinâmicas para os alunos, tendo a possibilidade de explorar diversas opções, dentre elas podendo escolher utilizar experimentos ligados ao simulador, ou trabalhar com atividades em que o aluno terá de obter seus resultados, em seguida, após obter os resultados adquiridos nos experimentos realizados, poderão levar para sala de aula e discutir em grupo sobre os resultados (LEAL, 2020, p. 6).

Sendo de grande valia para demonstrar situações que não são percebidas imediatamente, o PhET pode ser uma ferramenta de grande utilidade para o ensino do ciclo da água.

Estudos realizados com o simulador virtual PhET indicam que o seu uso em sala de aula é bastante gratificante, pois possibilita um maior contato com a tecnologia e seus desdobramentos e também o desenvolvimento conceitual do conteúdo abordado (RAMOS e JESUS, 2023).

Observa-se que todas as simulações do aplicativo viabilizam ao usuário constituir conexões entre os fenômenos reais na ciência, por meio de formulação das próprias indagações do aluno. Por ser um *software* facilmente encontrado na internet, gratuitamente, no site https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations, ele dispõe de uma área de simulação a qual pode ser usada *online* ou empregando um pacote de instalação disponibilizado para os diferentes sistemas operacionais (OLIVEIRA e ESCÓRCIO, 2018).

A fim de se usar o PhET adequadamente e se obter a eficácia junto ao processo de ensino aprendizagem, recomenda-se que seja feito um diagnóstico dos conhecimentos prévios que os alunos possuem. Também é importante o levantamento de algumas hipóteses relacionadas à problematização inicial lançada. Após, pode-se partir para a organização do conhecimento, oferecendo explicações pertinentes ao assunto estudado. Após, o professor pode fazer uso deste simulador sempre tomando por base um roteiro previamente elaborado e, por fim, a realização de uma aplicação se faz necessária pra que se possa verificar a eficácia da metodologia empregada (LEAL et al., 2020).

Neste contexto, percebe-se que o PhET pode ser um instrumento eficiente para o ensino do ciclo da água para alunos da educação básica, tendo em vista que ele possibilita aulas mais dinâmicas e o rompimento da hegemonia entre professor e lousa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 LEVANTAMENTO DAS CONCEPÇÕES PRÉVIAS DOS PROFESSORES EM FORMAÇÃO

A coleta de dados referente às concepções prévias dos professores em formação inicial foi realizada por meio da aplicação de um questionário estruturado. Este processo ocorreu em uma turma específica do componente curricular "Informática para o Ensino de Química", pertencente ao Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual da Paraíba Campus I, durante o turno noturno. A amostra incluiu 13 participantes, representando a maioria da turma composta por 15 alunos matriculados.

A faixa etária dos sujeitos variou entre 18 e 26 anos, refletindo uma diversidade de idades no grupo. Em termos de gênero, 46,2% dos participantes identificaram-se como mulheres, 46,2% como homens, e 7,7% como não binária, destacando a presença de diversidade de gênero na amostra.

É relevante observar que a totalidade dos alunos (100%) estava matriculada na disciplina de "Informática para o Ensino de Química", indicando uma participação integral na matéria. Adicionalmente, 7,7% dos participantes já tinham cursado anteriormente a disciplina de "Recursos Audiovisuais para o Ensino de Química", sugerindo uma familiaridade prévia com conceitos relacionados ao uso de recursos tecnológicos no contexto educacional.

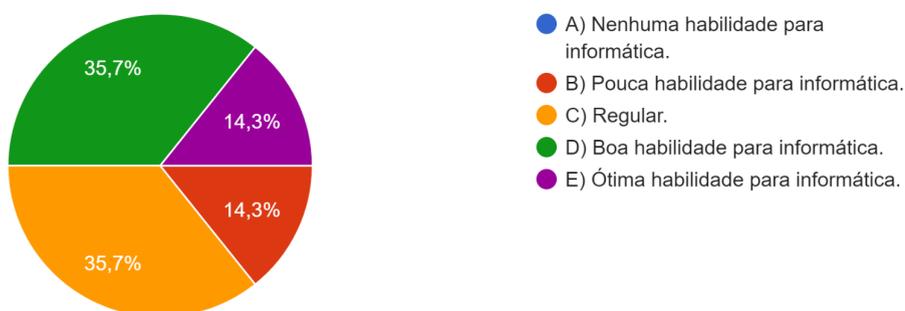
Foi indagado aos participantes sobre a relevância do uso de simuladores virtuais no ensino de propriedades físicas e químicas da matéria, e a grande maioria expressou a importância por diversos motivos. Algumas das respostas destacaram a importância, como por exemplo: *“É muito importante, pois possibilita elaborar aulas mais interativas e divertidas”*; *“Certamente é uma excelente forma de aprender, especialmente com o avanço tecnológico que nos permite explorar diversos temas!”*; *“É fundamental para o estudo e auxilia em temas em que enfrentamos dificuldades”*; *“Contribui para uma compreensão mais aprofundada dos experimentos de química.”*

No que diz respeito à influência dos simuladores virtuais, como o PhET, no desenvolvimento das habilidades práticas dos alunos e no processo de aprendizagem em sala de aula, as respostas foram predominantemente

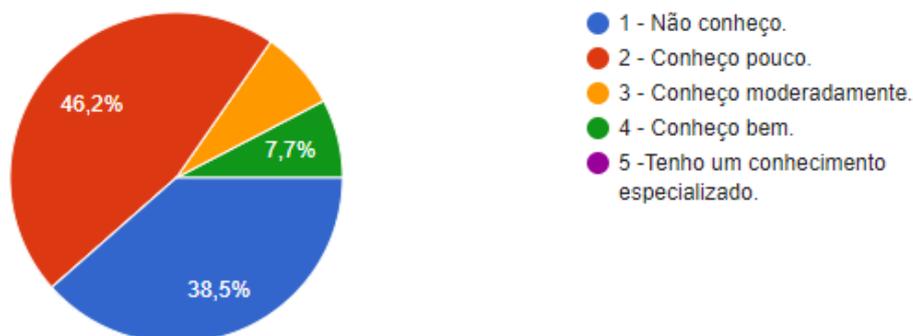
positivas. Algumas declarações incluíram: *“É uma ferramenta excelente, aproximando o aluno do conteúdo de maneira eficaz.”* Além disso, pessoas que ainda não tinham conhecimento sobre o PhET expressaram a possibilidade de sua relevância no ensino futuro, como evidenciado por comentários do tipo: *“Nunca vi nenhum, mas deve ser bastante importante para o ensino em um futuro próximo”*. Com base nos dados expostos acerca dos conhecimentos prévios, fica claro que os alunos reconhecem a relevância do emprego dos simuladores virtuais do PhET no ensino de propriedades físicas e químicas da matéria. As respostas sugerem que essas ferramentas são percebidas como significativas para enriquecer as aulas, oferecendo uma abordagem de aprendizado envolvente e atrativa.

Os sujeitos foram questionados quanto ao seu nível de conhecimento de informática antes de cursarem os componentes de informática e recursos áudio visuais, as respostas verificam-se no gráfico a seguir

Figura 5 – Nível de habilidade em informática



Fonte: Própria, 2023.

Figura 6 – Escala de conhecimento sobre simuladores virtuais

Fonte: Própria, 2023.

Ao analisar os gráficos das Figuras 5 e 6, observa-se que a maioria expressiva dos estudantes possui algum nível de conhecimento em informática. Dentre eles, 38,5% apresentam habilidade regular, 30,8% têm conhecimento considerado moderado, 15,4% possuem habilidade limitada, e outros 15,4% demonstram uma habilidade considerada excelente. Notavelmente, 61,5% dos estudantes afirmam ter familiaridade com os simuladores virtuais disponíveis no PhET. Em contraste, 38,5% declararam não conhecer o PhET e as simulações a ele associadas. Daqueles que têm conhecimento do PhET, aproximadamente 46,2% indicam ter um entendimento limitado dessas simulações, enquanto 7,7% afirmam conhecer moderadamente, e outros 7,7% afirmam ter um conhecimento profundo.

Tendo em vista, que o conhecimento da maioria dos alunos acerca do PhET e de suas simulações, o conhecimento prévio deles é um pouco limitado, como pela resposta “Não tenho como opinar porque não conheço nenhum simulador” onde boa parte não conhece, e a grande maioria tem um conhecimento mais superficial a respeito do simulador. Contudo, mais de 60% diz conhecer e ter um nível de informática moderado, o que torna o PhET uma ferramenta poderosa, visto que após aprender e manipular antes de planejar a aula, torna o professor totalmente capacitado para um bom uso da ferramenta, visto que os alunos que responderam ao questionário já têm a competência para começar a aprender sobre o simulador.

4.2 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA: PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DA MATÉRIA

A sequência didática elaborada (Apêndice D) representa uma abordagem inovadora no ensino de química, combinando os princípios fundamentais da aprendizagem significativa, a perspectiva CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) e a integração das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs).

Alicerçada na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, a sequência didática: propriedades físicas e químicas da matéria, busca proporcionar uma compreensão significativa dos conceitos químicos. Ao invés de meramente memorizar informações, os alunos são estimulados a relacionar os novos conhecimentos com suas experiências prévias, construindo um arcabouço conceitual sólido.

A perspectiva CTSA é integrada de maneira intrínseca, reconhecendo que a ciência não existe isoladamente, mas está intrinsecamente ligada à tecnologia, sociedade e ao ambiente. Durante a sequência didática, os alunos são desafiados a explorar as implicações sociais, éticas e ambientais dos conceitos químicos, promovendo uma compreensão holística da área de conhecimento.

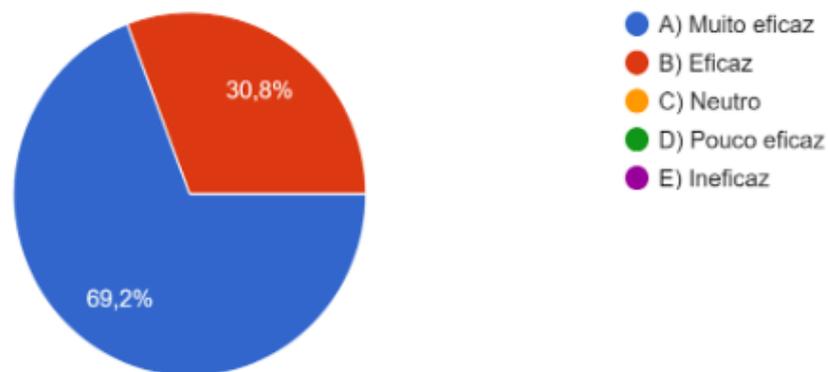
As TDICs são incorporadas como ferramentas facilitadoras, enriquecendo o processo de ensino-aprendizagem. A utilização de simuladores virtuais, recursos multimídia interativos e plataformas online proporciona aos alunos experiências práticas, permitindo a visualização de fenômenos químicos e a interação com conceitos abstratos de maneira palpável.

Ao longo da sequência didática, a avaliação é contínua e formativa. Os alunos são incentivados a refletir sobre seu próprio processo de aprendizagem, promovendo a metacognição e o desenvolvimento de habilidades autônomas.

4.3 AVALIAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA E UTILIZAÇÃO DO PHET EM SALA DE AULA POR PROFESSORES EM FORMAÇÃO INICIAL

Na Figura 7 temos a avaliação dos estudantes em relação ao potencial do PhET.

Figura 7 – Avaliação dos estudantes em relação ao potencial do PhET



Fonte: Própria, 2023.

É evidente, pela análise, que a maioria expressiva dos estudantes que participaram deste questionário respondeu à pergunta aberta: "Você identificou algum desafio ou limitação ao usar o simulador virtual PhET? Se sim, qual?".

Todos os alunos afirmaram não ter encontrado dificuldades ou limitações no uso do PhET. Podemos deduzir que 69,2% dos alunos consideram o PhET uma ferramenta muito eficaz no ensino do ciclo da água, enquanto 30,8% acreditam que é eficaz.

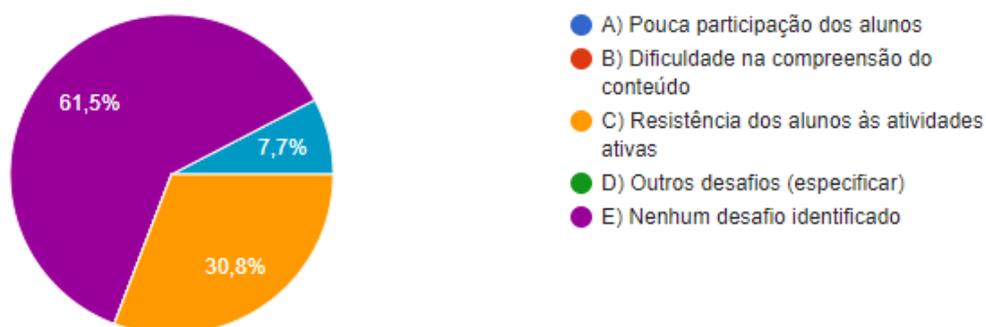
Em relação a compreensão do ciclo da água com as simulações do PhET comparado com métodos tradicionais, 61,5% dos alunos julgam o PhET como superiores, e por outro lado 38,5% julgam como equivalentes aos métodos tradicionais. Entretanto pode ser percebido pelo comentário "Ser mais

chamativo”, que o aluno tem alguma sugestão ou recomendação para melhorar a integração de simuladores virtuais no ensino de química.

Pela análise dos dados, pode-se inferir que a totalidade dos estudantes que participaram do questionário não identificou desafios ou limitações no uso do simulador virtual PhET. Esse resultado sugere uma receptividade positiva em relação à ferramenta. Comparando entre as simulações do PhET e métodos tradicionais, 61,5% dos alunos julgaram as simulações como superiores, indicando uma percepção positiva da eficácia do PhET. Além disso, a sugestão de tornar a integração dos simuladores mais chamativa, expressa por um aluno, ressalta a importância da atratividade no processo de ensino.

Observando os itens das figuras 9 é possível analisar que os alunos diante aos desafios encontrados na sequência didática quanto às estratégias de ensino integrado às simulações virtuais, 61,5% identificou que nenhum desafio foi identificado,

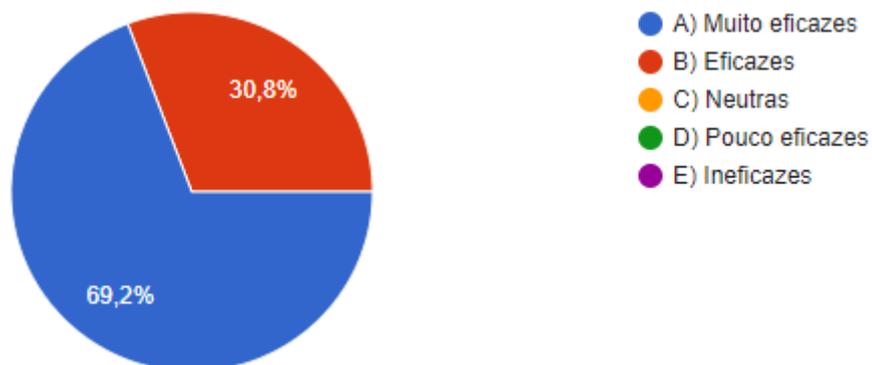
Figura 8 – Desafios encontrados na sequência didática



Fonte: Própria, 2023.

Já para 30,8% julga que pode haver resistência dos alunos às atividades ativas. Já pelos dados da figura 9, a eficácia das simulações do PhET ao serem integradas em aulas sobre propriedades físicas e químicas da água, 69,2% afirmam que essa integração é muito eficaz e 30,8% dizem que são eficazes.

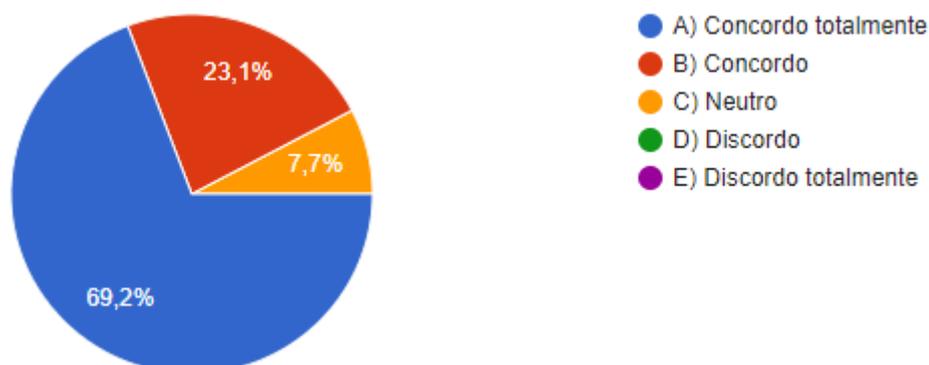
Figura 9 – Eficácia das simulações do PhET integradas em aulas sobre propriedades físicas e químicas da água



Fonte: Própria, 2023.

No contexto da efetividade das simulações do PhET incorporadas às aulas sobre as características físicas e químicas da água, a pesquisa revela uma visão extremamente positiva, com 69,2% considerando essa integração como altamente eficaz. Os restantes (30,8%), que a classificam como eficaz, reforçando a conclusão de que o uso dessas simulações é amplamente reconhecido como benéfico.

Figura 10 – Engajamento e motivação dos alunos comparando o PhET com os métodos tradicionais



Fonte: Própria, 2023.

Sobre se os alunos tendem a se sentir mais engajados e motivados ao usar o PhET em comparação com métodos tradicionais, 69,2% concordam totalmente com essa afirmação, 23,1% apenas concorda e 7,7% é neutro sobre essa questão. Quando indagados sobre se os simuladores são um recurso tecnológico que eles utilizariam em suas práticas pedagógicas, 92,3% afirmaram que sim, usariam. E 7,7% como talvez.

É possível analisar que grande maioria dos estudantes que participaram do questionário julgam o PhET como uma ferramenta que onde o professor elaborando e planejando todo o passo a passo que há de se esperar dos alunos, eles tendem a se sentir mais engajados e motivados para aprender e interagir com o simulador PhET, como afirmam 69,2% dos participantes da pesquisa.

5 CONCLUSÃO

A tecnologia está cada vez mais importante na sala de aula do mundo moderno e tem sido integrada de diversas formas no ensino. Entretanto, animações computacionais e simulações interativas estão entre as mais comuns. Esta popularidade se deve em parte ao fato de que elas são bastante fáceis de introduzir em um currículo.

Neste cenário, inserem-se os simuladores virtuais PhET que são aplicativos que oferecem mais oportunidades para que os alunos possam ser ouvidos e também comparar e discutir suas ideias com seus pares, bem como interagir em grupos e iniciar discussões para formalizar ideias e tirar conclusões.

Mediante a pesquisa realizada neste trabalho, observa-se que o simulador PhET teve muitas reações otimistas apontadas pelos próprios professores de química em formação inicial que responderam ao questionário, onde diversos pontos positivos encontrados, e julgando o simulador PhET como sendo muito eficaz na utilização em sala de aula, com relação ao ciclo hidrológico nas transformações da matéria.

Logo, o índice de concordância reflete uma tendência positiva. No contexto do uso dos simuladores nas práticas pedagógicas dos participantes da pesquisa, fica evidente que ao professor elaborar e planejar de maneira abrangente todo o processo a ser conduzido pelos alunos, a utilização do simulador PhET se mostra altamente atrativa. Esse alto nível de concordância 92,3%, reforça a ideia de que, ao adotar estratégias que envolvem a interação com o PhET, os professores podem promover maior engajamento e motivação dos alunos, proporcionando assim um ambiente propício para a aprendizagem significativa.

Dessa maneira, a incorporação de simulações virtuais do PhET, pode ser uma estratégia altamente bem-sucedida no ensino das propriedades físicas e químicas da água. Isso ressalta a importância de abordagens pedagógicas inovadoras e envolventes.

Como resultado, o PhET é considerado um recurso pedagógico com potencial para que se possa atingir o sucesso do processo de ensino aprendizagem. Então, acredita-se que o presente estudo alcançou os objetivos

propostos inicialmente e pode-se assegurar que há inúmeras vantagens na utilização das simulações do PhET como instrumento significativo de apoio para uma aprendizagem significativa e de qualidade, tanto no ensino das propriedades físicas e químicas da matéria e o ciclo hidrológico, bem como em outras áreas de estudo.

Esta abordagem integrada visa não apenas transmitir conhecimento, mas cultivar habilidades críticas e promover uma visão abrangente da química como parte integrante do contexto mais amplo da ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Ao proporcionar uma experiência educacional enriquecida e significativa, a sequência didática busca preparar os alunos para enfrentar os desafios contemporâneos de maneira informada e reflexiva

REFERÊNCIAS

- BANDA, H. J.; NZABAHIMANA, J. *The Impact of Physics Education Technology (PhET) Interactive Simulation-Based Learning on Motivation and Academic Achievement Among Malawian Physics Students*. **J Sci Educ Technol**, v. 32, n. 1, p. 127–141, 2023.
- BRAINLY. Escreva a fórmula química da molécula de água. **O que está fórmula significa?** 2016. Disponível em: <<https://brainly.com.br/tarefa/6213657>>. Acesso em: 23 out. 2023.
- BRASIL. Ministério dos Direitos Humanos e da Cidadania. **Artigo 26º: Direito à educação**. 2018. Disponível em: <<https://www.gov.br/mdh/pt-br/assuntos/noticias/2018/dezembro/artigo-26deg-direito-a-educacao>>. Acesso em: 9 nov. 2023.
- ECO, U. **Como se faz uma tese**. São Paulo: Perspectiva, 2020.
- FRANCO, A. C. L. **Estudo do Balanço Hídrico e do Clima da Bacia do Alto Rio Negro**. 102 f. Monografia (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.
- KIRCHNER, A. **A aprendizagem baseada em projetos e o ensino de matemática**. 51 f. Monografia (Graduação em Matemática) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.
- LEAL, M. M.; SILVA, A. T. S.; MENESES, L. S. A utilização do simulador PhET como ferramenta de ensino nas aulas on-line de ciências em uma escola do município de Água Branca – PI. **VII Cong Nac Edu**, out. 2020.
- MARTINS, S. O. et al. O uso de simuladores virtuais na educação básica: uma estratégia para facilitar a aprendizagem nas aulas de química. **Revista Cie & Ideias**, v.11, n. 1, p. 216-233, jan./abr. 2020.
- MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. São Paulo: Cortez, 2000.
- OLIVEIRA, V. B.; ESCÓRCIO, C. R. Utilização do *software Phet Simulation* como ferramenta de incremento no ensino do tema propriedade dos gases. **V Congr Nac Edu**, 2018.
- PASCHOAL, R. S. **Usos da água e necessidades de tratamento para consumo humano**. 56 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.
- PETQUÍMICA. PhET. 2021. Disponível em: <http://www.petquimica.ufc.br/phet-uma-plataforma-virtual-gratuita-para-o-ensino-de-quimica/>. Acesso em: 29 out. 2023.

QUÍMICA ZERO. **Os primeiros passos no mundo da química.** S.d.

Disponível em:

https://extensao.cecierj.edu.br/material_didatico/qui03/html/aula0_caderno.htm.

Acesso em: 29 out. 2023.

RAMOS, L. P. S.; JESUS, C. F. A. O uso de laboratório virtual (PhET) como

estratégia 42 no ensino dos estados físicos da matéria. **Revista**

Interdisciplinar de Ensino, Pesquisa e Extensão, v. 1, n. 1, p. 42-57, 2023.

SANTOS, V. S. **Ciclo da água.** 2023. Disponível em:

<https://brasilecola.uol.com.br/biologia/ciclo-agua.htm>. Acesso em: 30 out.

2023.

SARDELLA, A.; MATEUS, E. **Dicionário escolar de química.** 2.ed. São Paulo:

Ática, 1990.

SILVA, B. P. **O uso de atividades investigativas como estratégia de ensino:**

o ciclo da água e seus estados físicos. 64 f. Monografia (Especialização em Ciências) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

ZEQIRLLARI, R. O.; PEQINI, K.; XHAKO, D. The Use of PhET Simulations in Teaching Modality in High Schools in Albania before and during COVID

19-Pandemic. **European Journal of Education and Pedagogy**, v. 2, n. 6, p. 91-94, dez. 2021.

APÊNDICES

APÊNDICE A: TERMO DE CONSENTIMENTO E LIVRE ESCLARECIDO



TERMO DE CONSENTIMENTO E LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidar você para participar como voluntário(a) da pesquisa intitulada **“Utilização do Simulador PhET no Ensino e Aprendizagem de Propriedades Físicas e Químicas da Matéria e sua Contribuição na Formação Inicial de Professores em Química”**, essa pesquisa será realizada com o propósito de analisar as concepções dos professores em formação acerca da utilização de simuladores virtuais como ferramenta didática no ensino e aprendizagem de química. Para participar dessa pesquisa você deverá assinar esse termo de consentimento.

Caso concorde em participar da pesquisa, você será convidado (a) responder um questionário estruturado sobre este tema, essa pesquisa pode trazer riscos, que é o constrangimento dos participantes em expor seus conhecimentos prévios sobre o ,mas para diminuir as possibilidades que esses riscos aconteçam garantimos que vocês tem a liberdade para não responder perguntas constrangedoras, além disso nos comprometemos em manter os dados pessoais em sigilo absoluto e utilizar os dados obtidos em questionários apenas para fins acadêmicos e científicos.

O pesquisador irá aplicar os questionários, mas não haverá identificação do nome do participante.

Com essas informações, gostaria de saber a sua aceitação em participar da pesquisa. Ainda é necessário esclarecer que, de acordo com a resolução 510/2016 do conselho nacional de saúde, são direitos do participante:

1. Ser informado sobre a pesquisa;

2. A qualquer momento o responsável poderá modificar a decisão de participação sem qualquer justificativa;
3. Ter a sua privacidade respeitada;
4. Ter garantida a confidencialidade das informações pessoais;
5. Decidir se sua identidade será divulgada e quais são, dentre as informações que forneceu, as que podem ser tratadas de forma pública;

Além disso, é importante ressaltar que para realização da pesquisa é necessário a aceitação deste termo de consentimento. Tendo sido devidamente esclarecido e entendido o que foi explicado, deverá assinar este documento. Se você decidir não participar, não haverá nenhuma consequência. Esteja ciente de que, se você optar por participar, poderá deixar a pesquisa a qualquer momento e, se não quiser, não precisará explicar o motivo da desistência. Em caso de dúvida, comunicar-se com o Orientador: Eduardo Adelino Ferreira através do e-mail: eadelino.eduardoadelino@gmail.com.

APÊNDICE B: QUESTIONÁRIO DE LEVANTAMENTO DE CONCEPÇÕES
PRÉVIAS

Dados Demográficos:

1. Idade: _____

2. Gênero:
 - Masculino ()
 - Feminino ()
 - Outro ()

3. Qual período está cursando: _____

4. Quais destes componentes você está cursando ou já cursou?
 - A) Estou cursando Informática para o Ensino de Química.
 - B) Estou cursando Recursos Áudio Visuais para o ensino de Química.
 - C) Já cursei Informática para o Ensino de Química.
 - D) Já cursei Recursos Áudio Visuais para o ensino de Química.
 - E) Ainda não cursei nenhum dos componentes citados anteriormente.

Dados sobre o nível de informática

5. Qual seu nível de habilidade em informática considerando antes de estudar os componentes: Informática para o Ensino de Química e Recursos Áudio Visuais para o ensino de Química?
 - A) Nenhuma habilidade para informática.
 - B) Pouca habilidade para informática.
 - C) Regular.
 - D) Boa habilidade para informática.
 - E) Ótima habilidade para informática.

Conhecimento sobre Simuladores Virtuais:

6. Você conhece os simuladores virtuais disponíveis no PhET?

- Sim ()
- Não ()
- Outro ()

7. Em uma escala de 1 a 5, qual é o seu nível de conhecimento sobre simuladores virtuais no ensino de química?

- 1 - Não conheço.
- 2 - Conheço pouco.
- 3 - Conheço moderadamente.
- 4 - Conheço bem.
- 5 -Tenho um conhecimento especializado.

8. Cite alguns simuladores virtuais que você já utilizou ou está familiarizado.

Percepções sobre a Importância

9. Na sua opinião, qual é a importância do uso de simuladores virtuais no ensino de propriedades físicas e químicas da matéria?

Contribuições e benefícios reconhecidos: *

10. Como você avalia a influência do uso de simuladores virtuais, como o PhET, no desenvolvimento das habilidades práticas dos alunos e no processo de aprendizagem em sala de aula?

1. Você identificou algum desafio ou limitação ao usar simuladores virtuais PhET? Se sim, qual?

2. Você tem alguma sugestão ou recomendação para melhorar a integração de simuladores virtuais no ensino de química?

3. Como você avalia o potencial do PhET como uma ferramenta para ensinar o ciclo da água?

- A) Muito eficaz
- B) Eficaz
- C) Neutro
- D) Pouco eficaz
- E) Ineficaz

4. Em relação à compreensão do ciclo da água, como as simulações do PhET se comparam aos métodos tradicionais de ensino?

- A) Superiores
- B) Equivalentes
- C) Neutras
- D) Inferiores
- E) Não tenho certeza

5. Quais desafios você identificou na sequência didática quanto às estratégias de ensino integrado às simulações virtuais?

- A) Pouca participação dos alunos
- B) Dificuldade na compreensão do conteúdo
- C) Resistência dos alunos às atividades ativas
- D) Outros desafios (especificar)
- E) Nenhum desafio identificado

6. Como você percebe a eficácia das simulações do PhET ao serem integradas em aulas sobre propriedades físicas e químicas da água?

- A) Muito eficazes
- B) Eficazes
- C) Neutras
- D) Pouco eficazes
- E) Ineficazes

7. Em sua opinião, os alunos tendem a se sentir mais engajados e motivados ao usar o PhET em comparação com métodos tradicionais?

- A) Concordo totalmente
- B) Concordo

- C) Neutro
- D) Discordo
- E) Discordo totalmente

8. Os simuladores são um recurso tecnológico que você utilizaria em suas práticas pedagógicas?

Sim ()

Não ()

Talvez ()

APÊNDICE D: SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTEGRADO AO SIMULADOR PHET PARA O CONTEÚDO PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DA MATÉRIA

	SEQUÊNCIA DIDÁTICA: PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DA MATÉRIA		
	Série: 1º Série do ensino médio	Período: 3 aulas	Horas-Aula: 45 - 50 (min)
	Professor: Emmanuel Antonio		Conteúdo: Propriedades físicas da matéria

Tema gerador			
O ciclo da água: Explorando as diferentes fases da água e as transformações que ocorrem durante o ciclo hidrológico.			
Competências da BNCC a serem desenvolvidas			
<p>Competência de área 3 – Associar intervenções que resultam em degradação ou conservação ambiental a processos produtivos e sociais e a instrumentos ou ações científico-tecnológicos.</p> <p>Competência de área 7 – Apropriar-se de conhecimentos da química para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.</p>			
Habilidades da BNCC a serem desenvolvidas			
<p>H1 - Identificar e analisar os processos e as transformações presentes no cotidiano, em diferentes escalas, utilizando conhecimentos químicos para interpretá-los e avaliar seus impactos.</p> <p>H10 - Investigar a influência de fatores físicos e químicos na solubilidade de diferentes substâncias.</p>			
Momentos previstos pela sequência			
Momentos	Objetivo da aula	Metodologia e Procedimentos	Avaliação
	Sondagem dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre:	Aula expositiva e dialógica	Será aplicado um questionário estruturado para sondar o

Momento 1 (1 aula)	Propriedades físicas e químicas da matéria, Transformações química e ciclo hidrológico;		conhecimento prévios dos alunos (Atividade de Verificação 01);
Momento 2 (1 aula)	Desenvolver a assimilação dos conteúdos: Propriedades físicas e químicas da matéria, Transformações química e ciclo hidrológica Início do conteúdo Propriedades físicas e químicas da matéria; Atividade investigativa;	Aula Expositiva e dialógica com a utilização de apresentação em Slides. Experimento no Phet. (Anexo 02);	Será pedido uma breve anotação de pontos referente à atividade investigativa. (Atividade de Verificação 02)
Momento 3 (1 aula)	Finalizar o conteúdo; Verificar a eficácia dos alunos através do questionário; Resoluções de questões no word wall (Atividade de Verificação 03);	Será utilizado as metodologias da gamificação com o auxílio do World Wall (Ver anexo 04);	Atividade para finalização do conteúdo (Atividade de Verificação 01 e 02);
Materiais utilizados durante todas as aulas			
Para todas as aulas serão utilizados os seguintes materiais: Slides contendo os conteúdos (anexo 01 e 03); As ferramentas do google: Classroom, Meet, Formulários; Simulador virtual PhET (anexo 2); Recursos de jogos virtuais para ensino (anexo 4);			
Atividade de verificação			

Atividade de Verificação 01: Segue abaixo o link do google formulário

<https://forms.gle/ESqWaiazYy6Fm6Vu8>

Atividade de Verificação 02: Segue abaixo o link do google formulário

<https://forms.gle/Q8bbjm5AzwC3TrnA9>

Atividade de Verificação 03: Link da atividade Wordwall para fazer com os alunos

<https://wordwall.net/pt/resource/52990921/ciências/estados-físicos-da-matéria>

Referências

Atkins, Peter; Loretta, Jones; Leroy, Laverman. Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2018.

Feltre, R. Química Geral. Vol. 1 e 2.

Novais, V.L.D.; Tissoni, M.A. Vivá-Química. 1 ed. vol 2. São Paulo: Positivo, 2016. Acesso pelo livro físico.

Souza, M. V. A. A utilização de simulações no ensino de química: perspectivas e desafios. Química Nova na Escola, n. 36, p. 216-224, 2014.

Anexos

Anexo 01: Slides introdução;

[ESTADOS FÍSICOS DA MATÉRIA TCC aula 1](#)

Anexo 02: Experimento do Phet;

https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/states-of-matter/about

Anexo 03: Slides da segunda aula;

[Simulador PhET aula 2](#)

Anexo 04: Link do jogo do World Wall

<https://wordwall.net/pt/resource/52990921/ciências/estados-físicos-da-matéria>