



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO CENTRO DE CIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

CLÁUDIA ROSANE MOREIRA DA SILVA

QUÍMICA NA PRÁTICA: MANUAL DE EXPERIMENTOS COM USO DE
LABORATÓRIOS VIRTUAIS

FORTALEZA

2023

CLÁUDIA ROSANE MOREIRA DA SILVA

QUÍMICA NA PRÁTICA: MANUAL DE EXPERIMENTOS COM USO DE
LABORATÓRIOS VIRTUAIS

Produto Educacional da Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Matemática da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Área de Concentração: Ensino de Ciências e Matemática.

Linha de Pesquisa: Tecnologias Digitais no Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Goretti de Vasconcelos Silva.

FORTALEZA

2023

SUMÁRIO

| | |
|------------------------------|-----------|
| APRESENTAÇÃO | 3 |
| INTRODUÇÃO..... | 5 |
| PLANO DE AULA 1 | 6 |
| PLANO DE AULA 2 | 19 |
| PLANO DE AULA 3 | 27 |
| PLANO DE AULA 4 | 40 |
| PLANO DE AULA 5 | 57 |
| REFERÊNCIAS..... | 64 |

APRESENTAÇÃO

Prezado (a) professor(a)

O presente manual foi produzido a partir das pesquisas realizadas e resultados obtidos em uma dissertação de mestrado intitulada **“INVESTIGANDO O USO DE LABORATÓRIOS VIRTUAIS NO ENSINO DE QUÍMICA: POTENCIALIDADES E PERCEPÇÕES DE PROFESSORES DO ENSINO MÉDIO”**.

Neste produto educacional, apresentaremos um manual completo com experimentos de química utilizando laboratórios virtuais. Esses recursos são gratuitos e disponíveis online, oferecendo uma alternativa prática e acessível para o ensino de química.

O produto educacional intitulado **"Química na Prática: Manual de Experimentos com Uso de Laboratórios Virtuais"** é um recurso proveitoso e abrangente elaborado especialmente para professores de Química que desejam enriquecer suas aulas com experiências práticas, mesmo sem a disponibilidade de um laboratório físico.

O manual foi cuidadosamente elaborado, considerando os objetivos educacionais e os conteúdos abordados no currículo de química do ensino médio. Cada plano de aula incluído no manual está diretamente relacionado a um laboratório virtual específico, proporcionando aos professores algumas opções para escolherem o experimento mais adequado ao conteúdo que desejam ensinar.

O objetivo principal desse produto é oferecer aos professores um guia completo, contendo planos de aula detalhados, com a utilização de laboratórios virtuais de química disponíveis. Esses laboratórios virtuais proporcionam aos alunos a oportunidade de vivenciarem experimentos realistas e interativos, onde podem observar reações químicas, explorar fenômenos e consolidar seus conhecimentos teóricos de forma prática.

O manual conta com a abrangência de alguns temas da química, como: ácidos e bases, leis ponderais, química ambiental e métodos de separação de misturas. Cada plano de aula é estruturado de forma clara, contendo objetivos de aprendizagem, materiais necessários, procedimentos detalhados, questionamentos para estimular a reflexão dos alunos e uma parte introdutória sobre o laboratório virtual indicado no plano de aula.

O diferencial do **" Química na Prática: Manual de Experimentos com Uso de Laboratórios Virtuais"** está na metodologia proposta para a utilização dos laboratórios virtuais. Ele conta com um plano de aula completo, iniciando com uma parte introdutório sobre o conteúdo que será abordado na aula, sempre com o intuito de engajar os alunos, conectando o conteúdo a situações reais e motivando-os a explorar os laboratórios virtuais. Na

organização, são abordados os conhecimentos necessários para a execução da aula, garantindo uma compreensão sólida do tema central. E, finalmente, na aplicação do conhecimento, os alunos têm a oportunidade de utilizar o laboratório virtual, seguindo um roteiro detalhado que os conduzirá através da experiência prática.

Além dos planos de aula, o manual também oferece uma apresentação detalhada de cada laboratório virtual recomendado, com imagens e dicas para o seu uso efetivo em sala de aula. Isso proporciona aos professores segurança e confiança na aplicação dos experimentos virtuais. Ao utilizar o "**Química na Prática: Manual de Experimentos com Uso de Laboratórios Virtuais**", os professores terão à disposição um recurso valioso para tornar suas aulas mais dinâmicas, envolventes e alinhadas com as práticas pedagógicas contemporâneas. Além disso, o uso de laboratórios virtuais possibilita que os professores ampliem o acesso dos alunos a experiências práticas, independentemente das limitações físicas do ambiente escolar.

INTRODUÇÃO

A experimentação no ensino de química desempenha um papel fundamental na aprendizagem dos estudantes, pois proporciona uma abordagem prática e concreta dos conceitos teóricos. Dessa forma, compreende-se que a prática no ensino de química faz com que os alunos ampliem sua percepção sobre o fenômeno estudado, fazendo com que compreendam melhor as teorias e princípios químicos presentes na natureza, o que resulta em uma aprendizagem mais efetiva (GAMBARI; KAWU; FALODE, 2018).

Porém uma das principais limitações das aulas práticas é a disponibilidade de laboratórios equipados e seguros. Nem todas as escolas possuem estrutura adequada para a realização de experimentos, o que pode dificultar a implementação dessa abordagem no currículo. Além disso, alguns experimentos podem envolver substâncias perigosas ou tóxicas, exigindo precauções de segurança rigorosas e treinamento adequado dos alunos. Para superar essas limitações, os laboratórios virtuais surgem como uma alternativa viável. Eles permitem que os alunos realizem experimentos simulados por meio de softwares interativos, sem a necessidade de materiais e reagentes reais.

Nesse sentido, o "Química na Prática" surge como uma solução, permitindo que os professores ofereçam aos seus alunos experiências reais e interativas, utilizando laboratórios virtuais gratuitos disponíveis online. Discute-se que o processo de aprendizagem no ensino de química pode ser mais efetivo e significativo quando inseridas as TICs, por meio do uso de recursos como: *softwares*, jogos, recursos audiovisuais, laboratórios virtuais, entre outros (LOCATELLI; ZOCH; TRENTIN, 2015). Com isso, destaca-se que o uso de laboratórios virtuais tem se tornado cada vez mais relevante, pois oferece uma alternativa viável e econômica para explorar conteúdos práticos no ensino de química e de outras ciências.

Uma das vantagens dos laboratórios virtuais é que sua implementação demanda custos menores em comparação à construção e manutenção de laboratórios físicos. Essa redução de custos é especialmente importante em contextos educacionais com recursos financeiros limitados, permitindo que mais escolas e instituições de ensino possam oferecer experiências práticas aos estudantes. Além disso, os laboratórios virtuais proporcionam maior flexibilidade e acessibilidade, uma vez que podem ser acessados a qualquer momento e em qualquer lugar, desde que haja um dispositivo com conexão à internet. Isso significa que os estudantes têm a oportunidade de realizar experimentos e explorar conceitos práticos mesmo fora do ambiente escolar, o que amplia suas possibilidades de aprendizado.

PLANO DE AULA 1

Tabela 1: Informações sobre o Plano de Aula 1

| | |
|----------------------------|---|
| Laboratório Virtual | ChemCollective Virtual Lab |
| Conteúdo(s): | Acido e Bases |
| Objetivo: | Identificar substâncias ácidas e básicas pela ação de Indicadores. |
| Palavras Chaves: | destilação, misturas, ebulição. |
| Duração da aula: | 50 min |
| Link de acesso: | www.chemcollective.org |
| Logo: | <p>Figura 1: Logotipo do Laboratório Virtual</p>  <p>ChemCollective</p> <p>Fonte: Website do laboratório virtual</p> |

Fonte: Elaborada pela autora.

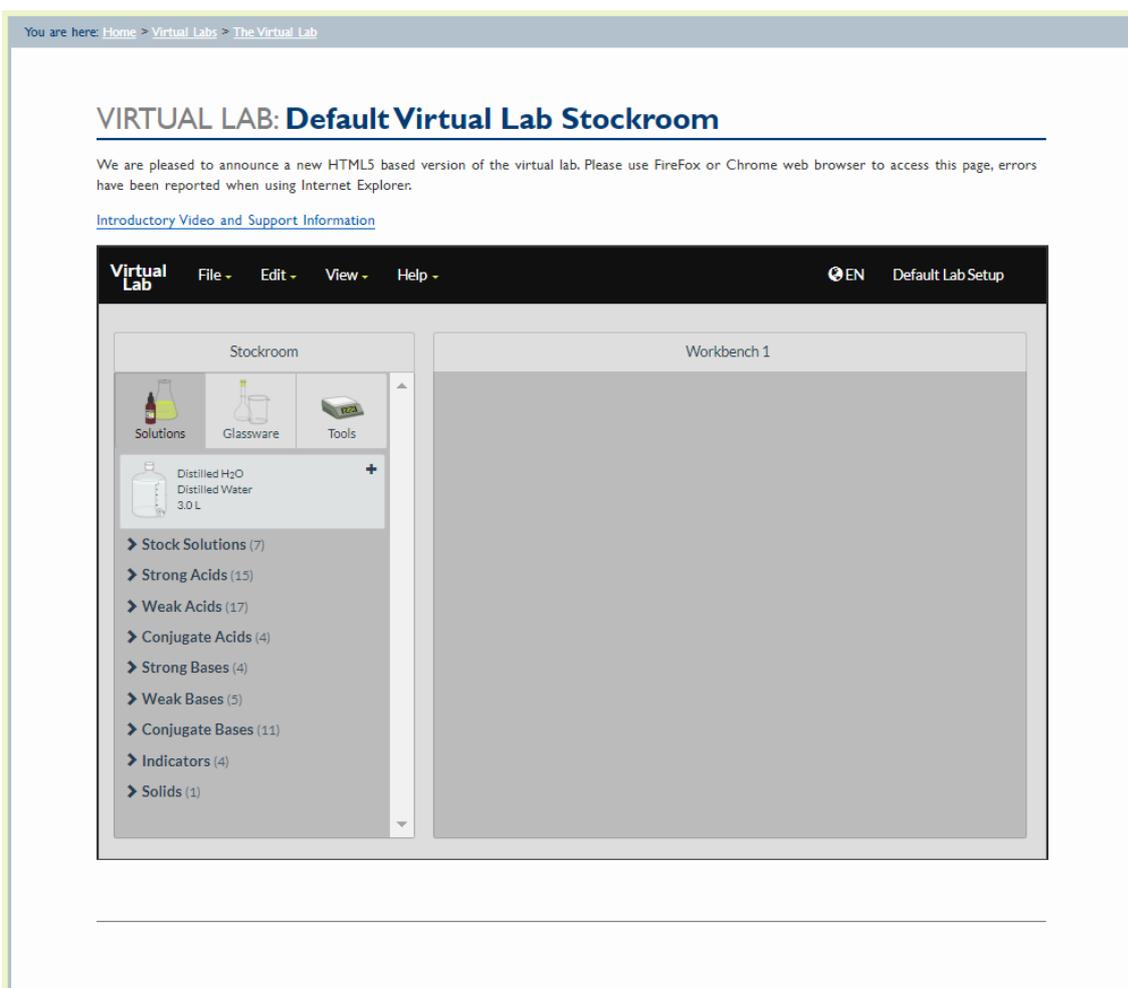
1. CONHECENDO O LABORATÓRIO VIRTUAL

O Laboratório Virtual que será utilizado nessa aula está localizado na página virtual do ChemCollective, que tem como endereço eletrônico www.chemcollective.org. Nesse site pode ser encontrada uma coleção de laboratórios virtuais direcionados ao estudo de química, onde alguns laboratórios já disponibilizam atividades específicas e outros possibilitam que o usuário crie o experimento e elabore sua atividade desde o início. No site também é possível encontrar tutorias, atividades e outros recursos para o aprofundamento dos estudos de química. O laboratório utilizado na aula está disponível no seguinte endereço: <https://chemcollective.org/vlab>.

Esse software permite fazer simulações de experimentos em uma bancada virtual, proporcionando assim testar os conhecimentos de química. Essa ferramenta é baseada na tecnologia HTML5, rodando direto dentro do navegador, e é sugerido que utilize os navegadores FireFox ou Chrome para que não apresente nenhum tipo de erro no decorrer de sua utilização. O laboratório pode ser utilizado nos idiomas, inglês, espanhol e italiano.

A imagem inicial do laboratório será a seguinte:

Figura 2: Imagem inicial do laboratório virtual.



Fonte: ChemCollective Virtual Lab.

Ele conta com um vídeo introdutório localizado na parte superior da tela principal de onde ocorre a experimentação, com o nome do link "***Introductory Video and Support Information***", onde é indicado a visualização do mesmo para uma melhor experiência na utilização do laboratório virtual.

O Virtual Lab disponibiliza um menu onde está localizada as funções para a utilização do laboratório. O menu está apresentado com a seguinte divisão:

File: Adicionar uma nova bancada; renomear bancada de trabalho e carregar uma tarefa.

Edit: Remover sólidos; remover líquidos; duplicar elementos; verificar propriedades térmicas; renomear ou remover itens da bancada e limpar a bancada.

View: Modo de apresentação; aproximar ou distanciar.

Help: Ajuda sobre o Vlab; tutorial e dicas de como trabalhar.

No lado esquerdo está disponibilizado o “*Stockroom*”, onde será encontrado os reagentes, equipamentos e vidrarias para a utilização no experimento. Ele está dividido em três categorias na seguinte forma:

Solutions (Substâncias Químicas): ácidos; bases; indicadores e sólidos.

Glassware (Vidrarias): Erlenmeyer; cilindro graduado; pipeta; béquer; balão volumétrico e outros.

Tools: Bico de Bunsen e balança.

2. INTRODUÇÃO AO CONTEÚDO

Ácidos e Bases

Ácidos e bases são dois tipos de substâncias químicas com propriedades opostas. Segundo Arrhenius, ácidos são substâncias que produzem íons de hidrogênio (H^+) quando dissolvidos em água, enquanto bases são substâncias que produzem íons hidroxila (OH^-) quando dissolvidas em água. A medida de acidez ou basicidade de uma substância é feita usando o pH (potencial hidrogeniônico) que varia de 0 a 14. Uma solução com pH menor que 7 é considerada ácida, enquanto uma solução com pH maior que 7 é considerada básica ou alcalina. Uma solução com pH igual a 7 é considerada neutra. Ácidos e bases são encontrados em muitas substâncias comuns, como sucos cítricos (ácidos) e sabão (bases). Eles têm uma ampla variedade de aplicações na indústria, medicina, culinária e em muitos outros campos.

Um ácido de Lewis é uma espécie química que pode aceitar um par de elétrons para formar uma ligação covalente coordenada com outra espécie química, denominada base de Lewis. Esses tipos de ácidos são assim chamados em homenagem ao químico americano Gilbert N. Lewis, que os identificou pela primeira vez em 1923. O ácido de Lewis não precisa necessariamente ter um hidrogênio ionizável e não se encaixa na definição tradicional de um ácido ou base, onde um ácido doa prótons e uma base aceita prótons. Em vez disso, o ácido de Lewis é definido pela sua capacidade de aceitar elétrons, independentemente de ter ou não

prótons ionizáveis. Exemplos comuns de ácidos de Lewis incluem compostos metálicos, tais como AlCl_3 e FeBr_3 .

Indicadores ácido-base

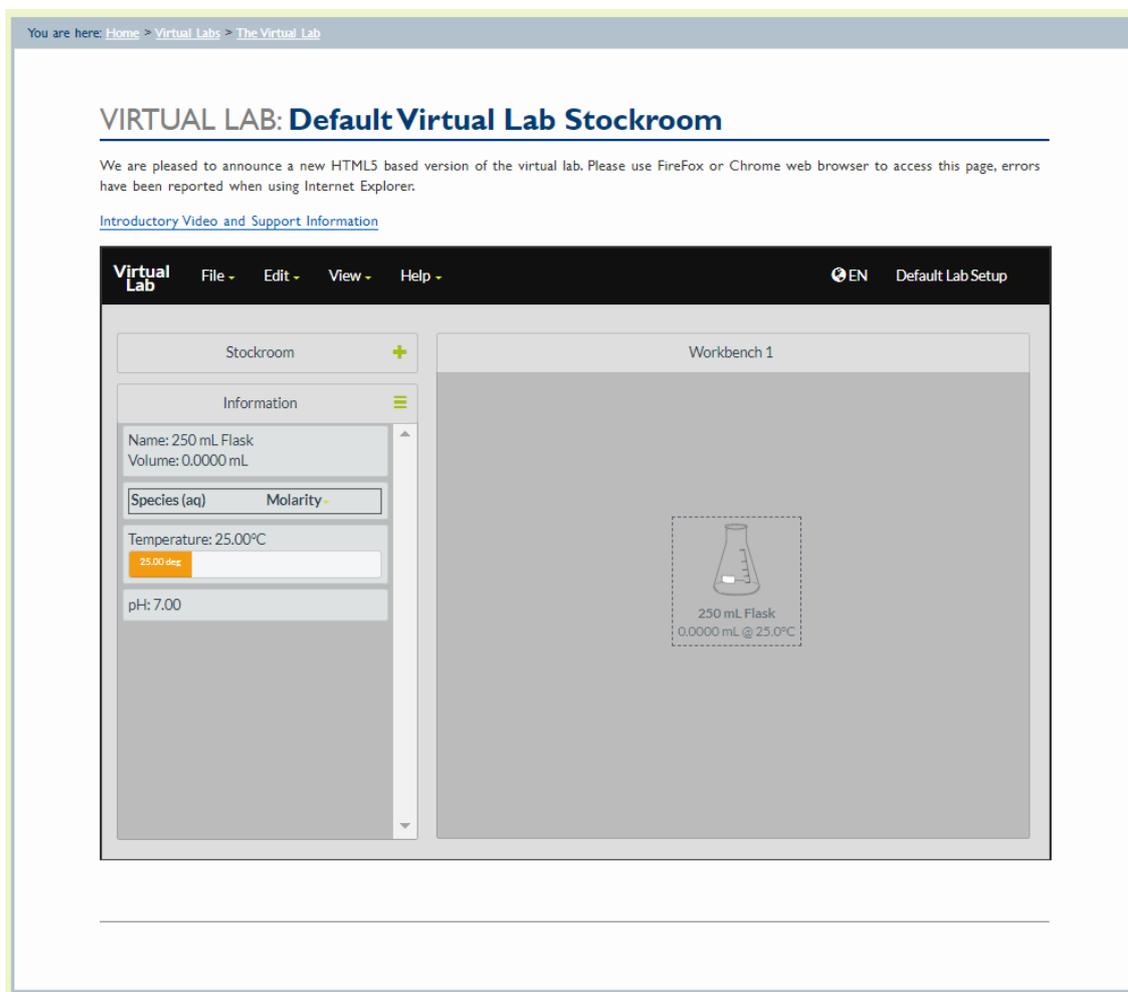
Um indicador ácido-base é uma substância química, que pode ser de natural ou sintética, que muda de cor em resposta à mudança no pH de uma solução. Esses indicadores são amplamente utilizados para determinar se uma solução é ácida ou básica.

Eles funcionam diluindo-se na solução e reagindo com os íons de hidrogênio (H^+) ou hidróxido (OH^-) presentes na solução, mudando de cor conforme o pH se aproxima de um determinado valor. Alguns exemplos de indicadores ácido-base incluem suco do repolho roxo, fenolftaleína, alaranjado de metila, papel tornassol, azul de bromotimol.

3. EXPERIMENTAÇÃO UTILIZANDO O LABORATÓRIO VIRTUAL

1º passo: Vá até a aba “Glassware -> Erlenmeyers” e clique no frasco de 0,25L (250mL). Após esse comando ele aparecerá na bancada (workbench) como mostra na Figura 3. **OBS:** A vidraria poderá ser movimentada na bancada. Para efetuar essa operação basta clicar e arrastar a vidraria para o lugar desejado.

Figura 3: Imagem da vidraria selecionada na bancada.



Fonte: ChemCollective Virtual Lab.

Quando o elemento está selecionado na bancada algumas informações são mostradas, sendo elas: graduação do frasco, temperatura e quantidade de substância.

Na coluna esquerda ao lado da bancada será mostrado algumas informações do elemento, como: nome, volume, espécie, molaridade, temperatura atual e pH.

2º passo: Volte até o *Stockroom* e na aba “Solutions” pegue e água destilada (Distilled H₂O) que está em destaque em cima da lista. Quando a água destilada estiver na bancada arraste e solte o galão em cima (sobrepondo) do Erlenmeyer.

Note que será mostrada uma aba para que seja inserido a quantidade de água destilada que deve ser colocada dentro da vidraria (Figura 4).

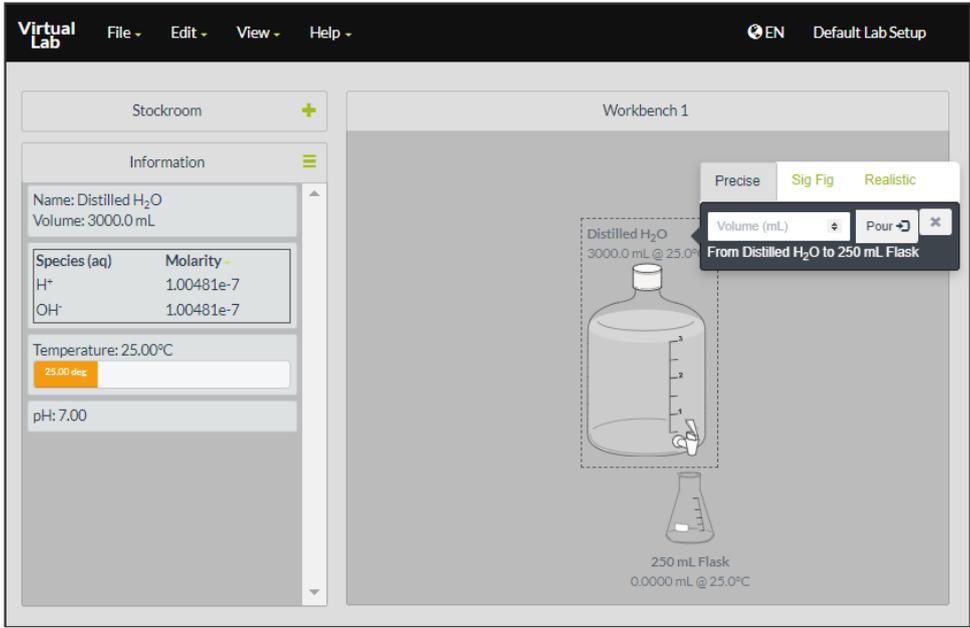
Figura 4: Imagem da aba onde deve ser inserida a quantidade da substância que deve ser colocada na vidraria

You are here: [Home](#) > [Virtual Labs](#) > [The Virtual Lab](#)

VIRTUAL LAB: Default Virtual Lab Stockroom

We are pleased to announce a new HTML5 based version of the virtual lab. Please use FireFox or Chrome web browser to access this page, errors have been reported when using Internet Explorer.

[Introductory Video and Support Information](#)



The screenshot displays the Virtual Lab interface. On the left is the 'Stockroom' panel with an 'Information' section. It shows the following data:

- Name: Distilled H₂O
- Volume: 3000.0 mL
- Species (aq):

| Species (aq) | Molarity |
|-----------------|------------|
| H ⁺ | 1.00481e-7 |
| OH ⁻ | 1.00481e-7 |
- Temperature: 25.00°C
- pH: 7.00

The main 'Workbench 1' area shows a large bottle of Distilled H₂O (3000.0 mL @ 25.0°C) and a 250 mL flask (0.0000 mL @ 25.0°C). A 'Pour' dialog box is open, showing three transfer modes: 'Precise', 'Sig Fig' (selected), and 'Realistic'. The 'Volume (mL)' field is set to 100.0, and the 'Pour' button is visible.

Fonte: ChemCollective Virtual Lab.

Será mostrada três opções disponíveis para a transferência da substância, que são as seguintes:

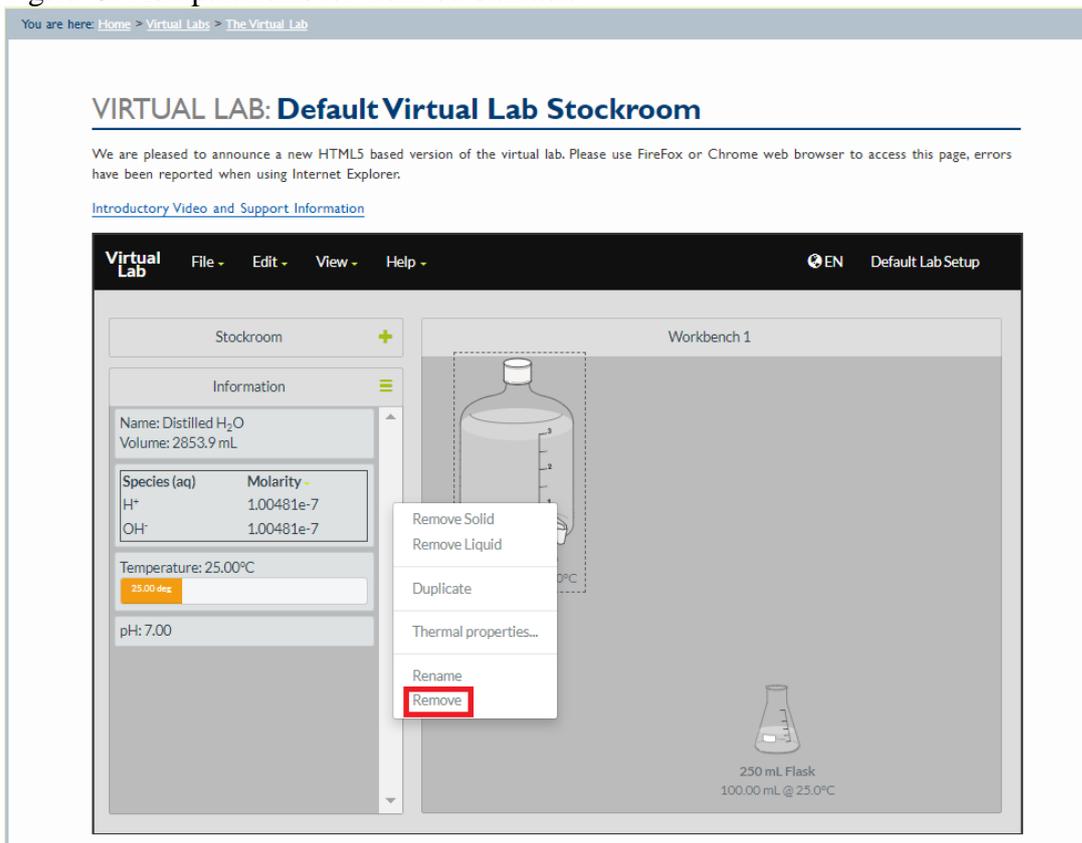
- Opção “**Precise**”:
- Opção “**Sig Fig**”:
- Opção “**Realistic**”:

Vá até a opção “**Precise**” e escreva o valor de 100mL para ser transferido. Finalize o processo clicando no botão “**Pour**”, que está ao lado da caixa onde foi inserido o valor. Quando essa ação for concluída você perceberá a presença do líquido dentro da vidraria Erlenmeyer.

Finalize clicando no botão **x** da aba. Note que no galão de água destilada aparecerá a quantidade de 2.900 mL, já que 100mL foram transferidos para o Erlenmeyer. Em seguida, remova o galão de água destilada da bancada, já que não será mais utilizado.

Para remover o galão de água destilada da bancada selecione o mesmo e click com o botão direito em cima, em seguida aparecerá uma aba que deve ser selecionada a opção “**Remove**” (Figura 5).

Figura 5: Aba para remover item da bancada.



Fonte: ChemCollective Virtual Lab.

Concluído esse procedimento o galão de água destilado desaparecerá da bancada do experimento.

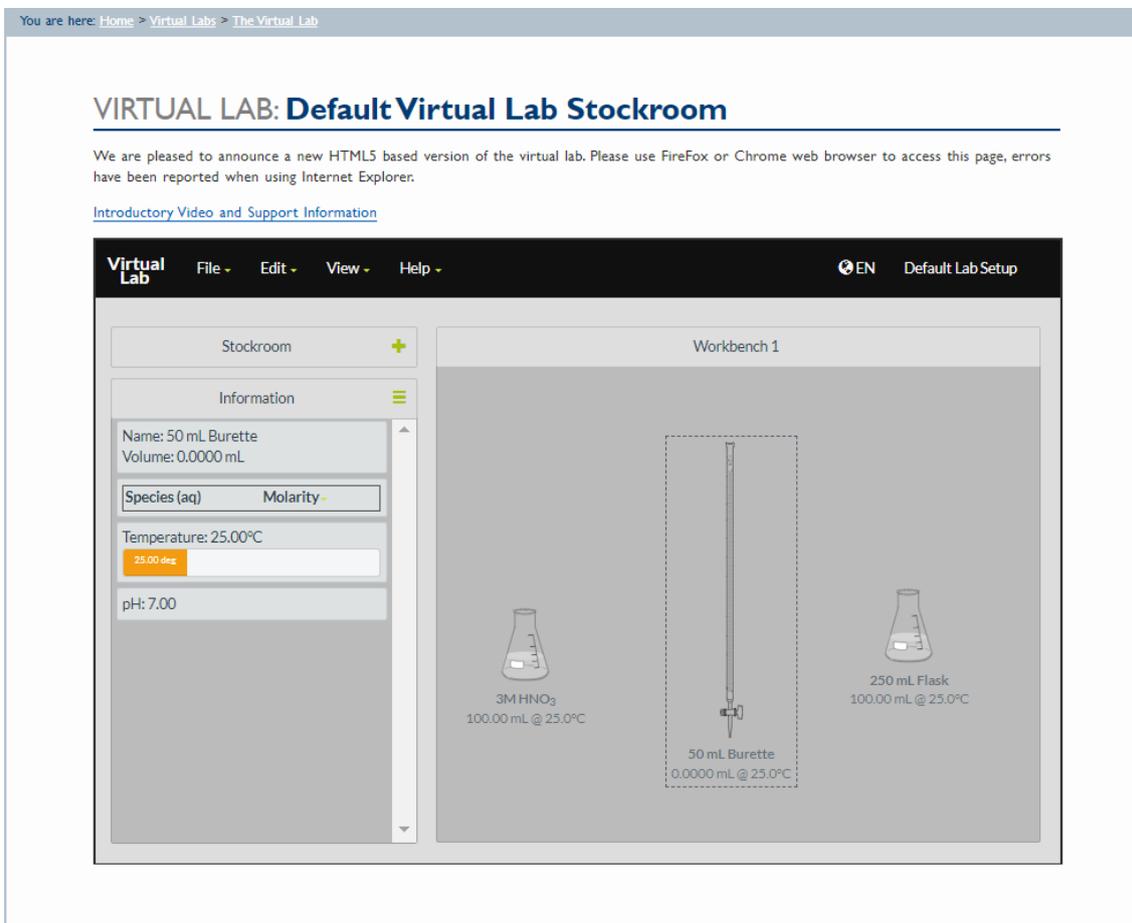
OBS: Para remover outros itens da bancada basta repetir o mesmo procedimento mostrado pela Figura 5.

3º passo: Vá novamente até a aba “*Stockroom*” e na aba “*Solutions*” vá até a aba “*Strong Acids*” para pegar um ácido forte. Selecione o Ácido Nítrico clicando na opção “*10 Molar Nitric Acid*”. Após esse procedimento ele aparecerá na bancada.

Em seguida, vá novamente até a aba “*Stockroom*” e na aba “*Glassware*” selecione a opção “*Other*” e selecione a bureta de 50mL clicando na opção “*50mL Burette*”. Após esse

procedimento a bureta aparecerá na bancada. Ao final desses procedimentos a bancada constará com três vidrarias como mostra a **Figura 6**.

Figura 6: Bancada contendo dois frascos de Erlenmeyer e uma bureta.



Font
e:
Che
mC
olle
ctiv
e
Virt
ual
Lab.
P
ara
fina
liza
r
ess
a
eta

pa do experimento arraste o frasco com Ácido Nítrico para frente da bureta. Na aba que irá aparecer insira a quantidade de 20mL para fazer a transferência. Finalize o processo clicando no botão **“Pour”**.

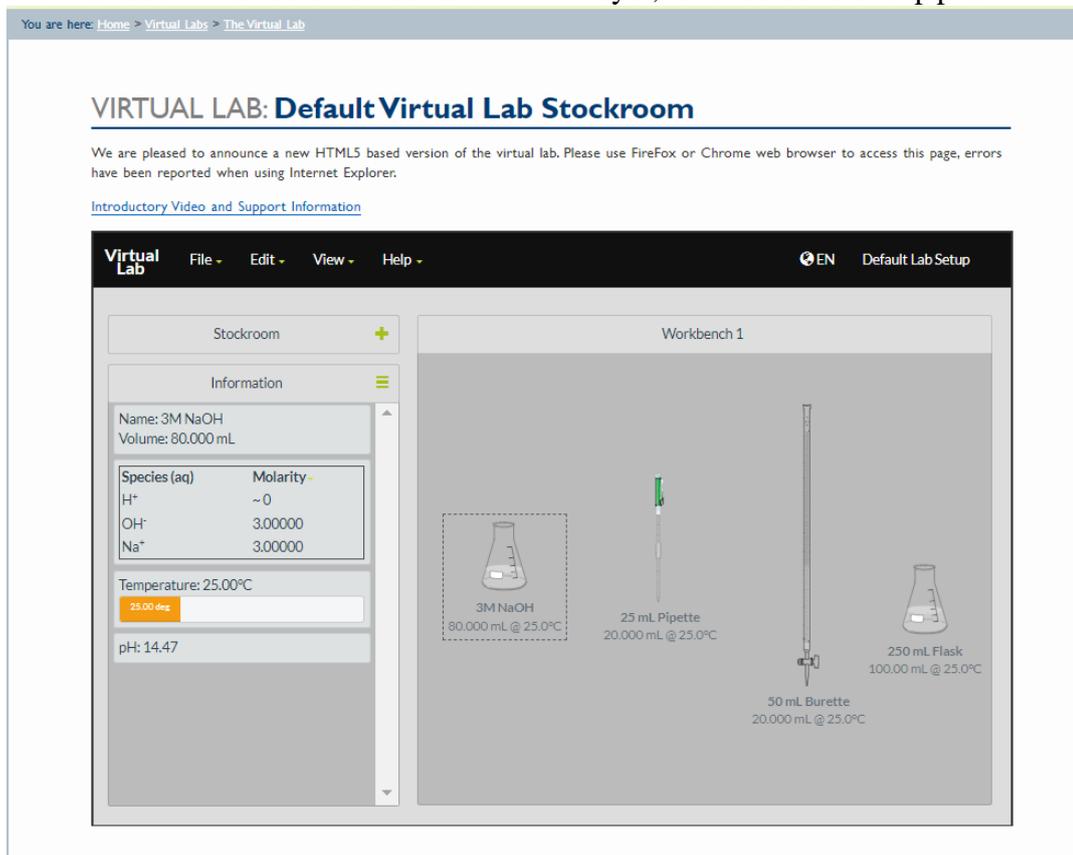
Em seguida, remova o frasco de Ácido Nítrico da bancada, já que não será mais utilizado, deixando apenas a bureta e o frasco de Erlenmeyer contendo água destilada na bancada.

4º passo: Vá novamente até a aba **“Stockroom”** e na aba **“Solutions”** selecione uma base forte na aba **“Strong Bases”**. Pegue a base Hidróxido de Sódio na aba **“3M Sodium Hydroxide”** e selecione. Após esse procedimento ela aparecerá na bancada.

Em seguida, vá novamente até a aba **“Stockroom”** e na aba **“Glassware”** selecione a opção **“Pipettes”** para selecionar uma pipeta de 25mL. Vá até a opção **“25mL Pipette”** e selecione. Após esse procedimento ela aparecerá na bancada.

Seguidamente, arraste a Pipeta para frente do frasco contendo Hidróxido de Sódio. Na aba que irá aparecer insira a quantidade de 20mL para fazer a transferência. Finalize o processo clicando no botão “*Withdraw*”. Feito esses procedimentos a bancada ficará como mostra a **Figura 7**.

Figura 7: Bancada contendo dois frascos de Erlenmeyer, uma bureta e uma pipeta

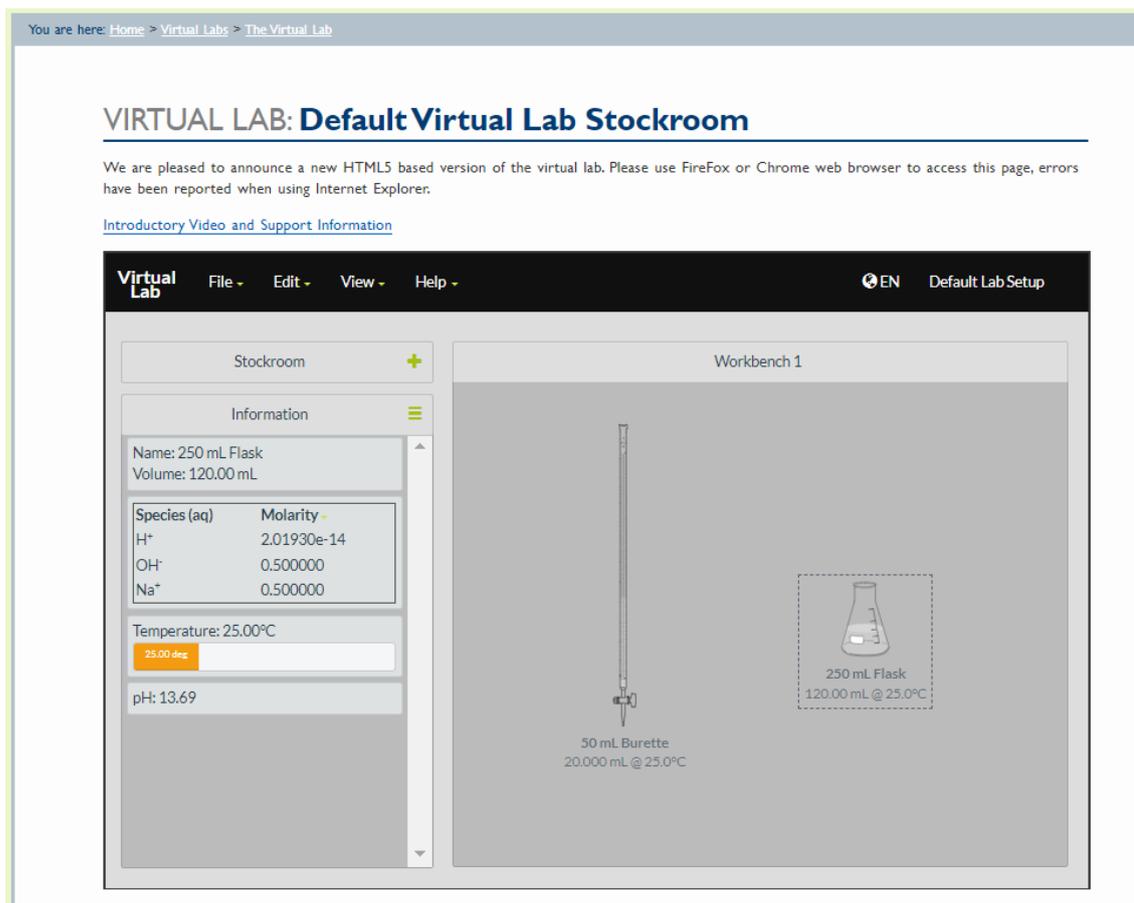


Fonte: ChemCollective Virtual Lab.

Para finalizar essa etapa do experimento, arraste a pipeta para frente do frasco de Erlenmeyer contendo água destilada. Na aba que irá aparecer insira a quantidade de 20mL para fazer a transferência do líquido que está dentro da pipeta (hidróxido de sódio) para dentro do Erlenmeyer. Finalize o processo clicando no botão “*Pour*”.

Para concluir essa parte do experimento remova a pipeta e o frasco de Erlenmeyer, contendo hidróxido de sódio, da bancada. Feito esses procedimentos a bancada ficará como mostra a **Figura 8**.

Figura 8: Bancada contendo uma bureta e um frasco de Erlenmeyer.



Fonte: ChemCollective Virtual Lab.

Na bancada terá um frasco de Erlenmeyer contendo uma solução de 120mL (100mL de água destilada + 20mL de hidróxido de sódio) e uma bureta contendo 20mL de ácido nítrico (10M).

5º passo: Vá novamente até a aba “*Stockroom*” e na aba “*Solutions*” selecione a aba “*Indicators*” e selecione o indicador ácido-base Fenolftaleína na aba “*Phenolphthalein*”. Após esse procedimento ela aparecerá na bancada.

Em seguida, arraste a Fenolftaleína para frente do frasco de Erlenmeyer contendo 100mL de água destilada + 20mL de hidróxido de sódio. Na aba que irá aparecer insira a quantidade de 5mL para fazer a transferência. Finalize o processo clicando no botão “*Pour*”. Feito esse procedimento a coloração do líquido dentro do Erlenmeyer mudará de cor como mostra a **Figura 9**.

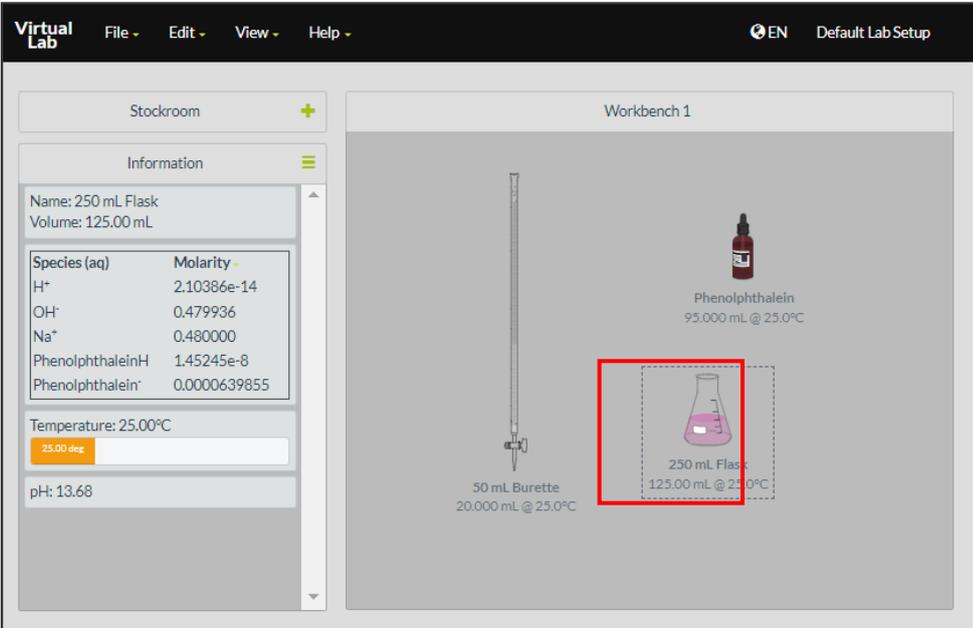
Figura 9: Frasco de Erlenmeyer contendo solução com coloração róseo.

You are here: [Home](#) > [Virtual Lab](#) > [The Virtual Lab](#)

VIRTUAL LAB: Default Virtual Lab Stockroom

We are pleased to announce a new HTML5 based version of the virtual lab. Please use FireFox or Chrome web browser to access this page, errors have been reported when using Internet Explorer.

[Introductory Video and Support Information](#)



The screenshot shows the Virtual Lab interface. On the left, the 'Stockroom' panel displays the following information:

| Species (aq) | Molarity |
|------------------------------|--------------|
| H ⁺ | 2.10386e-14 |
| OH ⁻ | 0.479936 |
| Na ⁺ | 0.480000 |
| PhenolphthaleinH | 1.45245e-8 |
| Phenolphthalein ⁻ | 0.0000639855 |

Temperature: 25.00°C
pH: 13.68

The workbench area shows a 50 mL Burette (20.000 mL @ 25.0°C) and a 250 mL Flask (125.00 mL @ 25.0°C) containing a pink solution, highlighted with a red box. A Phenolphthalein bottle (95.000 mL @ 25.0°C) is also present.

Fonte: ChemCollective Virtual Lab.

A mudança de coloração que acontece dentro do frasco de Erlenmeyer indica que aconteceu uma reação. E o indicador ácido-base está indicando que essa solução é básica, por isso assumiu a coloração rosada.

6º passo: Nessa etapa será feita a reação do Ácido Nítrico com a solução de Hidróxido de Sódio.

Para isso, arraste a bureta para frente do frasco de Erlenmeyer contendo 100mL de água destilada + 20mL de hidróxido de sódio. Feito isso poderá ser passado o conteúdo da bureta para o frasco de Erlenmeyer. Na aba que irá aparecer insira a quantidade de 20mL (quantidade total) para fazer a transferência. Finalize o processo clicando no botão “Pour”. Feito esse procedimento a coloração do líquido dentro do Erlenmeyer passará de róseo para transparente (**Figura 10**).

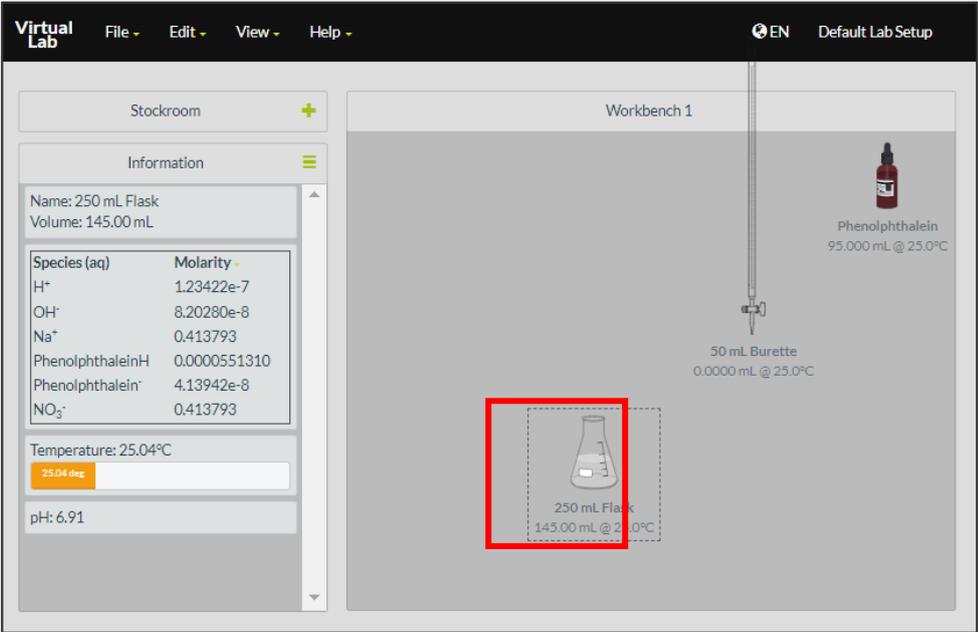
Figura 10: Frasco de Erlenmeyer contendo solução com mudança de coloração.

You are here: [Home](#) > [Virtual Labs](#) > [The Virtual Lab](#)

VIRTUAL LAB: Default Virtual Lab Stockroom

We are pleased to announce a new HTML5 based version of the virtual lab. Please use FireFox or Chrome web browser to access this page, errors have been reported when using Internet Explorer.

[Introductory Video and Support Information](#)



The screenshot shows the Virtual Lab interface. On the left, the 'Stockroom' panel displays the following information:

- Name: 250 mL Flask
- Volume: 145.00 mL
- Species (aq) and Molarity:

| Species (aq) | Molarity |
|------------------------------|--------------|
| H ⁺ | 1.23422e-7 |
| OH ⁻ | 8.20280e-8 |
| Na ⁺ | 0.413793 |
| PhenolphthaleinH | 0.0000551310 |
| Phenolphthalein ⁻ | 4.13942e-8 |
| NO ₃ ⁻ | 0.413793 |
- Temperature: 25.04°C
- pH: 6.91

The workbench area shows a 50 mL Burette (0.0000 mL @ 25.0°C) and a 250 mL Flask (145.00 mL @ 25.0°C). A red box highlights the flask in the workbench.

Fonte: ChemCollective Virtual Lab.

A mudança de cor da solução mostra que a solução não admite mais um caráter básico.

Na coluna da esquerda, ao lado da bancada, aparece algumas informações sobre a reação. Uma das informações mostradas é o aumento da temperatura da reação, mostrando que houve uma geração de calor, classificando a reação como **exotérmica**. Conforme a reação vai finalizando a temperatura irá se normalizando. A coluna também traz informação sobre a molaridade de cada espécie da reação (*em tempo real*). A solução assume agora um pH quase neutro (perto de 7), o que justifica a mudança da coloração de róseo para transparente.

4. ENCERRAMENTO E FIXAÇÃO DE CONTEÚDO

Após a finalização do experimento o professor indicará a quantidade de tempo para que as perguntas sejam respondidas.

- **Pergunta 1:** Por que houve mudança de coloração do líquido para uma cor róseo?

- **Pergunta 2:** Considerando o 6º passo do experimento, houve alteração de temperatura da solução. Qual a classificação da reação de acordo com a mudança de temperatura?
- **Pergunta 3:** Escrevas a equação química de ionização do ácido que você utilizou no experimento.
- **Pergunta 4:** Tendo conhecimento sobre a teoria ácido-base de Lewis e considerando as possíveis reações que podem ocorrer entre as espécies, indique quantas das espécies a seguir agem como um ácido ou uma base:



- a) Três ácidos e duas bases.
- b) Dois ácidos e uma base.
- c) Um ácido e uma base.
- d) Dois ácidos e duas bases.
- e) Um ácido e duas bases.

PLANO DE AULA 2

Tabela 1: Informações sobre o Plano de Aula 2

| | |
|----------------------------|---|
| Laboratório Virtual | PhET Interactive Simulations |
| Conteúdo(s): | Leis Ponderais – Balanceamento |
| Objetivos: | <ul style="list-style-type: none"> • Identificar e reconhecer uma equação química; • Verificar os produtos e os reagentes em uma equação química; • Determinar os coeficientes estequiométricos de uma reação química. |
| Palavras Chaves: | leis ponderais, equação, balanceamento |
| Duração da aula: | 50 min |
| Link de acesso: | https://phet.colorado.edu/pt_BR/ |
| Logo: | <p>Figura 11: Logotipo do Laboratório Virtual</p>  <p>Fonte: Website do laboratório virtual.</p> |

Fonte: Elaborada pela autora.

1. CONHECENDO O LABORATÓRIO VIRTUAL

O *PhET Simulations* é um projeto educacional desenvolvido pela Universidade do Colorado em Boulder que produz simulações interativas em HTML5 para o ensino de física, química, biologia, matemática e outras disciplinas. As simulações PhET são gratuitas, podendo ser acessadas de forma online e projetadas para serem usadas por alunos e professores em todos os níveis de ensino.

As simulações PhET permitem que os alunos explorem conceitos científicos complexos por meio de modelos interativos que representam o mundo real de uma forma visualmente atraente e agradável. Por exemplo, uma simulação de química pode permitir que eles manipulem átomos e moléculas para entender melhor as reações químicas. Além disso, as simulações PhET fornecem feedback em tempo real e permitem que os alunos testem suas

hipóteses e explorem diferentes cenários sem o risco de acidentes ou falhas que podem ocorrer em um laboratório real.

O PhET é usado por educadores em todo o mundo para melhorar o aprendizado de seus alunos em ciências e matemática. O laboratório é o produto de um projeto norte americano construído na Universidade do Colorado onde possui um grupo de professores e pesquisadores que desenvolvem as simulações.

2. INTRODUÇÃO AO CONTEÚDO

O objeto de estudo da química é a matéria e suas transformações, tanto em nível macroscópico quanto microscópico. A química estuda a composição, estrutura, propriedades, reatividade e transformações das substâncias presentes na natureza e produzidas pelo ser humano, abrangendo desde moléculas simples até compostos complexos e materiais avançados.

No campo da transformação, a Estequiometria é a forma de calcular quantidades de reagentes e produtos em uma reação química e envolve cálculos matemáticos simples para conhecer a proporção correta de substâncias a serem usadas.

Leis Ponderais

As leis ponderais são um conjunto de princípios que descrevem a conservação de massa em uma reação química.

Elas são:

1. Lei da Conservação da Massa: A massa total dos reagentes é igual a massa total dos produtos em uma reação química. Em outras palavras, a massa não pode ser criada ou destruída, apenas transformada.
2. Lei das Proporções Definidas: os produtos de uma reação são produzidos em proporções definidas e constantes, independentemente da quantidade inicial dos reagentes.
3. Lei das Proporções Múltiplas: Quando dois elementos formam mais de um composto, as massas dos elementos que se combinam com uma quantidade fixa do outro elemento estão em proporções de números inteiros simples.
4. Lei das proporções equivalentes: As massas dos elementos que se combinam com o mesmo peso equivalente de outro elemento estão em proporções de números inteiros simples.

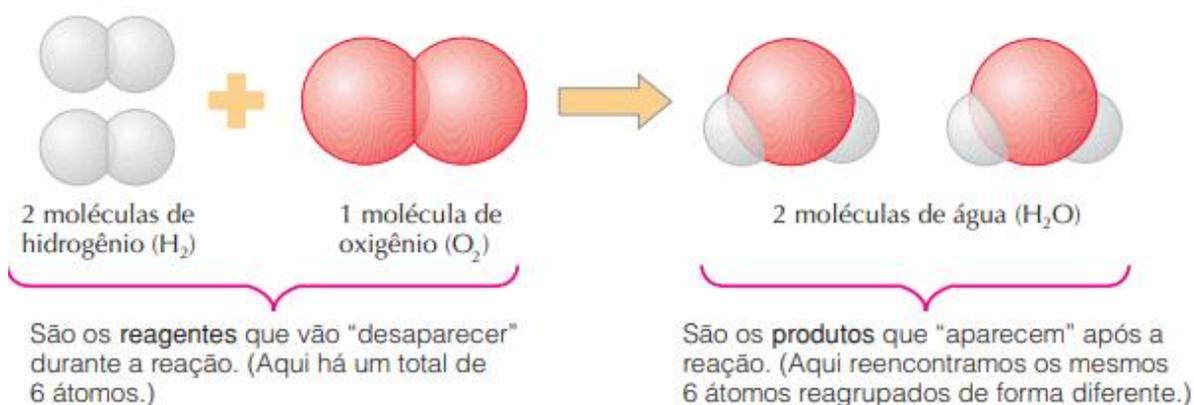
Obs.: Antes de começar a explicação sobre balanceamento de equações químicas, é importante que os alunos tenham compreendido as Leis Ponderais. Eles devem entender que os átomos não podem ser criados ou destruídos durante uma reação química, apenas rearranjados.

Equação química

Equação química é a representação simbólica e abreviada de uma **reação química** (ou fenômeno químico). Em uma reação química, as moléculas iniciais são “desfeitas” e seus átomos são reaproveitados para “formar” as moléculas finais.

Veja uma representação esquemática (cores-fantasia) em que as moléculas foram bastante ampliadas:

Figura 12: Representação esquemática do rearranjo de moléculas



Fonte: Feltre, 2004

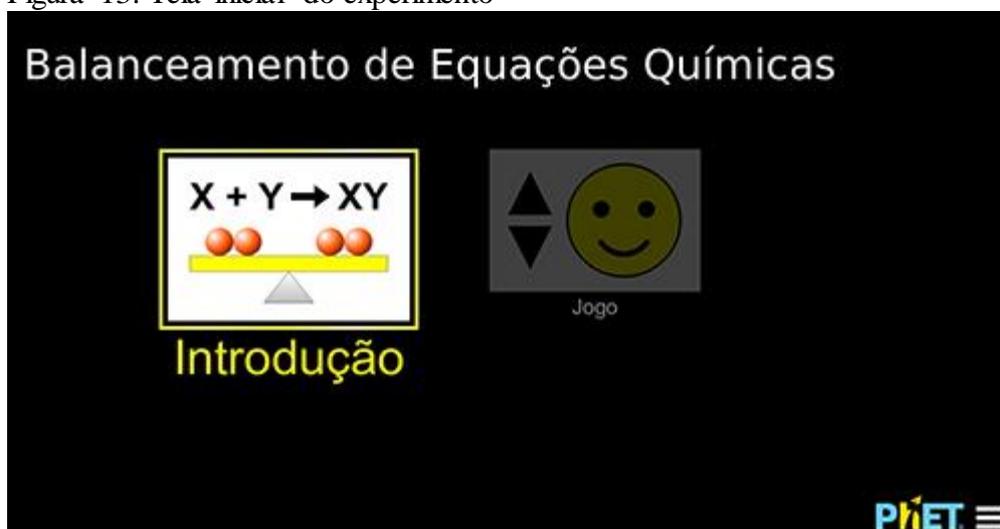
Uma reação química está correta quando a equação química está totalmente balanceada (isto é, os reagentes e os produtos têm o mesmo número de átomos de cada elemento), seguindo as Leis Ponderais. Além disso, a reação química deve respeitar as propriedades químicas e físicas dos reagentes e produtos, bem como as condições em que a reação ocorre, como temperatura, pressão e presença de catalisadores.

3. EXPERIMENTAÇÃO UTILIZANDO O LABORATÓRIO VIRTUAL

1º passo: Acesse o seguinte link para ter acesso ao Laboratório Virtual: <http://phet.colorado.edu/sims/html/balancing-chemical-equations/latest/balancing-chemical->

[equations_pt_BR.html](#) Será mostrada uma tela em que poderá ser escolhida qual modalidade acessar (**Figura 13**).

Figura 13: Tela inicial do experimento



Fonte: PhET Simulations

Selecione a modalidade “**Introdução**”. Nessa modalidade o aluno terá que possuir um conhecimento prévio sobre “balanceamento de equações” para que ele possa executar a atividade proposta.

2º passo: Peça para que o aluno realize o balanceamento das três equações químicas diferentes, ajustando os coeficientes estequiométricos. O primeiro balanceamento, será da síntese da amônia. Como mostrado na **Figura 14**.

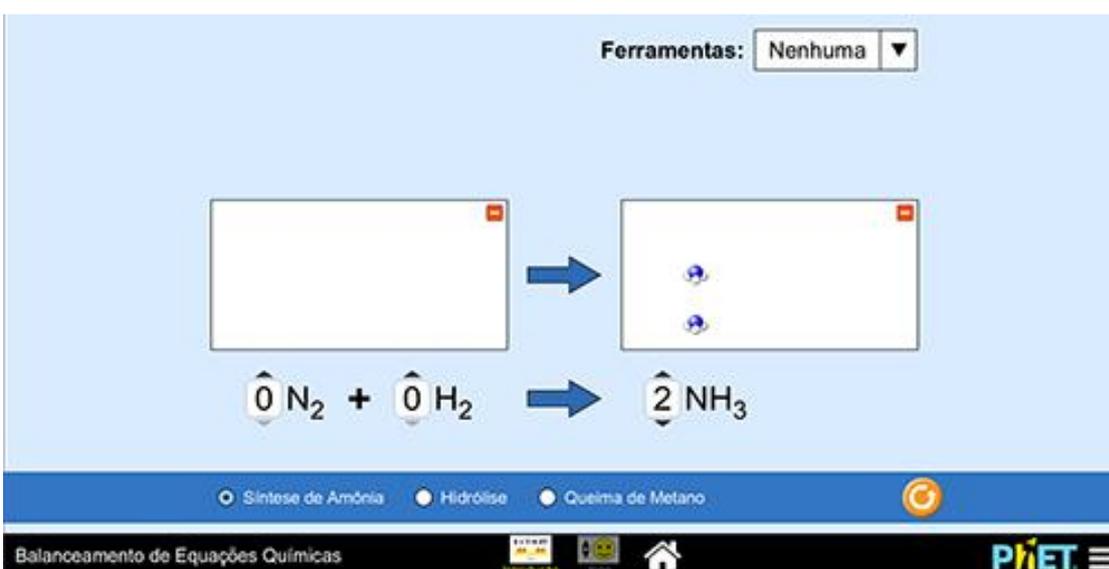
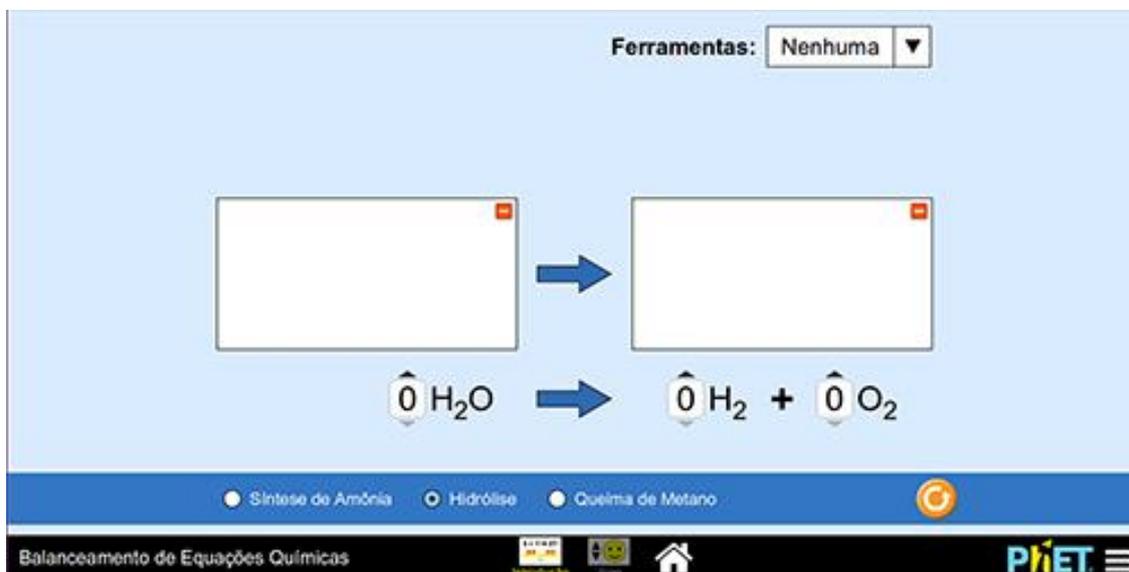


Figura 14: Tela inicial do experimento

Fonte: PhET Simulations

O segundo balanceamento, será da hidrólise da água. Como mostrado na **Figura 15**.

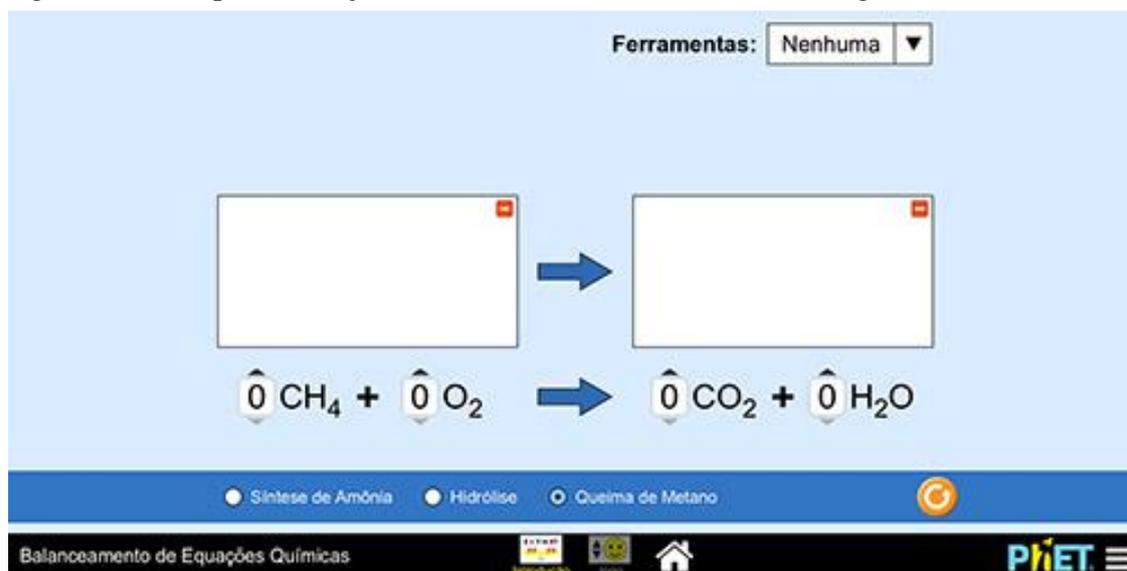
Figura 15: Tela para execução do balanceamento da hidrólise da água



Fonte: PhET Simulations

Para finalizar, o terceiro balanceamento, será da combustão do metano. Como mostrado na **Figura 16**.

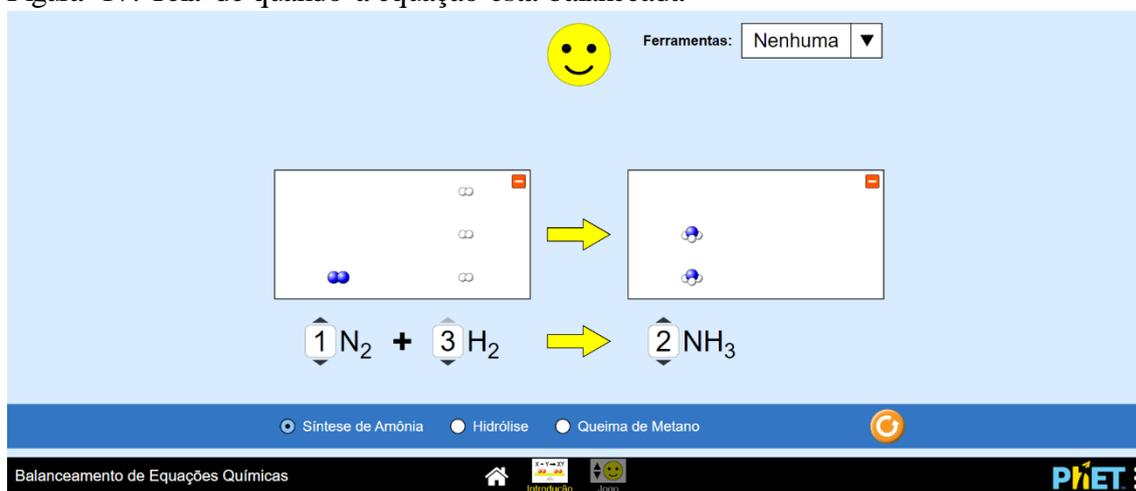
Figura 16: Tela para execução do balanceamento da hidrólise da água



Fonte: PhET Simulations

Para indicar que os balanceamentos foram feitos de forma correta aparecerá uma imagem de um emoji na parte central superior da tela, como mostra a **Figura 17**.

Figura 17: Tela de quando a equação está balanceada



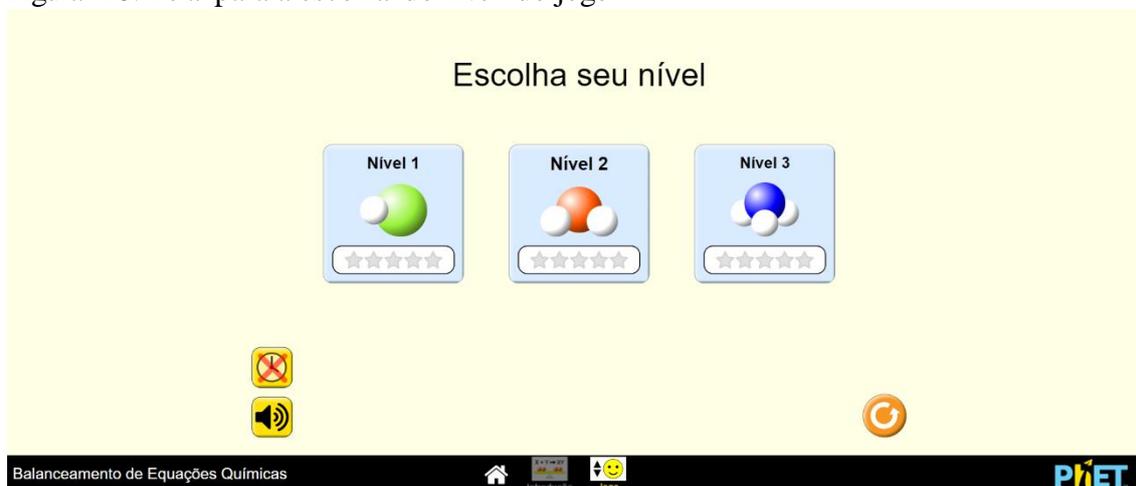
Fonte: PhET Simulations

Após ter finalizada, de forma correta, os três balanceamentos selecione a opção “Jogo” localizada na parte central inferior do Laboratório Virtual.

3º passo: Finalizado os procedimentos anteriores, irá ser mostrada a tela do jogo, local onde será executada a outra parte da aula experimental. Essa parte da aula deve ser executada com muita atenção pois é atribuída uma pontuação pelos acertos e erros dos alunos, por se tratar de um jogo.

Selecione o “Nível 1” na tela mostrada (Figura 18) para iniciar a animação do jogo.

Figura 18: Tela para a escolha do nível do jogo



Fonte: PhET Simulations

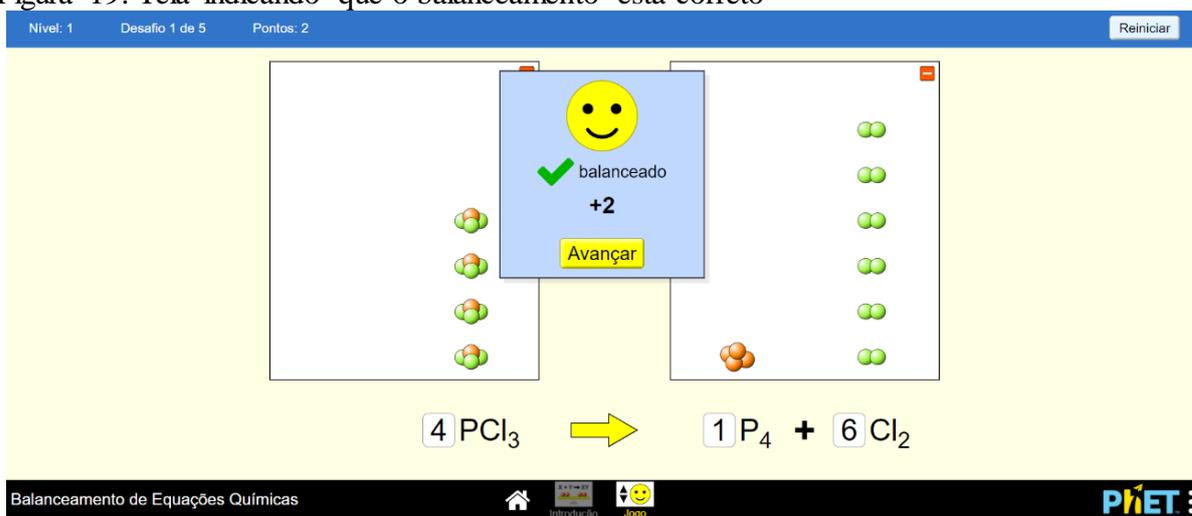
Obs.: A escolha pelo Nível 1 é sugerida pela autora por se tratar de um jogo em que o nível de dificuldade vai sendo aumentado com o passar de um nível para o outro. Porém, fica ao critério do professor fazer as devidas adaptações considerando a aprendizagem de seus alunos.

Selecionado o nível, a tela do jogo será mostrada e o aluno poderá iniciar. No jogo será solicitado a adição dos coeficientes para balancear a reação que for dada.

Porém, as ferramentas de visualização não estão mais disponíveis, cabendo ao aluno fazer a contagem para a verificação correta do balanceamento. Para verificar se o balanceamento está feito de forma correta ou não o aluno deverá clicar na opção “**Conferir**”.

Com as equações balanceadas de forma correta os alunos poderão clicar na palavra “**Avançar**” e seguir para a equação seguinte (**Figura 19**).

Figura 19: Tela indicando que o balanceamento está correto



Fonte: PhET Simulations

Finalizado os níveis aparecerá a pontuação, indicando o desempenho em cada nível, obtida pelo aluno. O Laboratório Virtual *Phet Simulador*, calcula a pontuação em cada nível do jogo, levando em conta a performance do jogador em relação aos objetivos, números de erros e acertos das perguntas e a quantidade de pontos obtidos ao realizar as propostas estabelecidas.

4. ENCERRAMENTO E FIXAÇÃO DE CONTEÚDO

O professor pode utilizar a seguinte atividade para fixação do conteúdo.

Atividade de Fixação – Leis Ponderais e Balanceamento de Equações Químicas

Questão 1:

O que significa “reagentes” e “produtos” em uma reação química?

Questão 2:

Indique o número de átomos e moléculas em cada reação balanceada.

Tabela 3: Proposta de atividade

| Reação | Número de átomos | Número de moléculas |
|---------------------|------------------|---------------------|
| Produção de amônia | | |
| Hidrólise da água | | |
| Combustão do metano | | |

Fonte: Elaborado pela autora.

Questão 3:

Como podemos modificar os coeficientes estequiométricos e manter a equação balanceada?

Questão 4:

Use imagens e/ou cálculos para mostrar como o número de átomos para cada produto ou reagente é encontrado.

PLANO DE AULA 3

Tabela 4: Informações sobre o Plano de Aula 3

| | |
|----------------------------|--|
| Laboratório Virtual | YENKA |
| Conteúdo(s): | Química Ambiental – Chuva ácida |
| Objetivo: | Identificar como ocorre o processo da chuva ácida e o quais fatores e substâncias interferem no seu nível de acidez. |
| Palavras Chaves: | chuva ácida, química ambiental, ácidos |
| Duração da aula: | 100 min |
| Link de acesso: | https://yenka.com/chemistry/ |
| Logo: | <p>Figura 20: Logotipo do Software</p>  <p>Fonte: Website do Software</p> |

Fonte: Elaborado pela autora

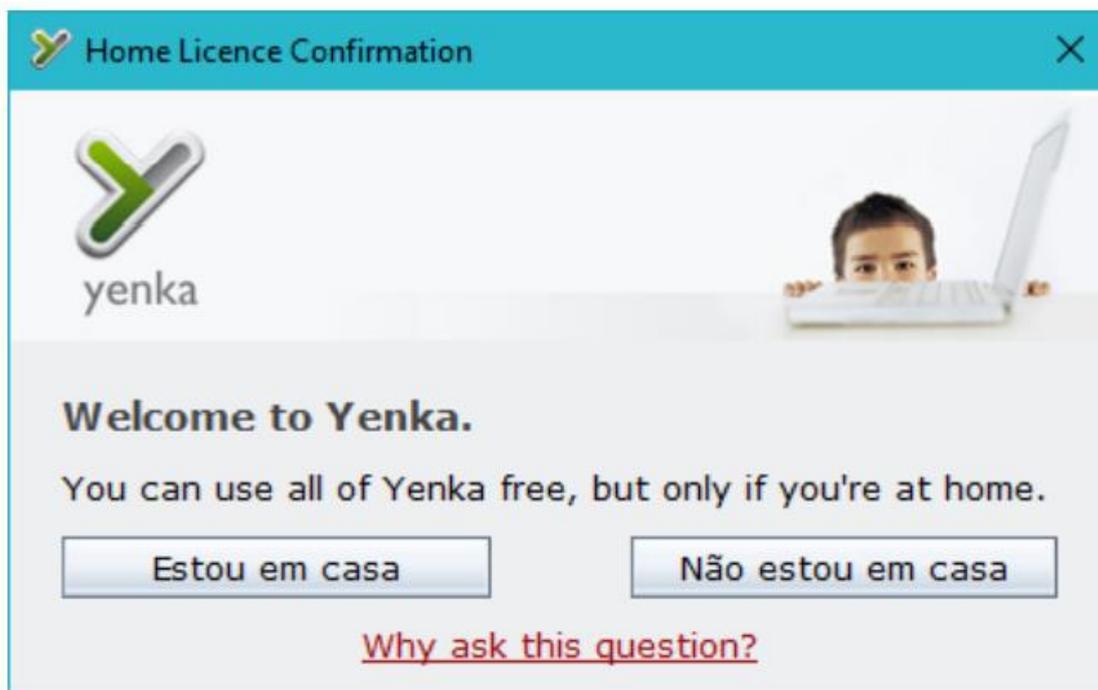
1. CONHECENDO O LABORATÓRIO VIRTUAL

O laboratório virtual Yenka Chemistry, da Crocodiles Clips, é um software compatível com vários sistemas operacionais que simula práticas experimentais realizadas em laboratório. O Yenka possui uma versão paga, para escolas e instituições, e uma versão gratuita que pode ser utilizada fora do horário de 8h até às 15 horas. O LV também pode ser testado por um período de 15 dias sem qualquer custo porém, é necessário estar conectado à internet e pode ser baixado em http://www.yenka.com/en/Free_Yenka_home_licences/.

O software possui uma interface bem elaborada e de fácil compreensão, fornecendo aos usuários uma boa usabilidade considerando sua relevante fluidez. O laboratório proporciona acesso ao mundo educacional tecnológico permitindo acesso ao laboratório de química de forma segura e interativa. Destaca-se que para ter acesso a versão gratuita do software é

necessário conexão com a internet e após a sua inicialização será perguntado se o estudante/professor está em casa. Para avançar com o do LV é necessário a seguinte verificação:

Figura 21: Imagem da verificação na inicialização do programa



Fonte: Laboratório Virtual Yenka Chemistry

2. INTRODUÇÃO AO CONTEÚDO

O professor pedirá para a turma fazer a leitura do seguinte texto antes de iniciar a prática no software.

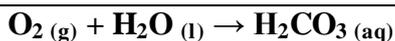
Quadro 1: Texto sobre o conteúdo da aula

Para reflexão:

- O que causa um excesso de acidez na água de chuva?
- Como a acidez da chuva poderia danificar o meio ambiente?
- O que pode ser feito para minimizar a emissão de contaminantes para a atmosfera?
O que cada um de nós pode fazer?

O que é chuva ácida?

Sabemos que o pH da água pura é 7,0, mas quando o dióxido de carbono (CO_2) presente na atmosfera se dissolve na água, ocorre a formação do ácido carbônico (H_2CO_3), e, portanto, o pH da água em equilíbrio com o CO_2 atmosférico é de 5,6. Veja a figura e equações mostrando a formação e dissociação do ácido carbônico:

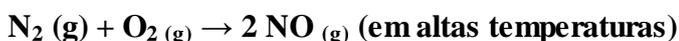


Apesar da chuva em equilíbrio com o gás carbônico já ser ácida, só dizemos que a chuva tem um excesso de acidez quando seu pH for menor que 5,6.

O aumento da acidez na chuva ocorre principalmente quando há um aumento na concentração de óxidos de enxofre e nitrogênio na atmosfera. Estes óxidos e o óxido de carbono são chamados de óxidos ácidos, porque em contato com a água (neste caso água de chuva) formam ácidos.

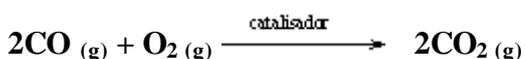
Como é formada a chuva ácida?

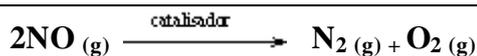
O nitrogênio gasoso (N_2) e o oxigênio molecular (O_2) da atmosfera podem reagir formando o monóxido de nitrogênio (NO). No entanto, esta reação não é espontânea, necessitando de muita energia para ocorrer. Por exemplo, durante a queima de combustível no motor do carro ou em fornos industriais a temperatura é muito elevada, fornecendo a energia necessária para que ocorra a formação do monóxido de nitrogênio de forma eficiente.



O monóxido de nitrogênio pode ser oxidado na atmosfera (que contém O_2) e formar o dióxido de nitrogênio (NO_2) que tem cor marrom. Muitas vezes, o fato do céu ter um tom marrom em cidades com tantos veículos como São Paulo, se deve à formação do NO_2 na atmosfera, somado com a grande emissão de material particulado (incluindo a fuligem) que também escurece a atmosfera. O dióxido de nitrogênio pode sofrer novas reações e formar o ácido nítrico (HNO_3), que contribui para aumentar a acidez da água de chuva.

Um carro produzido em 1995 produz até 10 vezes mais NO que um carro produzido hoje. Isto porque os carros modernos possuem um conversor catalítico que reduz muito a formação do NO . O conversor catalítico (ou catalisador) contém metais como paládio, platina e ródio, que transforma grande parte dos gases prejudiciais à saúde e ao meio ambiente, em gases inertes como N_2 e CO_2 . Devemos lembrar que o CO_2 é um gás que não prejudica diretamente a saúde humana, mas colabora para aumentar o efeito estufa.

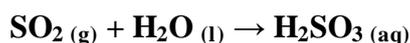




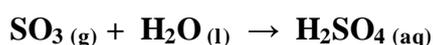
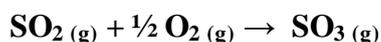
É importante salientar que com ou sem catalisador o carro continua emitindo imensas quantidades de CO_2 para a atmosfera. O catalisador tem um papel importantíssimo, mas atua de forma a minimizar apenas as emissões de CO e NO.

O dióxido de enxofre (SO_2) é o responsável pelo maior aumento na acidez da chuva. Este é produzido diretamente como subproduto da queima de combustíveis fósseis como a gasolina, carvão e óleo diesel. O óleo diesel e o carvão são muito impuros, e contém grandes quantidades de enxofre em sua composição, sendo responsáveis por uma grande parcela da emissão de SO_2 para a atmosfera. Atualmente no Brasil, a Petrobrás tem investido muito na purificação do diesel a fim de diminuir drasticamente as impurezas que contém enxofre.

De forma equivalente a outros óxidos, o SO_2 reage com a água formando o ácido sulfuroso:



O dióxido de enxofre também pode sofrer oxidação na atmosfera e formar o trióxido de enxofre (SO_3), que por sua vez, em contato com a água da chuva irá formar o ácido sulfúrico (H_2SO_4), que é um ácido forte.



Texto retirado do site: http://www.usp.br/qambiental/chuva_acidafront.html em 09/02/2023

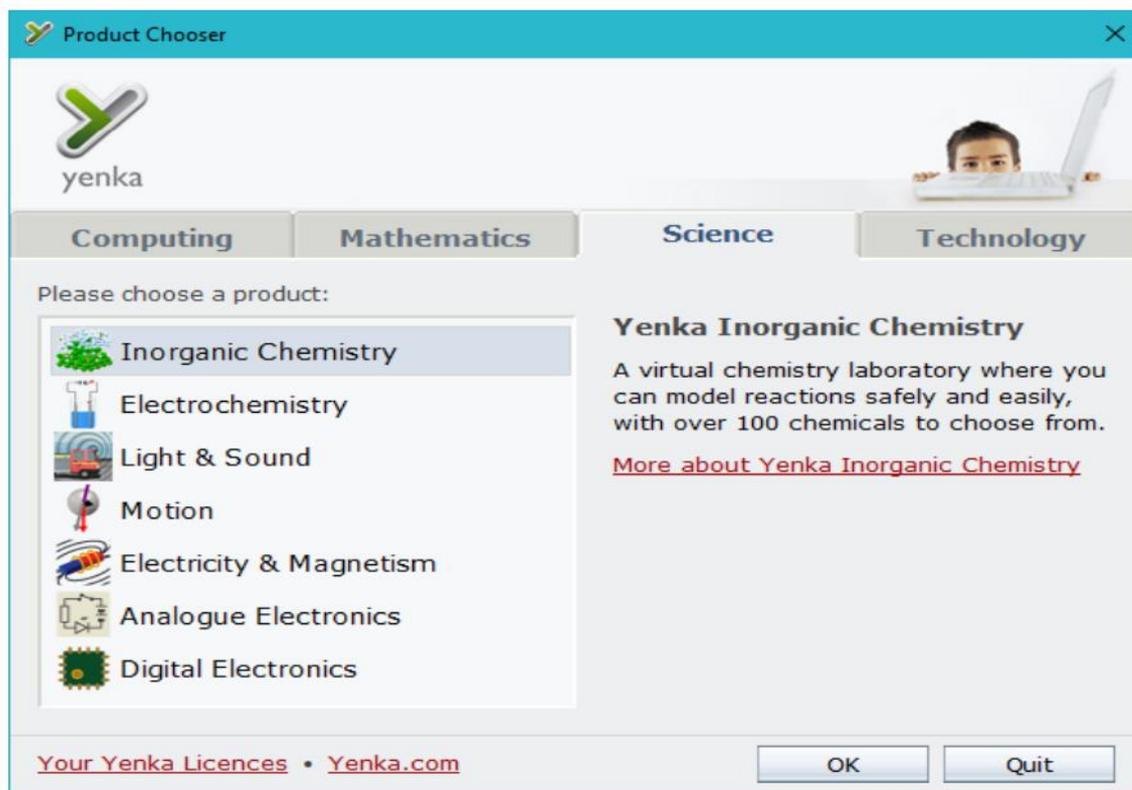
Fonte: Laboratório de Química Ambiental - USP

3. EXPERIMENTAÇÃO UTILIZANDO O LABORATÓRIO VIRTUAL

Nesta etapa os alunos utilizarão o Laboratório Virtual que está disponível para download no link: http://www.yenka.com/en/Free_Yenka_home_licences.

Depois da verificação (**Figura 21**) será escolhido a área de “Ciências” entre os seguintes temas disponíveis: computação, matemática, ciências e tecnologia. Logo em seguida será escolhido o subtema Química Inorgânica (**Figura 22**).

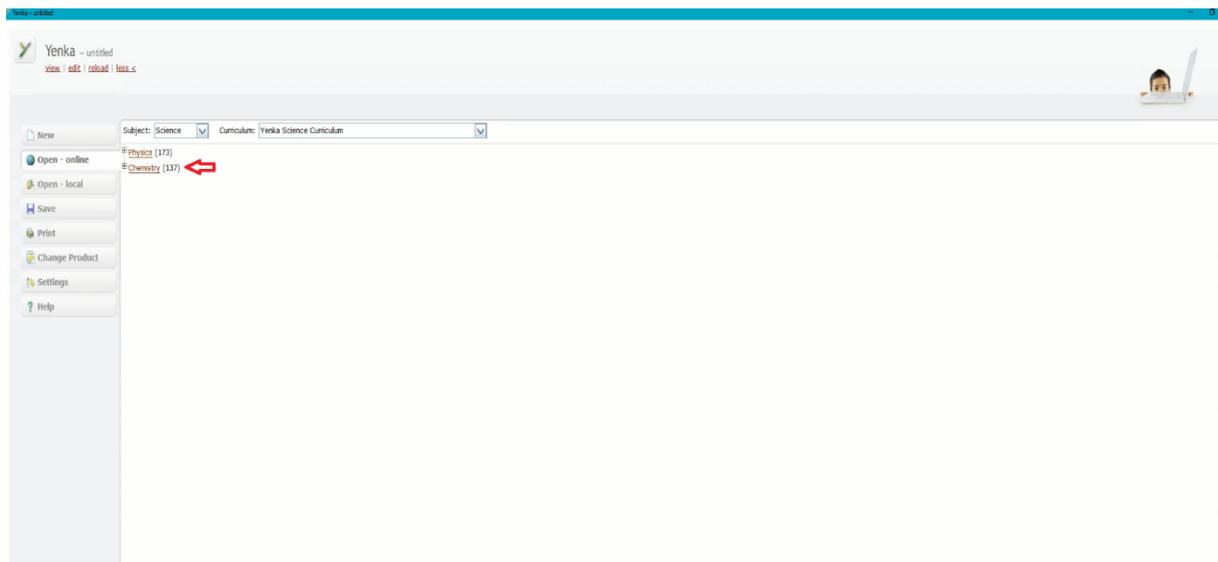
Figura 22: Tela de escolha da área e subárea.



Fonte: Laboratório Virtual Yenka Chemistry

A tela seguinte (**Figura 23**) mostra a quantidade de experimentos que o software disponibiliza da área da física e da química. No total possui 173 experimentos com conteúdo de Física e 137 experimentos de Química.

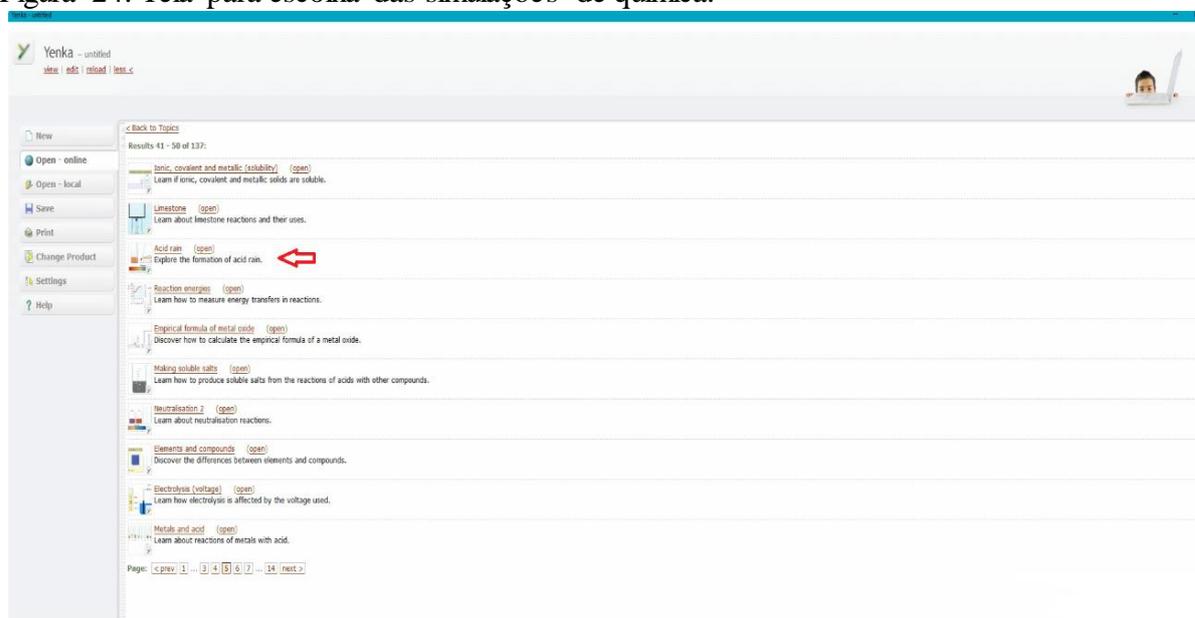
Figura 23: Tela para escolha dos experimentos por disciplina.



Fonte: Laboratório Virtual Yenka Chemistry

Para prosseguir deve-se clicar na palavra **Chemistry** (tradução “Química”), indicado pela seta vermelha (FIGURA 24), onde se abrirá uma tela seguinte mostrando os experimentos. Após o aparecimento da tela com as simulações deve-se escolher o experimento “**Acid rain**” (tradução: Chuva ácida), indicado pela seta vermelha, como mostra a figura seguinte.

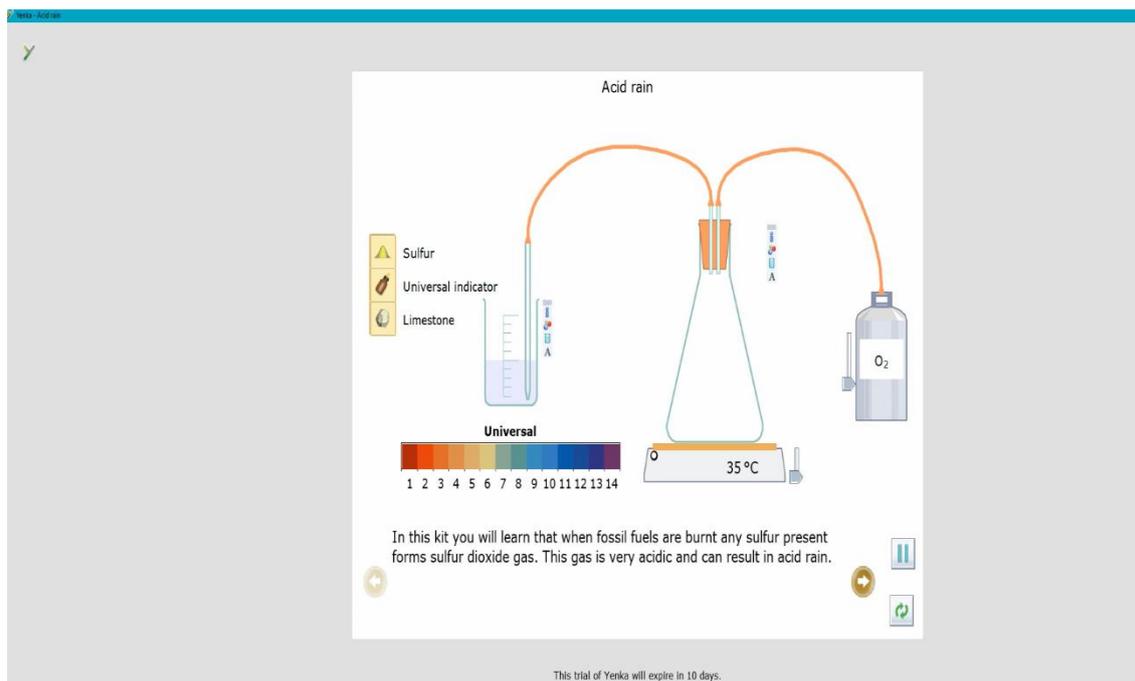
Figura 24: Tela para escolha das simulações de química.



Fonte: Laboratório Virtual Yenka Chemistry

A tela que será mostrada em seguida será o local onde o experimento será executado, como pode ser observado na figura seguinte:

Figura 25: Tela onde será executado o experimento.



Fonte: Laboratório Virtual Yenka Chemistry

Como pode ser observado na imagem (**Figura 25**) no centro da tela observa-se um “sistema” composto por um Erlenmeyer com uma rolha sob aquecimento, mangueiras, copo de béquer contendo água, no canto direito encontra-se um tanque de oxigênio e na parte de baixo as orientações para a execução do experimento (em inglês).

Atenção!!!

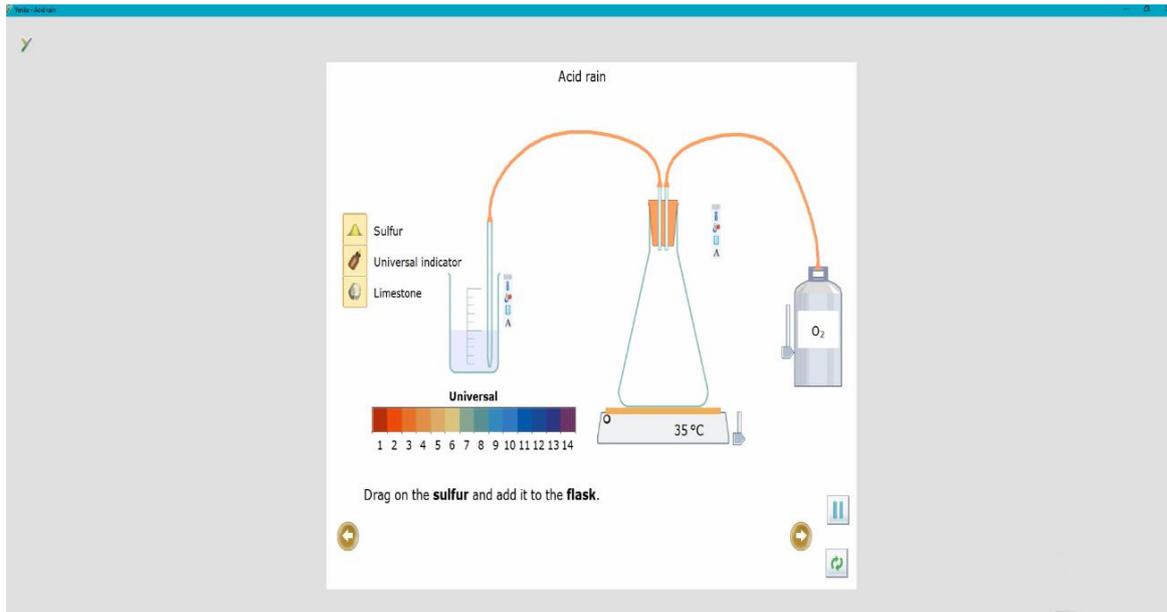
Para um melhor desenvolvimento da aula o professor pode traduzir as orientações para os alunos ou pode propor que eles façam as traduções utilizando um tradutor virtual.

Iniciando o experimento

1º passo: O primeiro passo é sugerido para que coloque o enxofre dentro do frasco, como pode ser observado na imagem seguinte.

Tradução da frase da imagem: Arraste o enxofre e adicione-o ao frasco.

Figura 26: Imagem da tela do experimento.

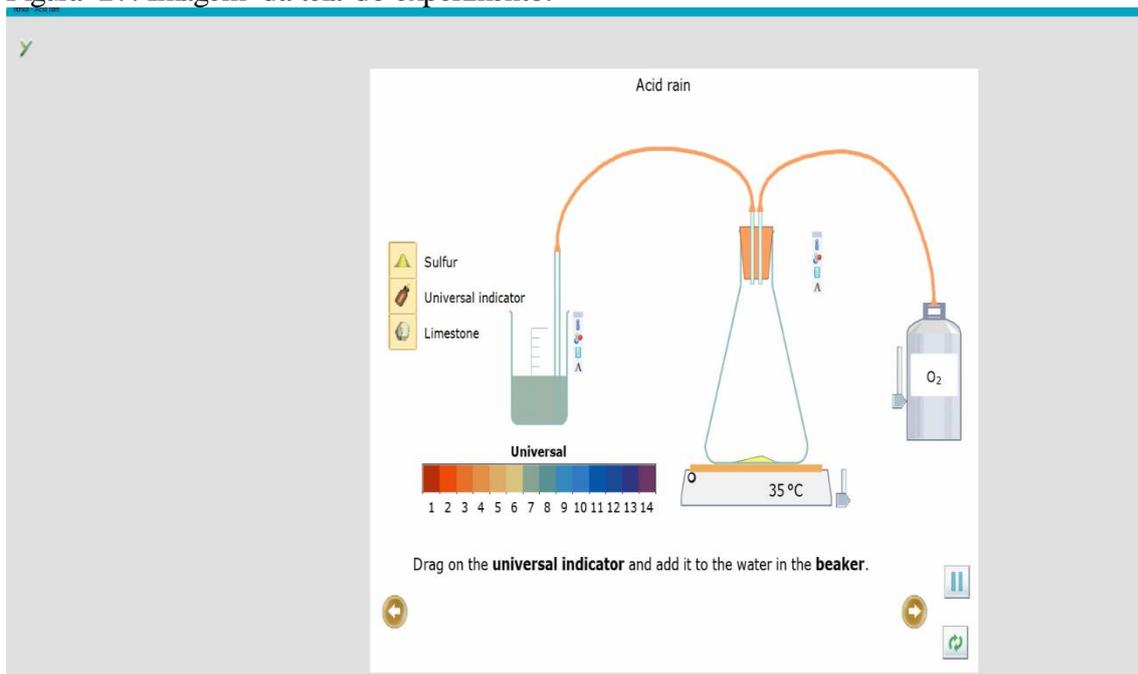


Fonte: Laboratório Virtual Yenka Chemistry

2º passo: Em seguida é solicitado que coloque o indicador de pH dentro do copo contendo água, como mostra na próxima figura.

Tradução: Arraste o indicador universal e adicione-o ao copo contendo água.

Figura 27: Imagem da tela do experimento.



Fonte: Laboratório Virtual Yenka Chemistry.

Após ser adicionado o indicador ao béquer com contendo água percebe-se que a coloração da água fica situada dentro da cor indicada pelo pH neutro (**pH=7**).

3º passo: Em seguida é mostrado que contém um tanque de oxigênio ao lado direito onde é possível aumentar a concentração de oxigênio que será levada para o outro frasco através do esquema montado. Após o aumento de concentração de oxigênio já pode ser observado o borbulhamento no béquer contendo água, como mostra a imagem a seguir.

Tradução: Ligue o oxigênio, arrastando o controle deslizante para cima.

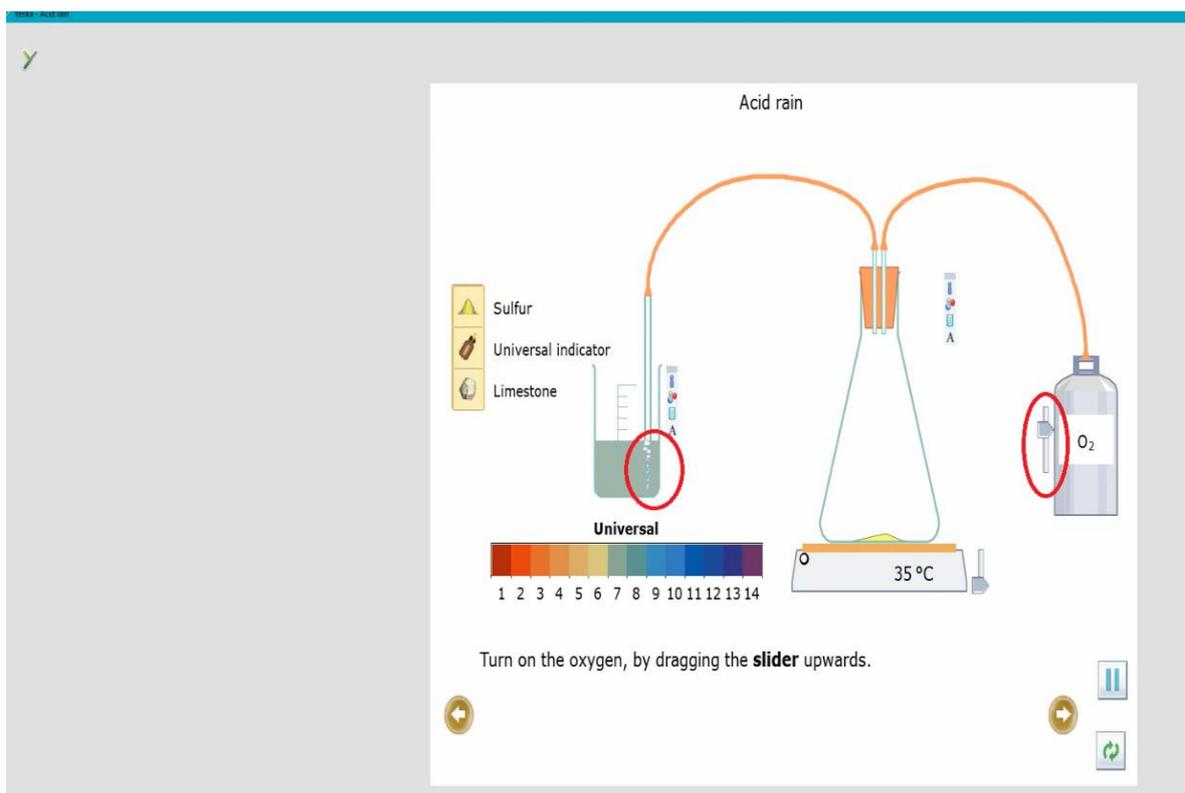


Figura 28: Imagem do experimento com destaque no aumento da concentração de oxigênio.

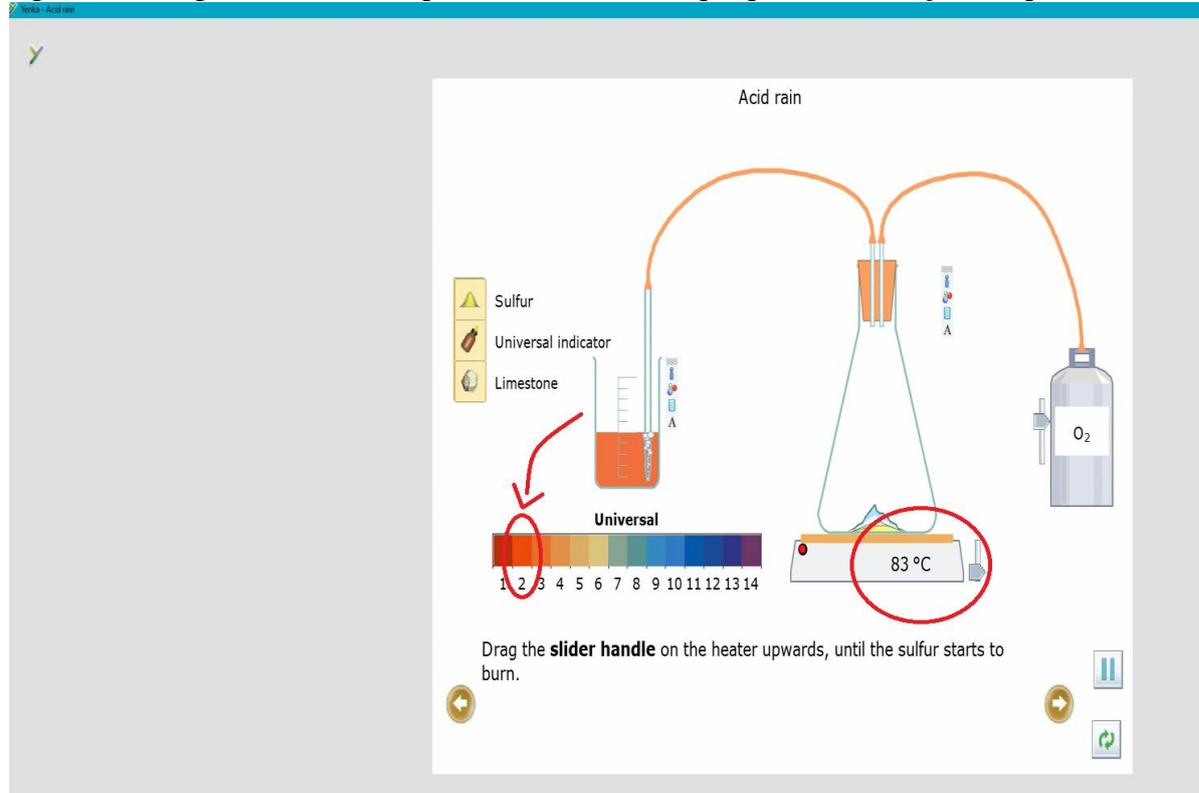
Fonte: Laboratório Virtual Yenka Chemistry.

4º passo: Em seguida é solicitado que faça o aquecimento utilizando a manta aquecedora, que está situada abaixo do Erlenmeyer, fornecendo calor ao enxofre onde será formado o dióxido de enxofre (SO_2).

Observe na imagem seguinte (**Figura 29**) a mudança da coloração e mudança de pH passando de 7 para 2.

Tradução: Arraste a alça deslizante do aquecedor para cima, até que o enxofre comece a queimar.

Figura 29: Imagem da tela do experimento com destaque para a diminuição do pH.

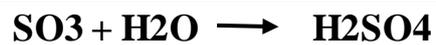


Fonte: Laboratório Virtual Yenka Chemistry.

Reação
que dentro **enxofre + oxigênio** **dióxido de enxofre** está acontecendo do Erlenmeyer:

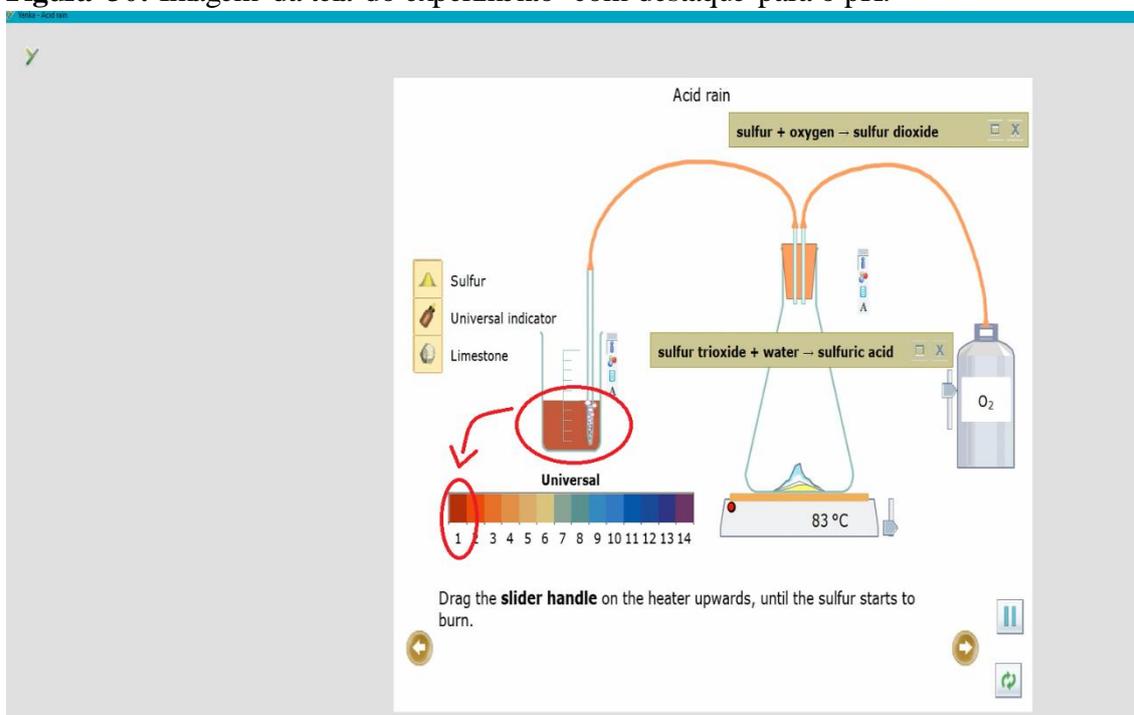


O dióxido de enxofre (SO₂) por ser um gás ocupa o espaço disponível e passa para o béquer formando uma nova reação, que é a seguinte:



Sendo assim, justifica-se o grau tão alto dessa acidez, de **pH=1**, como mostra a próxima imagem:

Figura 30: Imagem da tela do experimento com destaque para o pH.



Fonte: Laboratório Virtual Yenka Chemistry.

Elevando ainda mais a temperatura pode-se observar a combustão total da amostra de enxofre.

Também é proposto como umas as etapas finais que se adicione o carbonato de cálcio (*limestone*). Sendo uma das discussões recorrentes sobre a formação da chuva ácida a acidificação dos oceanos e o que de fato pode ocorrer com o carbonato.

4. ENCERRAMENTO E FIXAÇÃO DE CONTEÚDO

Em seguida será proposto algumas perguntas e o professor fará uma discussão com os alunos sobre os questionamentos. Observe a tela com as perguntas na imagem seguinte.

Tradução: O que acontece quando você coloca o carbonato de cálcio no béquer?

Nada acontece.

O carbonato muda de cor.

O carbonato de cálcio começa a se dissolver.

Figura 31: Imagem da tela do experimento com os questionamentos.

The screenshot shows a virtual chemistry experiment interface titled "Acid rain". The setup includes a beaker containing a universal indicator solution, a flask on a heat source set to 250 °C, and an oxygen gas cylinder (O₂). A question asks: "What happens when you place the **limestone** in the beaker?". The options are: A. Nothing happens. B. The limestone changes colour. C. The limestone begins to dissolve. The interface also features a color scale for the universal indicator (1-14) and a legend for Sulfur and Universal indicator.

Fonte: Laboratório Virtual Yenka Chemistry.

Para finalização da aula e fixação dos conteúdos o professor discute com os alunos os questionamentos feitos sobre o experimento executado.

PLANO DE AULA 4

Tabela 5: Informações sobre o Plano de Aula 4

| | |
|----------------------------|--|
| Laboratório Virtual | Química Laboratório - Krismar |
| Conteúdo(s): | Métodos de separação de misturas |
| Objetivos: | Obter o etanol a partir da destilação do vinho tinto, tequila e uísque. |
| Palavras Chaves: | destilação, misturas, ebulição. |
| Duração da aula: | 50 min |
| Link de acesso: | https://www.mdt.mx/KrismarApps/index.php/recurso/cargarApp/7048/primaria |
| Logo: | <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: right;"> <p>Figura 32: Logotipo do Laboratório Virtual</p> </div> </div> <p>Fonte: Website do laboratório virtual.</p> |

Fonte: Elaborado pela autora.

1. CONHECENDO O LABORATÓRIO VIRTUAL

O laboratório virtual de química está localizado dentro do website da Krismar Educación, é um software compatível com vários sistemas operacionais que simula práticas experimentais realizadas em laboratório. Krismar Educación é disponibilizado em língua espanhola e oferece uma ampla gama de recursos educacionais digitais para apoiar o crescimento educacional e cultural.

Esses recursos consistem em vídeos, documentos teóricos, atividades interativas com vários exercícios, mais de 5.000 reagentes, laboratórios virtuais, simuladores sobre temas relacionados a artes, civismo, valores e virtudes, ecologia e nutrição, espanhol, geografia, matemática, desenvolvimento de habilidades, física, tecnologia, química, biografias, esportes, história, ciências naturais e biologia.

O laboratório virtual de química, ferramenta utilizada para esta aula, é ofertado em versão gratuita e necessita de conexão com a internet para sua utilização.

onde o usuário deverá entrar utilizando a opção “convidado” (**Figura 33**) como será mostrado na figura a seguir.

Figura 33: Tela de acesso ao laboratório virtual de química.



Fonte: Laboratório Virtual Krismar

Na tela seguinte (**Figura 34**) deverá ser escolhido a temática de ciências para a escolha do experimento na tela que será mostrada a seguir (**Figura 35**).

Figura 34: Tela de acesso para a escolha da temática dos experimentos.



Fonte: Laboratório Virtual Krismar

Figura 35: Tela de acesso para a escolha do experimento “Destilação de bebidas alcoólicas”.



Fonte: Laboratório Virtual Krismar

Depois de fazer a seleção do experimento aparecerá uma aba onde será feita a escolha do nível, clicando em cima, e em seguida é só apertar o botão “*play*” para iniciar a experimentação.

OBS: A conexão com a internet é necessária para avançar com o do LV após a verificação.

2. INTRODUÇÃO AO CONTEÚDO

Existem vários métodos de separação de misturas que são utilizados na química, cada um adequado para uma determinada combinação de substâncias. Alguns dos métodos mais comuns de separação de misturas são:

- **Destilação:** A destilação é usada para separar líquidos com pontos de ebulição diferentes. A mistura é aquecida e os vapores são condensados e coletados em um recipiente separado. Esse método é frequentemente usado para purificar água e separar misturas de álcool e água.
- **Filtração:** A filtração é usada para separar sólidos insolúveis em líquidos. A mistura é passada por um filtro que retém os sólidos e permite que o líquido passe através dele. Isso é usado comumente para separar areia e água.

- **Decantação:** A decantação é usada para separar líquidos imiscíveis, como óleo e água. A mistura é deixada em repouso por um tempo, permitindo que as camadas se separem naturalmente. Em seguida, o líquido superior é cuidadosamente removido com um funil.
- **Extração:** A extração é usada para separar substâncias solúveis em um solvente específico. A mistura é colocada com um solvente que seletivamente dissolve uma das substâncias da mistura. Em seguida, a solução é separada e a substância dissolvida é recuperada a partir do solvente.
- **Centrifugação:** A centrifugação é usada para separar misturas com base em suas diferentes densidades. A mistura é colocada em um tubo e girada em alta velocidade na centrífuga, permitindo que as substâncias com densidades diferentes se separem. Isso é usado comumente para separar células e tecidos em laboratórios.

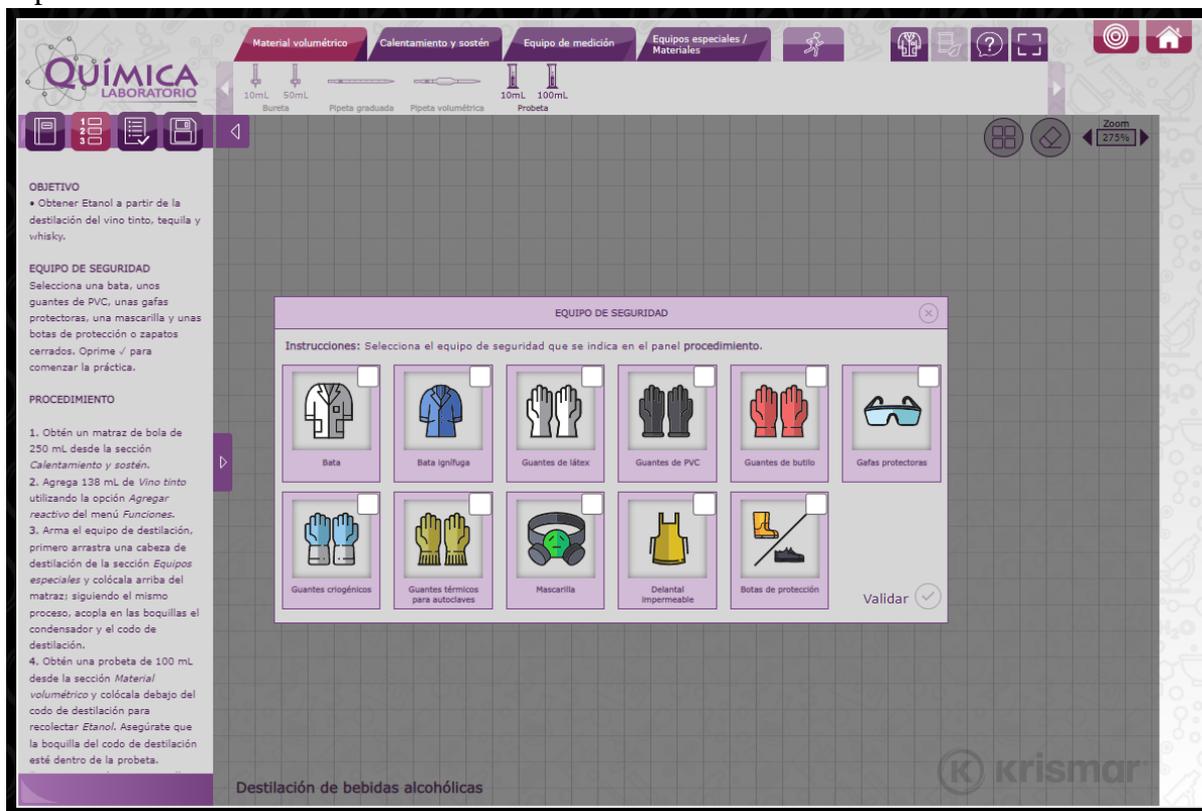
Obs.: O professor pode sugerir que o aluno acesse também o conteúdo introdutório direcionado para essa aula experimental. Este pode ser encontrado na aba “**Teoria**” na página do Laboratório Virtual.

3. EXPERIMENTAÇÃO UTILIZANDO O LABORATÓRIO VIRTUAL

1º passo: Antes de abrir a tela onde será feita a experimentação será preciso selecionar os itens de segurança necessários para o uso dentro de um laboratório de química. No lado esquerdo da tela (FIGURA 36), terá todas as orientações necessárias, em língua espanhola, para a execução do experimento.

As orientações para essa parte estão no item “EQUIPO DE SEGURIDAD” no lado esquerdo da tela, como será mostrado na imagem a seguir.

Figura 36: Tela de para a escolha dos itens de segurança necessários para a execução do experimento.



Fonte: Laboratório Virtual Krismar

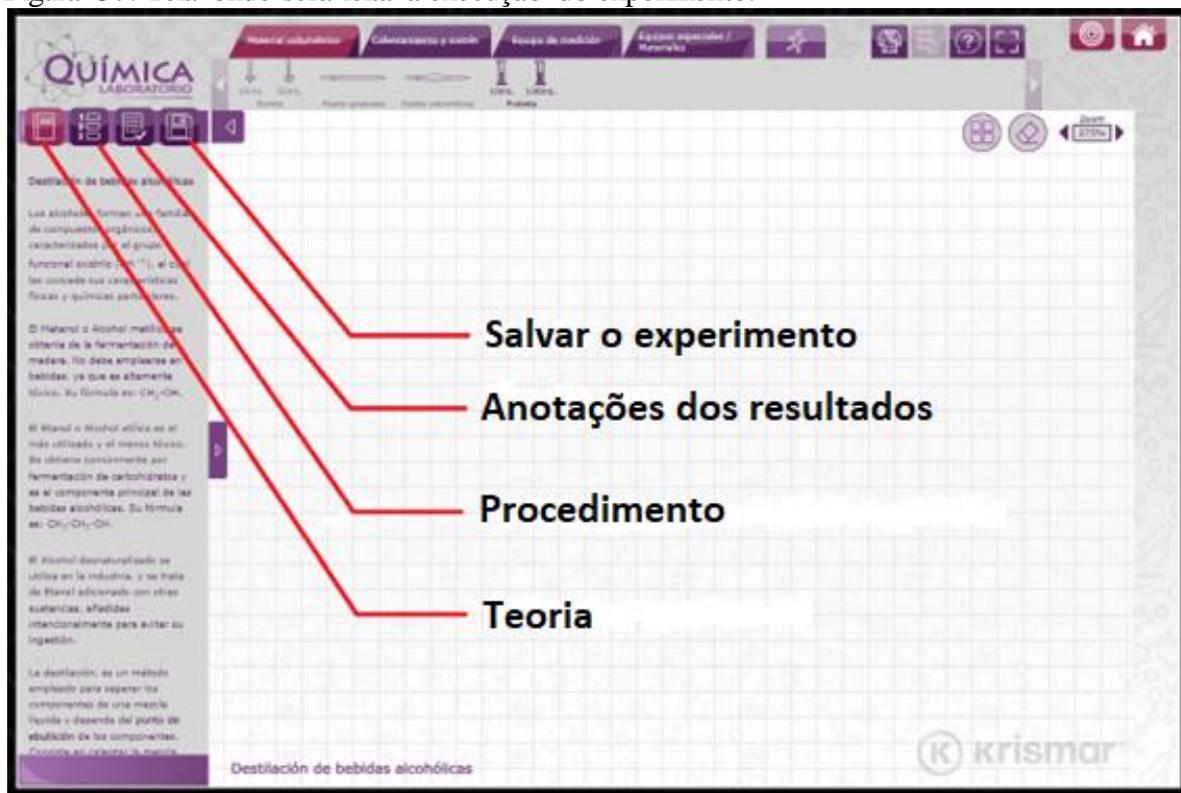
Quadro 2: Tradução das orientações para escolha dos equipamentos de segurança

| Orientações: | Tradução das orientações: |
|---|---|
| <p>EQUIPO DE SEGURIDAD</p> <p>Selecciona una bata, unos guantes de PVC, unas gafas protectoras, una mascarilla y unas botas de protección os zapatos cerrados. Oprime ✓ para comenzar la práctica.</p> | <p>EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA</p> <p>Selecione bata, luvas de PVC, óculos de proteção, máscara e botas de proteção ou sapatos fechados. Pressione ✓ para iniciar a prática.</p> |

Fonte: Elaborado pela autora.

Depois de selecionados os equipamentos de segurança, basta clicar no botão “**Validar**” para liberar o local onde será executado o experimento, como mostra a figura seguinte (Figura 37).

Figura 37: Tela onde será feita a execução do experimento.



Fonte: Laboratório Virtual Krismar

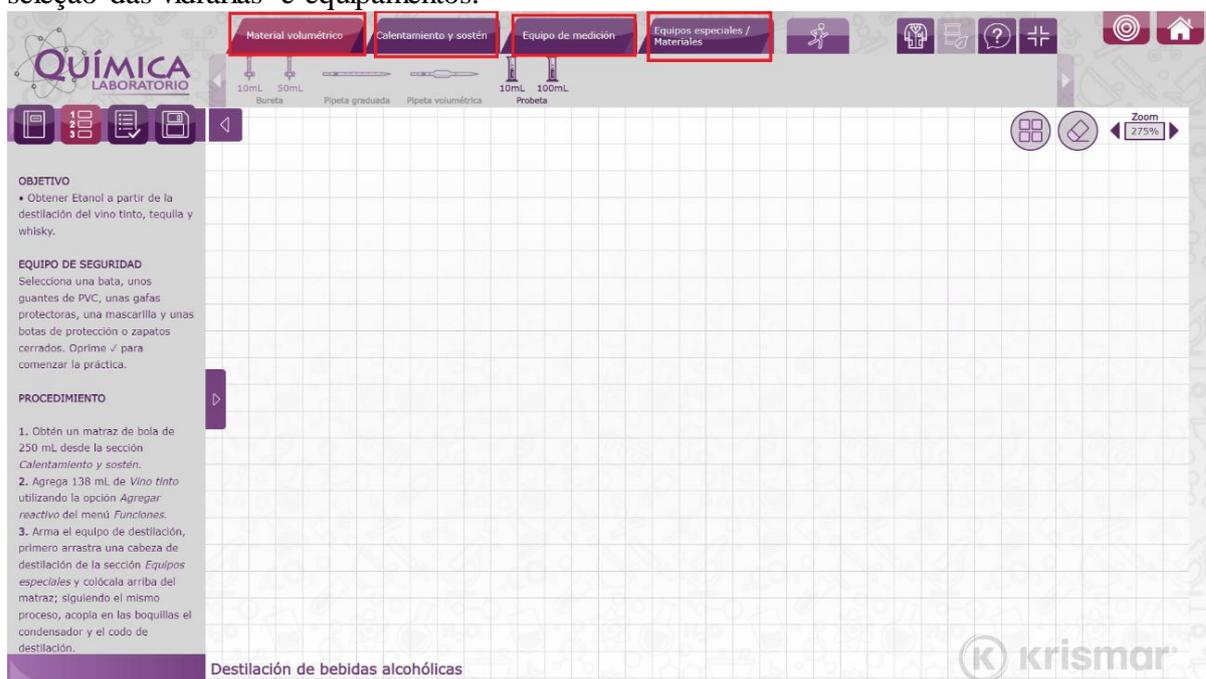
Como mostra na imagem anterior, no lado superior esquerdo possui quatro itens que serve de direcionamento durante o processo de utilização do laboratório virtual. Nele o estudante poderá ter acesso a parte teórica do experimento, em língua espanhola, onde poderá estudar sobre a temática de destilação das bebidas alcoólicas. Também contará com a aba “*Procedimento*”, onde terá o objetivo, equipamentos de segurança e procedimentos para a execução.

Na aba “Anotações dos resultados obtidos” poderá ser gravado os dados e valores obtidos na experimentação, e na aba “*Salvar o experimento*” o aluno poderá guardar o que foi executado durante a aula.

2º passo: Acessar a aba “*Procedimento*” e seguir o passo a passo para a execução do experimento.

Os equipamentos e vidrarias estão localizados na parte superior, como mostra a **Figura 38**.

Figura 38: Tela onde será feita a execução do experimento com marcação das abas para seleção das vidrarias e equipamentos.



Fonte: Laboratório Virtual Krismar

Na aba “*Material volumétrico*” pode ser encontrado os seguintes itens:

- Bureta (10mL e 50mL);
- Pipeta graduada;
- Pipeta volumétrica;
- Proveta (10mL e 100mL).

Na aba “*Calentamiento y sostén*” pode ser encontrado os seguintes itens:

- Calorímetro;
- Balão de fundo redondo;
- Erlenmeyer (100mL e 250mL);
- Kitassato;
- Bico de Bunsen;
- Chapa aquecedora/Agitador;
- Tubo de ensaio;
- Béquer (100mL, 250mL e 600mL);
- Vidro de relógio.

Na aba “*Equipo de medición*” pode ser encontrado os seguintes itens:

- Balança;
- Medidor de condutividade elétrica;
- pHmetro;
- Termômetro;
- Cronômetro.

Na aba “*Equipos especiales / materiales*” pode ser encontrado os seguintes itens:

- Bastão de vidro;
- Banho refrigerante;
- Cabeça de destilação;
- Cápsula de porcelana;
- Célula voltaica;
- Coluna de destilação;
- Condensador;
- Funil de Bunchner;
- Papel filtro;

Passo a passo da execução:

- **Procedimiento**

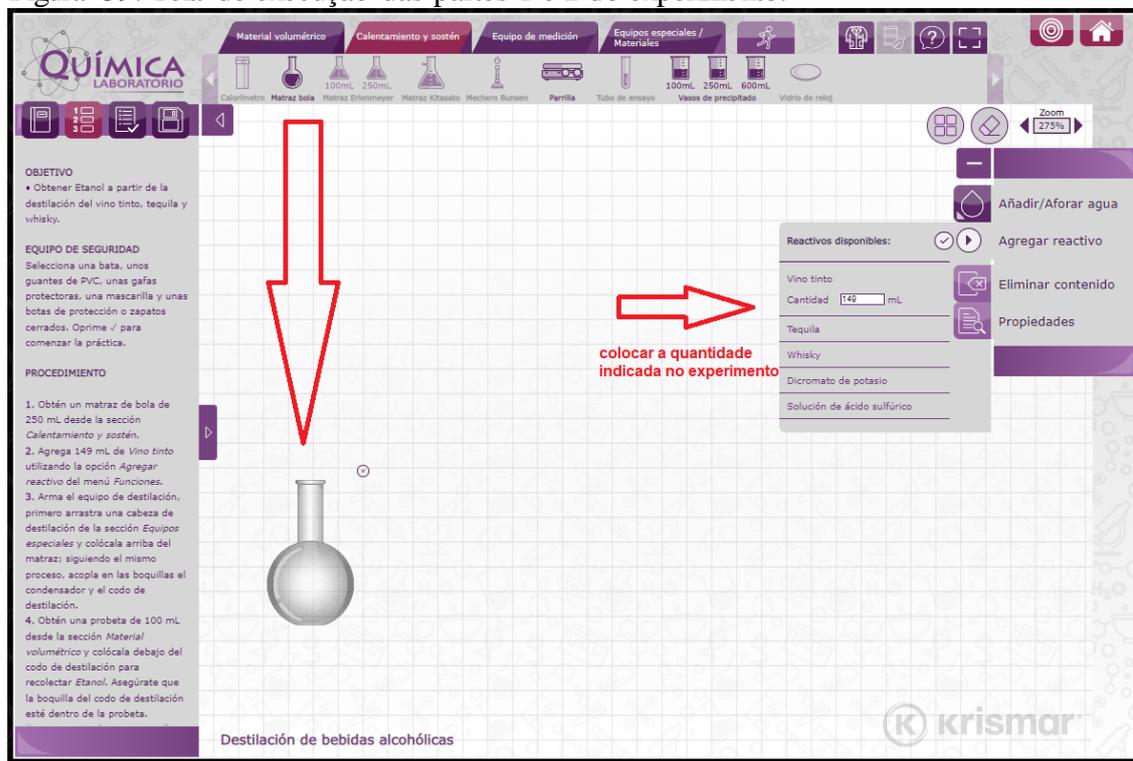
1. Obtén un matraz de bola de 250 mL desde la sección “Calentamiento e sósten.”
2. Agrega 149 mL de vino tinto utilizando la opción Agregar reactivo del menú Funciones.

Tradução:

- **Procedimento**

1. Obtenha um frasco de balão de fundo redondo de 250 mL na seção “Calentamiento e sósten.”.
2. Adicione 149 mL de vinho tinto usando o a opção “Agregar reactivo” disponível no menu ao lado direito (**Figura 39**).

Figura 39: Tela de execução das partes 1 e 2 do experimento.



Fonte: Laboratório Virtual Krismar

3. Arma el equipo de destilación, primero arrastra una cabeza de destilación de la sección Equipos especiales y colócala arriba del matraz; siguiendo el mismo proceso, acopla en las boquillas el codensador y el codo de destilación.

4. Obtén una probeta de 100 mL desde la sección Material volumétrico y colócala debajo del codo de destilación esté dentro de la probeta.

5. Arrastra e coloca una parrilla del menú Clentiamiento e sósten, debajo del matraz. Da clic sob la parrilla, en el menú Funciones, selecciona la opción Nivel de calor y enciende la parrila en el Nivel 3.

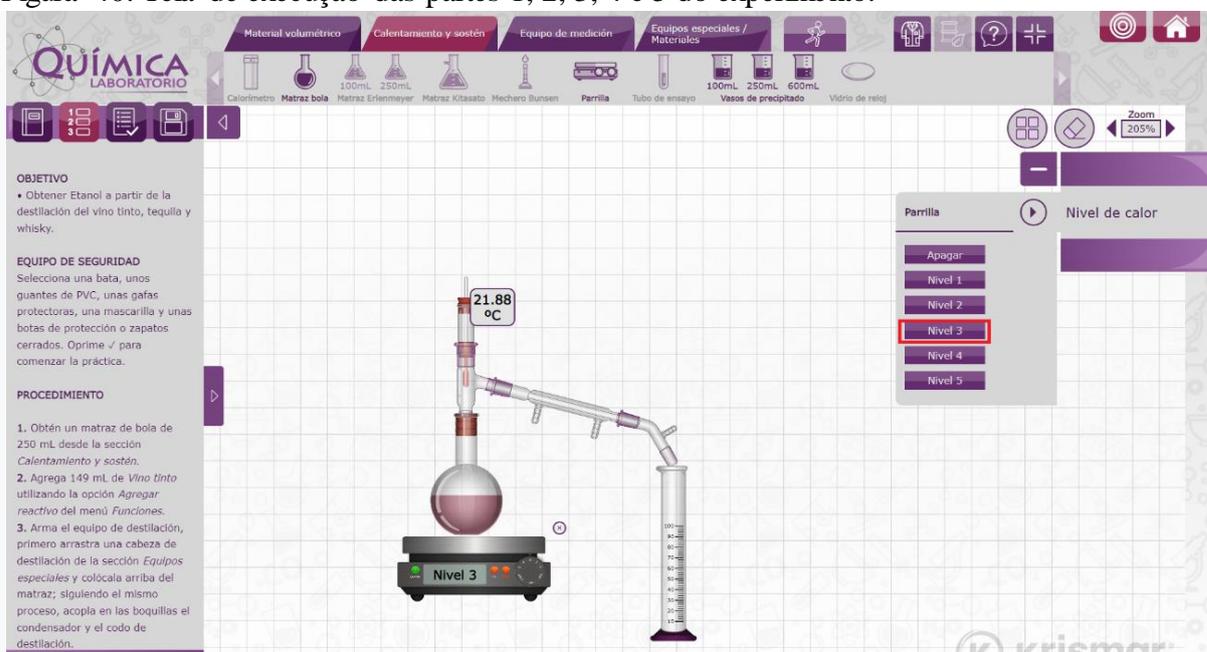
Tradução:

3. Monte o equipamento de destilação, primeiro arraste uma cabeça de destilação da seção de “Equipos Especiales” e coloque-a em cima do balão de fundo redondo; seguindo o mesmo processo, acople o condensador e a coluna de destilação.

4. Obtenha uma proveta graduada de 100 mL na seção “Material volumétrico” e coloque-o abaixo da coluna de destilação dentro da proveta.

5. Arraste e solte a chapa aquecedora abaixo do balão de fundo redondo. Clique na chapa aquecedora, no menu Funções, selecione a opção **Nível de Calor** e ligue a grelha no **Nível 3 (Figura 40)**.

Figura 40: Tela de execução das partes 1, 2, 3, 4 e 5 do experimento.



Fonte: Laboratório Virtual Krismar

6. La temperatura debe ser monitoreada en todo momento y mantenida em 78 °C hasta que el codo de destilación deje de gotear Etanol. Para, lograrlo puede disminuirse la temperatura o alejar la parrilla por algunos segundos del matraz de bola.

Tradução:

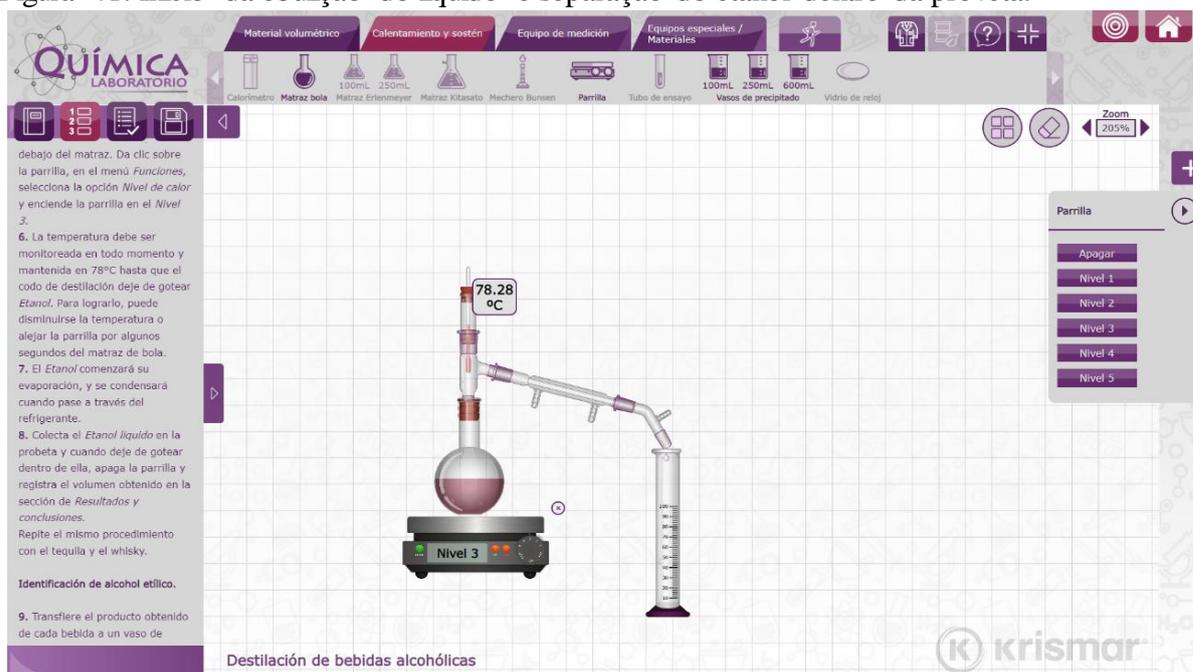
6. A temperatura deve ser monitorada o tempo todo e mantida a 78 °C até que a coluna de destilação pare de pingar etanol. Quando isso acontecer, a temperatura pode ser abaixada ou retire a chapa aquecedora do local abaixo do balão de fundo redondo.

7. El Etanol comenzará su evaporación, y se condensará cuando pase a través del refrigerante.

Tradução:

7. O etanol começará a evaporar e condensará ao passar pelo condensador.

Figura 41: Início da ebulição do líquido e separação do etanol dentro da proveta.



Fonte: Laboratório Virtual Krismar

8. Colecta el Etanol líquido en la probeta y cuando deje de gotear dentro de ella, apaga la parrilla y registra el volumen obtenido en la sección de Resultados y conclusiones. Repite em mismo procedimiento con el tequila y el whisky.

Tradução:

8. Recolher o Etanol líquido na proveta e quando parar de pingar para dentro dele, desligar a chapa aquecedora e registrar o volume obtido na seção “Resultados y conclusiones.”

3º passo:

Repita o mesmo procedimento com tequila e uísque.

Clicando no balão de fundo redondo ou na proveta abrirá um menu no lado direito onde pode ser consultado as propiedades dos líquidos durante o processo de destilação e ao final dele.

Figura 42: Propiedades do líquido da proveta ao final da destilação

reactivo del menú *Funciones*.

3. Arma el equipo de destilación, primero arrastra una cabeza de destilación de la sección *Equipos especiales* y colócala arriba del matraz; siguiendo el mismo proceso, acopla en las boquillas el condensador y el codo de destilación.

4. Obtén una probeta de 100 mL desde la sección *Material volumétrico* y colócala debajo del codo de destilación para recolectar *Etanol*. Asegúrate que la boquilla del codo de destilación este dentro de la probeta.

5. Arrastra y coloca una parrilla del menú *Calentamiento y sostén*, debajo del matraz. Da clic sobre la parrilla, en el menú *Funciones*, selecciona la opción *Nivel de calor* y enciende la parrilla en el *Nivel 3*.

6. La temperatura debe ser monitoreada en todo momento y mantenida en 78°C hasta que el codo de destilación deje de gotear *Etanol*. Para lograrlo, puede disminuirse la temperatura o alejar la parrilla por algunos

Destilación de bebidas alcohólicas

Material volumétrico | Calentamiento y sostén | Equipo de medición | Equipos especiales / Materiales

Calorímetro | Matraz bola | 100mL | 250mL | Matraz Erlenmeyer | Matraz Kitasato | Mechero Bunsen | Parrilla | Tubo de ensayo | 100mL | 250mL | 600mL | Vasos de precipitado | Vidrio de reloj

Zoom 205%

Añadir/Aforar agua
Agregar reactivo
Transferir
Eliminar contenido
Propiedades

Probeta 100 mL

Características:

Rótulo: Volumen: 18.91 cm³ Temperatura: 20.00 °C pH: --

Composición:

| Reactivo | Moles | Peso | Volumen | Estado | Fase |
|------------------------------------|--------|---------|----------|---------|---------|
| CH ₃ CH ₂ OH | 0.3238 | 14.9185 | 18.90810 | líquido | líquido |

Mostrar iones

Krismar

Fonte: Laboratório Virtual Krismar .

As propriedades que podem ser consultados são as seguintes:

- Volume
- Temperatura
- Fórmula molecular
- Moles
- Volume
- Estado
- Fase

Após ter repetido o experimento com tequila e uísque faz o registro dos dados na aba “Anotações dos resultados obtidos”, como pode ser visto na figura a seguir.

Figura 43: Registro dos dados obtidos.

1. Anota los mililitros de Etanol obtenidos con cada bebida.

| | Vino tinto | Tequila | Whisky |
|------------------------|------------|----------|----------|
| Volumen colectado (mL) | 18.91 mL | 56.62 mL | 63.80 mL |

2. Con ayuda de una regla de tres, calcula el Alcohol etílico en cada bebida.

| | Vino tinto | Tequila | Whisky |
|-----------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Porcentaje experimental (%) | <input type="text"/> % | <input type="text"/> % | <input type="text"/> % |

3. ¿Qué color toma cada muestra al agregar *Dicromato de potasio*? ¿A qué se debe?

Escribe aquí tu respuesta

4. ¿Por qué se debe cuidar que la temperatura de ebullición se mantenga?

Destilación de bebidas alcohólicas

Fonte: Laboratório Virtual Krismar.

4º passo: Identificación de alcohol etílico

9. Transfiere el producto obtenido de cada bebida a un vaso de precipitados y rotúlalo para diferenciar el Etanol obtenido del Vino tinto, del Tequila y del Whisky.

10. Para rotular los vasos, da clic sobre el primer vaso con Etanol de Vino; en el Menú Funciones selecciona Propiedades, se desplegará una tabla con las características del vaso de precipitado. A continuación, ingresa en el campo Rótulo el texto “Vino tinto”. Opime v o la tecla enter para confirmar. Repite el proceso para los demás vasos.

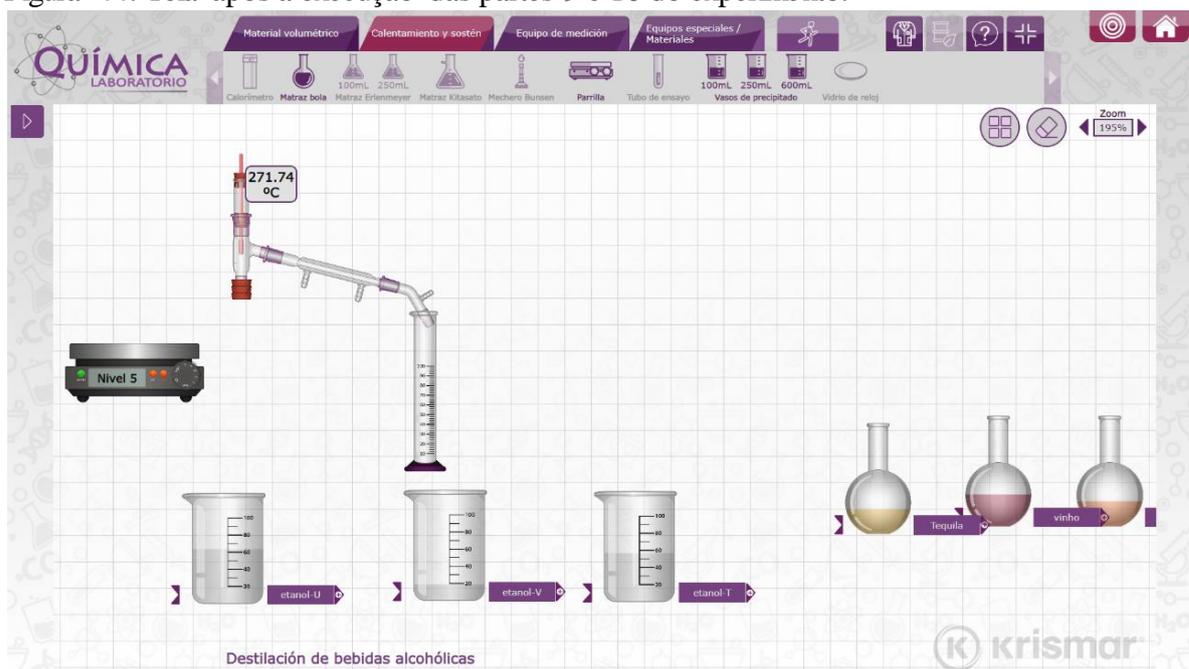
Tradução:

4º passo: Identificação de álcool etílico

9. Transfira o produto obtido de cada bebida para um béquer e rotule para diferenciar o Etanol obtido de Vinho Tinto, Tequila e Uísque.

10. Para rotular os copos, clique no primeiro copo com Etanol retirado do vinho; no Menu Funções selecione Propriedades, será exibida uma tabela com as características do béquer. Em seguida, insira o texto “Etanol vinho” no campo Rótulo. Pressione “v” ou a tecla “enter” para confirmar. Repita o processo para os outros copos.

Figura 44: Tela após a execução das partes 9 e 10 do experimento.



Fonte: Laboratório Virtual Krismar.

O aluno deverá registrar os dados pedidos na aba “*Resultados e conclusiones*”, sempre salvando em seguida. Esses dados serão utilizados depois para os cálculos propostos.

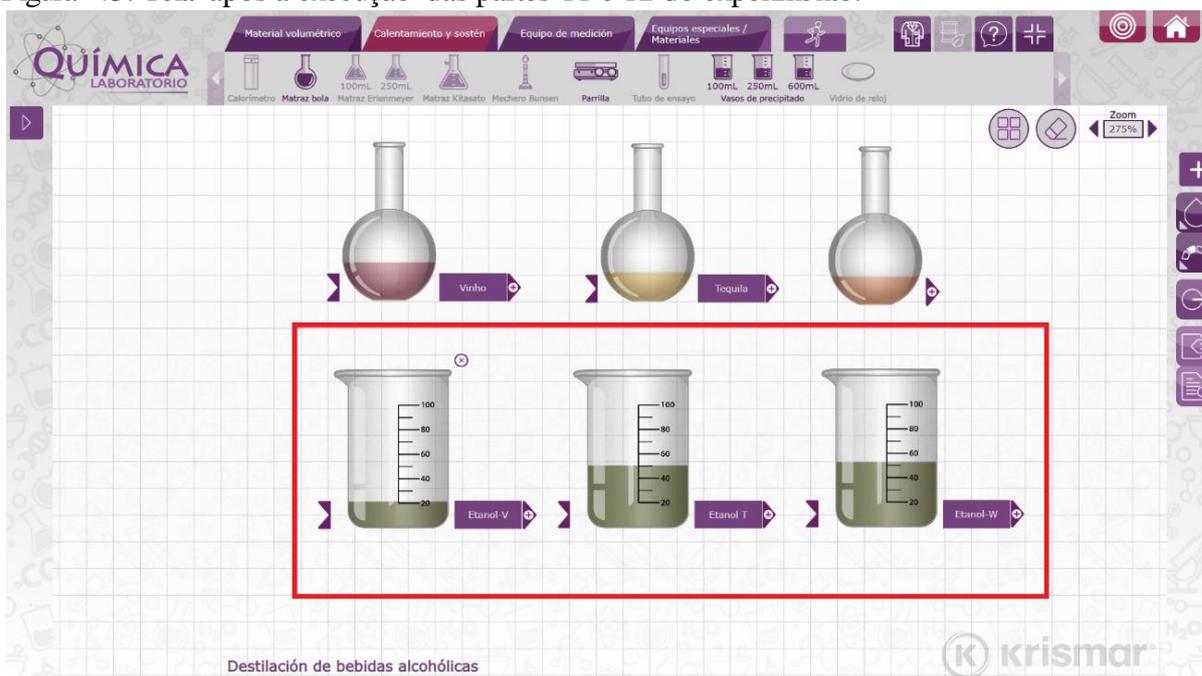
5º passo:

11. Agrega a cada vaso 5 g de Dicromato de potasio y 5 mL de Ácido sulfúrico concentrado a cada vaso.
12. Observa la coloración que toman las muestras.

Tradução:

11. Adicione 5 g de Dicromato de Potássio a cada béquer e 5 mL de Ácido Sulfúrico Concentrado a cada béquer.
 12. Observe a cor que as amostras adquirem.
- Após adicionarem as substâncias propostas os alunos observarão uma coloração esverdeada dentro dos béqueres como pode ser visto na imagem a seguir:

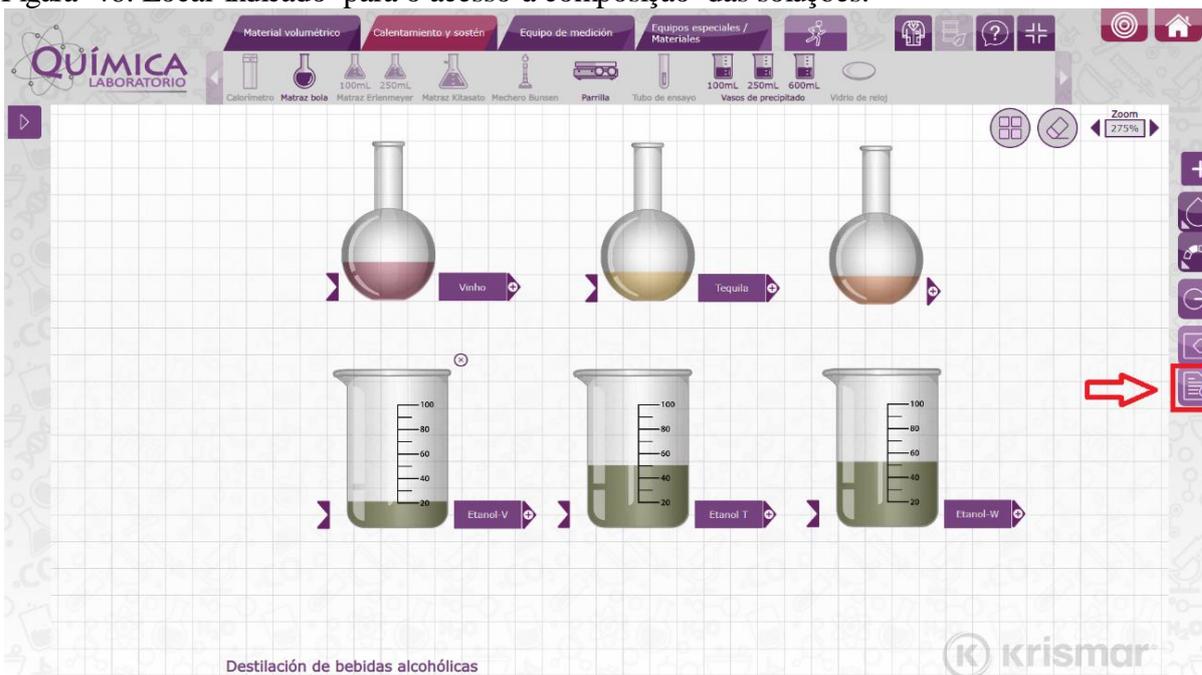
Figura 45: Tela após a execução das partes 11 e 12 do experimento.



Fonte: Laboratório Virtual Krismar.

O aluno poderá observar a composição de cada solução, dentro de cada béquer, após adicionado o dicromato de potássio e o ácido sulfúrico. Para a obtenção desses dados o aluno deverá clicar em cima da vidraria, para selecionar, e depois na opção relatório, localizada no menu do lado direito da tela (**Figura 46**).

Figura 46: Local indicado para o acesso à composição das soluções.



Fonte: Laboratório Virtual Krismar.

Executado todos os passos o aluno finalizará o experimento proposto sobre “Destilação de bebidas alcoólicas”, podendo assim responder a atividade proposta para fixação de conteúdo e avaliação da aprendizagem.

4. ENCERRAMENTO E FIXAÇÃO DE CONTEÚDO

Após a finalização do experimento o aluno abrirá a aba “**Resultados e conclusiones**” para responder a atividade. O professor indicará a quantidade de tempo para que as perguntas sejam respondidas.

As perguntas propostas após a finalização do experimento são as seguintes:

- Con ayuda de una regla de três, calcula el Alcohol etílico en cada bebida.

(Tradução: Com a ajuda de uma regra de três, calcule o álcool etílico em cada bebida.)

- ¿Qué color toma cada muestra al agregar dicromato de potássio? ¿A qué se debe?

(Tradução: Que cor cada amostra assume ao adicionar dicromato de potássio? A que se deve?)

- ¿Por qué se debe cuidar que la temperatura de ebullición se mantenga?

(Tradução: Por que deve-se tomar cuidado para que a temperatura de ebulição seja mantida?)

Figura 47: Local onde as perguntas estão disponíveis.

2. Con ayuda de una regla de tres, calcula el *Alcohol etílico* en cada bebida.

| | Vino tinto | Tequila | Whisky |
|-----------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Porcentaje experimental (%) | <input type="text"/> % | <input type="text"/> % | <input type="text"/> % |

3. ¿Qué color toma cada muestra al agregar *Dicromato de potasio*? ¿A qué se debe?

Escribe aquí tu respuesta

4. ¿Por qué se debe cuidar que la temperatura de ebullición se mantenga?

Escribe aquí tu respuesta

Evaluar/Guardar

Fonte: Laboratório Virtual Krismar.

Após a finalização do experimento e resolução das perguntas o professor poderá avaliar a prática de cada aluno e fazer suas considerações para a finalização da aula.

PLANO DE AULA 5

Tabela 6: Informações sobre o Plano de Aula 5

| | |
|----------------------------|---|
| Laboratório Virtual | PhET Interactive Simulations |
| Conteúdo(s): | Funções Inorgânicas: Ácidos |
| Objetivos: | <ul style="list-style-type: none"> • Compreender a diferença entre ácidos fortes e ácidos fracos; • Explorar a influência da concentração de ácido na constante de acidez (K_a); • Observar o comportamento das soluções ácido-base por meio do gráfico de pH; • Analisar os efeitos da variação da concentração e da força do ácido nos resultados obtidos. |
| Palavras Chaves: | Ácidos, constante de acidez, concentração |
| Duração da aula: | 50 min |
| Link de acesso: | https://phet.colorado.edu/pt_BR/ |
| Logo: | <p>Figura 48: Logotipo do Laboratório Virtual</p>  <p>Fonte: Website do laboratório virtual.</p> |

Fonte: Elaborado pela autora.

1. CONHECENDO O LABORATÓRIO VIRTUAL

O *PhET Simulations* é um projeto educacional desenvolvido pela Universidade do Colorado em Boulder que produz simulações interativas em HTML5 para o ensino de física, química, biologia, matemática e outras disciplinas. As simulações PhET são gratuitas, podendo ser acessadas de forma online e projetadas para serem usadas por alunos e professores em todos os níveis de ensino.

As simulações PhET permitem que os alunos explorem conceitos científicos complexos por meio de modelos interativos que representam o mundo real de uma forma visualmente atraente e agradável. Por exemplo, uma simulação de química pode permitir que eles manipulem átomos e moléculas para entender melhor as reações químicas.

Além disso, as simulações PhET fornecem feedback em tempo real e permitem que os alunos testem suas hipóteses e explorem diferentes cenários sem o risco de acidentes ou falhas que podem ocorrer em um laboratório real.

O PhET é usado por educadores em todo o mundo para melhorar o aprendizado de seus alunos em ciências e matemática. O laboratório é o produto de um projeto norte americano construído na Universidade do Colorado onde possui um grupo de professores e pesquisadores que desenvolvem as simulações.

2. INTRODUÇÃO AO CONTEÚDO

Uma solução ácido-base é uma mistura homogênea composta por um ácido e uma base, onde o ácido doa íons de hidrogênio (H^+) e a base aceita esses íons. O conceito de solução ácido-base está relacionado ao equilíbrio químico e à capacidade de íons de hidrogênio (H^+) e hidroxila (OH^-) interagirem para formar água (H_2O).

Segundo a definição de Arrhenius, um ácido é uma substância que, em solução aquosa, libera íons de hidrogênio (H^+), enquanto uma base é uma substância que libera íons hidroxila (OH^-). Nesse contexto, a solução ácido-base é formada pela interação dos íons H^+ do ácido com os íons OH^- da base, produzindo água. Uma definição mais abrangente é dada pela teoria de Brønsted-Lowry, que considera ácido como uma espécie capaz de doar um próton (H^+) e base como uma espécie capaz de aceitar um próton (H^+). Nessa perspectiva, a solução ácido-base envolve a transferência de prótons entre ácido e base, resultando na formação de espécies conjugadas ácido-base.

Além disso, existe a teoria de Lewis, que define ácido como uma espécie que aceita um par de elétrons e base como uma espécie que doa um par de elétrons. De acordo com essa teoria, a solução ácido-base é formada por interações de doadores e receptores de pares de elétrons. Essas teorias proporcionam diferentes abordagens para entender e classificar soluções ácido-base, cada uma com suas vantagens e aplicabilidades em diferentes contextos químicos.

3. EXPERIMENTAÇÃO UTILIZANDO O LABORATÓRIO VIRTUAL

1º passo: Oriente os alunos a acessarem a simulação de Solução Ácido-Base no PhET Simulations.

Em seguida, peça-lhes para clicarem em "Minha solução" como mostra na figura a seguir:

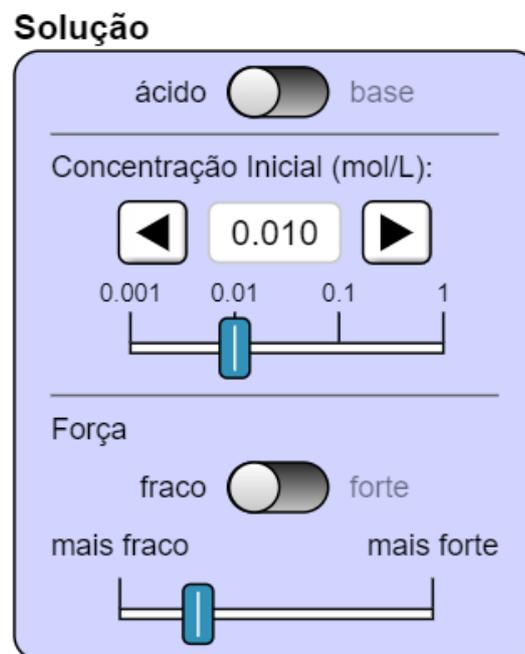
Figura 49: Tela inicial para escolha da experimentação.



Fonte: PhET Simulations

Solicite que os alunos analisem o menu “**Solução**”, como mostra a Figura 50 e instrua os alunos a oscilarem o botão “**Força**” entre “**fraco**” e “**forte**” e observarem as diferenças entre um ácido forte e um ácido fraco.

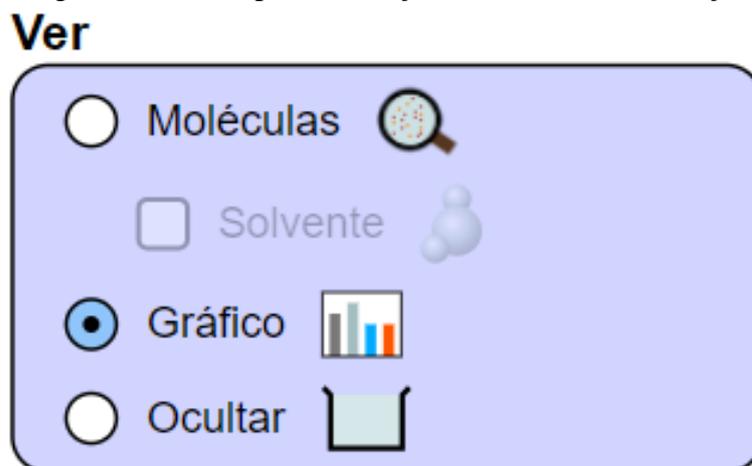
Figura 50: Menu para oscilar a força do ácido



Fonte: PhET Simulations

No menu “**Ver**”, como mostra a Figura 51, solicite que mudem a vista para “**Gráfico**” e aumentem a concentração inicial para 0,015 mol/L.

Figura 51: Menu para mudança do modo de visualização



Fonte: PhET Simulations

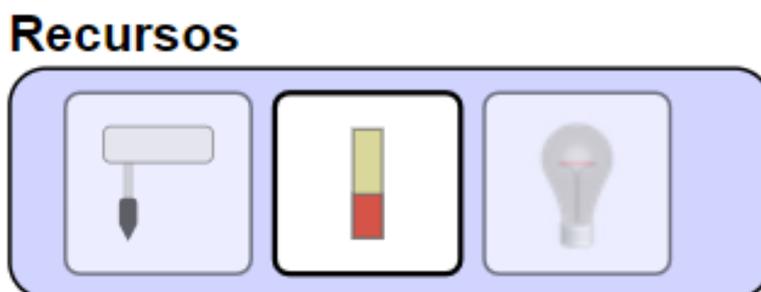
2º passo: Peça aos alunos que observem os valores do gráfico e determinem o valor da constante de acidez (K_a) do ácido.

Incentive-os a repetir esse processo, alterando a concentração inicial para 0,025 mol/L e 0,035 mol/L, e comparem os valores de K_a obtidos.

3º passo: Discuta se a concentração da solução ácida pode alterar o valor de K_a do ácido.

4º passo: Utilize o papel de tornassol no menu “**Recursos**”, como mostra a Figura 52, e verifique o pH da substância nas três concentrações anteriores e relate se houve alguma alteração.

Figura 52: Menu para escolha do papel de tornassol



Fonte: PhET Simulations

5º passo: Peça que variem a concentração inicial e observem a proximidade entre o valor da concentração inicial e o valor de concentração em equilíbrio. Peça que justifiquem essa proximidade.

Peça aos alunos que aumentem a força do ácido, deslizando o seletor da força de “fraco” para “forte” (Figura 53), e observem as mudanças no gráfico.

Figura 53: Seletor para mudança de força do ácido



Fonte: PhET Simulations

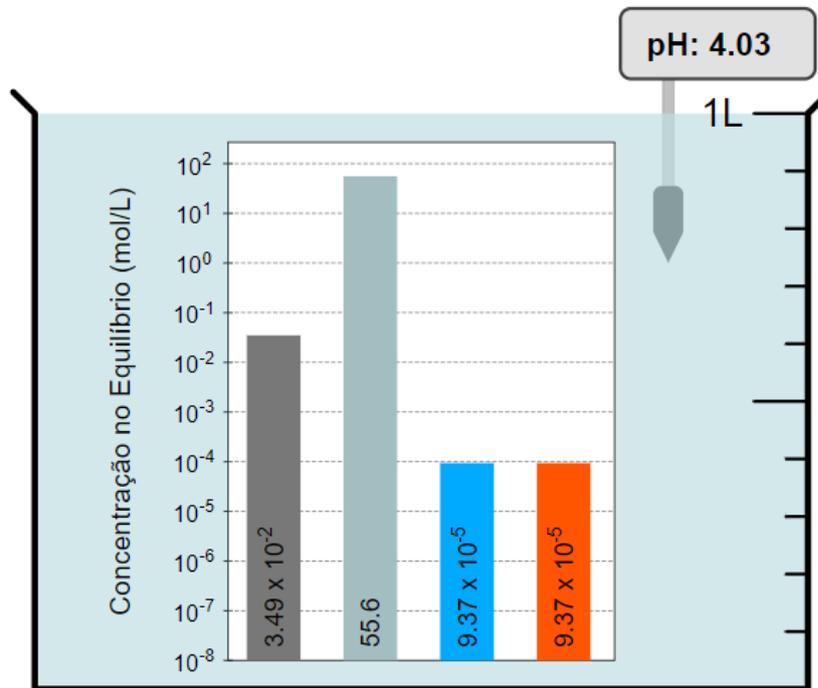
4. ENCERRAMENTO E AVALIAÇÃO

Faça uma discussão em grupo, incentivando-os a compartilhar suas observações e respostas às perguntas propostas.

5. SUGESTÕES

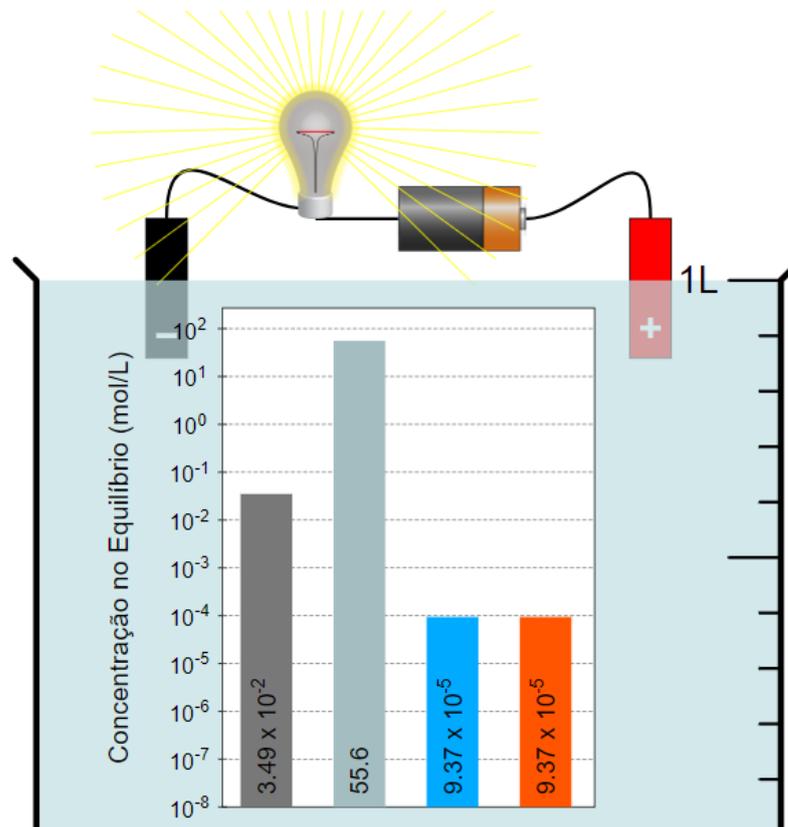
Para aprofundamento do conteúdo pode ser solicitado que o aluno utilize as outras ferramentas do menu “Recursos” como o pHmetro (Figura 54) e a lâmpada (Figura 55).

Figura 54: Recurso “pHmetro”



Fonte: PhET Simulations

Figura 55: Recurso “lâmpada”



Fonte: PhET Simulations

Com isso pode ser abordado a escala de pH, utilizada para medir a acidez ou alcalinidade de uma solução, onde ácidos fortes têm pH baixo, geralmente abaixo de 3, pois eles se dissociam completamente em solução, liberando uma grande quantidade de íons H^+ e ácidos fracos possuem o pH mais elevado, geralmente entre 3 e 6, porque eles se dissociam parcialmente em solução, liberando apenas uma pequena quantidade de íons H^+ .

Na utilização do recurso indicado pela imagem de uma “lâmpada”, pode ser abordado o fato de que a condução de eletricidade nos ácidos está relacionada à presença de íons na solução. Ácidos em solução aquosa podem conduzir eletricidade devido à presença dos íons H^+ . Quando um ácido se dissocia em água, ele libera íons H^+ que são responsáveis pela condução de eletricidade. No entanto, ácidos em estado sólido ou em solventes não aquosos podem não conduzir eletricidade, pois a dissociação iônica pode ser limitada.

REFERÊNCIAS

ATKINS, P.; JONES, L.; **Princípios de Química, questionando a vida moderna e o meio ambiente**; 5ª Ed, Bookman Companhia Ed., 2011

BRADY, J. E.; RUSSEL, J. W.; HOLUM, J. R.; **Química, a matéria e suas transformações**, vol. 1 e 2, 3ª Ed., LTC, 2002

GAMBARI, A. I.; KAWU, H.; FALODE, O. C. Impact of virtual laboratory on the achievement of secondary school chemistry students in homogeneous and heterogeneous collaborative environments. **Contemporary Educational Technology**, v. 9, n. 3, p. 246-263, 2018.

LOCATELLI, A.; ZOCH, A. N.; TRENTIN, M. A. S. TICs no ensino de química: um recorte do “estado da arte”. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 7, n. 12, p. 1-12, 2015.

KOTZ, J. C.; TREICHEL Jr., P.;WEAVER, GABRIELA C.; **Química e reações químicas**, Vol 1 (6ª ed,2010) e vol. 2(5ª edição, 2009) Cengage Learning

PINHEIRO, Walber Franklin Rodrigues et al. **Utilização do software Yenka para o ensino de Química**. 2016

Poluição Atmosférica & Chuva Ácida - Química Ambiental e Educação Ambiental. Disponível em: <http://www.usp.br/qambiental/chuva_acidafront.html>

VASCONCELOS, F. C. G. C. **Simulações no Ensino de Química**: exemplos de softwares e o entendimento de professores sobre este recurso. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 13, 2021, Evento On-line. **Anais...** Evento On-line: ABRAPEC, 2021.