

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO  
RIO GRANDE DO SUL  
CAMPUS FELIZ  
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA**

**Janaina Luana Flach**

**LABORATÓRIO VIRTUAL COMO ALTERNATIVA DIDÁTICA PARA  
AUXILIAR NO ENSINO DE VOLUMETRIA DE NEUTRALIZAÇÃO**

**Feliz  
2022**

Janaina Luana Flach

**LABORATÓRIO VIRTUAL COMO ALTERNATIVA DIDÁTICA PARA  
AUXILIAR NO ENSINO DE VOLUMETRIA DE NEUTRALIZAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Curso Superior de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul como requisito para a obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Cinthia Gabriely  
Zimmer

**Feliz  
2022**

Janaina Luana Flach

## **LABORATÓRIO VIRTUAL COMO ALTERNATIVA DIDÁTICA PARA AUXILIAR NO ENSINO DE VOLUMETRIA DE NEUTRALIZAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Curso Superior de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul como requisito para a obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientadora: Profa Dra Cinthia Gabriely  
Zimmer

Aprovado em: 02/01/2022.

Aprovado em 02 de Fevereiro de 2022.

BANCA EXAMINADORA:

---

Profa. Dr<sup>a</sup> Cinthia Gabriely Zimmer

---

Profa. Dr<sup>a</sup> Alessandra Smaniotto

---

Prof. Dr. Francisco Cunha da Rosa

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus pela vida, e pelas oportunidades que a mesma me proporcionou.

Agradeço à minha orientadora, professora Cíntia Zimmer, por sempre acreditar nesta pesquisa e ser uma das maiores incentivadoras do meu progresso.

Agradeço à Professora Marjore Antunes, pela ajuda e disponibilidade de aplicação dos pré-teste.

Agradeço ao professor Cleonei por toda ajuda prestada durante este trabalho, assim como suas palavras motivacionais e tranquilizadoras.

Agradeço à professora Cecília Biguelini pela orientação e ajuda nos testes estatísticos.

Agradeço à toda minha família pelo apoio recebido durante toda minha graduação, em especial à minha mãe e ao meu marido.

Agradeço à minha psicóloga Vilma Arnold pelas terapias que tiveram o foco voltado a este trabalho, e pela ajuda e dicas relacionadas ao mesmo.

Agradeço à minha amiga do coração e colega de curso Francielen Nascimento pela parceria e amizade, na qual nunca me deixou desistir.

Agradeço a todos os professores que contribuíram para o meu crescimento profissional e pessoal, em especial para o professor Francisco C. Rosa, pois a pesquisa toda se baseia na minha perspectiva e reflexões das aulas de análise quantitativa, lecionadas por ele.

Dedico este trabalho aos meus pais, pois eles são a base de tudo em minha vida e nunca mediram esforços para dar aos seus filhos a oportunidade de estudar e conquistar uma carreira.

“Ensinar não é transferir conhecimento,  
mas criar as possibilidades para a sua própria  
produção ou a sua construção”

(Paulo Freire)

## RESUMO

Os laboratórios virtuais são *softwares* que possibilitam a execução de experimentos práticos simulados a distância, proporcionando um método de aprendizagem durante o ensino remoto, e uma importante ferramenta para complemento no ensino presencial. Visando investigar o uso dessa ferramenta como uma estratégia que facilite o ensino de química, foi analisado o *software ChemCollective* envolvendo o assunto de volumetria por neutralização. A análise abrangeu duas turmas do técnico em química integrado ao ensino médio, onde ambos grupos estavam cursando as mesmas disciplinas experimentais. Em uma das turmas aplicou-se o uso do *software ChemCollective*, o qual é disponibilizado em plataformas digitais de forma gratuita, especificamente o laboratório 98, que possui um ambiente virtual de titulação de neutralização com ácidos e bases fortes. Esse recurso foi aplicado paralelamente às aulas, enquanto o outro grupo de alunos não teve contato com o *software*. Contudo, para ambas as turmas foram ministradas as mesmas aulas teóricas e práticas. Para avaliar a eficácia no uso dessa ferramenta, foram aplicados questionários sobre o assunto de volumetria de neutralização antes e após o uso de aulas simuladas no *ChemCollective*. Depois disso, foram feitas análises estatísticas para confirmar as hipóteses, através da média de acertos da turma que utilizou a ferramenta, comparando-a com os testes iniciais e com os testes da turma que não utilizou o laboratório virtual. Para a turma que serviu como meio de comparação, ou seja, que não utilizou o *software*, os mesmos questionários foram aplicados, contudo durante e após a finalização do assunto ministrado. A avaliação dos resultados encontrados permitiu verificar que para a turma que utilizou o *software* de aulas simuladas de titulação do *ChemCollective* apresentou uma evolução de acertos relevantes. A partir dessa investigação conclui-se que o uso dessa ferramenta é uma boa solução tecnológica em tempos de flexibilização de estudos frente a necessidade de ser remoto, além de ainda melhorar o entendimento de conceitos teóricos e preparar os alunos para procedimentos a serem realizados em aulas práticas em ambientes reais.

**Palavras-chave:** Ensino de Química. Laboratório Virtual *ChemCollective*. Volumetria por Neutralização.

## ABSTRACT

Virtual laboratories are software that allow the execution of practical experiments simulated at a distance, providing a method of learning during remote teaching, and an important tool to complement classroom teaching. In order to investigate the use of this tool as a facilitating strategy for teaching chemistry, the ChemCollective software involving the theme volumetry by neutralization was analyzed. The analysis covered two classes of the chemistry technician integrated in secondary education, where both classes attended the same experimental subjects. In one of the classes, the use of the ChemCollective software was applied, which is freely available on digital platforms, specifically Laboratory 98, which has a virtual environment for neutralization titration with strong acids and bases. This resource was applied in parallel to the classes, while the other group of students had no contact with the software. However, the same theoretical and practical classes were given to both classes. To evaluate the effectiveness in the use of this tool, questionnaires on the topic of volumetry of neutralization were applied before and after the use of simulated classes in ChemCollective. Then, statistical analyzes were carried out to confirm the hypotheses, through the average of correct answers of the class that used the tool, comparing it with the initial tests and with the tests of the class that did not use the virtual laboratory. For the group that served as a means of comparison, that is, that did not use the software, the same questionnaires were applied, but during and after the course was taught. The evaluation of the results found made it possible to verify that for the class that used the ChemCollective software of simulated titration classes, it presented an evolution of relevant hits. From this investigation, it is concluded that the use of this tool is a good technological solution in times of flexibilization of studies in the face of the need to be remote, in addition to improving the understanding of theoretical concepts and preparing students for procedures to be carried out in classes practices in real environments.

**Keywords:** Teach Chemistry. ChemCollective. Virtual Labs. Volumetric Analysis Acid-Base.

## LISTA DE ABREVIATURAS

|                |  |
|----------------|--|
| <b>mL</b>      | Mililitro                              |
| <b>Teste-t</b> | Teste t de <i>student</i>              |
| <b>TICs</b>    | Tecnologia da informação e comunicação |

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 - 1º Passo adicionar todas as vidrarias e reagentes na bancada -----  | 22 |
| Figura 2 - 2º Passo transferir um volume conhecido de amostra em um erlenmeyer vazio e transferir a solução titulante na bureta. ----- | 23 |
| Figura 3 – Adição de indicador de fenolftaleína na amostra a ser titulada-----   | 24 |
| Figura 4 - Titulação da amostra-----   | 24 |
| Figura 5 – Fluxograma de como foi planejada coleta dos dados e amostragem-----   | 26 |
| Figura 6 - Simulação de uma titulação com os reagentes sobre a bancada -----   | 27 |
| Figura 7 - Sistema de titulação para ser analisado-----  | 28 |
| Figura 8 - Print do contato da aluna mostrando à professora seu interesse pelo software-----   | 22 |

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 Porcentagem de respostas assinaladas de cada turma .....                       | 14 |
| Tabela 2 Tabela de comparação da evolução de conhecimento entre as duas turmas<br>..... | 20 |

## LISTA DE GRÁFICOS

|   |    |
|---|----|
| Gráfico 1 - Representação da percepção de dificuldade dos alunos em responder às perguntas do pré-teste. .... | 17 |
| Gráfico 2 - Percepção do nível de dificuldade das questões.....   | 20 |

## Sumário

|   |    |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO .....   | 14 |
| 1.1 OBJETIVO GERAL.....   | 15 |
| 1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO .....   | 15 |
| 1.3 HIPÓTESE .....  | 16 |
| 2. REFERENCIAL TEÓRICO .....  | 17 |
| 2.1 USO DAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA<br>EDUCAÇÃO .....  | 17 |
| 2.2 O ENSINO DA QUÍMICA E A IMPORTÂNCIA DA EXPERIMENTAÇÃO .....   | 18 |
| 2.3 SIMULADORES OU LABORATÓRIOS VIRTUAIS .....  | 19 |
| 2.4 VOLUMETRIA DE NEUTRALIZAÇÃO .....   | 20 |
| 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....   | 25 |
| 3.1 MÉTODO ESCOLHIDO E JUSTIFICATIVA .....  | 25 |
| 3.2 AMOSTRAGEM.....   | 25 |
| 3.3 LABORATÓRIO VIRTUAL CHEMCOLLECTIVE.....   | 26 |
| 3.4 PROPOSTA DE AULA ENVOLVENDO LABORATÓRIO VIRTUAL.....  | 28 |
| 3.5 ELABORAÇÃO DAS AVALIAÇÕES DIAGNÓSTICAS (PRÉ E PÓS-TESTES) E<br>COLETA DE DADOS .....  | 29 |
| 3.6 APLICAÇÃO DA AULA SIMULADA SOBRE VOLUMETRIA DE NEUTRALIZAÇÃO<br>.....   | 29 |
| 3.7 ANÁLISE DOS DADOS.....  | 31 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....  | 14 |
| 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....   | 23 |
| 6. SUGESTÃO DE TRABALHOS FUTUROS.....   | 24 |
| APÊNDICES.....  | 27 |
| Apêndice A - PRÉ- TESTE.....  | 27 |
| Apêndice B - PÓS-TESTE.....   | 29 |
| Apêndice C - PLANO DE AULA .....  | 31 |
| ANEXOS .....  | 34 |
| Anexo A - Pós-teste resolvido por um aluno do segundo ano do ensino médio<br>integrado ao técnico em química. Observa-se desenhos e explicações para resolução<br>da pergunta. .... | 34 |
| Anexo B - Termo de consentimento .....  | 36 |

## 1. INTRODUÇÃO

A experimentação no ensino de química é essencial para o desenvolvimento do conhecimento do aluno. Isso ocorre, pois, a química é a ciência que estuda as transformações da matéria iniciando-se microscopicamente e se transformando em uma mudança visível aos nossos olhos. Desta forma a experimentação possibilita ao aluno melhor entendimento sobre o fenômeno por trás dessa conversão (ROSA; GROTTTO, 2008).

Como estamos vivendo em um período de pandemia, praticamente todas as instituições de ensino presenciais tiveram de se adaptar a um novo mundo. Na sua grande maioria as atividades presenciais foram suspensas por algum período, dando espaço ao ensino remoto. Na qual os estudantes relatam ter uma sensação de estarem aprendendo menos (NUNES, 2021).

Apesar da pandemia não ter acabado, uma grande parte da população está vacinada e as aulas presenciais estão retornando aos poucos. Neste cenário as aulas experimentais terão preferência principalmente no ensino profissionalizante, visto que são necessárias para a formação de bons profissionais.

Ainda que os alunos tenham aulas experimentais, percebe-se que muitos deles têm dificuldades de associar a teoria com a prática. Além disso, por vezes chegam aos laboratórios despreparados e inseguros. Por esse motivo, esse trabalho foi dedicado a estudar uma ferramenta para práticas experimentais virtuais, as quais poderão ser implementadas tanto no modo de ensino remoto quanto presencial.

A ferramenta escolhida para minimizar a ausência das aulas experimentais, ou ainda, no intuito de preparar alunos para entrarem no laboratório mais engajados, foi um laboratório virtual do *ChemCollective*, envolvendo volumetria de neutralização, onde é possível fazer diversas tipos titulações.

Nesse laboratório virtual, há a possibilidade de fazer os experimentos individualmente e repeti-los quantas vezes for necessário. Esse fato possibilita que o aluno reflita sobre o que está acontecendo no sistema, de modo que desenvolva seu

raciocínio lógico, assim como suas percepções sobre balanços estequiométricos, tudo isso com segurança, menor consumo de reagentes e sem geração de resíduos.

O assunto desta pesquisa surgiu pelo fato de ter percebido durante a jornada pessoal, por também ter cursado técnico em química, que os alunos eram instigados a titular e calcular, e não a raciocinar sobre o sistema de titulação. Os alunos não eram instigados a prever o volume do titulante a partir das concentrações conhecidas, ou prever as concentrações partir da quantidade de titulante utilizado, assim como as relações estequiométricas a serem respeitadas quanto às quantidades dos íons hidrônio e hidroxila.

Foi em uma aula de analítica durante o período de graduação em Licenciatura em Química, que veio a percepção sobre como era fácil prever o volume e concentrações na titulação. Esse momento de clareza foi tão bom, que se julgou pertinente verificar se mais alunos tinham essa dificuldade. Pois sob a ótica de um dia aluna e agora na condição de futura professora, os estudantes eram formados um tanto quanto indivíduos mecanizados a titular, calcular e analisar, que as vezes nem se dão conta disso. Desse modo, o objetivo geral e os específicos estão listados na sequência.

### **1.1 OBJETIVO GERAL**

Analisar se o auxílio do laboratório virtual 98 do *ChemCollective* beneficia o aluno no raciocínio lógico envolvido em problemas volumetria de neutralização.

### **1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO**

Preparar e planejar aulas envolvendo o uso do software de simulação com o Laboratório Virtual sobre volumetria de neutralização;

Avaliar o conhecimento dos alunos sobre volumetria de neutralização por meio de questionários de avaliação diagnóstica inicial (pré-teste);

Ministrar as aulas de simulação de titulação preparadas;

Avaliar a evolução do conhecimento dos alunos por meio de questionários de avaliação diagnóstica final (pós-teste), envolvendo o assunto de volumetria por neutralização;

Analisar os dados obtidos por meio de análise estatística;

Analisar o relato dos alunos da turma sobre o desempenho deles em aulas práticas reais.

### **1.3 HIPÓTESE**

A hipótese norteadora deste estudo é de que a aplicação de laboratórios virtuais auxilia no raciocínio lógico sobre volumetria de neutralização e produz impactos positivos na aprendizagem dos estudantes.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 USO DAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA EDUCAÇÃO

As tecnologias da informação e comunicação, chamadas de TICs, são compostas por todo ou qualquer recurso tecnológico capaz de proporcionar automação e comunicação, para diversos motivos, assim como pesquisa científica, negociações e ensino aprendizagem (LEITE; RIBEIRO, 2012).

Essa tecnologia fez com que fosse possível compartilhar a busca de novos conhecimentos, pois nenhum tipo de computador pode produzir conhecimento ou inteligência por si só. Porém é possível o compartilhamento em tempo real dos novos conhecimentos descobertos através de uma rede de dados (ROSA; GROTTTO, 2008).

As TICs foram se desenvolvendo gradualmente desde a década de 70, entretanto somente no ano de 2000 a América latina reconheceu os benefícios dessas tecnologias atreladas ao ensino e aprendizagem (LEITE; RIBEIRO, 2012).

A implementação das TICs nas escolas tem por objetivo a inclusão e acesso a esse tipo de ferramenta aos estudantes, que contribui no desenvolvimento de habilidades que serão necessárias ao longo da vida, relacionando essas tecnologias aos assuntos teóricos, gerando aos alunos uma aprendizagem mais prática e agradável (FISTAROL et al., 2014).

O ensino de química, mesmo sendo uma disciplina fundamentalmente experimental existe o lado visual. Onde é necessário que os estudantes consigam imaginar átomos, moléculas e elétrons. Para que isso seja possível se faz necessário o uso de estratégias de ensino. Por isso os alunos muitas vezes necessitam de exemplos para facilitar a associação e contextualização. E aí está mais uma vez a importância da tecnologia da informação, que por meio de imagens, vídeos, *gifs* entre outros, facilita a compreensão dos conceitos (ROSA; GROTTTO, 2008).

Com o início da pandemia do novo coronavírus, onde a principal maneira de controlar o vírus foi e ainda está sendo o distanciamento social, praticamente todas as escolas tiveram de se adaptar emergencialmente ao ensino remoto. Dessa forma, as TICs tiveram papel fundamental para que isso fosse possível (RODRIGUES, 2021).

Diante disso, fica evidente que as TICs são uma tendência em termos de soluções educacionais, independentemente da modalidade de ensino e que precisam ser mais estudadas e exploradas.

## 2.2 O ENSINO DA QUÍMICA E A IMPORTÂNCIA DA EXPERIMENTAÇÃO

A importância da experimentação já era defendida por filósofos como Aristóteles, que dizia: “quem possua a noção sem a experiência, e conheça o universal ignorando o particular nele contido, enganar-se-á muitas vezes no tratamento” (1979 apud GIORDAN, 1999, p. 43).

Giordan (1999) explica que a experimentação por hipóteses é um método de prender a atenção do aluno. Para Hodson (1994), a experimentação de maneira geral desperta a curiosidade e atração nos discentes, mas não necessariamente a motivação para estudar determinado assunto. Porém, alguns autores defendem a experimentação como fonte de motivação para o estudo de disciplinas como ciências, como Giordan (1999, p. 46) descreve.

“A chamada psicanálise do erro visa dosar o grau de satisfação íntima do sujeito, substrato indispensável para manter o aluno engajado em processos investigativos. Numa dimensão psicológica, a experimentação, quando aberta às possibilidades de erro e acerto, mantém o aluno comprometido com sua aprendizagem, pois ele a reconhece como estratégia para resolução de uma problemática da qual ele toma parte diretamente, formulando-a inclusive.”

Há vários tipos de experimentação, sendo as quatro principais de natureza demonstrativas, empírico-indutivista, dedutivista-racionalista e construtivista. As demonstrativas têm o propósito de comprovar algo. Isso é bem útil para experimentação de teorias. A experimentação empírico-indutivista é aquela que consiste em adquirir conhecimento através da observação e do uso de método científico, mas ainda assim, há as ditas verdades fixas. Já na dedutivista-racionalista as experimentações vão ser direcionadas as hipóteses, havendo construção de conhecimento científico. E na experimentação construtiva, é quando se parte do conhecimento prévio do aluno, para então chegar no conhecimento científico (SILVA, 2016).

A experimentação mais usada pelos professores de química e ciências é a demonstrativa, onde o professor prova determinado conceito através de uma experiência, com o intuito dos discentes compreenderem alguns fenômenos, que se

fossem passados somente na teoria seria facilmente esquecido. Deste modo conseguem associar a teoria à prática, facilitando a compreensão (SILVA, 2016).

Já de acordo com Araújo e Abib (2003), as atividades experimentais podem ser classificadas de acordo com a sua abordagem, na qual ele classifica em três tipos de atividades experimentais, sendo elas: de demonstração, de verificação e de investigação.

Nas atividades de experimentação demonstrativas, o professor assume papel principal, mas o professor pode desenvolver a experiência com a ajuda do aluno, questionando-o sobre o que acontece se adicionarmos determinado reagente ou aumentarmos a concentração. Isso por si só não garante construção de conhecimento, mas favorece a relação professor-aluno que beneficia a aprendizagem (SILVA, 2016).

Já a busca pela verificação de verdades é considerada por Araújo e Abib (2003) uma participação ativa. Esse tipo de abordagem experimental é bastante usado para alunos que não estão bem familiarizados com a realização de aulas experimentais, onde não possuem as habilidades de manuseio de utensílios necessários à prática.

A experimentação de investigação é aquela que o aluno desenvolve maiores habilidades como: tomada de decisões, resolução de problemas, criação de hipóteses, reflexão do processo, trabalho em equipe, dentre outras (ARAÚJO e ABIB, 2003).

O uso de práticas experimentais, além de ser bastante defendida por diversos autores, fica evidente que colabora no processo de ensino-aprendizagem do ensino de Química.

## **2.3 SIMULADORES OU LABORATÓRIOS VIRTUAIS**

É amplamente aceito que no ensino de química as aulas experimentais são essenciais para que os alunos consigam vincular a química ao mundo real. Pois o laboratório tem papel central no ensino desta disciplina e no engajamento dos estudantes no processo de investigação, relacionado às práticas experimentais a resolução de problemas. Elas têm se mostrado muito importantes para a aprendizagem dos alunos. Tanto é que têm sido incluídas nos currículos escolares em vários países, há mais de três décadas, com a finalidade de desenvolver habilidades científicas no aluno (VIEIRA, 2011).

Mesmo que as práticas experimentais de laboratório estejam associadas ao desenvolvimento do aluno, na qual podem enriquecer o processo de ensino aprendizagem, muitas escolas não possuem recursos financeiros ou até mesmo espaços físicos para implementação de laboratórios (MEDINA et al., 2011).

Para amenizar essa necessidade, os laboratórios virtuais proporcionam a realização de experimentos em escolas que não tem laboratório, onde por meio de aplicativos via *internet*, é possível simular fenômenos físicos e químicos, modelar sistemas, simular hipóteses, controlar a escala de tempo, entre outras aplicações (MEDINA et al, 2011).

O *Virtual Lab* da *ChemCollective*, é exemplo de laboratório virtual que possui uma biblioteca digital de atividades *on-line*, onde há vários experimentos de química propostos, que permite que os alunos pratiquem experimentos de química, para além da resolução dos problemas trazidos pelos livros didáticos. (YARON, 2010)

Para Valente (1993), os simuladores devem ser usados para complementar o conteúdo visto em aula, para que o discente possa fazer essa transição entre a simulação e o fenômeno no mundo real, onde o professor atua como mediador e facilitador do processo de desenvolvimento intelectual do aluno.

Para Rodrigues (2021), o desenvolvimento de animações, sons, simulações e vídeos, são recursos que auxiliam no processo de ensino e aprendizado de forma mais eficiente principalmente no ensino remoto, em meio a pandemia do coronavírus que estamos vivenciando.

Os laboratórios virtuais ainda podem melhorar o preparo prévio dos alunos para os procedimentos realizados nos laboratórios físicos. Assim, eles podem desenvolver um trabalho mais ativo nas práticas, otimizando as aulas. Por serem digitais estão alinhados aos métodos modernos com os quais os estudantes estão acostumados. Isso gera um engajamento maior e facilita o entendimento por parte dos alunos.

## **2.4 VOLUMETRIA DE NEUTRALIZAÇÃO**

A volumetria de neutralização é uma das técnicas volumétricas mais trabalhadas no dia a dia de um laboratório. É usada em química analítica para determinar a concentração ou teor de determinado composto (analito) em uma

amostra. Esse método consiste em reagir completamente um volume conhecido de amostra, com uma solução de concentração pré-estabelecida que é chamada de solução padrão, essa solução será o titulante e a amostra será o titulado (SKOOG; WEST; HOLLER; CROUCH, 2006).

O titulante é adicionado até que a amostra mude de cor, devido a presença de um indicador ácido-base, que muda de coloração quando se atinge o ponto final ou de viragem, que indica que o ponto de equivalência já foi alcançado. Este indica que todos os reagentes reagiram estequiometricamente entre si, ou seja, ambos foram consumidos e nenhum encontra-se em excesso, já o ponto final possui um pequeno excesso de ácido ou base, que faz com que o indicador mude de coloração (SKOOG; WEST; HOLLER; CROUCH, 2006).

O indicador ácido-base é um composto cuja forma não dissociada difere da cor de sua base ou ácido conjugado. Sendo assim, ao adicional excesso íons  $H^+$  ou  $OH^-$  o equilíbrio da reação é deslocado, fazendo com que seja visível a mudança de coloração. Cada indicador tem sua faixa específica de transição de pH, e a escolha do indicador ácido-base deve ser conforme o pH no ponto de equivalência da titulação (SKOOG; WEST; HOLLER; CROUCH, 2006).

Desse modo, o titulante deve ser uma base e o titulado um ácido, ou vice-versa, para que a reação de neutralização aconteça, resultando como produtos sal e água. A denominação do que é um ácido e uma base, foi construída ao longo de muitos anos, na qual há várias teorias que se complementam, com a de Arrhenius, a de Brønsted-Lowry e a de Lewis (MIESSLER; FISCHER; TARR, 2014.).

Os ácidos ou bases ao serem misturados em água, se ionizam ou dissociam de acordo com o seu grau de ionização ou dissociação, visto que nem todas as moléculas se ionizam ou dissociam. Desse modo, as bases e ácidos que se ionizam ou dissociam cem por cento serão consideradas bases e ácidos fortes, para aquelas substâncias que se ionizam ou dissociam parcialmente são chamadas de ácidos e bases ditas fracas (MIESSLER; FISCHER; TARR, 2014.).

Em uma titulação ácido-base quando ambos de grau de ionização ou dissociação for acima de 50%, ditas fortes, como o HCl e NaOH e de mesma concentração molar, será necessário o mesmo volume usado na amostra, pois as

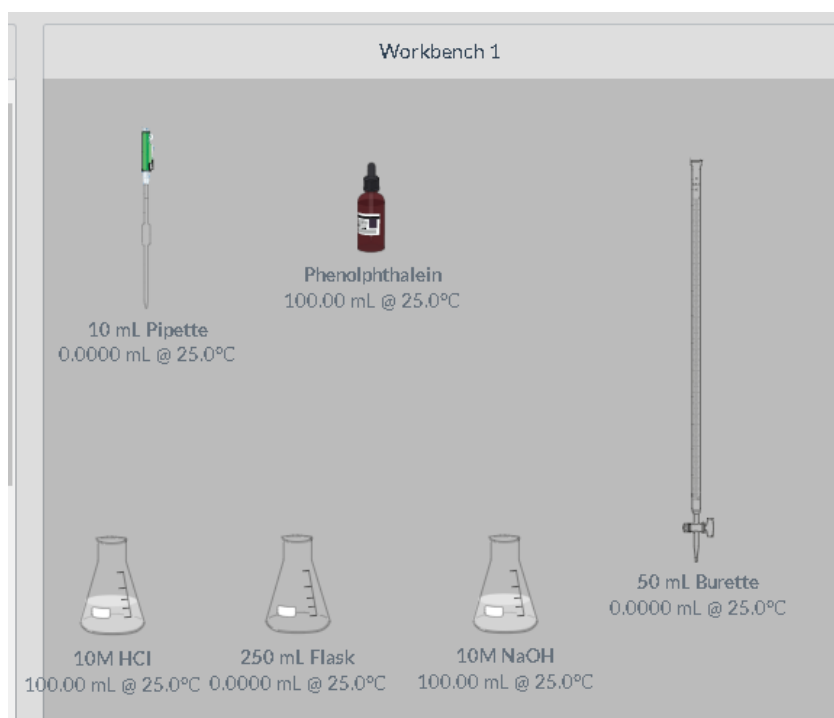
quantidades de ácido fortes e base forte se equivalem, resultando num pH 7 que é neutro (HARRIS, 2005).

Já na titulação de um ácido forte com uma base fraca ou vice-versa, onde a quantidade de mols do titulante é igual ao do titulado, ao atingir o ponto de equivalência a solução resultante será de caráter ácido ou básico, devido a diferença de grau de ionização ou dissociação, sendo assim, um ácido fraco titulado com base forte resultará em uma solução de caráter básico, já uma base fraca com um ácido forte a solução será de caráter ácido. Tendo em vista isso, é possível escolher o indicador mais apropriado para cada faixa de pH resultante (HARRIS, 2005).

Os laboratórios virtuais, como o *ChemCollective*, dispõem de práticas que abrangem a teoria da volumetria de neutralização e são capazes de auxiliar no ensino e aprendizagem dos alunos, podendo ajudar na didática dos conteúdos de volumetria, de modo presencial e remoto, utilizando as TICs que já estão presentes na vida dos estudantes.

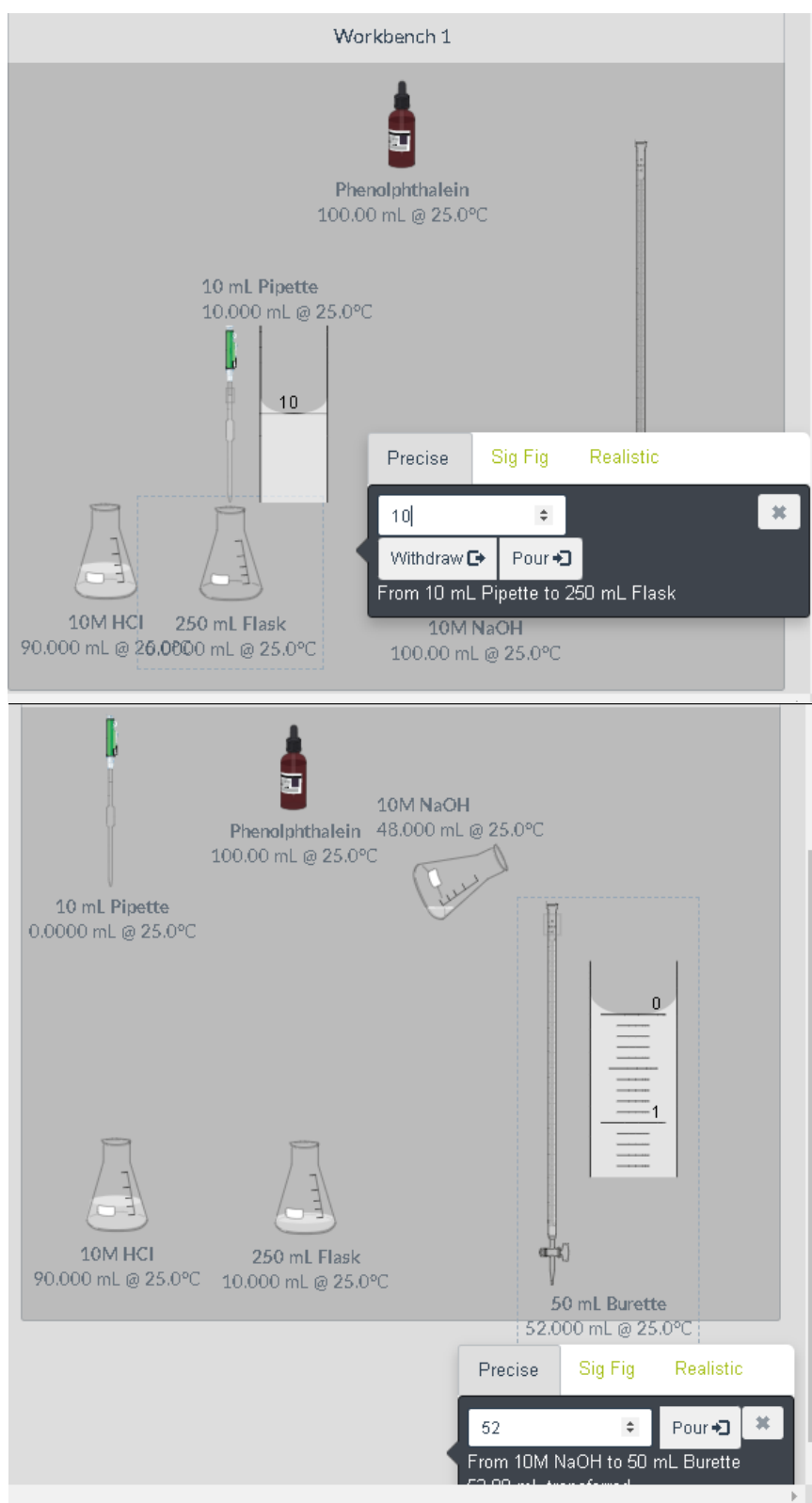
A seguir está o passo a passo para a realização de uma titulação ácido-base no laboratório 98 do *ChemCollective*.

Figura 1- 1º Passo adicionar todas as vidrarias e reagentes na bancada



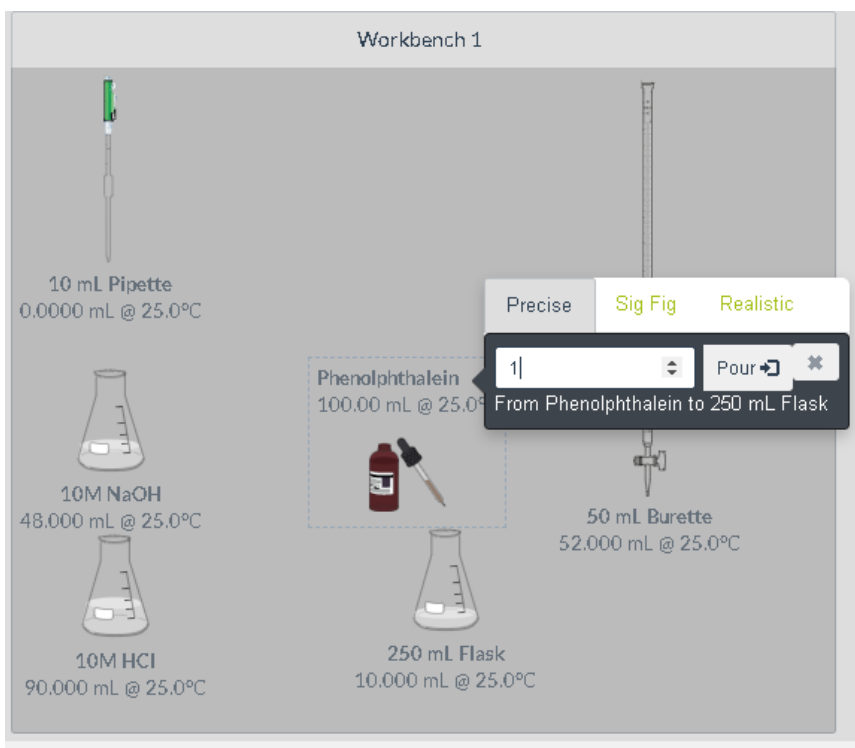
Fonte: Imagem obtida pelo software, 2022

Figura 2 - 2º Passo transferir um volume conhecido de amostra em um erlenmeyer vazio e transferir a solução titulante na bureta.



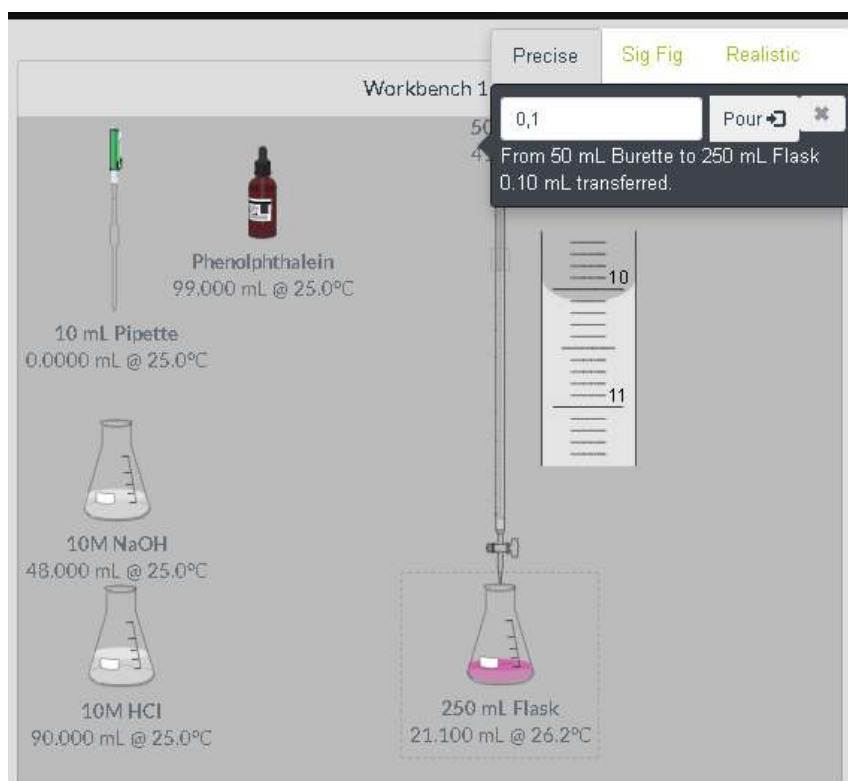
Fonte: Imagem obtida pelo software, 2022

Figura 3 – Adição de indicador de fenolftaleína na amostra a ser titulada



Fonte: Imagem obtida pelo software, 2022

Figura 4 -Titulação da amostra



Fonte: Imagem obtida pelo software, 2022

### **3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

#### **3.1 MÉTODO ESCOLHIDO E JUSTIFICATIVA**

Esta pesquisa de natureza aplicada, possui um delineamento exploratório, de método quali-quantitativo, na qual utiliza o estudo de caso como procedimento principal. A pesquisa exploratória está voltada a responder a um problema. Sendo assim, é possível prever hipóteses para tornar a questão mais clara (GIL, 1991 apud NASCIMENTO, 2016).

No método quantitativo as medidas são padronizadas e sistemáticas, podendo reunir respostas pré-determinadas, facilitando a comparação e a análise de medidas estatísticas de dados (NASCIMENTO, 2016).

Para Nascimento (2016), o método qualitativo é baseado nas informações e fenômenos observados pelo pesquisador, pois é o pesquisador que interpreta os dados, incluindo a descrição de uma pessoa ou cenário.

De acordo com Lüdke e André (1999 apud NASCIMENTO, 2016, p. 5), o estudo de caso pode ser dividido em três principais etapas, sendo elas: exploração, coleta de dados e delimitação do estudo, e análise e interpretações das descobertas.

#### **3.2 AMOSTRAGEM**

Para esse estudo foram realizadas análises comparativas entre duas turmas de técnico em química integrado ao ensino médio do *campus* Feliz. Ambas as turmas estavam cursando as mesmas disciplinas experimentais. Pois o terceiro ano estava realizando disciplinas remanescentes, que não foram ministradas antes, devido a necessidade de distanciamento social em meio a pandemia do covid-19.

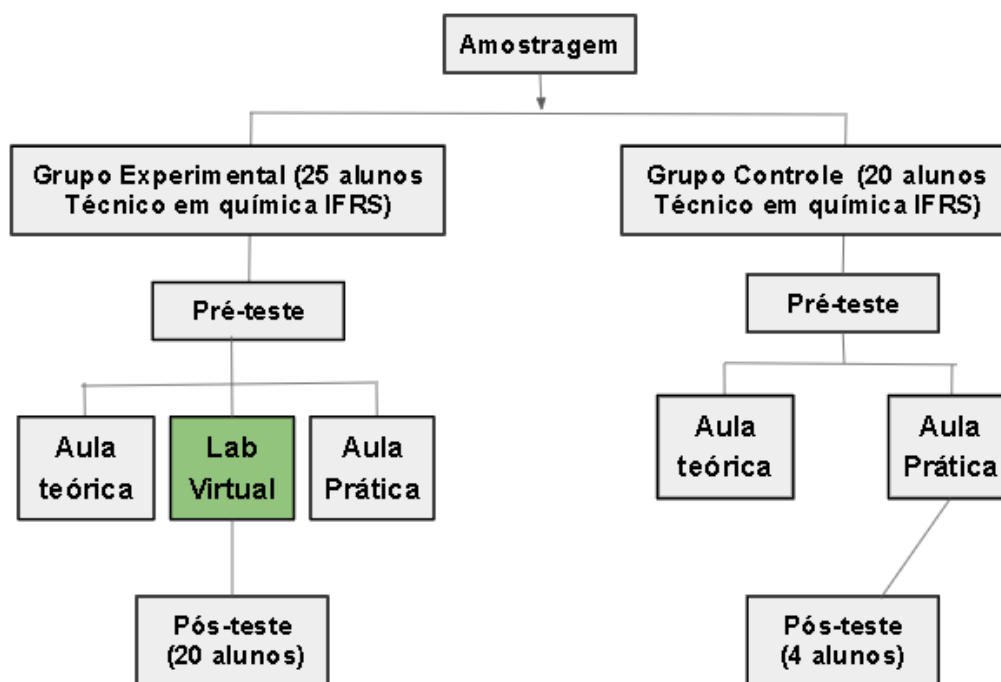
Ambas as turmas tiveram as mesmas aulas teóricas e práticas de volumetria de neutralização, assunto este que estava sendo estudado no momento. Porém apenas a turma do segundo ano, utilizou o laboratório virtual antes da aula prática. Desse modo a turma do segundo ano será o grupo experimental e a turma do terceiro ano será o grupo controle.

No grupo experimental participaram do pré-teste 25 alunos e 20 no pós-teste. Essa diferença de participantes ao final da pesquisa se deve ao fato de alguns alunos terem escolhido se manter no ensino remoto, pois o ensino presencial não era obrigatório no semestre em que foi feita a pesquisa.

No grupo controle, 20 alunos participaram do pré-teste e somente 4 alunos participaram do pós-teste, pois somente estes quatro alunos optaram por retornar ao ensino presencial.

Pelo fato do grupo controle no pós-teste não ser representativo, por ser um quinto da amostra inicial, não será analisada. Somente o pré-teste do mesmo será utilizado para comparações, pois isso foi um contratempo encontrado na pesquisa.

Figura 5 – Fluxograma de como foi planejada coleta dos dados e amostragem



Fonte: Elaborada pela autora, 2022.

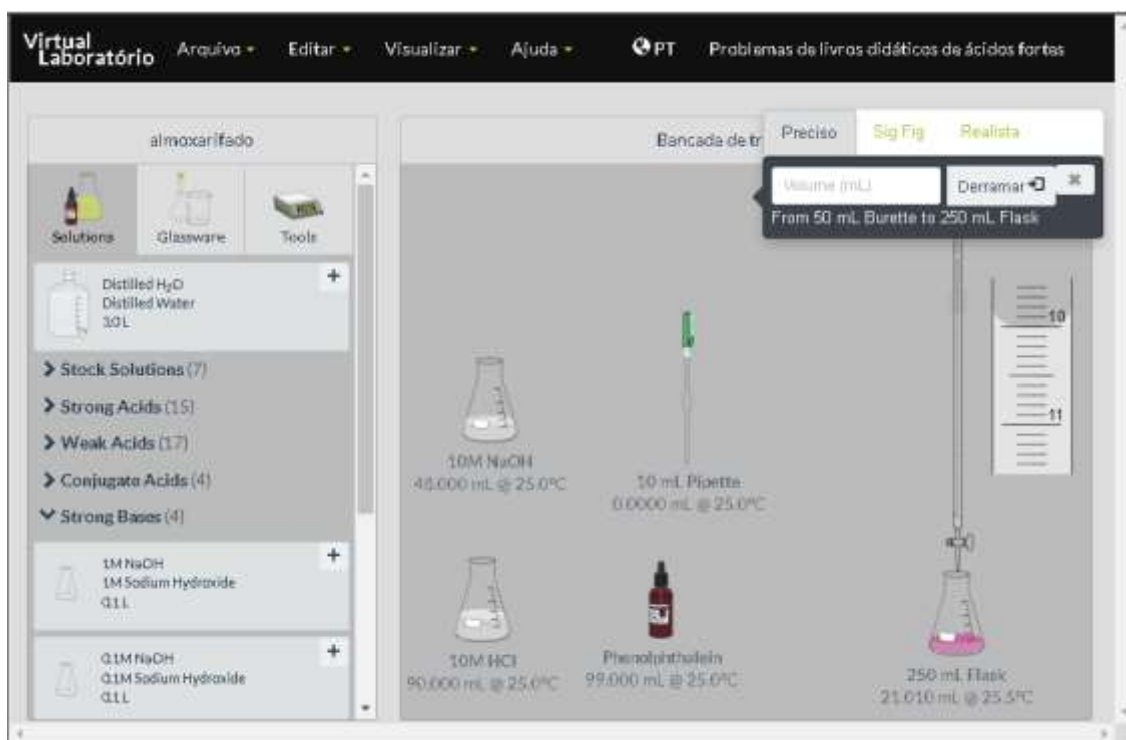
### 3.3 LABORATÓRIO VIRTUAL CHEMCOLLECTIVE

O laboratório virtual *ChemCollective* possui diversos laboratórios com várias análises disponíveis de forma gratuita. Desse modo, esta pesquisa tem por objetivo verificar se essa ferramenta virtual auxilia no raciocínio lógico de questões de volumetria de neutralização, com o intuito de auxiliar os alunos a prever volumes

gastos de titulante, concentração de amostras e relações estequiométricas das reações de titulação.

O *software* utilizado nas aulas lecionadas para o grupo experimental pode ser acessado pelo link: <http://chemcollective.org/vlab/98>. A Figura 6 mostra a interface do *software*, na qual a região central representa a bancada e à esquerda encontram-se as vidrarias e reagentes necessários.

Figura 6 - Simulação de uma titulação com os reagentes sobre a bancada



Fonte: Imagem obtida da interface do *software*, 2022.

Apesar do *software* estar em inglês, é fácil de ser manuseado, pois as formulas moleculares são universais, facilitando a identificação em qualquer linguagem. Já a subdivisão dos reagentes foi mencionada em aula o significado de cada classe.

Os reagentes utilizados nesta prática foram os *strongs acids* e *strongs bases*, que significa ácidos e bases fortes, na qual devem ser adicionados na bancada, assim com as respectivas vidrarias. Transferir uma amostra ácida para um *erlenmeyer* vazio adicionando o indicador de *phenolphthalein*, colocar a base pretendida na bureta e arrastá-la para cima da amostra, abrindo uma janela de transferência de volume, sendo possível simular a titulação lentamente até a mudança de coloração.

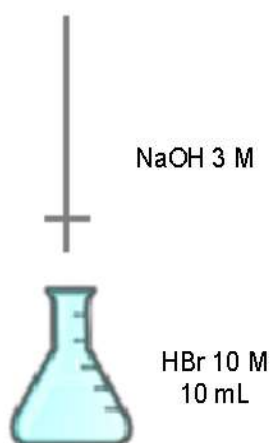
### 3.4 PROPOSTA DE AULA ENVOLVENDO LABORATÓRIO VIRTUAL

A aula foi preparada a partir do uso do *software ChemCollective*, especificamente o laboratório 98, o qual envolve o assunto de volumetria por neutralização. Foram preparadas aulas que envolviam titulações entre ácidos e bases fortes, com propósito de desenvolver o raciocínio lógico dos alunos nos quesitos de estequiometria de reação e comparação das concentrações.

O plano de aula na íntegra pode ser visto no Apêndice C, onde consta como foi ministrada a aula, na qual foi utilizado o laboratório virtual para verificar se o raciocínio do aluno estava correto.

Para auxiliar nesse raciocínio, foi instruído que os alunos desenhassem o sistema, para melhor identificar e comparar as concentrações. Um exemplo utilizado é mostrado na Figura 2.

Figura 7 - Sistema de titulação para ser analisado



Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

Desse modo fica mais fácil o aluno observar se a reação que ocorre é 1:1 ou 1:2. Neste caso, conforme demonstrado na Figura 7 que foi um problema verificado no *ChemCollective* pelos alunos, é de 1:1. Isso pode ser observado pois temos um mol de cátion hidrogênio reagindo com um mol de ânions hidroxila, porém as concentrações são diferentes, e é aí que o aluno consegue visualizar com maior clareza que a concentração da amostra é 3,3 vezes mais concentrada do que o titulante, sendo assim, gastará um volume 3,3 vezes maior que a amostra, resultando

em um volume de 33,4 mL até o ponto de viragem, considerando um excesso de 0,1 mL para modificar a cor da solução pelo indicador de fenolftaleína.

### **3.5 ELABORAÇÃO DAS AVALIAÇÕES DIAGNÓSTICAS (PRÉ E PÓS-TESTES) E COLETA DE DADOS**

Inicialmente foram entregues os termos de consentimento para os participantes, ou responsáveis legais que pode ser visto no Anexo B, na qual preencheram e assinaram, podendo assim, participar da pesquisa. Alguns termos também foram recolhidos de maneira digital.

Foram elaborados dois testes: o primeiro teste nomeado de pré-teste foi aplicado para ambas os grupos no qual está disponível no Apêndice A. Nele contém perguntas quantitativas e qualitativas, sendo possível comparar os acertos de cada grupo.

O segundo teste foi nomeado de pós-teste, conforme mostrado no Apêndice B, onde apresentava duas questões adicionais às do primeiro teste para o grupo experimental. Essas perguntas adicionais eram sobre o uso do laboratório virtual, visto que somente o grupo experimental realizou o pós-teste, devido a amostragem final do grupo controle não ser representativa.

Os testes elaborados consistiam de perguntas quantitativas e qualitativas, na qual sete questões eram problemas de volumetria com apenas uma resposta certa, uma questão de opinião e quatro perguntas qualitativas, totalizando doze questões. Cabe ressaltar que os questionários não eram nominais, ou seja, os alunos não eram identificados na análise. Foi avaliado também os relatos dos alunos durante a aula e o relato da professora da disciplina, quanto ao desempenho dos cálculos teóricos.

### **3.6 APLICAÇÃO DA AULA SIMULADA SOBRE VOLUMETRIA DE NEUTRALIZAÇÃO**

Após a aplicação dos pré-testes para o grupo experimental foram aplicadas duas aulas de forma remota pelo *Google Meet*, pois a turma estava dividida: parte dos alunos tinham aulas práticas no *campus* e a outra parte dos alunos tinham aulas

teóricas de forma *on-line*. Essa divisão de turma foi devido ao distanciamento social em tempos de pandemia.

A participação da turma na primeira aula remota foi muito baixa, poucos alunos abriam o microfone para responder e as câmeras estavam desligadas, dificultando a percepção do professor quanto ao entendimento e compreensão do que se dizia. Depois de obter uma resposta era pedido que eles acompanhassem a verificação da resposta no laboratório virtual 98 do *ChemCollective*.

Essa verificação era para ser feita em conjunto, na qual foi apresentado aos alunos e os mesmos deveriam reproduzir os experimentos em seus computadores. Todavia, como a maioria dos alunos estava acompanhando as instruções pelo *Google Meet* e o *ChemCollective* simultaneamente no mesmo computador, ficava difícil acompanhar a explicação da titulação e fazer a sua própria simulação e por esse motivo, na segunda aula *on-line*, foi solicitado que os alunos entrassem no *Google Meet* pelo celular e fizessem a simulação pelo computador para que conseguissem acompanhar melhor a aula e fazer a simulação simultaneamente.

A segunda aula foi ministrada para a outra parte da turma, que funcionou melhor, mas da mesma forma que na primeira aula, apenas poucos alunos participaram abrindo o microfone, questionando, ou seja, o público que realmente estava participando era pequeno.

Após a aplicação da aula simulada *on-line*, houve o retorno gradual das turmas do segundo ano. Dessa forma foi dada uma aula simulada presencial, para garantir que os resultados da pesquisa fossem de fato verdadeiros, pois deste modo todos os estudantes realizaram as atividades propostas no laboratório de informática, sob supervisão da professora.

Sendo assim, toda a turma recebeu as mesmas instruções, pois nas aulas *on-line* percebeu-se que uma parte da turma tinha mais dificuldades do que a outra. Dessa forma, foi revisado os elementos contidos na interface do *software*, que incluía, vidrarias, reagentes, reações e o procedimento. Em seguida foi desenhado no quadro um sistema de titulação com as devidas concentrações, na qual deveriam responder o valor gasto na titulação.

Na aula foram apresentados problemas parecidos ou iguais àqueles propostos nos testes. A dinâmica envolveu questionamentos de raciocínio lógico, onde os alunos eram instigados a responder as perguntas a partir de cálculos mentais.

Assim, eles respondiam o valor que eles calcularam mentalmente, os quais eram dispostos no quadro, havendo várias respostas diferentes. Após foi explicado o raciocínio de cada questão, onde os alunos verificavam se o resultado calculado mentalmente por eles estava correto, conferindo com as simulações pelo laboratório virtual 98 do *ChemCollective*.

E com isso toda a turma de 20 alunos participou bastante da aula, questionando quando tinham dúvidas e todos os alunos realizaram as titulações no *ChemCollective* com o auxílio da professora caso fosse necessário.

### **3.7 ANÁLISE DOS DADOS**

Ambos os questionários de pré-teste eram iguais, desse modo foi possível comparar as respostas das duas turmas, e analisar os conhecimentos prévios através da quantidade de participantes que acertaram as questões quantitativas de cada grupo.

Foi feita a análise da evolução do grupo experimental que teve aulas com o auxílio do *ChemCollective*, através de comparação de acertos e testes de hipóteses realizada por análises no Excel, como o teste-F e o teste t.

A partir desses testes foi possível verificar se a média de acertos do pós-teste realmente era maior que a média de acertos no pré-teste, num intervalo de confiança de 95%. Para desse modo, comprovar o benefício ou não do uso da ferramenta na aprendizagem dos alunos.

Foram analisadas as respostas qualitativas ao término das análises quantitativas de ambos os grupos e ao final avaliado a percepção dos alunos quanto aos testes e a volta ao ensino presencial.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste trabalho teve-se o intuito de analisar se o auxílio do laboratório virtual 98 do ChemCollective, beneficia o aluno no raciocínio lógico envolvido em problemas de volumetria de neutralização, considerando a estequiometria das reações. Onde foi elaborada uma aula para os alunos do segundo ano do técnico em química, que foi o grupo experimental, onde estes pudessem reproduzir e verificar os resultados dos problemas, através dessa ferramenta virtual.

Os resultados para a pesquisa foram baseados em pré-testes e pós-testes de duas turmas diferentes, uma que recebeu a aula com a utilização do laboratório virtual e a outra não. E assim, foram analisados e comparados os pré-testes de ambas as turmas e em seguida a evolução das mesmas, comparando os testes iniciais e finais.

### 4.1 ANÁLISE DAS QUESTÕES APLICADAS NOS PRÉ-TESTES

Na primeira questão foi abordado o raciocínio lógico sobre o possível volume de titulante gasto (solução padrão) caso tivéssemos 10 mL da amostra de ácido clorídrico (solução problema). A solução padrão era constituída de hidróxido de sódio, ambas da mesma concentração molar.

Nessa questão, basicamente o aluno deveria identificar que a relação estequiométrica dos reagentes era de 1:1, pois temos um único hidrônio e uma hidroxila. Na aplicação do pré-teste, 67% dos estudantes do grupo experimental acertaram e 65% dos alunos do grupo controle também acertaram. As demais respostas obtiveram as porcentagens conforme a Tabela 1

Tabela 1 - Porcentagem de respostas assinaladas de cada turma

| Alternativas | Porcentagem de marcações do grupo experimental | Porcentagem de marcações do grupo controle. |
|--------------|--|---|
| 5,1 mL       | 13%  | 5%  |
| 10,1 mL      | 67%  | 65%   |
| 12,1 mL      | 17%  | 0%  |

|         |    |     |
|---------|----|-----|
| 15,1 mL | 0% | 25% |
| 20,1 mL | 4% | 5%  |

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

A segunda pergunta estava relacionada à possível concentração de uma amostra de 10 mL de ácido sulfúrico que foi neutralizada com 20,1 mL de hidróxido de sódio  $3 \text{ mol L}^{-1}$ , sendo 0,1 mL considerado o excesso para o ponto de viragem. Pediu-se qual é a concentração do ácido.

A porcentagem de acertos foi maior no grupo controle, onde 35% dos alunos acertaram em comparação aos 26% de acertos do grupo experimental. Nesta questão a relação estequiométrica era de 1:2, sendo necessário o dobro do volume da amostra para ocorrer a neutralização completa, sendo assim, a concentração da amostra de ácido sulfúrico também era de  $3 \text{ mol L}^{-1}$ .

A terceira pergunta estava relacionada ao raciocínio de volumetria de neutralização de diferentes concentrações, porém de estequiometria 1:1, onde os estudantes deveriam deduzir qual deveria ser o volume gasto na bureta, ao titular uma amostra de 10 mL de Ácido bromídrico  $1 \text{ mol L}^{-1}$  com hidróxido de sódio  $2 \text{ mol L}^{-1}$  como titulante. As opções de resposta eram:

- Maior do que o volume da amostra
- Menor do que o volume da amostra
- Igual ao volume da amostra
- Quatro vezes maior do que o volume da amostra
- Três vezes maior do que o volume da amostra

A alternativa correta é: menor que o volume da amostra, pois o titulante era duas vezes mais concentrado, então gastaria em torno de 5 mL do titulante para neutralizar os 10 mL da amostra.

Nesta questão 68% das pessoas do grupo controle acertaram a resposta, já o grupo experimental obteve apenas 30% dos acertos. A maioria respondeu que seria um volume igual, o que representa 46% dos alunos.

Na quarta questão o raciocínio era o mesmo, onde se propunha uma titulação 1:1. Perguntou-se qual a quantidade em mL de titulante hidróxido de sódio  $3 \text{ mol L}^{-1}$  era necessária para neutralizar uma amostra de 10 mL de ácido bromídrico com

concentração de  $10 \text{ mol L}^{-1}$ . A resposta correta é 33,4 mL considerando 0,1 mL de excesso para a viragem.

Nesta questão 75% dos alunos do grupo controle acertaram e 58,3% dos estudantes do grupo experimental também acertaram.

Na questão cinco foi pedido para que os estudantes respondessem o volume aproximado gasto na titulação até atingir o ponto de viragem, ao titular 10 mL de uma amostra de ácido nítrico  $3 \text{ mol L}^{-1}$  com um titulante hidróxido de sódio também  $3 \text{ mol L}^{-1}$ . A resposta correta é 10,1 mL levando em consideração 0,1 mL de excesso da base para a mudança de coloração do indicador.

Aqui 58% dos alunos do grupo controle acertaram e no grupo experimental apenas 27,3% dos alunos responderam corretamente.

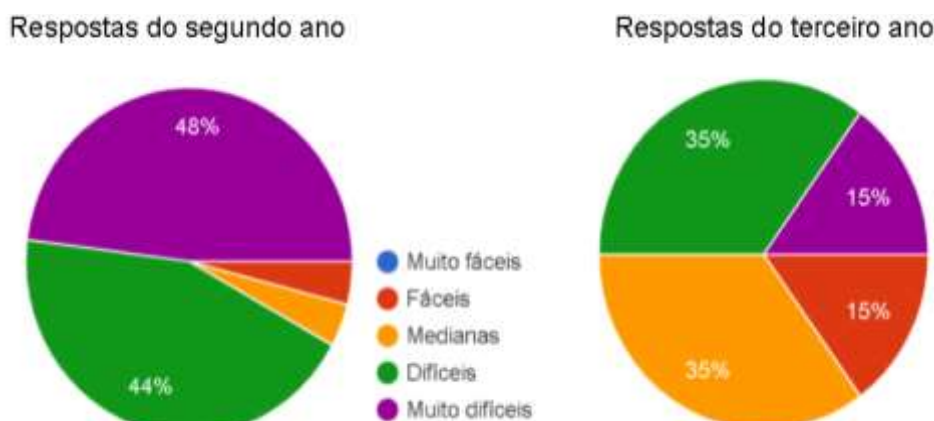
A sexta pergunta estava relacionada a uma titulação 1:2, onde utilizamos uma amostra de 10 mL de ácido sulfúrico com hidróxido de sódio como titulante, ambas com a mesma concentração. A resposta certa é 20,1 mL considerando o excesso proposto no enunciado. Dos acertos obtidos, 45% dos participantes do grupo controle acertaram e obteve-se 36% de respostas corretas no grupo experimental.

Na sétima pergunta era fornecido o volume gasto na bureta que correspondia a 1,1 mL do titulante, onde os participantes deveriam prever a concentração de 10 mL de amostra de ácido clorídrico, sabendo que a concentração do titulante era de  $1 \text{ mol L}^{-1}$  de hidróxido de sódio.

A resposta correta é  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ , pois como a amostra é de 10 mL e o volume gasto na bureta é de 1,1 mL levando em consideração o excesso. Sabe-se que o titulante é 10 vezes mais concentrado que a amostra e um dividido por dez resulta em uma concentração de  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ . Nessa questão, 63% dos participantes do grupo controle responderam corretamente à pergunta e apenas 23% dos participantes do grupo experimental acertaram.

Ao serem questionados sobre o nível de dificuldade das perguntas, percebe-se que as respostas do grupo controle são mais distribuídas, enquanto as respostas do grupo experimental praticamente estavam divididas em difíceis e muito difíceis, conforme o Gráfico 1.

Gráfico 1 - Representação da percepção de dificuldade dos alunos em responder às perguntas do pré-teste.



Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

Ao analisar os pré-testes de ambas as turmas, consegue-se evidenciar que o grupo controle apresentou em média melhores resultados, além de considerar as perguntas não tão difíceis. Há de se levar em consideração que o grupo controle possui maior bagagem acadêmica e por isso, possivelmente, obtiveram maior quantidade de acertos.

Em ambos os pré-testes pode-se perceber que os alunos não estavam seguros das respostas assinaladas. Muitos escreveram que chutaram inúmeras questões. A percepção da professora que aplicou os pré-testes foi a mesma nas duas turmas. Uma grande maioria dos alunos ficou um tanto quanto desesperada ao responder os testes, por acharem difícil.

Nas perguntas qualitativas dos pré-testes, percebe-se que os alunos do grupo experimental em sua maioria não tiveram nenhum contato com laboratórios virtuais ou simulações para auxiliar na fixação ou auxiliar no ensino. Já alguns alunos do grupo controle, disseram ter tido contato com algum tipo de simulações em disciplinas como física, química orgânica e analítica.

Quando lhes foi questionado sobre haver algum tipo de dificuldade na aprendizagem de volumetria de neutralização na questão 10, as respostas foram que sim. Na percepção de todos os alunos do grupo experimental, foi que o conteúdo de titulação ofereceu dificuldades, descreveram que não aprenderam no ensino remoto, que já viram o assunto, mas não lembram, que não praticaram os exercícios e não estudaram a matéria em casa e relataram ter dificuldades em entender os cálculos.

As respostas do terceiro ano referentes a esta questão apresenta menor quantidade de participantes com dificuldades. Os que relataram possuir uma demanda nesse conteúdo disseram que não tem total conhecimento no assunto, e a resposta que mais foi evidente foi a dificuldade em entender os cálculos.

Essa menor percepção de dificuldade do grupo controle, pode estar associada ao fato de terem tido um ano de ensino presencial antes do início da pandemia e já terem cursado disciplinas como analítica, que estuda a volumetria de neutralização.

Já o grupo experimental iniciou o ensino médio em meio a pandemia, onde tiveram somente um mês de aula presencial, podendo assim, haver maior defasagem no ensino, o que leva a percepção de ser mais difícil.

Ao perguntar sobre os benefícios das aulas práticas no processo de ensino-aprendizagem de química, todos os alunos de ambos os grupos descrevem que conciliar a prática com a teoria deixa o estudo mais fácil de entender e interessante, assim como, o fato de poder tirar as dúvidas que surgem. Isso porque no ensino remoto os alunos tiveram poucas aulas práticas e dificilmente pergunta ou questiona algo por vergonha, e isso deu para perceber pelas respostas dos questionários.

A última pergunta (Questão 12) era se o participante acredita que a prática facilita a aprendizagem de conceitos teóricos, e novamente todos os alunos responderam que sim, pois desse modo, pode se ver as reações acontecendo e facilita o entendimento dos cálculos.

## 4.2 ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DO PROCESSO DE APRENDIZAGEM

Ao analisar os resultados do pré e pós-teste do grupo experimental, consegue-se perceber uma evolução considerável nas respostas, conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2 - Porcentagem de acertos do grupo experimental antes e após o uso de aulas simuladas pelo laboratório virtual ChemCollective

| Questão | Porcentagem de acertos no pré-teste | Porcentagem de acertos no pós-teste | Evolução do processo de aprendizagem |
|---------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 1       | 67%                                 | 95%                                 | 28%                                  |
| 2       | 26%                                 | 45%                                 | 19%                                  |

|   |     |     |     |
|---|-----|-----|-----|
| 3 | 30% | 70% | 40% |
| 4 | 58% | 95% | 37% |
| 5 | 27% | 70% | 43% |
| 6 | 18% | 70% | 52% |
| 7 | 23% | 68% | 46% |

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

As questões 3 e 7 foram as questões que obtiveram o menor percentual de acertos, em pré e pós-testes. Ao verificar respectivas questões, ambas dão o volume gasto de solução padrão, sabendo-se a concentração dessa solução e o volume da amostra, na qual a pergunta final foi relacionada a concentração dessa amostra ácida, ou seja, o caminho inverso do raciocínio realizado em aula.

Essa baixa porcentagem pode ser atribuída ao fato de não ter sido exemplificada dessa forma na aula, porém é o caminho inverso do que lhes foi proposto, sendo que em comparação aos pré-testes eles foram muito melhores, na qual a média dos percentuais de acertos cresceu 38% em relação aos testes iniciais.

Ao avaliar se houve melhoras significativas nos resultados obtidos no pós-teste, foi atribuída uma nota, onde cada questão certa do teste contabilizava 1 ponto, sendo assim, as notas variaram de 0 a 7. A partir disso, foi possível calcular a média e o desvio padrão das amostras no pré e pós teste.

Como os questionários não foram nominais, foi utilizado o teste estatístico de amostras independentes, onde por meio do teste-F<sup>1</sup> foi observada que não havia diferença significativa entre as variâncias, sendo assim, foi analisada a média dos resultados, supondo variâncias iguais através do teste-t<sup>2</sup>, no qual revelou um p-valor < 0.0001 que indica que a média do pós-teste é maior que a média do pré-teste, num nível de significância de 5%.

Os resultados encontrados foram semelhantes aos resultados de outros estudos envolvendo laboratórios virtuais, na qual o grupo experimental obtém ganho significativo de aprendizado (FIAD; GALARZA, 2015).

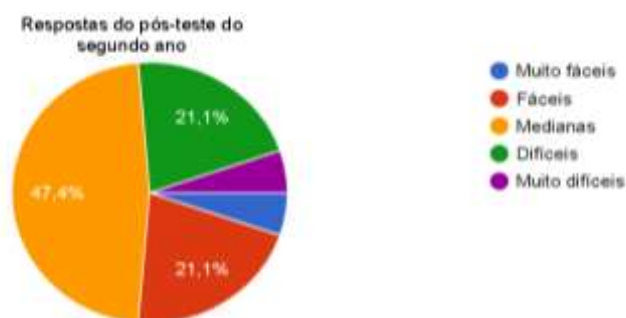
---

<sup>1</sup> Teste-F é o teste de análise de variância, na qual calcula se as variâncias das médias são consideradas iguais ou diferentes.

<sup>2</sup> Teste-t é o teste de hipóteses usado em estatística para aceitar ou rejeitar a hipótese nula.

Após da aula ministrada, foi feita a mesma pergunta sobre a percepção da dificuldade das questões, onde no pré-teste havia se dividido entre difíceis e muito difíceis, já no pós-teste as respostas estavam mais distribuídas, apresentando 5% de participantes que considerou as perguntas muito fáceis e 5% que achou muito difícil, conforme mostra o Gráfico 2.

Gráfico 2 - Percepção do nível de dificuldade das questões



Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

Sendo assim a comparação da amostra podem ser representadas pela Tabela 3.

Tabela 2 Tabela de comparação da evolução de conhecimento entre as duas turmas

| Turma                            | Média pré-teste | Média pós-teste | Evolução a partir da média | p-valor teste t |
|----------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------------|-----------------|
| Grupo experimental (Segundo ano) | 2,28            | 5,05            | 2,77                       | < 0.0001        |

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

A mesma análise não pode ser feita para o grupo controle, pois a quantidade de participantes no pós-teste não foi representativa, não podendo assim analisar sua evolução diante de teste estatísticos.

Ao avaliar as questões descritivas do pós-teste do grupo experimental, muitos relataram os mesmos argumentos encontrados no pré-teste, que o retorno do ensino presencial está sendo muito bom para a aprendizagem, e que estão em busca do tempo perdido, pois com o ensino remoto não aprenderam muito ou não lembram dos assuntos. Relatam também que as aulas práticas facilitam o processo de aprendizagem, pois conseguem correlacionar o que aprenderam na teoria.

Ao questionar aos alunos que participaram da aula simulada no laboratório virtual *ChemCollective* se essa ferramenta os ajudou na compreensão do ensino sobre volumetria de neutralização, todos responderam que sim.

Em uma pesquisa realizada com alunos de uma escola básica no estado da Paraíba que utilizou como ferramenta de auxílio o laboratório virtual *Crocodile Chemistry*, mostrou que 90% dos alunos aprovou o uso de simulação em aulas de química, proporcionando uma maior interatividade e facilidade no processo de ensino-aprendizagem (LUCENA; DOS SANTOS; DA SILVA, 2013).

E ao perguntar se eles acreditam que esse recurso contribuiu para o seu aprendizado, todos responderam que sim. Alguns disseram que conseguiram compreender melhor o assunto de volumetria de neutralização, outros que conseguiram entender melhor o raciocínio lógico envolvido, outros, ainda, relataram a vantagem de não ter medo de errar pelo fato de ser um laboratório virtual e não gerar resíduos ou riscos.

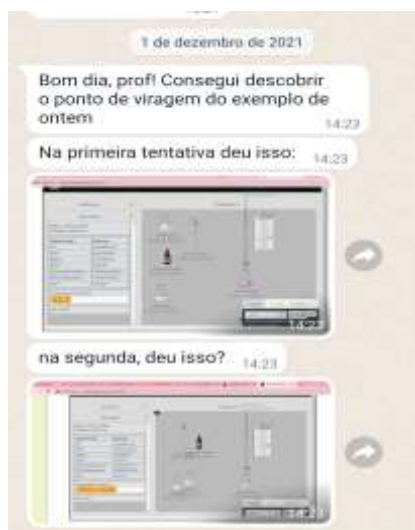
Ao comparar os dados obtidos nesse estudo, como diferentes estudos sobre laboratórios virtuais como ferramenta de auxílio didático, aponta que essas simulações auxiliam na visualização prática e de forma clara proporciona uma maior aproximação do conteúdo assimilado na teoria com a prática em questão (NUNES et al,2014)

Na maioria dos testes aplicados após a aula simulada em laboratório virtual é possível perceber que a maioria dos alunos realmente pensou antes de responder as questões. Isso pode ser observado pelo fato eles produziram um desenho esquemático ao lado da questão, do mesmo modo que foi resolvido em aula. Nos desenhos eles representaram o *erlenmeyer* e a bureta para conseguir identificar quem era a solução mais concentrada, quantas vezes mais concentrada e a relação estequiométrica. Tiveram alunos que até colocaram por escrito o raciocínio ao lado da questão. As resoluções das questões com os esquemas desenhados dos alunos podem ser visto no Anexo A.

Ao término das aulas dadas envolvendo o recurso com laboratório virtual, foi realizada uma conversa com os alunos, sobre suas percepções na dificuldade das questões do pré-teste e do pós-teste. Nessa conversa muitos relataram ter dificuldades, onde é visível a existência de uma defasagem no ensino, pois como são adolescentes não estavam preparados para ter quase dois anos de ensino remoto.

Ao questionar a turma se haviam praticado o uso do software em casa, a maioria dos alunos relatou não ter tido tempo. Contudo alguns alunos praticaram o *ChemCollective* em casa e uma aluna até chegou a encontrar um ponto de viragem com um excesso de titulante menor do que o que foi proposto em aula, deixando sua titulação mais exata, ou seja, com uma coloração rosa bem claro, como deve ser. Como mostra a Figura 8 na qual a aluna entrou em contato com a professora para mostrar que conseguiu um ponto de viragem menor, expressando que o assunto despertou seu interesse e engajamento.

Figura 8 - Print do contato da aluna mostrando à professora seu interesse pelo software



Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

Ao conversar com a professora da turma, houve uma significativa melhora nas avaliações teóricas, pois desse modo, os estudantes já têm uma noção do que vai ser uma titulação, quais os reagentes, como ocorre a reação de neutralização, o porquê de o indicador mudar de cor, facilitando a aprendizagem.

Os relatos dos alunos à professora também foram muito positivos, pois gostaram muito de utilizar o laboratório virtual, manifestando que dessa forma conseguiram entender melhor o assunto. Mencionaram também que essas ferramentas virtuais poderiam ser utilizadas em escolas públicas, nas quais não possuem laboratórios de química.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os laboratórios virtuais podem ser ferramentas de simulação eficazes no auxílio do processo de ensino e aprendizagem, onde se obteve 38% de evolução nos acertos de questões propostas para verificação de aprendizagem.

A utilização do laboratório virtual 98 do *ChemCollective* possibilita ao aluno maior facilidade no raciocínio lógico, relacionando a volumetria de neutralização como: volume gasto de titulante, concentração em relação às concentrações conhecidas e a estequiometria da reação.

O uso de laboratórios virtuais apresenta vantagens de muitas vezes estarem disponíveis de forma gratuita, podendo repetir inúmeras vezes os experimentos e observações químicas. Isso possibilita ao aluno que aprenda de forma mais espontânea e divertida e sem geração de resíduos.

Os testes estatísticos de hipótese apontaram que o progresso foi significativo, pois foi constatado que a média do pós-teste foi maior que a média do pré-teste, o que significa que a aula de simulação de volumetria de neutralização trouxe benefícios aos alunos no quesito aprendizagem.

Pelo teste-t observou-se que a média de acertos entre os dois testes realizados pelo grupo experimental é muito maior do que a média do pré-teste, resultando em um  $p\text{-valor} < 0,0001$  num nível de significância de 5 % o que indica que a aula utilizando o laboratório virtual teve relevância no resultado final.

Este resultado positivo foi obtido pelo fato da aula simulada ter sido ministrada presencialmente, pois se tivesse sido totalmente remoto provavelmente os resultados seriam diferentes. Todavia, o aprendizado depende muito mais dos alunos do que eles pensam ser, pois pelos relatos deles, ainda não estão preparados para um estudo autônomo.

Por fim, pode-se concluir que a utilização dessa ferramenta virtual auxilia na preparação dos alunos para as aulas práticas reais, pois a atividade virtual simula muito bem as aulas práticas, como por exemplo, o ponto de viragem, a concentração e a estequiometria da reação. Os próprios alunos mencionam ser mais fácil de entender a aula prática de laboratório, quando o simulador é utilizado previamente às aulas laboratoriais.

## 6. SUGESTÃO DE TRABALHOS FUTUROS

Os estudantes entrevistados em sua maioria culpam a modalidade de ensino remoto, afirmando não terem aprendido nada ou muito pouco, porém percebe-se que o envolvimento escolar dos alunos não é tão significativo quanto no modo presencial, pois ao serem questionados sobre o uso da ferramenta após a oficina *on-line* a resposta foi bem negativa, desta forma sugere-se:

Analisar a aplicação de laboratórios virtuais em modalidades diferentes: totalmente remoto e totalmente presencial, onde poderia ser comparado a aprendizagem nas duas modalidades de ensino.

Analisar diferentes aulas remotas com e sem o uso dos laboratórios virtuais com intuito de verificar o engajamento dos alunos nessas aulas, para analisar se de fato é o ensino remoto o causador dessa defasagem, ou os próprios alunos é que não estão maduros o suficiente para serem protagonistas da sua própria aprendizagem.

Analisar o engajamento dos alunos em aulas práticas reais, onde se teve o acompanhamento paralelo de laboratórios virtuais e onde não se teve.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.25, n.2, p.176-194, jun. 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/PLkjm3N5KjnXKgDsXw5Dy4R/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 nov. 2021.
- FIAD, Susana B.; GALARZA, Ofelia D. El laboratorio virtual como estrategia para el proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto de mol. **Formación universitaria**, v. 8, n. 4, p. 03-14, 2015.
- FISTAROL, Danilo O. et al. Impactos do programa nerds da fronteira para a consolidação do uso das tics na educação em ponta porã. In: **Anais do Workshop de Informática na Escola**. 2014. p. 218.
- GIORDAN, Marcelo. Experimentação e Ensino de Ciências. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 10, p. 43-49, nov. 1999. Trimestral. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/pesquisa.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2021.
- HARRIS, Daniel C. Análise Química Quantitativa, 6ª Edição. **LTC-Livros Técnicos e Científicos Editora SA, Rio de Janeiro-RJ**, 2005.
- LEITE, Werlayne Stuart Soares; RIBEIRO, Carlos Augusto do Nascimento. **A inclusão das TICs na educação brasileira: problemas e desafios**. 2012.
- LUCENA, Guilherme Leocárdio; DOS SANTOS, Vandeci Dias; DA SILVA, Afranio Gabriel. Laboratório virtual como alternativa didática para auxiliar o ensino de química no ensino médio. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 21, n. 02, p. 27, 2013.
- MESSLER, Gary. L.; FISCHER, P. J.; TARR, D. A. Química inorgânica. São Paulo: **Editora Pearson**, 2014.
- MEDINA, A. P. et al. Los laboratorios virtuales y laboratorios remotos en la enseñanza de la ingeniería. **Rev. Educación en Ing**, v. 4, p. 24-31, 2011.
- NASCIMENTO, Francisco Paulo do. Classificação da Pesquisa. Natureza, método ou abordagem metodológica, objetivos e procedimentos. **Metodologia da Pesquisa Científica: teoria e prática—como elaborar TCC**. Brasília: **Thesaurus**, 2016.
- NUNES, Felipe Becker et al. Laboratório Virtual de Química: uma ferramenta de estímulo à prática de exercícios baseada no Mundo Virtual OpenSim. In: **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)**. 2014. p. 712.

NUNES, Renata Cristina. Um olhar sobre a evasão de estudantes universitários durante os estudos remotos provocados pela pandemia do COVID-19. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, p. e1410313022-e1410313022, 2021.

RODRIGUES, Natália Costa et al. Recursos didáticos digitais para o ensino de Química durante a pandemia da Covid-19. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, p. e22710413978-e22710413978, 2021.

ROSA, Marcelo Prado Amaral; GROTO, Eliane Maria Balcevicz. ENSINO DE QUÍMICA: UMA PROPOSTA DIDÁTICA MEDIADA PELAS TICS/CHEMISTRY EDUCATION: A PROPOSAL METODOLÓGICA MEDIATED FOR THE TICS. **Revista de Ciências Humanas**, v. 9, n. 13, p. 79-98, 2008.

SILVA, Vinícius Gomes da. **A IMPORTÂNCIA DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA E CIÊNCIAS**. 2016. 42 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/136634/000860513.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 set. 2021.

SKOOG, D.A.; WEST, D.M.; HOLLER, F.J.; CROUCH, S.R. Fundamentos de química analítica. 8a ed., São Paulo: Pioneira -Thomson Learning, 2006

VALENTE, José Armando. Computadores e conhecimento: repensando a educação. Unicamp, NIED, 1999.

VIEIRA, Eloisa; MEIRELLES, Rosane MS; RODRIGUES, D. C. G. A. O uso de tecnologias no ensino de química: a experiência do laboratório virtual química fácil. **Encontro Nacional de Pesquisa Em Educação Em Ciências**, v. 8, 2011.

YARON, David et al. The ChemCollective—virtual labs for introductory chemistry courses. **Science**, v. 328, n. 5978, p. 584-585, 2010.

**APÊNDICES****Apêndice A - PRÉ- TESTE**

**Considere que a gota responsável pelo ponto de viragem seja de 0,1 ml em todos os casos abaixo.**

1) Uma amostra de 10 mL contendo HCl foi titulada com uma solução de NaOH, ambas com a mesma concentração molar, qual foi o volume escoado pela bureta até que ocorresse o ponto de viragem?

- 5,1 mL
- 10,1 mL
- 12,1 mL
- 15,1 mL
- 20,1 mL

2) Ao identificar o ponto de viragem de uma amostra contendo  $\text{H}_2\text{SO}_4$  com concentração desconhecida, escoa-se pela bureta um volume de 20,1 mL de solução de NaOH 3 M para neutralizar 10 mL da amostra, qual é a concentração do ácido?

- 1 M
- 2 M
- 3 M
- 5 M
- 6 M

3) Quando titulamos uma amostra de 10 mL contendo HBr 1 M com uma solução de NaOH 2 M o volume gasto na bureta será:

- Maior do que 10,1 mL
- Menor do que 10,1 mL
- igual a 10,1 mL
- Quatro vezes maior do que 10,1 mL
- Três vezes do que 10,1 mL

4) Na titulação de 10 mL de HBr 10 M com uma solução padrão de NaOH 3 M, qual o volume gasto de NaOH para atingir o ponto de viragem?

- 10,1 mL
- 23,1 mL
- 33,4 mL
- 43,4 mL
- 50,1 mL

5) Ao titularmos 10 mL de uma amostra de  $\text{HNO}_3$  3 M com NaOH 3 M, qual é o volume aproximado do volume gasto na titulação até atingir o ponto de viragem.

- 5,1 mL
- 10,1 mL
- 12,1 mL
- 15,1 mL
- 20,1 mL

6) Na titulação de 10 mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,1 M com uma solução padrão de NaOH 0,1 M. Qual o volume de NaOH necessário para atingir o ponto de viragem?

- 10,1 mL
- 20,1 mL
- 25,1 mL
- 35,1 mL
- 50,1 mL

7) Ao identificar o ponto de viragem de uma amostra de ácido clorídrico de concentração desconhecida, gasta-se um volume de 1,1 mL de NaOH 1 M para neutralizar os 10 mL da amostra desconhecida, qual é a concentração do ácido?

- 0,1 M
- 0,5 M
- 1 M
- 1,5 M
- 2 M

8) Qual a sua percepção sobre as perguntas acima?

- Muito fáceis
- Fáceis
- Medianas
- Difíceis
- Muito difíceis

9) Você já utilizou laboratórios virtuais? Se sim, quais?

---

---

---

10) Você considera que os estudos sobre titulação ácido-base lhe oferecem algum tipo de dificuldade? Explique.

---

---

---

11) Quais benefícios que as aulas práticas lhe trazem na aprendizagem dos conteúdos de química?

---

---

---

12) Para você, as aulas práticas facilitam a aprendizagem de conceitos teóricos de química? Cite um exemplo se quiser.

---

---

---

**Apêndice B - PÓS-TESTE**

**Considere que a gota responsável pelo ponto de viragem seja de 0,1 ml em todos os casos abaixo.**

1) Uma amostra de 10 mL contendo HCl foi titulada com uma solução de NaOH, ambas com a mesma concentração molar, qual foi o volume escoado pela bureta até que ocorresse o ponto de viragem?

- 5,1 mL
- 10,1 mL
- 12,1 mL
- 15,1 mL
- 20,1 mL

2) Ao identificar o ponto de viragem de uma amostra contendo  $\text{H}_2\text{SO}_4$  com concentração desconhecida, escoou-se pela bureta um volume de 20,1 mL de solução de NaOH 3 M para neutralizar 10 mL da amostra, qual é a concentração do ácido?

- 1 M
- 2 M
- 3 M
- 5 M
- 6 M

3) Quando titulamos uma amostra de 10 mL contendo HBr 1 M com uma solução de NaOH 2 M o volume gasto na bureta será:

- Maior do que 10,1 mL
- Menor do que 10,1 mL
- igual a 10,1 mL
- Quatro vezes maior do que 10,1 mL
- Três vezes do que 10,1 mL

4) Na titulação de 10 mL de HBr 10 M com uma solução padrão de NaOH 3 M, qual o volume gasto de NaOH para atingir o ponto de viragem?

- 10,1 mL
- 23,1 mL
- 33,4 mL
- 43,4 mL
- 50,1 mL

5) Ao titularmos 10 mL de uma amostra de  $\text{HNO}_3$  3 M com NaOH 3 M, qual é o volume aproximado do volume gasto na titulação até atingir o ponto de viragem.

- 5,1 mL
- 10,1 mL
- 12,1 mL
- 15,1 mL
- 20,1 mL

6) Na titulação de 10 mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,1M com uma solução padrão de NaOH 0,1 M. Qual o volume de NaOH necessário para atingir o ponto de viragem?

- 10,1 mL

- 20,1 mL
- 25,1 mL
- 35,1 mL
- 50,1 mL

7) Ao identificar o ponto de viragem de uma amostra de ácido clorídrico de concentração desconhecida, gasta-se um volume de 1,1 mL de NaOH 1 M para neutralizar os 10 mL da amostra desconhecida, qual é a concentração do ácido?

- 0,1 M
- 0,5 M
- 1 M
- 1,5 M
- 2 M

8) Qual a sua percepção sobre as perguntas acima?

- Muito fáceis
- Fáceis
- Medianas
- Difíceis
- Muito difíceis

9) Você já utilizou laboratórios virtuais? Se sim, quais?

---

---

10) Você considera que os estudos sobre titulação ácido-base lhe oferecem algum tipo de dificuldade? Explique.

---

---

11) Quais benefícios que as aulas práticas lhe trazem na aprendizagem dos conteúdos de química?

---

---

12) Para você, as aulas práticas facilitam a aprendizagem de conceitos teóricos de química? Cite um exemplo se quiser.

---

---

13) Você conseguiu utilizar o *software* ChemCollective proposto em aula, para aprender sobre titulação ácido base?

- sim
- não

Se a resposta foi não, explique porque não utilizou a ferramenta.

---

---

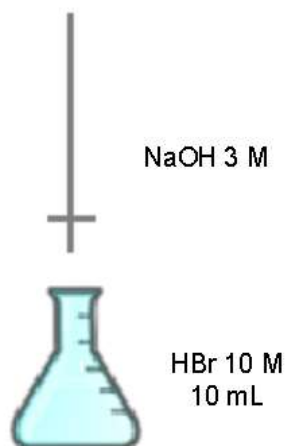
14) Você acredita que o *software* chemcollective contribuiu para o seu aprendizado sobre titulação? Explique sua resposta.

### Apêndice C - PLANO DE AULA

| PLANO DE AULA  |
|--|
| <p>TEMPO PREVISTO</p> <p>6 períodos de 50 min</p>  |
| <p>CONTEÚDOS</p> <p>Ácidos e bases, estequiometria de reação, volumetria de neutralização</p>  |
| <p>OBJETIVO</p> <p>Utilizar o laboratório virtual envolvendo o procedimento experimental de titulação ácido-base na aprendizagem, para desenvolver o raciocínio lógico do estudante.</p>   |
| <p>METODOLOGIA</p> <p><b>1º Momento</b></p> <p>Será realizada uma breve revisão sobre ácidos, bases e estequiometria de reação, e na sequência será abordado o assunto de volumetria de reação, na qual será explicado por meio de reações no quadro, o que ocorre em uma reação de neutralização. Utilizando a reação genérica e dois exemplos na qual a estequiometria da reação é diferente, como mostra a seguir:</p> $\text{Ácido} + \text{Base} \rightarrow \text{Sal} + \text{Água}$ $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$ <p>Desse modo, é explicado aos alunos que se o ácido possui dois prótons de hidrogênio, serão necessárias duas hidroxilas para serem neutralizadas, e vice-versa.</p> <p><b>2º Momento</b></p> <p>Será solicitado aos alunos que entrem no <i>Link</i> de acesso: <a href="http://chemcollective.org/vlab/98">http://chemcollective.org/vlab/98</a> do laboratório virtual, na qual deverão verificar os resultados de alguns problemas analíticos, inicialmente será feito alguns</p> |

exemplos em conjunto, para ambientar o aluno ao laboratório virtual, após o primeiro problema, será questionado qual a resposta certa, depois de obter algumas possíveis respostas será desenhado no quadro o sistema de titulação, onde será explicado e depois verificado em conjunto no simulador.

Desenho ilustrativo que será utilizado no quadro para melhorar o entendimento e raciocínio dos alunos.



### 3º Momento

Depois será passado alguns problemas, de titulação onde será construído um quadro para se analisar mentalmente as possíveis respostas. Após será verificado pelos alunos com o auxílio da simulação se a resposta está correta.

Os alunos deverão utilizar os reagentes propostos pelo quadro que podem ser encontrados *no stockroom* (almoxarifado) *strong acids* e *strong base* onde acharão todos os reagentes necessários para as titulações, onde a base será sempre o titulante (vai na Bureta) e os ácidos serão as amostras, para isso usaremos como indicador de ponto de viragem a 1 ml de fenolftaleína, encontrada no lab virtual como *phenolphthalein*, é importante adicionar lentamente a solução titulante para não passar muito do ponto de viragem, a adição de 0,1 ml perto do ponto de viragem é uma boa alternativa.

Atividade: complete o quadro com os volumes gastos nas titulações.

| Volume da amostra | Amostra  | Titulante | Valor gasto na titulação |
|-------------------|----------|-----------|--------------------------|
| 10 mL             | HCl 10 M | NaOH 10 M | ?                        |

|       |                                    |          |   |
|-------|------------------------------------|----------|---|
| 10 mL | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1 M | NaOH 1 M | ? |
| 10 mL | HBr 1 M                            | NaOH 1 M | ? |
| 10 mL | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 3 M | NaOH 3 M | ? |
| 10 mL | HNO <sub>3</sub> 3 M               | NaOH 3 M | ? |
| 10 mL | HCl 0,1 M                          | NaOH 1 M | ? |
| 10 mL | HCl 1 M                            | NaOH 3 M | ? |
| 10 mL | HBr 10 M                           | NaOH 3 M | ? |
| 10 mL | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1 M | NaOH 3 M | ? |

#### AVALIAÇÃO

- Será pedido para que os alunos observem os dois aspectos importantes relacionados a volumetria de neutralização, sendo elas a estequiometria de reação e a concentração dos reagentes.
- Será realizado o pós-teste

#### REFERENCIAS

HARRIS, D. C. Análise química quantitativa. 6<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2005

MESSLER, Gary. L.; FISCHER, P. J.; TARR, D. A. Química inorgânica. São Paulo: Editora Pearson, 2014.

SKOOG, D.A.; WEST, D.M.; HOLLER, F.J.; CROUCH, S.R. Fundamentos de química analítica. 8a ed., São Paulo: Pioneira -Thomson Learning, 2006.

## ANEXOS

Anexo A - Pós-teste resolvido por um aluno do segundo ano do ensino médio integrado ao técnico em química. Observa-se desenhos e explicações para resolução da pergunta.

Questionário

Considere que a gota responsável pelo ponto de viragem seja de 0,1 ml em todos os casos abaixo.

1) Uma amostra de 10 mL contendo HCl foi titulada com uma solução de NaOH, ambas com a mesma concentração molar, qual foi o volume escoado pela bureta até que ocorresse o ponto de viragem?

( ) 5,1 mL  
 10,1 mL  
 ( ) 12,1 mL  
 ( ) 15,1 mL  
 ( ) 20,1 mL

2) Ao identificar o ponto de viragem de uma amostra contendo  $H_2SO_4$  com concentração desconhecida, escoou-se pela bureta um volume de 20,1 mL de solução de NaOH 3M para neutralizar 10 mL da amostra, qual é a concentração do ácido?

( ) 1 M  
 2 M  
 3 M  
 ( ) 5 M  
 ( ) 6 M

3) Quando titulamos uma amostra de 10 mL contendo HBr 1 M com uma solução de NaOH 2 M o volume gasto na bureta será:

( ) Maior do que 10,1 mL  
 Menor do que 10,1 mL  
 ( ) Igual a 10,1 mL  
 ( ) Quatro vezes maior do que 10,1 mL  
 ( ) Três vezes do que 10,1 mL

4) Na titulação de 10 mL de HBr 10M com uma solução padrão de NaOH 3M, qual o volume gasto de NaOH para atingir o ponto de viragem?

( ) 10,1 mL  
 ( ) 23,1 mL  
 33,4 mL  
 ( ) 43,4 mL  
 ( ) 50,1 mL

5) Ao titularmos 10 mL de uma amostra de  $HNO_3$  3M com NaOH 3M, qual é o volume aproximado do volume gasto na titulação até atingir o ponto de viragem.

( ) 5,1 ml  
 10,1 ml  
 ( ) 12,1 ml  
 ( ) 15,1 ml  
 ( ) 20,1 ml

6) Na titulação de 10 mL de  $H_2SO_4$  0,1M com uma solução padrão de NaOH 0,1M. Qual o volume de NaOH necessário para atingir o ponto de viragem?

( ) 10,1 ml  
 20,1 ml  
 ( ) 25,1 ml  
 ( ) 35,1 ml

*Handwritten notes and diagrams:*

- For question 1:  $HCl$  1M,  $NaOH$  1M, 10ml. Diagram shows a burette and flask.
- For question 2:  $H_2SO_4$  2M,  $NaOH$  3M, 20ml. Diagram shows a burette and flask.
- For question 3:  $HBr$  1M,  $NaOH$  2M, 10ml. Diagram shows a burette and flask.
- For question 4:  $HBr$  10M,  $NaOH$  3M, 10ml. Diagram shows a burette and flask.
- For question 5:  $HNO_3$  3M,  $NaOH$  3M, 10ml. Diagram shows a burette and flask.
- For question 6:  $H_2SO_4$  0,1M,  $NaOH$  0,1M, 10ml. Diagram shows a burette and flask.

Questionário

Considere que a gota responsável pelo ponto de viragem seja de 0,1 ml em todos os casos abaixo.

1) Uma amostra de 10 mL contendo HCl foi titulada com uma solução de NaOH, ambas com a mesma concentração molar, qual foi o volume escoado pela bureta até que ocorresse o ponto de viragem?

( ) 5,1 mL  
 10,1 mL  
 ( ) 12,1 mL  
 ( ) 15,1 mL  
 ( ) 20,1 mL

$\downarrow$  NaOH 1M (volume molar)  
 $\Delta$  HCl 1M  
 10 mL

*mesma concentração e o mesmo volume p/ neutralizar + ponto de viragem*

2) Ao identificar o ponto de viragem de uma amostra contendo  $H_2SO_4$  com concentração desconhecida, escoou-se pela bureta um volume de 20,1 mL de solução de NaOH 3M para neutralizar 10 mL da amostra, qual é a concentração do ácido?

( ) 1 M  
 ( ) 2 M  
 3 M  
 ( ) 5 M  
 ( ) 6 M

$\downarrow$  NaOH 3M  
 $\Delta$   $H_2SO_4$  M=?  
 10 mL

*se precisou de dobro do volume de NaOH para neutralizar a amostra, a proporção não é 1:1, o que só ocorre, então a amostra é a mesma.*

3) Quando titulamos uma amostra de 10 mL contendo HBr 1 M com uma solução de NaOH 2 M o volume gasto na bureta será:

( ) Maior do que 10,1 mL  
 Menor do que 10,1 mL  
 ( ) igual a 10,1 mL  
 ( ) Quatro vezes maior do que 10,1 mL  
 ( ) Três vezes do que 10,1 mL

$\downarrow$  NaOH 2M  
 $\Delta$  10 mL HBr 1M

*Proporção = 1:1  
 1M = NaOH e o dobro de HBr, então se usa metade do seu volume.*

4) Na titulação de 10 mL de HBr 10M com uma solução padrão de NaOH 3M, qual o volume gasto de NaOH para atingir o ponto de viragem?

( ) 10,1 mL  
 ( ) 23,1 mL  
 33,4 mL  
 ( ) 43,4 mL  
 ( ) 50,1 mL

$\downarrow$  NaOH 3M  
 $\Delta$  10 mL HBr 10M

$\frac{10}{3} = 3,33$  vezes maior  
 $3,33 \cdot 10 \text{ mL} = 33,3 +$   
 $p. viragem = 33,4$

5) Ao titularmos 10 mL de uma amostra de  $HNO_3$  3M com NaOH 3M, qual é o volume aproximado do volume gasto na titulação até atingir o ponto de viragem.

( ) 5,1 ml  
 10,1 ml  
 ( ) 12,1 ml  
 ( ) 15,1 ml  
 ( ) 20,1 ml

$\downarrow$  NaOH 3M  
 $\Delta$  10 mL  $HNO_3$  3M

*M = mesma  
 Proporção = 1:1*

6) Na titulação de 10 mL de  $H_2SO_4$  0,1M com uma solução padrão de NaOH 0,1M. Qual o volume de NaOH necessário para atingir o ponto de viragem?

( ) 10,1 ml  
 20,1 ml  
 ( ) 25,1 ml  
 ( ) 35,1 ml

*M = igual  
 10 mL  $\cdot 2 = 20,1$  mL  
 P = 2:1*

## Anexo B - Termo de consentimento



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Feliz

Rua Princesa Isabel, 60 | Bairro Vila Rica | CEP: 95770-000 | Feliz/RS

E-mail: gabinete@feliz.ifrs.edu.br Telefone: (51) 3637-4400

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, \_\_\_\_\_, RG \_\_\_\_\_, CPF \_\_\_\_\_ declaro saber e concordar colaborar como participante na pesquisa O USO DE SIMULADORES VIRTUAIS NO ENSINO DE TITULAÇÃO ÁCIDO-BASE PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO TÉCNICO, desenvolvida junto ao Instituto Federal do Rio Grande do Sul - Campus Feliz pelo(a) pesquisador(a) Janaina Luana Flach, aluno(a) do curso de Licenciatura em Química, orientada pelo(a) Prof. Cinthia Gabriely Zimmer, os(as) quais podem ser contatados(as) pelos e-mails [janaluhflach@icloud.com](mailto:janaluhflach@icloud.com) e [cinthia.zimmer@feliz.ifrs.edu.br](mailto:cinthia.zimmer@feliz.ifrs.edu.br) ou telefones (051) 99827-4434 / (051) 98432-5383. O presente Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) tem por objetivos:

- a) Analisar o uso de simuladores virtuais como meios facilitadores, no processo de ensino-aprendizagem da titulação ácido-base;
- b) Aplicar a utilização de simuladores virtuais para exemplificar e também facilitar o ensino de titulação ácido-base;
- c) Analisar o desempenho dos alunos na aula prática após simulação prévia;

Feliz, 18 de novembro de 2021.

Assinatura: \_\_\_\_\_