

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
RIO GRANDE DO SUL**

CAMPUS FELIZ

CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

**A UTILIZAÇÃO DE UM AMBIENTE VIRTUAL COMO
SUPORTE PARA O ENSINO TÉCNICO DE QUÍMICA**

Ezequiel Fernandes de Matos

FELIZ

2019

EZEQUIEL FERNANDES DE MATOS

**A UTILIZAÇÃO DO AMBIENTE VIRTUAL COMO SUPORTE PARA O
ENSINO TÉCNICO DE QUÍMICA**

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

Orientador: Prof. Dr. Francisco Cunha da Rosa.

FELIZ

2019

EZEQUIEL FERNANDES DE MATOS

**A UTILIZAÇÃO DO AMBIENTE VIRTUAL COMO SUPORTE PARA O
ENSINO TÉCNICO DE QUÍMICA**

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

Aprovado em ___/___/___.

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Francisco Cunha da Rosa – Orientador

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

Prof. Dr. Edson Carpes Camargo

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

Prof. Dr^a Alessandra Smaniotto

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

RESUMO

Acredita-se que a aprendizagem dos alunos seja um dos principais desafios no ensino atual. Essa situação também se apresenta no curso técnico de Química. Entre os alunos ouvem-se relatos de que os assuntos abordados são monótonos e que não despertam o interesse no aprender, por apresentarem-se distantes de suas realidades. Desse modo, uma das maneiras de se obter o interesse e a motivação dos educandos é a experimentação, pois a Química é uma ciência experimental e muito visual. Contudo, a realidade é que a maioria das escolas brasileiras não possuem laboratórios adequados para tal. Frente a essa adversidade, o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's), em que os alunos possuem acesso facilitado e mais afinidade, pode ser uma importante via para contornar os problemas associados à falta de infraestrutura e à falta de interesse dos estudantes. Com isso, ao trazer os conceitos e experimentações químicas por meio de um simulador virtual acessível pode-se resgatar o interesse e melhorar a compreensão conceitual e também proporcionar uma vivência, mesmo que limitada, para experimentos que antes só ficavam no imaginário. Sendo assim, neste estudo, foi desenvolvido um simulador virtual de espectrometria de absorção molecular, onde a sua eficácia foi testada em uma turma de quarto ano de um curso técnico em Química, integrado ao ensino médio, em uma instituição localizada no Vale do Caí. Para tanto, por meio de um pré-teste, buscou-se avaliar os conceitos já estudados por eles sobre espectrometria de absorção molecular e, posteriormente, a aplicação do experimento virtual, foi aplicado um pós-teste, com caráter qualitativo, cujo objetivo foi identificar se houve aprendizagem, conforme a visão dos alunos participantes. Portanto, conforme os resultados, foi possível verificar que os participantes consideraram que houve uma melhora na compreensão do conteúdo teórico após a vivência sinestésica virtual.

Palavras-chave: TIC's; ensino de Química; espectrometria; simulador virtual.

ABSTRACT

Student learning is believed to be one of the main challenges in current education. This situation is also presented in the technical course of Chemistry. Among the students, there are reports that the subjects addressed are monotonous and that they do not arouse interest in learning, because they present themselves far from their realities. Thus, one of the ways to obtain the interest and motivation of students is experimentation, because Chemistry is an experimental and very visual science. However, the reality is that most Brazilian schools do not have adequate laboratories for this. In the face of this adversity, the use of Information and Communication Technologies (ICT's), in which students have facilitated access and more affinity, can be an important way to circumvent the problems associated with the lack of infrastructure and the lack of interest of Students. With this, by bringing the concepts and chemical experimentations through an accessible virtual simulator one can rescue interest and improve conceptual understanding and also provide an experience, even if limited, for experiments that were only in the imaginary. Thus, in this study, a virtual molecular absorption spectrometry simulator was developed, where its efficacy was tested in a fourthyear class of a technical course in Chemistry, integrated to high school, in an institution located in the Vale do Caí. Through a pretest, we sought to evaluate the concepts already studied by them on molecular absorption spectrometry and, later, the application of the virtual experiment, a qualitative posttest was applied, whose objective was identify whether there was learning, according to the view of the participating students. Therefore, according to the results, it was possible to verify that the participants considered that there was an improvement in the understanding of the theoretical content after the virtual synesthetic experience.

Keywords: ICTs; teaching and learning; spectrometry; Virtual simulator.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema genérico de um espectrômetro molecular de feixe simples.....	17
Figura 2: Curvas de calibração hipotéticas com diferentes sensibilidades por conta de variações no valor de ϵ e/ou de b demonstrativo do aumento do caminho óptico, sendo (--) a curva com menor sensibilidade e (--) a curva com maior sensibilidade.....	19
Figura 3: Percentual de respostas para o primeiro questionamento do pré-teste: Moléculas absorvem em bandas ou em linhas?	23
Figura 4: Percentual de respostas para a segunda questão do pré-teste: descreva um espectro de absorção molecular.....	24
Figura 5: Percentual de respostas para a terceira questão do pré-teste: Qual o critério de escolha para o λ_{Max} ?.....	25
Figura 6: Percentual de respostas para a quarta questão do pré-teste: Qual a relação do $\lambda_{máx}$ com a lei de Beer?.....	25
Figura 7: Percentual de respostas para o questionamento do pré-teste: Uma vez escolhido do λ_{max} , como podemos proceder a quantificação das amostras?.....	26
Figura 8: Percentual para o questionamento do pré-teste: Qual a importância da largura da cubeta para a quantificação das amostras?.....	27
Figura 9: Interface inicial do experimento virtual.....	28
Figura 10: Interface do experimento virtual para obtenção de absorbância.....	29
Figura 11: Interface do experimento virtual para a obtenção da absorbância para mesma substância, concentração molar e comprimento de onda.....	30
Figura 12: Interface do experimento virtual, quando escolhido calcular concentração.....	30
Figura 13: Percentual para o questionamento do pós-teste: O laboratório virtual lhe auxiliou na compreensão do critério para a escolha do do λ_{Max} ?.....	32
Figura 14: Percentual para questionamento do pós-teste (Após a prática no laboratório virtual você consegue explicar melhor a relação do λ_{Max} com a Lei de Beer?).....	33

Figura 15: Percentual para o questionamento do pós-teste: Esta prática lhe auxiliou em como proceder quanto a quantificação das amostras após as escolhas do λ_{Max} ?.....	34
Figura 16: Percentual para o questionamento do pós-teste: A prática virtual lhe esclareceu a importância da largura da cubeta?.....	35
Figura 17: Percentual para o questionamento do pós-teste: A prática no laboratório virtual lhe facilitou a aprendizagem no assunto abordado?.....	36
Figura 18: Percentual de respostas para o questionamento do pós-teste: Você se sente mais seguro para aplicar seus conhecimentos no laboratório físico do IFRS - Feliz após a prática virtual?.....	37

LISTA DE TABELA

Tabela 1: Cronologia das TIC's.....	13
--------------------------------------------	-----------

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	09
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
2.1 Tecnologia e a História das TIC's	12
2.2 O Ensino de Química e os Conceitos de Cotidiano	15
2.3 Relações entre as TIC'S e o Ensino de Química	16
2.4 Espectrometria de Absorção Molecular.....	17
3. METODOLOGIA	20
4. ANÁLISE DOS DADOS	23
4.1 Pré-Teste.....	23
4.2 Aplicação do Experimento Virtual	27
4.3 Pós-Teste	31
4.4 Análise Global (Pré e Pós-Teste).....	37
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41
ANEXO I	44
ANEXO II	45
ANEXO III	46
ANEXO IV	47
ANEXO V	48

1. INTRODUÇÃO

A partir das atividades desenvolvidas no estágio durante o curso de Licenciatura em Química, foi possível perceber o crescente desinteresse dos alunos quanto a uma aula tradicional expositiva. Acredita-se que os mesmos se sintam desmotivados pelo emprego de um método relativamente cansativo e pouco inovador. Desse modo, eles não estudam, não praticam e, conseqüentemente, ficam carentes de conhecimentos teóricos. Essa situação também é mencionada nos estudos de Klein e Ludke (2019), onde os autores enfatizam a relevância da esfera motivacional afirmando que “a motivação consegue determinar e influenciar tanto o comportamento, como a autoestima, fatores estes que interferem plenamente no dia a dia dos indivíduos” (KLEIN; LUDKE, 2019, p.84).

Segundo Rocha e Vasconcellos (2016), o ensino de Química, muitas vezes, é apresentado sem significância para o indivíduo e de maneira que não os interessa, sendo, neste contexto, muito provável que surjam as dificuldades em aprender.

Diante disso, o problema de pesquisa deste estudo busca responder o seguinte questionamento: a utilização de um ambiente virtual, empregando um simulador de espectrometria de absorção molecular como ferramenta de ensino, pode contribuir com a aprendizagem significativa de conceitos sobre este conteúdo da Química?

Percebi ao longo da minha trajetória como discente nos estágios realizados durante o curso de Licenciatura em Química do IFRS – Campus Feliz que os alunos gostam de experimentar. Neste viés, a utilização de um ambiente virtual de Química permite que eles simulem e comprovem inúmeras vezes os experimentos, oferecendo ao aluno uma ferramenta que está inserida em seu cotidiano e que os mesmos já possuem facilidade de manusear.

Essa ideia corrobora com o estudo de Klein e Ludke (2019), onde afirmam que:

Em vista disso, o trabalho em sala de aula pode ter uma significativa melhora se as motivações dos alunos forem consideradas. Desta forma, analisar as perspectivas dos estudantes frente à apreciação da disciplina tem a potencialidade de construir pilares significativos no que diz respeito à forma de conduzir determinadas atividades no ambiente escolar. (KLEIN; LUDKE, 2019, p.84 e 85).

Desse modo, considerando que os alunos fiquem mais motivados e que a aprendizagem de Química seja significativa¹ com a utilização do ambiente virtual, pode-se afirmar que este é um instrumento eficaz para o ensino.

Desta forma, utilizando as tecnologias da informação e da comunicação, pode-se melhorar o aproveitamento de conceitos que são trabalhados somente na teoria e raramente na prática, ampliando, assim, as ferramentas pedagógicas no ensino de Química. Conforme Miranda (2012, p.28), “as pessoas que trabalham no domínio da tecnologia educativa não se interessam somente pelos recursos e avanços técnicos, mas também, e, sobretudo pelos processos que determinam e melhoram a aprendizagem”.

Para tanto, o estudo em questão tem por objetivo compreender como a utilização de um ambiente virtual pode contribuir com o ensino de Química durante uma atividade prática de um simulador de espectrometria de absorção de molecular, em uma turma de quarto ano de um Curso Técnico em Química integrado ao Ensino Médio.

Baseado em experiências prévias, como discente do Ensino Médio, foi possível perceber que, por vezes, muitos colegas não faziam ideia do que o professor estava falando, não conseguiam imaginar como uma ligação química se dava, por exemplo. Essas dificuldades também se apresentavam na disciplina de Física, porém, o professor desta disciplina disponibilizou um programa por disquete, onde os alunos simulavam a velocidade média e o movimento vertical no vácuo. Esta interatividade virtual possibilitou, para além da imaginação, uma visualização e manipulação em tempo real, o que facilitou o aprendizado para todos os que não visualizavam os conceitos de modo meramente teórico. Esta atividade ocorreu em meados de 1999, onde o acesso a computadores e internet ainda não eram tão populares. Mas, apesar de poucos terem uma intimidade com as novas tecnologias, ficou nítido que essa era uma promissora ferramenta que, utilizada adequadamente, poderia motivar e demonstrar significado a conceitos tidos como entediantes.

¹ Para saber mais sobre aprendizagem significativa leia MANCINI, ARYTA ALVES. Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro, 2005.

Por este viés, este estudo tem como objetivos específicos: identificar como se relaciona o conhecimento teórico em uma aula experimental virtual, simulando um experimento instrumental; analisar o interesse dos alunos em aplicar os conhecimentos teóricos em uma prática virtual; e, avaliar a prática em um simulador de espectrometria de absorção molecular, simulando as análises praticadas e desenvolvidas no laboratório físico.

Deve-se destacar que este estudo teve como ponto de partida, o Trabalho de Conclusão de Curso produzido pela egressa Glaucia Joselaine Herbert Silva, no ano de 2018, tratando sobre “O Uso das TIC’s e a sua Contribuição para o Aprendizado de Química”, no qual foi realizado um comparativo entre a utilização de um laboratório virtual e de um laboratório físico, cujo objetivo também era de resgatar o interesse pela disciplina.

Por esse caminho, buscou-se uma alternativa acessível ao se desenvolver um simulador de espectrometria de absorção molecular, para ser utilizado como ferramenta ao ensino técnico de Química.

Neste sentido, o simulador foi testado em uma turma de quarto ano do Curso Técnico em Química integrado ao Ensino Médio. Ressaltando que esta aula experimental foi realizada alguns meses após ser ministrado o conteúdo teórico, possibilitando que os estudantes já possuíssem conhecimentos prévios sobre o assunto, para facilitar a realização do experimento virtual.

Por fim, destaca-se que este trabalho será dividido em três capítulos. Sendo que o primeiro apresenta o referencial teórico, abordando conceitos associados às tecnologias da informação e comunicação (TIC’s), a história das TIC’s e a importante relação entre as TIC’s e o ensino de Química. Para isso, utilizou-se como referencial teórico o material produzido por Pinto (2015), para conceituar tecnologia; Bruzzi (2016), para apresentar uma cronologia das TIC’s; TAVARES *et al.* (2013), demonstrando o conceito de TIC’s; e Dizeró *et al.* (1998), para fins de conceituação de laboratórios virtuais. O segundo capítulo, descreve a metodologia deste estudo, tomando por base estudos de Creswell (2007) e Gil (2002). E, o terceiro, apresentada uma análise dos dados obtidos a partir da análise quali-quantitativa do pré e pós-teste aplicados. Por fim, baseando-se na discussão dos resultados apresentados, serão descritas as considerações finais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A partir da revisão bibliográfica de Cooper (1984), Marshall e Rossman (1999) *apud* Creswell, (2007), pretende-se compartilhar com o leitor os resultados de outros trabalhos relacionados a este, fazendo uma relação ao estudo contínuo e permanente na literatura, buscando o preenchimento de lacunas e ampliando avaliações anteriores.

2.1 Tecnologia e a História das TIC's

A expressão tecnologia é utilizada corriqueiramente por diversas pessoas, de diferentes formações e qualificações, e com finalidades diversas. Tendo em vista essa concepção, fica difícil definir a palavra sem um equívoco (PINTO, 2005). Segundo Pinto (2015, p.219), o conceito fundamental para a palavra tecnologia tem de ser “[...] a teoria, a ciência, o estudo, a discussão da técnica, abrangidas nesta última noção as artes, as habilidades do saber, as profissões, e generalizadamente, os modos de produzir alguma coisa.” A partir disso, pode-se articular a tecnologia com a educação, como instrumento ou modo de produção de forma a produzir conhecimentos.

As variadas denotações para a palavra tecnologia ganharam maiores complexidades ao associá-las com informação e comunicação, ou seja, todo e qualquer conceito desta palavra, que possui o intuito de informar e comunicar, foi denominado de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's).

Desde o início do século XXI, a tecnologia está cada dia mais presente no nosso cotidiano, através de celulares, computadores, tablets, aplicativos, jogos e, de modo mais amplo e difundido, através da internet. Além disso, “com os computadores, vieram outras tecnologias como as TIC's, que foram criadas com o propósito de interagir de modo eficaz com a educação” (TAVARES *et al*, 2013, p. 157).

Segundo Miranda (2016, p. 43), o conceito de TIC's “refere-se à conjugação da tecnologia computacional ou informática com a tecnologia das telecomunicações. Elas têm na Internet e mais particularmente na World Wide Web (WWW) a sua mais forte expressão”. Já, conforme Bruzzi (2016), ao pensarmos no percurso histórico das TIC's, podemos mencionar que as tecnologias são utilizadas desde 1650, utilizando-se ferramentas como “*Horn-Book*” (impressos em um pedaço de madeira),

empregados na alfabetização de crianças. Entre 1850 e 1870, outra ferramenta foi utilizada, o “*Ferule*” (espécie de espeto de madeira mais grosso que era utilizado para apontar ou indicar). Ambas as ferramentas eram utilizadas também para impor castigos físicos, para alunos dispersos ou com dificuldades de aprendizagem.

Essas tecnologias, de acordo com Tardif (2015), surgiram em um momento da cultura material, ou seja, a descoberta dos processos de impressão de imagens e gravuras na madeira. Este processo permitiu a expansão da cultura escrita até as camadas mais iletradas da sociedade, fazendo com que a cultura escolástica e clérica deixasse de ser o centro cultural social.

O surgimento de uma nova ordem econômica, como o capitalismo e a industrialização, a partir do século XVIII, provocou uma descentralização de práticas sociais, conduzindo a educação a outro patamar, classificando-a como fabril, ou seja, voltado para fornecer mão de obra para fábricas ou indústrias.

Ainda, segundo Bruzzi (2016), as tecnologias prosperaram e, com o desenvolvimento científico e tecnológico, originaram as atuais. Desse modo, o mesmo destaca a evolução das TIC’s ao longo do tempo conforme a Tabela 1.

Tabela 1: Cronologia das TIC’s (continua).

ANO	EVENTO
1870	MAGIC LANTERN (percussora do atual projetor de slides)
1890	SCHOOL SLATE (percussor do quadro negro/branco)
1900	CRIAÇÃO DO LÁPIS
1905	ESTEREOSCOPE (modelo individual do projetor de slides)
1925	FILM PROJECTOR (primeiro projetor de filmes – ideia melhorada do projetor de slides)
1925	RÁDIO
1930	RETRO PROJETO (inicialmente utilizado na área militar)
1940	CANETA ESFEROGRÁFICA E O MIMEÓGRAFO
1951	VIDEOTAPES
1957	ACELERADOR DE LEITURA (talvez o percussor da máquina de aprendizagem de Skinner também de 1957)
1958	TELEVISÃO EDUCATIVA
1959	FOTOCOPIADORA
1960	LIQUID PAPER
1965	MICROFILM
1970	CALCULADORA MANUAL
1972	CARTÃO PERFURADO
1980	COMPUTADOR PESSOAL OU COMPUTADOR DE MESA

1985	CD ROM
1999	QUADRO INTERATIVO
2006	O COMPUTADOR POR ALUNO – UCA
2010	APPLE IPAD

Fonte: Adaptado de Bruzzi (2016, p. 477 - 479)

De acordo com Tavares *et al.* (2010, p. 158), as TIC's são uma forma menos cansativa em comparação com método tradicional de ensino, pois elas agregam entretenimento à aprendizagem, uma vez que, para muitos jovens, a internet já é utilizada como meio de descontração, utilizando-a como passatempo, divertimento e meio de interação com outras pessoas. Assim, a utilização das TIC's no processo educativo, como programas veiculados pela internet, pode permitir uma facilitação ao aprendizado, tendo em vista que os mesmos já possuem familiaridade com o funcionamento de jogos, programas e da internet.

No processo educativo, a utilização de TIC's tem por finalidade uma interação eficaz, como recurso pedagógico, isso por abordar os conteúdos de sala de aula integrando-os com o cotidiano tecnológico dos alunos (TAVARES *et al.*, 2013, p.157). Ainda, segundo estes autores, uma das grandes criações do homem em tecnologia é a internet. Isso porque ela conecta, de maneira quase que instantânea, pessoas de qualquer lugar do planeta, permitindo a comunicação, não só de maneira individual, mas também coletiva, além de fornecer uma gama de informações sobre variados assuntos. Não por acaso a chamam de rede, visto que, através desta ferramenta, torna-se possível a interligação de todos os aparelhos que possuem tal interface, como os computadores, os celulares, os tablets, entre outros.

Sendo assim, também Locatelli *et al.* (2015) entende a utilização das TIC's como uma oferta de novas possibilidades, a partir das quais se permite e oportuniza ao professor novas maneiras de ensinar e, aos alunos, melhores condições para construir seus conhecimentos, proporcionando um papel mais ativo e autônomo no seu aprendizado.

2.2 O Ensino de Química e os Conceitos de Cotidiano

Os conceitos sobre cotidiano e contextualização no ensino de Química tem uma falsa facilidade de compreensão e aplicação. Segundo Wartha *et al* (2013, p.84 e 85), entre os professores de Química no Brasil, há uma maioria que acha a abordagem sobre cotidiano fácil de ser colocada em prática, porque fazem uso de fatos do dia a dia para ensinar conteúdos científicos, quando deveria este ser um papel secundário, como exemplificação. Desta forma, este termo fica muito simplório, apenas com a finalidade de atizar a curiosidade, geralmente utilizados para iniciar um assunto. Desta forma o mesmo afirma:

Nessa perspectiva, adotar o estudo de fenômenos e fatos do cotidiano pode recair numa análise de situações vivenciadas por alunos que, por diversos fatores, não são problematizadas e conseqüentemente não são analisadas numa dimensão mais sistêmica como parte do mundo físico e social. (WARTHA *et al*, 2013, p.85)

Assim, a maneira de utilizar o cotidiano, como uma prática pedagógica, pode ser mais complexa do que se imagina, pois, para que se atinja esta finalidade, a relação dos conteúdos com ela deve ser sistematizada, problematizada e posteriormente analisada como um todo, a fim de que faça sentido para o aluno. Da mesma forma, em relação ao ensino de Química, “conhecer o contexto significa ter melhores condições de se apropriar de um dado conhecimento e de uma informação, por exemplo.” (MACHADO, 2005 *apud* WARTHA *et al.*, 2013, p. 86).

Aplicando-se os conceitos de cotidiano e contextualização, mesmo com diferentes perspectivas para esses termos, percebe-se que o mais importante é o professor assumir o seu papel como mediador ativo, procurando maneiras de interagir com o aluno, adentrando e utilizando o meio em que o mesmo vive e conhece. Desse modo, torna-se possível contextualizar as aulas de maneira mais objetiva, permitindo ao discente sair da condição de espectador, fazendo-o assumir o protagonismo do processo de ensino e aprendizagem em conjunto com o professor (BRASIL, 1999, p. 91).

2.3 Relações entre as TIC'S e o Ensino de Química

A Química é uma ciência que mistura uma infinidade de conceitos, teorias e experimentos. Sendo assim, o uso das TICs pode favorecer o ensino de Química de muitos destes conteúdos, uma vez que, como já citado anteriormente, na atualidade, existem uma infinidade de recursos tecnológicos para apoiarem e incentivarem este processo. Segundo Tavares *et al.* (2010, p.159), a Química também é uma ciência que se ampara ao nível visual, apesar de ser relativamente uma ciência experimental. Desse modo, as TIC's podem auxiliar na compreensão de conceitos complexos, por proporcionar ao aluno um lado visual em 3D, como, por exemplo, os orbitais atômicos e moleculares, e, até mesmo, demonstrar visualmente as etapas de como são feitas algumas análises de compostos, por meio de fotos, vídeos ou simuladores.

Conforme Dizeró *et al.* (1998, p. 6), “um laboratório virtual consiste em um ambiente tridimensional modelado de tal forma a fornecer ao aluno a sensação de estar em um laboratório real, permitindo a ele manipular objetos, simular efeitos, entre outras experiências”.

Uma das maneiras para utilizar as TIC's, em favor ao ensino de Química, é criando ou desenvolvendo um laboratório virtual, uma vez que:

(...) a implementação de laboratórios virtuais tem potencial para dirimir um dos grandes problemas do ensino em ciências atual que é a falta de laboratórios para permitir uma aprendizagem ativa e de cunho prático. Adicionalmente, com o advento dos cursos em modalidade de educação à distância, laboratórios virtuais podem oferecer aos alunos a possibilidade de realizar prática de laboratório, ao menos uma parte da prática, a partir de qualquer local, em qualquer horário e com custo reduzido, pois não consome recursos materiais, humanos para apoiar a realização das experiências e, não menos importante, reduzem riscos de acidentes humanos ou ambientais decorrentes de eventuais problemas ocorridos durante as experiências. (NUNES *et al.*, 2014 p. 713).

O laboratório virtual, como citado anteriormente, tem um custo muito menor, em comparação ao laboratório físico, e, por ser mais rápida sua implementação, apresenta-se como uma solução para o ensino de Química, uma vez que a realidade, da maioria das escolas brasileiras, é precária. A falta de investimentos e os constantes cortes no orçamento educacional público conduzem a uma busca por alternativas para que o ensino de Química seja viabilizado, mesmo com baixos orçamentos. Nesse contexto social, a utilização de práticas realizadas em ambientes virtuais tem por objetivo conferir ao aluno uma ideia do que ocorre na prática e possibilitar que o

mesmo realize as devidas comparações com a teoria. Desta maneira, torna-se possível abranger teoria e prática, possibilitando um ensino mais qualificado.

Visando o ensino de Química, o emprego de uma nova ferramenta requer que a mesma seja objetiva e planejada.

Hoje, a Química que nos circunda tem seus fundamentos negligenciados ao ser ensinada na escola, porquanto, não rara as vezes, é trabalhada superficialmente, desconsiderando-se toda a sua abrangência. Porém, se sua implementação for planejada, pode propiciar um conjunto de práticas preestabelecidas que tem o propósito de contribuir para que os alunos se apropriem de conteúdos sociais e culturais de maneira crítica e construtiva, (LIMA *apud* TAVARES *et al*, 2014, p. 713).

Assim, o uso planejado de uma prática realizada em ambiente virtual deve propiciar ao aluno uma visão mais profunda do assunto, permitindo-o realizar questionamentos próprios e associações com a realidade vivida. Assim, o conhecimento é mediado pelas TIC's, ajudando o aluno a compreender assuntos, até então abstratos de difícil compreensão, ou, até mesmo. impossíveis de realizar experimentalmente por falta de um laboratório físico.

Por esse motivo, neste estudo, foi mobilizada a elaboração de um simulador virtual de espectrometria de absorção molecular, visando um melhor aprendizado dos conceitos associados a essa técnica analítica instrumental.

2.4 Espectrometria de Absorção Molecular

A espectroscopia é a ciência que estuda a interação da matéria com os diferentes tipos de radiação, Porém, nos dias atuais, este termo foi ampliado para incluir as interações entre a matéria e outras formas de energia. O método de espectrometria de absorção molecular se refere a medida de intensidade de radiação usando transdutores fotoelétricos, ou outros tipos de dispositivos eletrônicos (Figura 1) (SKOOG, *et al*, 2002, p. 116).

Figura 1: Esquema Genérico de um Espectrômetro de Absorção Molecular de Feixe Simples

Fonte de radiação → Monocromador → Célula ou cubeta →
 Detector → Informação analítica

Fonte: Adaptado de Skoog, *et al*, 2002, p. 116

A espectroscopia de absorção molecular é baseada na medida da radiação que atravessa o caminho óptico contendo a amostra. A razão entre a potência dessa radiação transmitida (P) e a potência da radiação que incidiu na amostra (P_0) gera um sinal denominado transmitância (T) (Equação 1), que, através da aplicação do logaritmo negativo de T , é convertido matematicamente em absorbância (A) (Equação 2). Desse modo, a concentração de um analito absorvente estará relacionada linearmente à absorbância conforme a Lei de Lambert-Beer, representada na Equação 3, onde ε é a denominada absorvidade molar, b é o caminho óptico em cm e c é a concentração do analito em mol L⁻¹. Por se tratar de uma técnica instrumental, esta lei possui algumas limitações, que podem ser: reais, ou seja, associadas à impossibilidade de determinações em soluções muito concentradas; químicas, que se refere à dificuldade de determinações quando o analito estiver susceptível a um equilíbrio químico; e, por fim, as limitações instrumentais, tais como radiação policromática, radiação espúria e células não iguais, por exemplo (SKOOG, *et al*, 2002, p.276 – 281).

$$T = \frac{P}{P_0} \quad (1)$$

$$A = -\log T \quad (2)$$

$$A = \varepsilon \cdot b \cdot c \quad (3)$$

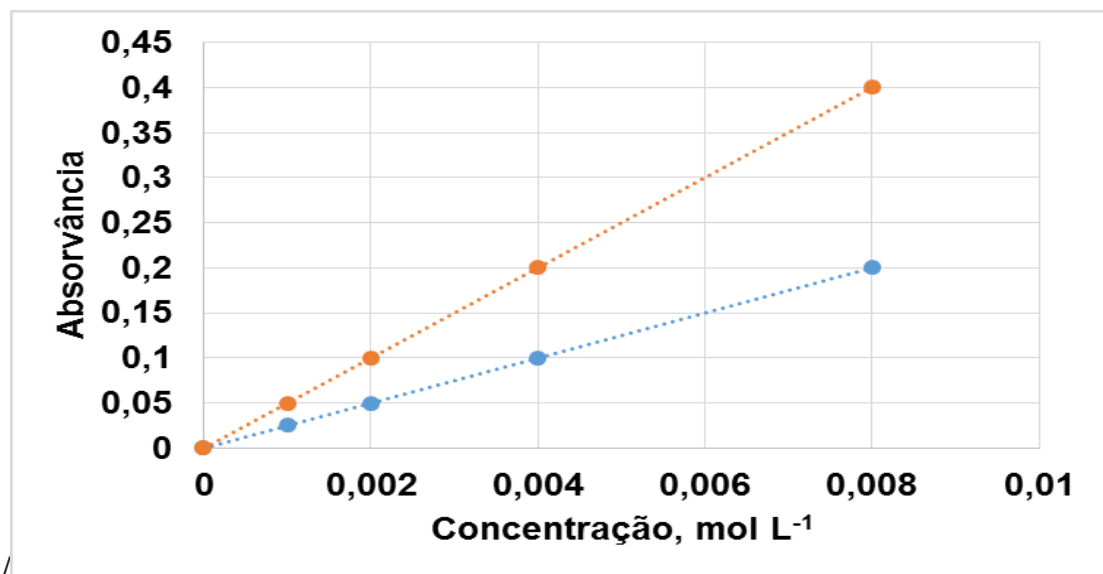
As moléculas, diferentemente dos átomos, absorvem a radiação ultravioleta (UV) ou visível (Vis) em bandas espectrais, pois além das transições eletrônicas, elas sofrem transições vibracionais e rotacionais.

Desse modo, sabendo-se que as moléculas absorvem, dentro de uma determinada banda de energia, diferentes comprimentos de onda (λ). Para as determinações de uma determinada substância molecular, busca-se escolher a região desta banda onde ocorra o maior sinal de absorbância possível, A este valor denominamos comprimento de onda máximo (λ_{\max}). Ou seja, o mesmo será o vértice da curvatura, que é o valor onde a molécula mais absorve a radiação, Neste caso,

especificamente, falando da UV e Vis, sendo esta determinação experimental (SKOOG, *et al*, 2002, p.300 – 318).

Por fim, dois aspectos são relevantes para uma melhor interpretação da lei de Beer, visto que interferem diretamente na sensibilidade das medidas por essa técnica. O primeiro é o comprimento do caminho óptico (b) e o outro é justamente a escolha do λ_{\max} , que interfere diretamente no valor de ϵ . Sendo assim, a escolha correta desses dois parâmetros permitirá maiores valores dos mesmos na Equação 3, o que leva a inferência de uma maior sensibilidade instrumental durante as medidas por espectrometria de absorção molecular, tendo em vista que pequenas variações de concentração levarão a grandes incrementos do sinal de absorvância (Figura 2).

Figura 2: Curvas de calibração hipotéticas com diferentes sensibilidades por conta de variações no valor de ϵ e/ou de b demonstrativo do aumento do caminho óptico, sendo (--) a curva com menor sensibilidade e (--) a curva com maior sensibilidade.



Fonte: MATOS, Ezequiel Fernandes de (2019)

3. METODOLOGIA

Este estudo contemplou o desenvolvimento de um experimento virtual, para ser utilizado como ferramenta no processo do ensino técnico de Química. Para tanto, inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica com a revisão de referenciais teóricos sobre o uso das TIC's no ensino de Química e, principalmente, sobre o emprego de laboratórios virtuais e seus resultados. Para esta pesquisa foram utilizados artigos científicos e livros associados aos temas supramencionados.

Em um segundo momento, um profissional da área de programação foi contratado, com recursos próprios, para o desenvolvimento do programa simulador. Vale ressaltar que os dados que figuraram no experimento virtual foram construídos mediante a utilização de fórmulas e quantidades específicas de reagentes pré-estabelecidos em colaboração com o professor orientador, tomando-se por base dados experimentais prévios, o que contribuiu para que os resultados das simulações se aproximassem ao máximo do valor real esperado.

Este estudo se caracteriza como uma pesquisa mista (quali-quantitativa), a qual pode ser definida por Creswell (2007) como:

(...) aquela em que o pesquisador tende a basear as alegações de conhecimento em elementos pragmáticos (por exemplo, orientado para consequência, centrado no problema e pluralista). Essa técnica emprega estratégias de investigação que envolvem coleta de dados simultânea ou sequencial para melhor entender os problemas de pesquisa. A coleta de dados também envolve a obtenção tanto de informações numéricas (por exemplo, em instrumentos) como de informações de texto (por exemplo, em entrevistas), de forma que o banco de dados final represente tanto informações quantitativas como qualitativas. (CRESWELL, 2007, p.35).

Desta forma, os dados foram coletados de maneira a expressar: o quantitativo de alunos e seus conhecimentos pré-existent sobre o conteúdo a ser trabalhado (pré-teste) e seus conhecimentos após a aplicação da aula no simulador virtual (pós-teste). Assim, acredita-se que será possível uma comparação acerca da eficiência de aprendizagem dos conceitos teóricos após esta complementação com a aplicação do simulador, estando de acordo com o que prevê Morse (1991):

Certos tipos de problemas sociais exigem técnicas de pesquisa específicas. Um problema de pesquisa, é uma questão ou um problema que precisa ser abordado (por exemplo, decidir se um tipo de intervenção funciona melhor do que outro). Por exemplo, se o problema é identificar os fatores que influenciam um resultado, a utilidade de uma intervenção ou a compreensão dos melhores previsores de resultados, então é melhor usar uma técnica quantitativa. Esta também é a melhor técnica a ser usada para testar uma teoria ou explanação. Por um lado, se um conceito ou fenômeno precisa ser entendido pelo fato de ter sido feita pouca pesquisa sobre ele, então é melhor uma técnica qualitativa. A pesquisa qualitativa é exploratória e útil quando o pesquisador não conhece as variáveis importantes a examinar. Esse tipo de técnica pode ser necessário ou porque o tópico é novo, ou porque nunca foi abordado com uma determinada amostragem ou grupo de pessoas, ou porque as teorias existentes não se aplicam a 'uma determinada amostra ou grupo em estudo (Morse, 1991 *apud* CRESWELL, 2007, p. 38).

Ao compreender o método como “conjunto das atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo - conhecimentos válidos e verdadeiros -, traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do cientista” (LAKATOS; MARCONI, 1985, p. 83), adotou-se o método investigativo ou exploratório.

Entende-se por métodos exploratórios aqueles que proporcionam maior familiaridade com o problema, no intuito de torná-lo mais explícito ou construir hipóteses. Seus objetivos principais são o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições (SELLTIZ et al., 1967, p. 63 *apud* GIL, 2002, p. 41).

Após a construção do experimento de simulação virtual de um espectrômetro de absorção molecular, realizou-se o processo de coleta de dados em uma disciplina de Química analítica instrumental de uma turma de quarto ano de um Curso Técnico em Química integrado ao Ensino Médio, localizado na região do vale do Caí, durante o segundo semestre de 2019.

Visando a realização da aula em ambiente virtual e a coleta dos dados dentro de parâmetros éticos, primeiramente os discentes amostrados preencheram termos de livre consentimento, em duas vias. Não houve a necessidade de preenchimento de autorização para menores, tendo em vista que todos os participantes já possuíam 18 anos ou mais na data da atividade. A partir disso, foi aplicado o pré-teste, abordando os conceitos que já haviam sido trabalhados previamente pelo professor da disciplina sobre o assunto e que seriam revisitados na prática virtual. A seguir, procedeu-se a aula com o simulador virtual, previamente instalado em um laboratório de informática com o auxílio de um professor desta área na mesma instituição, seguindo-se um roteiro similar ao normalmente aplicado em aulas experimentais com o equipamento

real. Por fim, os participantes foram submetidos a um pós-teste que continha questionamentos similares, porém com um viés qualitativo, pois estes não possuíam o intuito de avaliar se houve melhora no nível de conhecimento, e sim como os alunos se comportariam em uma atividade experimental virtual.

Sendo assim, nesta parte do estudo são apresentados os passos para a coleta de dados e a aplicação de uma aula no simulador de espectrometria de absorção molecular:

1º passo: definição do tema ou conteúdo que seria abordado no experimento virtual, a partir do contato com o professor responsável pela disciplina e turma pesquisada;

2º passo: com o experimento virtual já elaborado, deu-se a aplicação de um pré-teste com o intuito de analisar os conhecimentos pré-existentes, uma vez que o conteúdo teórico já havia sido ministrado pelo professor titular da disciplina;

3º passo: seguindo-se um roteiro de prática similar ao aplicado em uma aula experimental do mesmo conteúdo, a aula com o experimento virtual foi aplicada pelo professor regente da disciplina, já que o mesmo havia desenvolvido o conteúdo teórico com a turma;

4º passo: por fim, foi aplicado o pós-teste, compreendendo os conteúdos teóricos anteriormente abordados, porém os questionamentos se deram por meio qualitativo, de modo que os alunos respondiam se após o experimento virtual conseguiam compreender melhor, ou explicar melhor, os mesmos assuntos antes questionados.

O público alvo da pesquisa foi caracterizado por 19 alunos, sendo 6 alunos do sexo masculino e 13 do sexo feminino, com idades entre 18 e 19 anos.

O experimento foi realizado no dia 09 de setembro de 2019, durante três aulas da disciplina já mencionada, em que foram realizadas as etapas: pré-teste, aplicação do experimento e pós-teste. Cada aula possuía duração de 50 minutos.

As análises quantitativas, por meio do pré-teste, buscaram levantar o número de alunos e identificar o nível de conhecimento sobre o assunto, para que posteriormente fosse realizada uma análise qualitativa obtida por meio do pós-teste.

4. ANÁLISE DOS DADOS

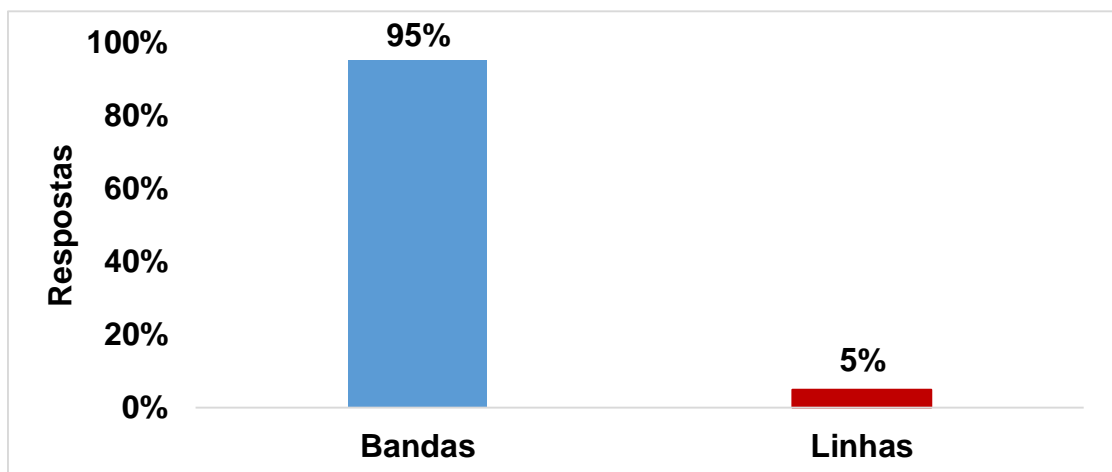
Após descrever a aplicação do experimento de espectrometria de absorção molecular no simulador virtual desenvolvido, neste capítulo serão apresentados e discutidos os dados coletados nos testes pré e pós. Também, como será feita a comparação entre os mesmos para verificação da evolução de aprendizagem dos conceitos correlatos.

Nos anexos I, II e III são apresentados o modelo de pré-teste, pós-teste e roteiro de aula que foram aplicados, respectivamente. Nos anexos IV, é apresentado o termo de livre consentimento.

4.1 Pré-Teste

Baseando-se os questionamentos ao conteúdo de espectrometria de absorção molecular, na primeira questão, verificou-se o conhecimento dos alunos a respeito da capacidade das moléculas absorverem radiação eletromagnética, compreendendo os espectros da faixa visível e ultravioleta, em linhas espectrais ou em bandas espectrais. Desse modo, a partir dos resultados compilados, foi possível observar que 95% dos participantes responderam corretamente (em bandas espectrais) e os outros 5% responderam incorretamente (Figura 3).

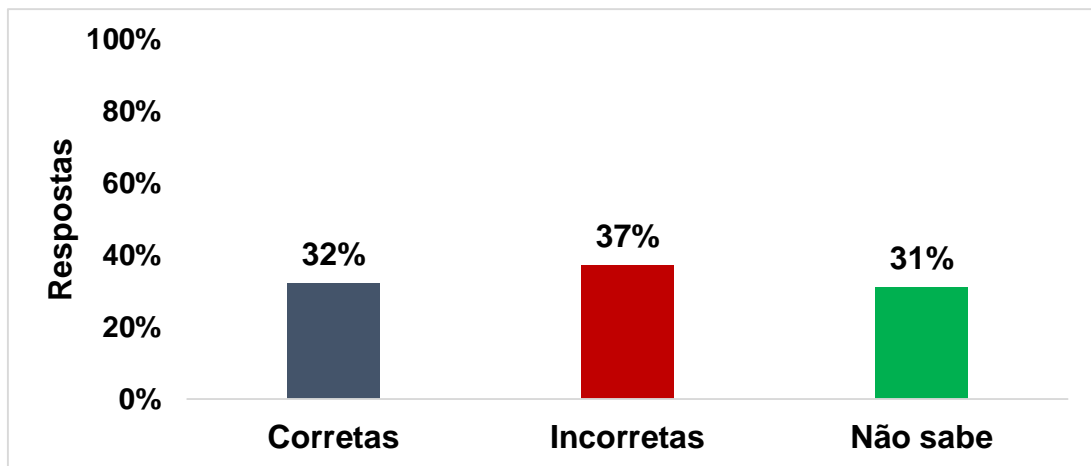
Figura 3: Percentual de respostas para o primeiro questionamento do pré-teste: Moléculas absorvem em bandas ou em linhas?



Fonte: MATOS, Ezequiel Fernandes de (2019)

Na segunda questão foram avaliados os conhecimentos dos alunos a respeito de como se dá o funcionamento de um espectro de absorção molecular, solicitando que os mesmos o descrevessem. Desse modo, observou-se que apenas 32% descreveram corretamente; através do desenho de um exemplo gráfico, 37% responderam incorretamente; e, 31% responderam que não lembravam ou não sabiam. Portanto, neste quesito, pode-se dizer que houve maior percentual de erros entre os respondentes, somando-se aos que não sabiam ou que não lembravam (Figura 4).

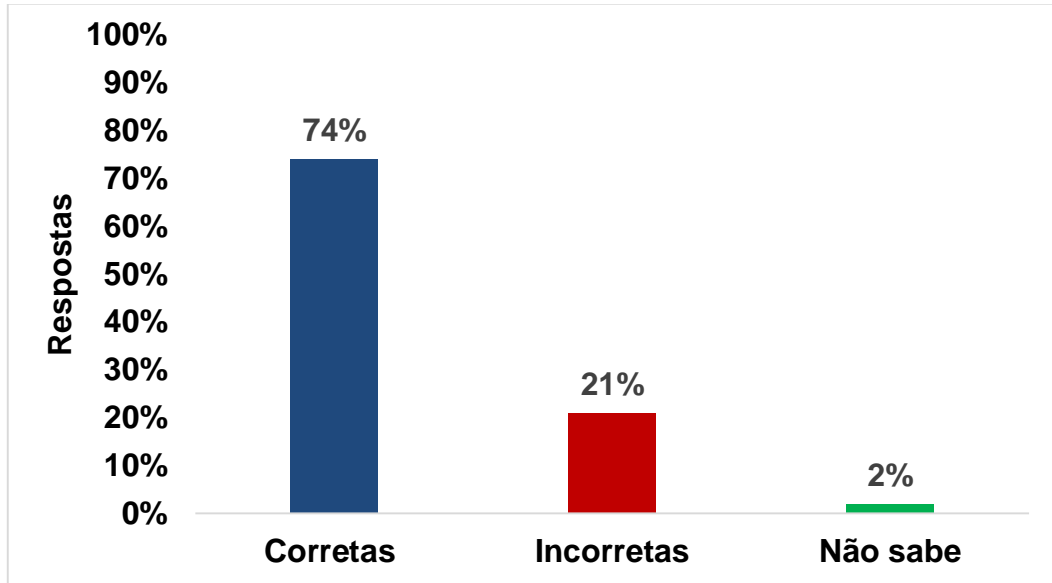
Figura 4: Percentual de respostas para a segunda questão do pré-teste: descreva um espectro de absorção molecular.



Fonte: MATOS, Ezequiel Fernandes de (2019)

Na terceira questão foi avaliado o domínio dos alunos quanto ao critério de escolha do comprimento de onda que permite maior absorção molecular para uma espécie Química (λ_{Max}). Desta forma, observou-se que 74% dos participantes responderam corretamente, 21% responderam de maneira incorreta e 2% afirmaram não saberem responder. Portanto, quanto a este questionamento, pode-se dizer que houve um maior percentual de acertos (Figura 5), o que demonstra um conhecimento prévio relativamente satisfatório da turma em análise.

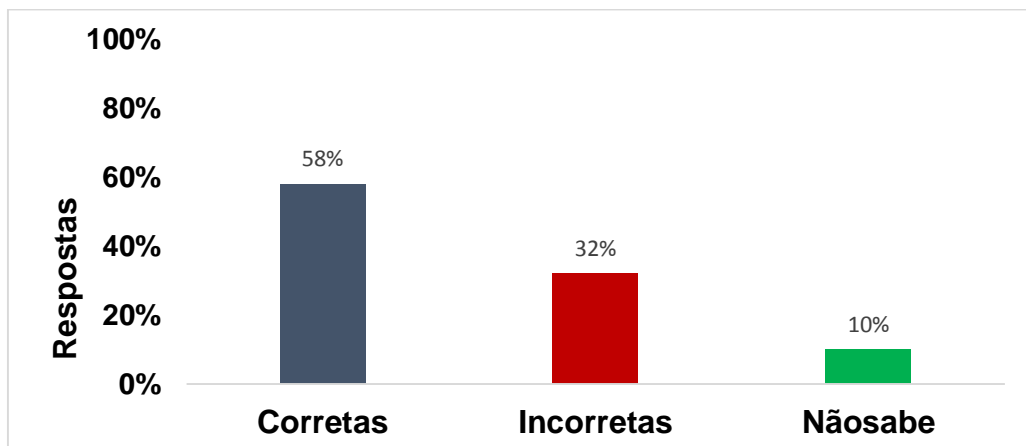
Figura 5: Percentual de respostas para a terceira questão do pré-teste: Qual o critério de escolha para o λ_{Max} ?.



Fonte: MATOS, Ezequiel Fernandes de (2019)

Tendo em vista que a escolha do λ_{Max} está diretamente relacionada com a absorvidade molar (ϵ), presente na equação proposta por Lambert-Beer, no quarto questionamento, buscou-se avaliar os conhecimentos dos alunos, sobre a relação entre o λ_{Max} e a lei de Lambert-Beer. Dessa forma, verificou-se que 58% dos discentes conseguiram relacionar corretamente a referida lei com o λ_{Max} , 32% não relacionaram corretamente e 10% informaram não saber a resposta. Portanto, também neste caso, a maioria dos respondentes conseguiu realizar corretamente a relação (Figura 6).

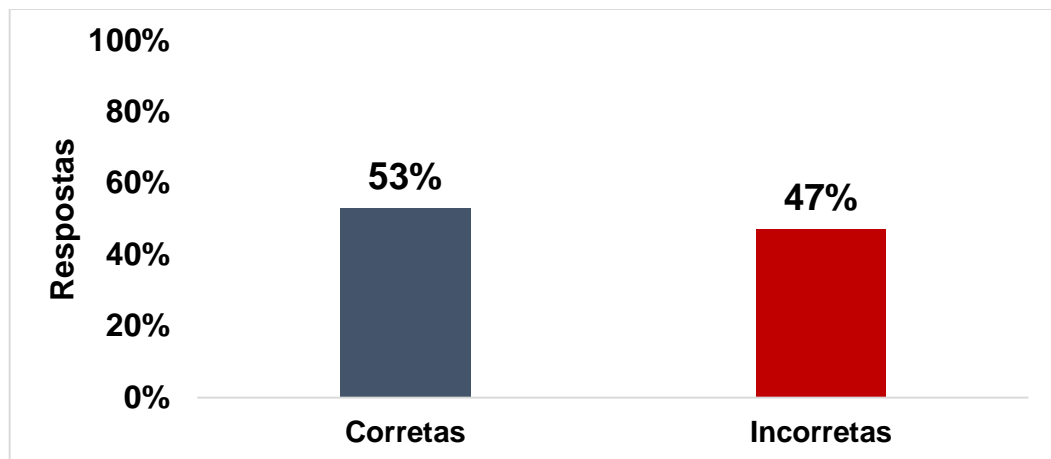
Figura 6: Percentual de respostas para a quarta questão do pré-teste: Qual a relação do $\lambda_{\text{máx}}$ com a lei de Beer?



Fonte: MATOS, Ezequiel Fernandes de (2019)

No quinto questionamento, buscou-se averiguar o conhecimento dos alunos de como procederiam a quantificação das amostras, uma vez escolhido o λ_{Max} . Nesse sentido, verificou-se que 53% responderam corretamente e 47% incorretamente. Isso demonstra uma clara divisão entre os que dominavam esse caráter bastante dependente da experimentação no espectrômetro de absorção molecular (Figura 7). Desse modo, com base neste questionamento, enfatiza-se a importância da experimentação, mesmo que virtual, para que os alunos possam ter uma aprendizagem efetiva, tal como prevê Viera (2011).

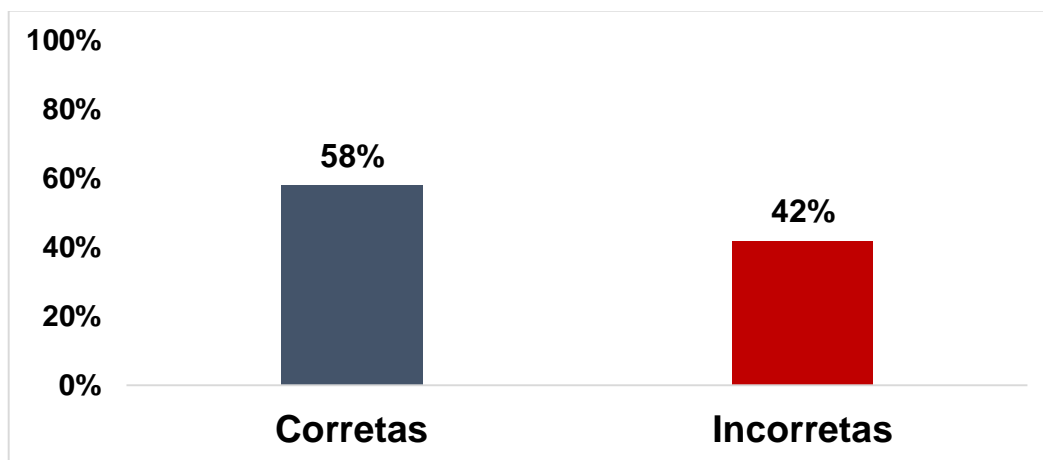
Figura 7: Percentual de respostas para o questionamento do pré-teste: Uma vez escolhido do λ_{max} , como podemos proceder a quantificação das amostras?



Fonte: MATOS, Ezequiel Fernandes de (2019)

No sexto questionamento, buscou-se avaliar o conhecimento dos alunos, quanto a importância da largura da cubeta. Assim sendo, verificou-se que 58% dos respondentes elaboraram uma resposta correta, enquanto 42% não conseguiram responder corretamente (Figura 8). Portanto, pode-se inferir que pouco mais da metade dos participantes conseguiram relacionar a largura da célula com a sensibilidade da medida por espectrometria de absorção molecular e com a sua presença na lei de Lambert-Beer. Além disso, novamente observa-se que em assuntos mais dependentes da vivência sinestésica, os participantes apresentaram maiores dificuldades em responder.

Figura 8: Percentual para o questionamento do pré-teste: Qual a importância da largura da cubeta para a quantificação das amostras?



Fonte: MATOS, Ezequiel Fernandes de (2019)

Ao final deste pré-teste, foi possível observar que os respondentes apresentaram conhecimento relativamente satisfatório em relação aos conceitos abordados, visto que as respostas certas quase sempre superaram 50%. Salienta-se que isso era esperado, tendo em vista que os alunos pesquisados já haviam executado até avaliações curriculares sobre o assunto. Ainda assim, chama a atenção certa dificuldade dos mesmos com relação a conceitos mais dependentes da experimentação em aula prática no espectrômetro de absorção molecular.

4.2 Aplicação do Experimento Virtual

Como mencionado na metodologia, após a aplicação dos questionamentos do pré-teste, foi aplicado o experimento com o simulador virtual, desenvolvido para simular aplicações práticas em equipamento de espectrofotometria de absorção molecular, nas faixas de ultravioleta e visível. Para tanto, a aplicação deu-se através de um roteiro que simulava uma aula experimental com soluções de referência de permanganato de potássio (KMnO_4) e de cromato de potássio (K_2CrO_4). Sendo assim, tal como pode ser visto no Anexo III deste trabalho, primeiramente, os alunos escolheram o tipo de analito (KMnO_4 e K_2CrO_4), fixaram a concentração ($2 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$ e $2 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$) e começaram a variar o λ conforme orientado na tabela do roteiro, para que a cada λ fosse anotado um valor de absorbância obtido a partir do simulador

virtual desenvolvido com base em dados prévios obtidos por meio de uma plataforma *on line* (PHET, 2019). Na Figura 9 está demonstrada a imagem da interface inicial do simulador desenvolvido, na qual os alunos devem escolher entre o modo espectrofotometria de absorção molecular e calcular a concentração. Já na Figura 10 é apresentada a interface para a obtenção da absorbância após a fixação dos parâmetros: tipo de analito, comprimento de onda e concentração.

Figura 9: Interface inicial do experimento virtual.



Fonte: MATOS, Ezequiel Fernandes de (2019)

Quando colocado no modo espectrofotometria de absorção molecular, os alunos foram obtendo os resultados de absorbância para cada λ , conforme mencionado anteriormente, e os mesmos foram comparando-os com os resultados dos demais colegas, percebendo que os resultados experimentais não eram idênticos para uma mesma situação, demonstrando as pequenas variações instrumentais que são possíveis em situação real. Isso ocorreu porque o simulador foi programado para tal, simulando o que realmente ocorre nas análises em um equipamento de espectrometria de absorção molecular.

Figura 10: Interface do experimento virtual para obtenção de absorvância



Fonte: MATOS, Ezequiel Fernandes de (2019)

Após, os alunos preencherem a tabela que relacionava as diferentes absorvâncias com o λ avaliado, sendo impelidos a identificarem o λ em que obtiveram a maior absorvância ($\lambda_{\text{máx}}$) para cada analito estudado (KMnO_4 e K_2CrO_4). Após esta escolha, os mesmos deveriam fixar as condições analito e $\lambda_{\text{máx}}$ encontrado, para executarem a etapa experimental de elaboração de curvas de calibração nas melhores condições instrumentais.

Para tanto, na Figura 11 é apresentada a interface que se apresenta, quando se fixam o analito e o $\lambda_{\text{máx}}$ determinado, para a obtenção das absorvâncias relacionadas a cada concentração pré-estabelecida em uma tabela. Sendo assim, tal como pode ser visto no Anexo III deste estudo, para o branco da curva, os alunos foram instruídos a preencherem o valor “0” de absorvância. A seguir, para cada analito, os pesquisados fixavam o valor de λ e com concentrações de 1×10^{-6} , 2×10^{-6} , 4×10^{-6} , 8×10^{-6} e $1,6 \times 10^{-6}$ mol. L⁻¹ encontravam valores experimentais de absorvância, que eram anotados na tabela para a posterior regressão linear, obtendo-se as curvas analíticas para cada caso.

Figura 11: Interface do experimento virtual para a obtenção da absorbância para mesma substância, concentração molar e comprimento de onda.



Fonte: MATOS, Ezequiel Fernandes de (2019)

Ao final, para que os discentes compreendessem a finalidade das curvas analíticas em uma medida instrumental de espectrometria de absorção molecular, os mesmos passaram para o modo calcular concentração, cuja interface é apresentada na Figura 12. Neste caso, no instante em que o aluno escolhia o tipo de analito a ser determinado, surgiam três opções de amostras com concentrações desconhecidas, pré-programadas neste modo do simulador virtual. Sendo assim, quando os alunos selecionavam uma das amostras, no λ escolhido, surgia um valor de absorbância que deveria ser anotado pelos participantes. De posse do valor de absorbância obtido no simulador, os alunos deveriam aplicá-lo na curva de calibração correspondente, obtida na etapa anterior.

Figura 12: Interface do experimento virtual, quando escolhido calcular concentração.



Fonte: MATOS, Ezequiel Fernandes de (2019)

Desse modo, esta etapa de aplicação do simulador virtual foi concluída e os alunos foram submetidos ao pós-teste que será demonstrado a seguir.

4.3 Pós-Teste

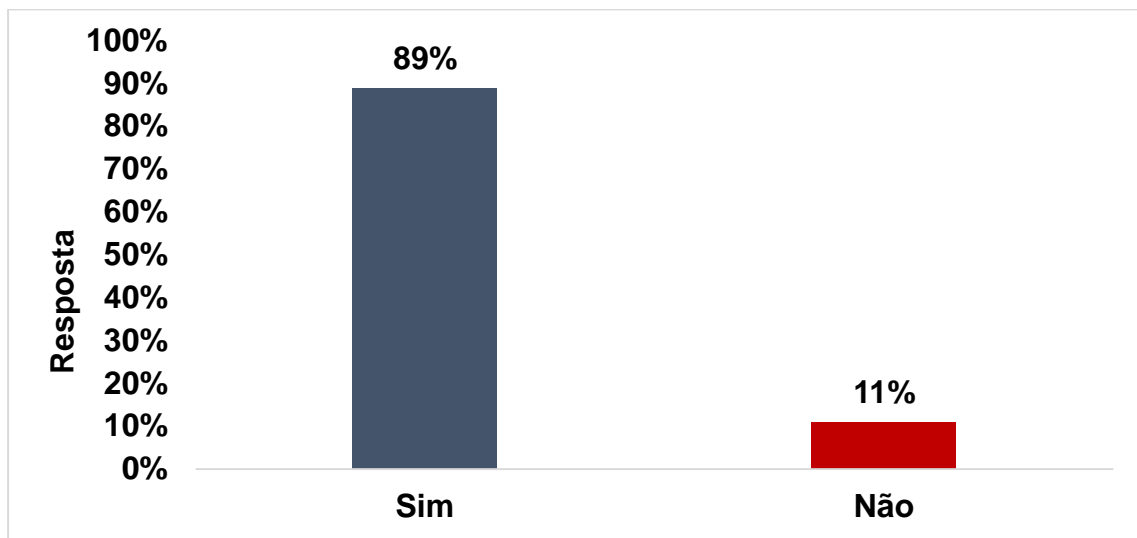
Após a aplicação do experimento virtual, foram aplicados questionamentos de cunho qualitativo, caracterizando o pós-teste, com objetivo de verificar a eficácia do uso do simulador de espectrometria de absorção molecular desenvolvido na aprendizagem dos alunos sobre este conteúdo.

Desse modo, no primeiro questionamento 89% dos respondentes indicaram que a aplicação do simulador virtual, neste caso, lhes auxiliou na compreensão do critério para a escolha do $\lambda_{\text{máx}}$, enquanto apenas 11% responderam de maneira negativa (Figura 13).

Acredita-se que a experiência no ambiente virtual pode auxiliar na compreensão deste quesito, uma vez que os comentários dos que responderam positivamente remetiam a terem lembrado o conteúdo, ao esclarecimento da relação entre a absorbância e o λ_{Max} , à praticidade do experimento, à facilidade nos cálculos e ao caráter sinestésico da atividade. Este aspecto ressalta a relevância de uma experimentação, mesmo que virtual, no reforço do processo de aprendizagem do aluno, tal como também fora inferido por Do Nascimento Ferreira, et al. (2019).

Dos que responderam negativamente, os comentários consideraram inconveniente o programa sugerir automaticamente o λ_{Max} para o analito estudado. Entretanto, ainda assim, os mesmos foram impelidos a determinarem esse valor com base no roteiro proposto.

Figura 13: Percentual para o questionamento do pós-teste: O laboratório virtual lhe auxiliou na compreensão do critério para a escolha do λ_{Max} ?

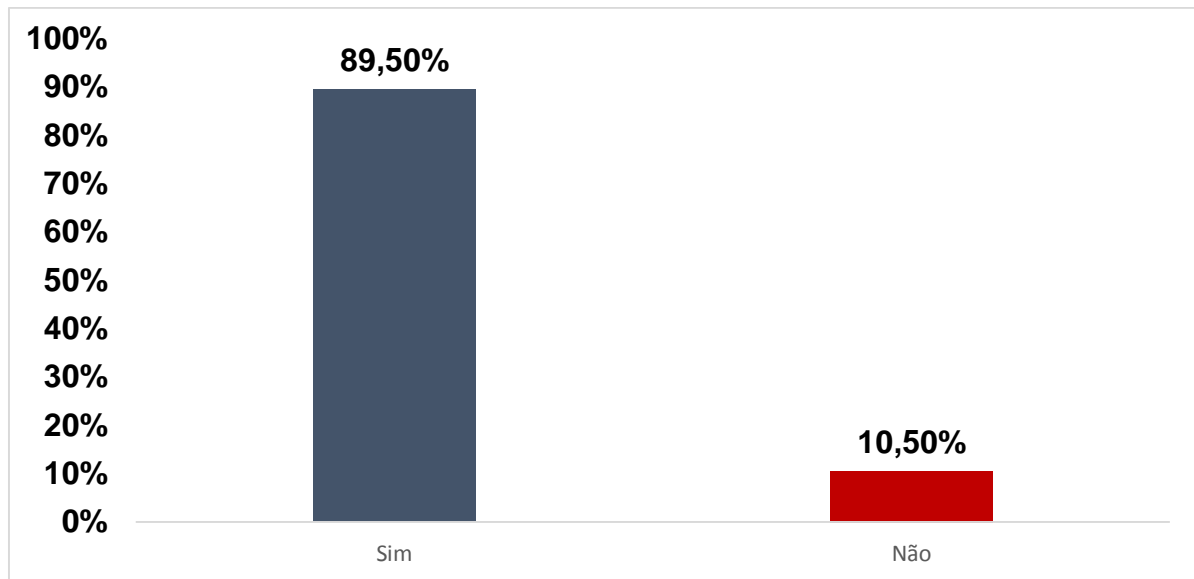


Fonte: MATOS, Ezequiel Fernandes de (2019)

No segundo questionamento, foi avaliada a eficácia do experimento virtual, a partir do qual 89,5% dos alunos responderam que o experimento os auxiliou para uma melhor compreensão da importância da escolha do $\lambda_{\text{máx}}$ com a Lei de Lambert-Beer, e apenas 10,5% responderam de maneira negativa (Figura 14).

Desta forma, pode-se perceber que, na opinião da maioria deles, após a prática experimental virtual, conseguiram explicar melhor esta relação. Desta forma, destaca-se alguns comentários que corroboram com a análise, pois, os mesmos, mencionaram que haviam entendido o significado de λ_{Max} , que o conteúdo foi revisitado em etapas e que isso facilitou a compreensão da relação do λ_{Max} com a Lei de Beer, que agora sabiam a proveniência dos pontos do gráfico de um espectro de absorção molecular e que foi possível a visualização da utilização do λ_{Max} . Por outro lado, dos que responderam negativamente, podem-se destacar os comentários de que o assunto não havia sido abordado anteriormente na aula, o que demonstrou a falta de interesse, por vezes, na simples exposição dos conteúdos, uma vez que o assunto constava no diário de classe e já havia, inclusive, sido cobrado em avaliações anteriores com a turma. (Figura: 14).

Figura 14: Percentual para questionamento do pós-teste (Após a prática no laboratório virtual você consegue explicar melhor a relação do λ_{Max} com a Lei de Beer?)

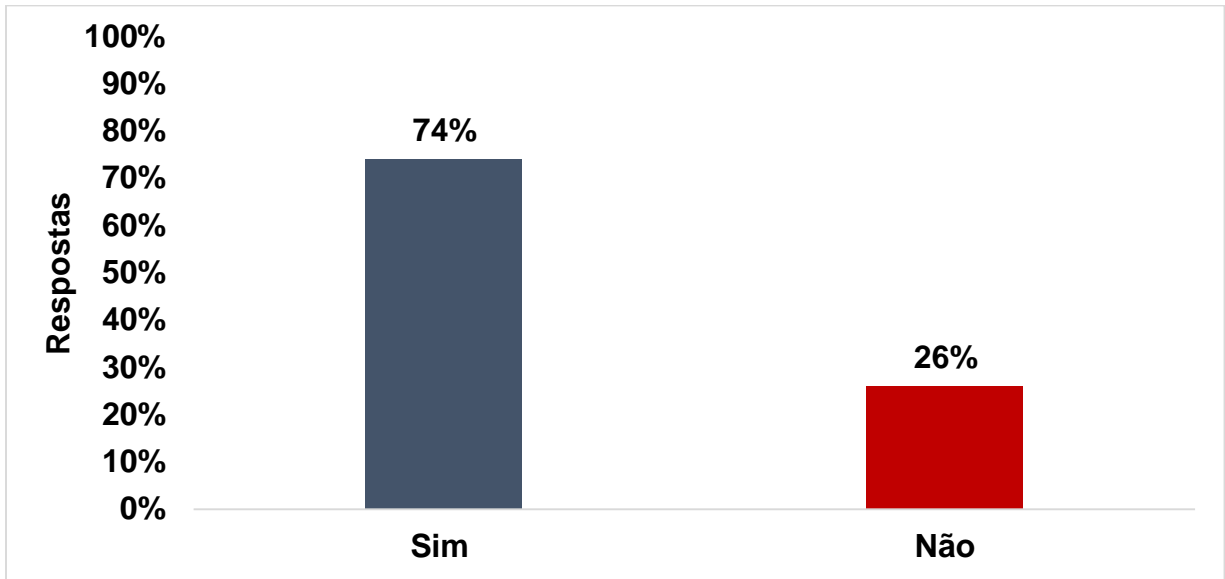


Fonte: MATOS, Ezequiel Fernandes de (2019)

No questionamento três, foi explorada a efetividade da prática no experimento virtual para simular a quantificação de moléculas por espectrometria de absorção molecular, em que se obteve 74% de respostas positivas contra apenas 26% de respostas negativas (Figura 15).

Desse modo, é possível identificar que, após a prática em ambiente virtual, os alunos sentem-se mais seguros e capacitados no exercício futuro da prática, referindo que o simulador os auxiliou em como proceder na quantificação da amostra, e isso se desvela quando os pesquisados comentaram que o programa realizou os passos de forma fracionada e didática, tal como um roteiro experimental, auxiliando na compreensão do que fazer para quantificar as amostras, pois eles consideraram que é análogo ao equipamento real.

Figura 15: Percentual para o questionamento do pós-teste: Esta prática lhe auxiliou em como proceder quanto a quantificação das amostras após as escolhas do λ_{Max} ?



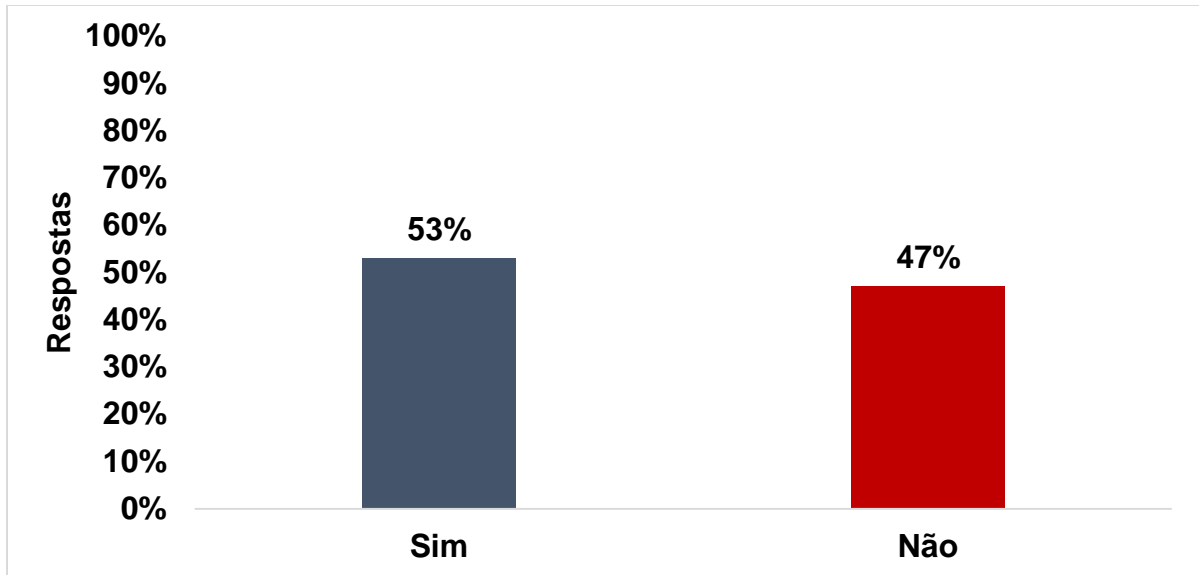
Fonte: MATOS, Ezequiel Fernandes de (2019)

No questionamento quatro, buscou-se identificar se o experimento do simulador de espectrometria de absorção molecular foi eficiente quanto ao esclarecimento da importância da largura da cubeta. Neste caso, a maioria dos respondentes referiu que sim (53%), enquanto os demais responderam negativamente (Figura 16).

Nesta questão, houve equilíbrio nas respostas, o que era esperado, visto que o simulador desenvolvido, infelizmente, não contemplava a possibilidade de variação deste parâmetro, que foi fixado em um centímetro, tal como no equipamento disponível na instituição de ensino. Após análise qualitativa da questão, pode-se comprovar, pelos relatos dos respondentes, que esta possibilidade fica deveras reforçada, pois os mesmos mencionaram que o valor da cubeta era o mesmo, constante e sem alteração.

Em contrapartida, houve alunos que responderam positivamente, explicando o que realmente acontece quando aumentamos esta largura, mencionando o aumento da sensibilidade e a influência dela na absorção.

Figura 16: Percentual para o questionamento do pós-teste: A prática virtual lhe esclareceu a importância da largura da cubeta?

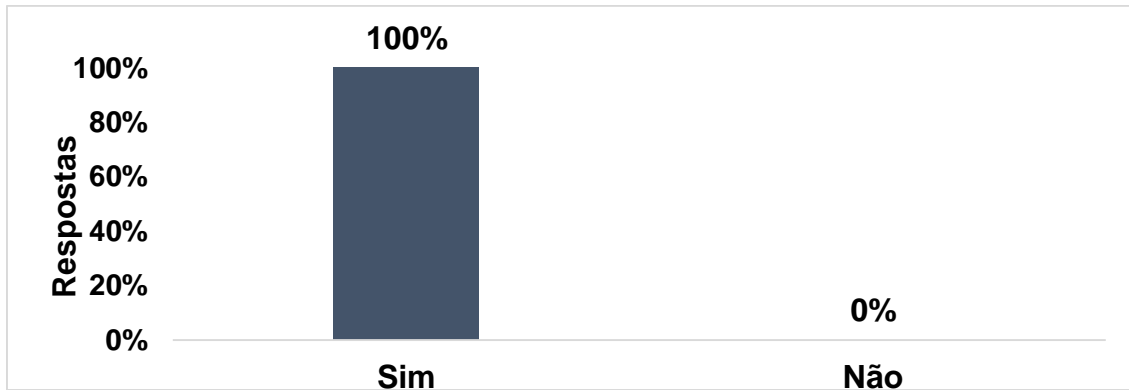


Fonte: MATOS, Ezequiel Fernandes de (2019)

No quinto questionamento, objetivou-se verificar se o experimento no simulador virtual foi um facilitador na aprendizagem do assunto. Neste caso, 100% dos respondentes referiram que sim (Figura 17).

A unanimidade nas respostas demonstra, sob o olhar dos respondentes, que o experimento desenvolvido em ambiente virtual facilitou a aprendizagem. Este fato foi confirmado pelas menções positivas, assim como a prática é um mecanismo que auxilia na compreensão, ajudando a entender o assunto estudado teoricamente, permitindo a visualização da parte matemática da análise, trazendo percepções que a teoria não aborda e possibilitando o entendimento de como se fazem os cálculos.

Figura 17: Percentual para o questionamento do pós-teste: A prática no laboratório virtual lhe facilitou a aprendizagem no assunto abordado?

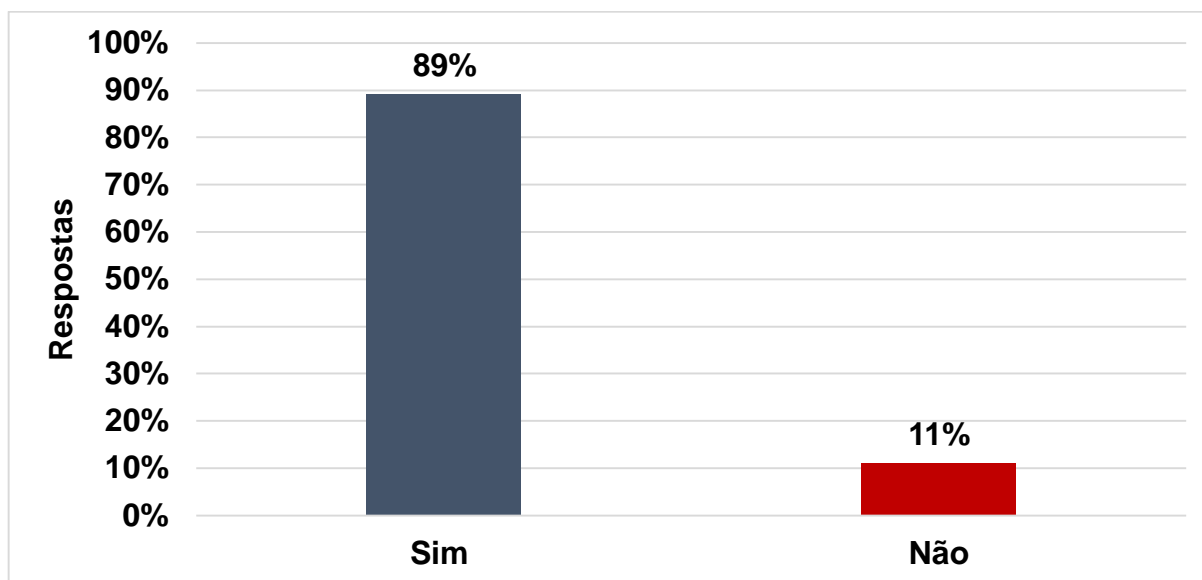


Fonte: MATOS, Ezequiel Fernandes de (2019)

No último questionamento, objetivou-se verificar se, após a experimentação em ambiente virtual, os alunos se sentiam mais seguros para aplicar seus conhecimentos na análise real. Conforme os respondentes, 89% acreditam que sim e outros 11%, que não (Figura 18).

Neste caso, acredita-se ser possível mensurar a importância de uma exposição experimental, ainda que com simulação virtual, para o aumento da segurança de alunos que futuramente poderão integrar o mercado de trabalho como Técnicos em Química, uma vez que 89% dos discentes sentem-se mais seguros após a prática no laboratório virtual. Entre suas considerações, os participantes destacaram que é uma forma de se ter familiaridade com a prática, pois conseguiram compreender os cálculos realizados, dando uma noção do que fazer na prática e que poderiam encontrar os valores e realizar testes sem gastarem reagentes. Também, já sabiam o que esperar e como procederiam na prática real do laboratório e que se sentiam mais seguros para realizar a prática após a simulação virtual.

Figura 18: percentual de respostas para o questionamento do pós-teste: Você se sente mais seguro para aplicar seus conhecimentos no laboratório físico do IFRS - Feliz após a prática virtual?



Fonte: MATOS, Ezequiel Fernandes de (2019)

Por fim, com base nos resultados supracitados neste pós-teste, acredita-se que a aplicação de um experimento virtual, como o que foi desenvolvido neste trabalho, pode trazer importantes contribuições para o processo de ensino na área da Química. Sobretudo, quando se abordam assuntos menos acessíveis à maioria das escolas, em termos experimentais, e, portanto, mais abstratos ao grande público. Ainda assim, é conveniente destacar que o experimento virtual se trata de uma ferramenta vocacionada ao complemento do processo do ensino técnico de Química, porém não suplanta a necessidade da exposição teórica do conteúdo abordado e nem substitui um equipamento físico de espectrometria de absorção molecular na execução de aulas experimentais, que realmente exponham ao aluno a realidade de um laboratório de Química analítica instrumental.

4.4 Análise Global (Pré e Pós-teste)

Com base nos resultados de pré-teste, observa-se que, de uma maneira geral, a turma lembrava do conteúdo teórico ministrado alguns meses antes da aplicação prática do simulador virtual. Pois, dos seis questionamentos, somente na questão dois

houve um índice de acerto inferior a 50%. Esta etapa foi importante para uma análise quantitativa dos alunos acerca do grau de conhecimento dos mesmos.

De certa forma, as perguntas do pós-teste foram semelhantes às do pré-teste, mas com o diferencial de não repetir os questionamentos. Com isso, identifica-se qualitativamente se o experimento no ambiente virtual auxiliou, facilitou ou esclareceu, na visão do discente, o aprendizado sobre as mesmas questões realizadas anteriormente. Nesse sentido, acredita-se que as análises foram positivas, visto que a maioria dos estudantes, responderam positivamente a todas as questões, inclusive relatando no que a experimentação virtual lhes auxiliou.

Portanto, comparando-se os dados tabulados no pré e no pós-teste, verificou-se que, mesmo com certo domínio prévio dos conteúdos, a prática virtual, na visão ou opinião do aluno, foi válida e importante.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização das TIC's nos últimos anos vem se disseminando no ensino. Por isso, seu estudo também vem sendo tema de inúmeras investigações e análises. No ensino de Química, como visto neste estudo, seu potencial é muito elevado, pois, além de tornar o assunto mais agradável e dinâmico, possui como principal ferramenta a internet que, por sua vez, oferece um acervo de informações, imagens, vídeos explicativos etc.

Os programas e simuladores têm por objetivo facilitar o aprendizado do aluno e oportunizar sua experimentação, além de ter um caráter visual. Esta opção se mostrou útil, visto que proporciona soluções economicamente viáveis para instituições de ensino, que não possuem um laboratório, permitindo o uso como ferramenta pedagógica de ensino, complementar à exposição teórica.

O professor necessita estar atualizado com as novas ferramentas e com o contexto dos alunos. Nos últimos anos, principalmente, vivencia-se uma era digital, em que uma grande parte das pessoas utiliza, diariamente, essas ferramentas, principalmente o público jovem, onde se situam a maioria dos discentes. Desse modo, ao invés de se disputar a atenção dos mesmos contra os meios digitais, acredita-se que a proposta deste trabalho é uma boa ideia precursora para a inserção de um conteúdo complexo da Química à realidade dos meios virtuais, permitindo um maior engajamento e motivação dos alunos.

A utilização de um ambiente virtual para complementar o aprendizado deixou o conteúdo mais atrativo, além de possibilitar a diminuição da quantidade de reagentes gastos, já que o aluno, mesmo que no ambiente virtual, poderá ter maior familiaridade com os instrumentos e, com os reagentes, podendo repetir o experimento inúmeras vezes.

Este estudo apresentou a construção de experimento em ambiente virtual como suporte para o ensino de Química e descreveu seu processo e desenvolvimento. No pré-teste, foi possível verificar que os conhecimentos prévios dos participantes eram satisfatórios, visto que mais de 50% conheciam os assuntos na maioria das respostas. Assim sendo, após a aplicação de uma aula experimental no simulador de espectrometria de absorção molecular, foi executada a avaliação final qualitativa, denominada pós-teste, A partir desta, sob a ótica dos participantes, foi possível inferir

que o experimento é funcional ou eficiente como complemento do processo do ensino técnico de Química.

Como resultados deste estudo, pode-se dizer que a utilização de um simulador virtual contribuiu no processo do ensino técnico de Química. Após análises qualitativas, observou-se que os alunos compreenderam melhor o conteúdo e conseguiram associar o experimento prático virtual com a teoria. Isso porque o ambiente virtual faz parte do contexto e da vivência dos discentes, facilitando, assim, sua aplicação e uso como ferramenta pedagógica para o ensino de Química.

Destaca-se que inicialmente o tema de interesse era a construção de um laboratório virtual, porém, por se tratar de um tema interdisciplinar, envolvendo área de programação computacional e conceitos químicos, tornou-se inviável sua produção, pois trata-se de um processo moroso e complexo. Desta forma, com o mesmo interesse, buscou-se desenvolver um experimento virtual, investigando se essas tecnologias são eficazes, no ensino técnico de Química. O que ficou comprovado pelas análises e respostas positivas.

Por fim, acredita-se que a utilização do ambiente virtual, como uma ferramenta complementar e abrangente ao ensino da Química, é muito promissora para uma melhor preparação de alunos da área, tanto para o ensino de conceitos, como para um caráter prático, visando ao ensino de técnicas instrumentais, como no caso abordado de espectrometria de absorção molecular. É possível inferir que, bem planejada, a experimentação virtual de aulas práticas pode auxiliar na melhora de índices de aprendizagem e no estímulo ao interesse dos alunos, tornando a Química mais significativa em suas vidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Brasília: MEC; SEMTEC, 1999.

BRUZZI, Demerval Guilarducci. **Uso da tecnologia na educação, da história à realidade atual**. Revista Polyphonia, v. 27, n. 1, p. 475-483, 2016.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**: tradução Luciana de Oliveira da Rocha. - 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

DIZERÓ, Wagner José; VICENTIN, Verison José; KIRNER, Claudio. **Estudo de interação para um sistema de ensino a distância baseado em interfaces de realidade virtual**. In: Atas I Workshop sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC 98), Campinas, SP. 1998. p. 1-8.

DO NASCIMENTO FERREIRA, Breno et al. **A importância das aulas experimentais no ensino de Química: uma revisão integrativa**.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa – 4. ed - São Paulo**; Atlas, 2002.

KLEIN, Vanessa; LÜDKE, Everton. **Uma investigação sobre motivação e atitude de estudantes frente a aulas de Química Orgânica no Ensino Médio**. Vivências, v. 15, n. 29, 2019.

LOCATELLI, Aline; ZOCH, Alana Neto; TRENTIN, Marco Antonio Sandini. **TICs no Ensino de Química: Um Recorte do “Estado da Arte”**. Revista Tecnologias na Educação, v. 12, n. 7, p. 1-12, 2015.

MANCINI, ARYTA ALVES. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2005.

MARCONE, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos da Metodologia Científica**. 5^o edição. São Paulo: Editora Atlas SA, 2003.

MIRANDA, Guilhermina Lobato. **Limites e possibilidades das TIC na educação**. Sísifo, n. 3, p. 41-50/EN 39-48, 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.

PINTO, A. V. O conceito de tecnologia – 2 v. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005.

ROCHA, Joselayne Silva; VASCONCELOS, Tatiana Cristina. **Dificuldades de aprendizagem no ensino de Química: algumas reflexões**. XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ), p. 1-10, 2016.

SKOOG, D. A.; HOLLER, F. J.; NIEMAN, T. A. **Princípios de Análise Instrumental** – 5.ed. Porto Alegre: Bookmann, 2002

TAVARES, Ricarte; SOUZA, Rodolpho Ornitz Oliveira; DE OLIVEIRA CORREIA, Alayne. **Um estudo sobre a “TIC” e o ensino da Química**. Revista **GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 3, n. 5, p. 155-167, 2013.

VICENTIN, Wagner José; VERISON José; KIRNER, Claudio. **Estudo de interação para um sistema de ensino a distância baseado em interfaces de realidade virtual**. In: **Atas I Workshop sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC 98)**, Campinas, SP. 1998. p. 1-8.

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.

WARTHA, Edson José; SILVA, EL da; BEJARANO, Nelson Rui Ribas. **Cotidiano e contextualização no ensino de Química. Química nova na escola**, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.

ANEXO I

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO
SUL – IFRS.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado (a) Senhor (a):

Você está sendo respeitosamente convidado (a) a participar do projeto de pesquisa intitulado: "a construção interdisciplinar de um laboratório virtual de química", cujo objetivo é "Compreender como a construção de um laboratório virtual de química pode contribuir com o processo de ensino e aprendizagem durante uma atividade prática de um simulador de espectrofotometria de absorção de molecular, em uma turma de 4º ano do ensino médio integrado".

Este projeto está vinculado ao trabalho de conclusão de curso para o curso de Licenciatura em Química.

A pesquisa será feita no IFRS - Feliz, através de preenchimento de questionário, que poderá ser gravada e/ou filmada, após sua autorização. Para a coleta de dados será utilizado um pré e pós-teste.

Sua participação é voluntária e se quiser desistir, em qualquer momento, não terá nenhum problema. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira.

Você não será identificado nem pelo seu nome, nem pelo uso de dados ou materiais que possam identificar sua participação no estudo. Os resultados da pesquisa vão ser publicados, porém mantendo o anonimato.

Ao término da pesquisa, os resultados serão divulgados através do trabalho de conclusão de curso.

Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos.

Este termo de assentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você.

Se tiver alguma dúvida ou necessitar esclarecimento, pode entrar em contato com os pesquisadores através dos telefones ou e-mails disponibilizados abaixo.

Fui alertado (a) que este estudo apresenta risco mínimo. Além disso, diante de qualquer tipo de questionamento ou dúvida poderei realizar o contato imediato com um dos pesquisadores responsáveis pelo estudo que fornecerá os esclarecimentos necessários.

Foi destacado que minha participação no estudo é de extrema importância, uma vez que se espera uma maior facilidade de aprendizado utilizando as tecnologias da informação.

Estou ciente e me foram assegurados os seguintes direitos:

- da liberdade de retirar o meu consentimento, a qualquer momento, e deixar de participar do estudo, sem que isso me traga prejuízo de qualquer ordem;
- da segurança de que não serei identificado (a) e que será mantido caráter confidencial das informações relacionadas à minha privacidade;
- de que serão mantidos todos os preceitos ético-legais durante e após o término da pesquisa, de acordo com a Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde;
- do compromisso de ter acesso às informações em todas as etapas do estudo, bem como aos resultados, ainda que isso possa afetar meu interesse em continuar participando da pesquisa;
- de que não haverá nenhum tipo de despesa ou ônus financeiro, bem como não haverá nenhuma recompensa financeira relacionada à minha participação;
- de que não está previsto nenhum tipo de procedimento invasivo, coleta de material biológico, ou experimento com seres humanos;
- de não responder qualquer pergunta que julgar constrangedora ou inadequada.

ANEXO II

Eu _____, portador do documento de identidade _____, aceito participar da pesquisa intitulada: "a construção interdisciplinar de um laboratório virtual de química". Fui informado (a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada, bem como sobre a metodologia que será adotada, sobre os riscos e benefícios envolvidos. Recebi a informação de que a qualquer momento poderei desistir de participar do estudo, e o meu responsável poderá modificar a decisão de permitir minha participação, se assim o desejar. Recebi uma cópia deste termo de consentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Feliz, ____ de setembro de 2019.

Assinatura do (a) participante

Assinatura do (a) pesquisador (a)

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos deste estudo, poderei consultar:

Pesquisador principal: Ezequiel Fernandes de Matos
Telefone para contato: (54) 99910-9835
E-mail para contato: ezecarioca@yahoo.com.br

ANEXO IV



Trabalho de conclusão de curso – 2019.

Pesquisador: Ezequiel Fernandes de Matos.

Orientador: Dr. Francisco da Rosa.

Data de Aplicação: 09/09/2019.

Sexo: () Masculino () Feminino

Idade: _____

Pós-Teste

- 1) O laboratório virtual lhe auxiliou na compreensão do critério para a escolha do λ Max? Por quê?

- 2) Após a prática no laboratório virtual, você consegue explicar melhor a relação do λ Max com a lei de Beer? Por quê?

- 3) Esta prática lhe auxiliou em como proceder quanto à quantificação das amostras após a escolha do λ Max? Por quê?

- 4) A prática no laboratório virtual lhe esclareceu a importância da largura da cubeta? Por quê?

- 5) A prática no laboratório virtual lhe facilitou a aprendizagem no assunto abordado?

- 6) Você se sente mais seguro para aplicar seus conhecimentos no laboratório físico do IFRS – Feliz após a prática virtual? Por quê?

ANEXO V

AULA COM LABORATÓRIO SIMULADO

1ª ETAPA

- Acesse o sistema no moodle;
- Selecione primeiro uma solução de permanganato de potássio $2 \cdot 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$;
- Ajuste o comprimento de onda conforme a tabela a baixo e anote a absorvância lida em cada caso;
- Após concluir a varredura de comprimentos de onda para permanganato, faça o mesmo para uma solução de cromato de potássio $2 \cdot 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$.

λ	Permanganato de potássio	Cromato de potássio
250		
260		
270		
280		
290		
300		
310		
320		
330		
340		
350		
360		
370		
380		
390		
400		
410		
420		
430		
440		
450		
460		
470		
480		
490		
500		
510		
520		
530		
540		
550		
560		
570		
580		
590		
600		
610		
620		
630		
640		
650		
660		
670		
680		
690		
700		
710		
720		
730		
740		
750		
760		
770		
780		

2ª ETAPA

- Com o λ máximo escolhido, para cada caso, determine a absorvância para cada uma das concentrações abaixo:

Sol. KMnO_4 (mol L^{-1})	A	Sol. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (mol L^{-1})	A
0		0	
$1,0 \cdot 10^{-5}$		$1,0 \cdot 10^{-5}$	
$2,0 \cdot 10^{-5}$		$2,0 \cdot 10^{-5}$	
$4,0 \cdot 10^{-5}$		$4,0 \cdot 10^{-5}$	
$8,0 \cdot 10^{-5}$		$8,0 \cdot 10^{-5}$	
$1,6 \cdot 10^{-3}$		$1,6 \cdot 10^{-3}$	

3ª ETAPA

- Com o λ máximo escolhido, para cada caso, determine a absorvância para cada uma das soluções desconhecidas;

- Determine a concentração de cada uma:

Sol. KMnO_4	A	Sol. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (mol L^{-1})	A
1		1	
2		2	
3		3	