



Anais do XIV Colóquio Internacional "Educação e Contemporaneidade"

24 a 25 de setembro de 2020



Volume XIV, n. 8, set. 2020
ISSN: 1982-3657 | Prefixo DOI: 10.29380

EIXO 8 - TECNOLOGIA, MÍDIAS E EDUCAÇÃO

Editores responsáveis: **Veleida Anahi da Silva - Bernard Charlot**

DOI: <http://dx.doi.org/10.29380/2020.14.08.16>

Recebido em: **04/08/2020**

Aprovado em: **04/08/2020**

ANÁLISE DA PRÁTICA LABORATORIAL NO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL: UMA ABORDAGEM NA DISCIPLINA DE RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS / ANALYSIS OF LABORATORY PRACTICE IN THE COURSE OF CIVIL ENGINEERING: AN APPROACH IN THE DISCIPLINE OF MATERIAL RESISTANCE / ANÁLISIS DE LA PRÁCTICA DE LABORATORIO EN EL CURSO DE LA INGENIERÍA CIVIL: UN ENFOQUE EN LA DISCIPLINA DE LA RESISTENCIA MATERIAL

JANIO NUNES SAMPAIO

TAISA MENEZES TENORIO

<https://orcid.org/0000-0002-1152-4147>

RESUMO

Na atualidade, observa-se o grande impacto que as novas tecnologias vêm causando no processo de ensino e aprendizagem de diversas Instituições de Ensino Superior. Neste sentido, os laboratórios presenciais e virtuais consistem em mecanismos importantes, pois auxiliam os discentes a colocar em prática os conhecimentos abordados em sala de aula. Este trabalho consiste no estudo do uso de laboratórios virtuais como ferramenta de aprendizagem para os alunos da graduação de Engenharia Civil, tendo sua aplicação na disciplina de Resistência dos Materiais. Adotando os procedimentos de pesquisa bibliográfica e observação sistemática das atividades laboratoriais virtuais desenvolvidas em uma faculdade privada, foi possível constatar que os laboratórios virtuais surgem como uma ferramenta importante, pois conseguem atingir uma maior parcela de estudantes e com um custo reduzido.

ABSTRACT

Today, we can see the great impact that new technologies have been causing in the teaching and learning process of several Higher Education Institutions. In this sense, the face-to-face and virtual labs consist of important mechanisms, since they help students to put into practice the knowledge addressed in the classroom. This work consists in the study of the use of virtual laboratories as a learning tool for the students of the Civil Engineering degree, having its application in the subject of Resistance of Materials. Adopting the procedures of bibliographic research and systematic observation of the virtual laboratory activities developed in a private college, it was possible to see that the virtual laboratories emerge as an important tool, because they are able to reach a larger portion of students and at a reduced cost.

RESUMEN

Hoy en día, podemos ver el gran impacto que las nuevas tecnologías han estado causando en el proceso de enseñanza y aprendizaje de varias Instituciones de Educación Superior. En este sentido, los laboratorios presenciales y virtuales constituyen mecanismos importantes, ya que ayudan a los estudiantes a poner en práctica los conocimientos abordados en el aula. Este trabajo consiste en el estudio del uso de los laboratorios virtuales como herramienta de aprendizaje para los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil, teniendo su aplicación en la asignatura de Resistencia de Materiales. Adoptando los procedimientos de investigación bibliográfica y observación sistemática de las actividades de los laboratorios virtuales desarrollados en una universidad privada, se pudo comprobar que los laboratorios virtuales surgen como una herramienta importante, ya que pueden llegar a una porción mayor de estudiantes y a un costo reducido.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos tempos acompanha-se um crescente aumento no número de IES (Instituições de Ensino Superior) em todo território nacional, ao mesmo tempo, exige-se que estas estejam capacitadas e adaptadas, segundo as regulamentações e portarias do Ministério da Educação para formarem profissionais de qualidade e que possam estar atendendo as demandas do mercado.

Com o avanço tecnológico, as instituições de ensino estão se adaptando a uma nova realidade, para isso estão em processo contínuo de modernização, já que novas tecnologias são apresentadas constantemente no mercado. Este fato impactou positivamente a vida de alunos e professores, dado que as barreiras da sala de aula foram ultrapassadas, atualmente os alunos tem acesso a um grande número de ferramentas que auxiliam no processo ensino-aprendizagem.

O Ministério da Educação publicou a Portaria N° 2.117 de 06 de dezembro de 2019, cujo texto trata da possibilidade da oferta de até 40% da carga horária de cursos presenciais de graduação na modalidade EaD, com exceção dos cursos de medicina. Esta carga horária deverá ser composta por uma metodologia de ensino que inclua a utilização de Tecnologias de Informação e Comunicação-TIC, a fim de que estes recursos possam auxiliar no processo de ensino-aprendizagem, bem como possa facilitar o contato entre os tutores e seus alunos.

Levando-se em consideração a possibilidade de expansão da carga horária das disciplinas que poderão ser ministradas EaD (Educação à Distância) é de extrema importância o emprego dos novos recursos tecnológicos disponíveis, como laboratórios virtuais e os ambientes virtuais de aprendizagem (AVA), objetivando facilitar o aprendizado dos discentes através de um recurso tão utilizado por esta e pelas próximas gerações, a tecnologia.

Quando se fala na oferta destas disciplinas EaD, a maior dúvida relaciona-se quanto a parte prática das aulas, já que na maioria das vezes as aulas em laboratórios físicos tornam-se dificultosos seja pela distância entre o aluno e o polo central da respectiva IES, ou pela deficiência destes ambientes nas próprias universidades. Segundo Guillermo (2016) os laboratórios tradicionais apresentam algumas desvantagens como equipamentos e instrumentos muitas vezes caros e que estão à disposição de um grande número de aluno por um curto período de tempo. Neste ponto, destaca-se a necessidade de uma alternativa que viabilize este déficit e que possa promover aos alunos um contato de qualidade com a prática laboratorial, e é neste sentido que entra o uso dos laboratórios virtuais e remotos.

Vale ressaltar, que apenas o conhecimento teórico do assunto nos cursos de engenharia, não são suficientes para a formação de um bom profissional sendo indispensável o uso de laboratórios, pois nestes ambientes os alunos conseguem colocar em prática os assuntos abordados em sala de aula através de experimentos. De acordo com Hwang (2016) *apud* Guillermo (2016) os experimentos constituem-se em uma arma importante para os alunos, pois facilitam o entendimento de alguns assuntos que são difíceis de serem entendidos somente com os livros, constituindo-se uma parte essencial nos cursos de graduação de engenharia.

No transcorrer da graduação há uma evasão muito grande de alunos, principalmente devido a dificuldade em algumas disciplinas como cálculo, mecânica dos sólidos, resistência dos materiais. Uma grande parcela desta evasão deve-se a deficiência dos alunos em alguns assuntos que fazem parte da matriz curricular do ensino médio, já que na graduação o prévio conhecimento de alguns assuntos pode facilitar o entendimento em algumas disciplinas. Daí, a importância de uma metodologia de ensino que tenha como ênfase minimizar as lacunas deixadas pelo ensino básico, e é neste sentido que a prática laboratorial pode auxiliar a diminuir este problema, já que pode motivar os alunos a compreender os fenômenos vistos teoricamente em sala de aula.

A disciplina de Resistência dos materiais, por exemplo, é uma das mais temidas no curso de Engenharia Civil, e também uma das mais fundamentais. No transcorrer da disciplina, são analisadas as tensões e deformações sofridos por alguns materiais quando submetidos a esforços solicitantes. Esta é uma das disciplinas que possui em sua ementa alguns assuntos, cujas definições foram vistas em física no ensino médio.

Pensando nisso, o presente trabalho consiste em expor a importância da prática laboratorial no processo ensino-aprendizagem de alunos da graduação de Engenharia Civil, tendo como ênfase o uso de laboratórios virtuais na disciplina de resistência dos materiais, constituindo-se em uma ferramenta importante que auxiliará os discentes a potencializar os seus conhecimentos. Além disso, pretende-se destacar as vantagens quanto ao uso de laboratórios virtuais quando comparados aos tradicionais como ferramenta tecnológica de ensino.

2. METODOLOGIA

O presente estudo foi elaborado através de uma metodologia exploratória e descritiva, adotando os procedimentos de pesquisa bibliográfica e observação sistemática das atividades laboratoriais virtuais desenvolvidas.

De acordo com Severino (2016) a pesquisa exploratória tem o objetivo de levantar informações sobre um determinado objeto, delimitando um campo de trabalho e mapeando as condições de manifestação do objeto pesquisado. Além disso, conforme Leão (2017), esse tipo de pesquisa visa proporcionar maiores informações sobre um assunto investigado, familiarizando-se com o fenômeno estudado ou conseguir nova compreensão deste.

A pesquisa descritiva, segundo Sellitz et al. (1965), busca descrever um fenômeno ou situação em detalhe, especialmente o que está ocorrendo, permitindo abranger, com exatidão, as características de um indivíduo, uma situação, ou um grupo, bem como desvendar a relação entre os eventos. Esse método de pesquisa aborda os aspectos de descrição, registro, análise e interpretação de fenômenos atuais, objetivando o seu funcionamento no presente (MARCONI; LAKATOS, 2017).

Dessa forma, primeiramente foi realizada uma pesquisa bibliográfica a respeito das atividades laboratoriais realizadas em formato virtual e sua aplicação em cursos de engenharia civil, onde foram consultados sites, livros, revistas, artigos, leis específicas e o laboratório virtual de uma faculdade privada. A principal vantagem de uma pesquisa bibliográfica reside no fato de fornecer ao investigador um instrumento analítico (VERGARA, 2000).

Após isso, foi realizada uma observação sistemática no portal de Ambiente Virtual Aprendizagem (AVA) de uma faculdade de ensino superior privada, retirando informações que permitissem a caracterização e posterior análise das ferramentas disponibilizadas nos laboratórios virtuais. Neste estudo, foi delimitado as práticas laboratoriais ofertadas para a disciplina de Resistência dos Materiais, ressaltando a importância do mesmo no ensino e aprendizagem da comunidade acadêmica de Engenharia Civil.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Laboratórios Virtuais

O uso de laboratórios virtuais representa uma importante ferramenta de apoio ao ensino, tal mecanismo possibilita aos alunos uma interação em tempo real, sendo este organizado de forma a

proporcionar ao discente a execução de vários experimentos, e utilizando-se na maioria das vezes de recursos não distantes da realidade da maioria dos alunos e das IES que são computadores e celulares.

Segundo Junior, Meneses e Ferreira (2012) *apud* Caliari, Zilber e Perez (2016) as instituições de ensino superior que pretendem atuar na modalidade de ensino EaD ou de forma híbrida com disciplinas presenciais, tem como grande desafio ofertar em seus cursos qualidade, utilizando-se ferramentas de ensino ligadas as TICs.

Nos cursos de Engenharia muitas disciplinas demandam da prática laboratorial, configurando-se em um item de elevada importância, os laboratórios virtuais abrem acesso a um ambiente, que muitas vezes é limitado ou dificultado localmente, desta maneira tornam-se uma possibilidade de melhorar o processo de aprendizagem dos alunos (CARDOSO; SOUZA; GIL, 2016).

Nos últimos tempos tem ocorrido um avanço no número de laboratório virtuais em cursos de engenharia, este fato proporciona ao aluno utilizar esta ferramenta a qualquer hora e computador. Estes laboratórios imitam o ambiente real, o qual é representado por um modelo matemático, em suma estes traduzem-se como imitações dos ambientes tradicionais. (NEDIC et al, 2016 *apud* GUILLENO, 2016)

De acordo com Bose (2013) os laboratórios virtuais são vantajosos e apresentam um custo reduzido, este autor foi responsável pela elaboração do *Virtual Labs*, laboratório virtual utilizado em mais de cem faculdades de engenharia na Índia, conseguindo alcançar cerca 100.000 alunos, o pesquisador ainda destaca que ele pode atingir um maior número de estudantes diferente dos laboratórios tradicionais. É importante destacar, que os usuários desta plataforma estão utilizando-a em horários diferentes do que seria o horário da faculdade, como no período da noite e finais de semana, ratificando uma das principais vantagens, que é a flexibilidade de horário.

Além disso, para os laboratórios virtuais terem um impacto positivo, as simulações devem estar tão próximas de situações reais quanto possível e estar firmemente fundamentado em uma rica pedagogia. O aprendizado também está indissociavelmente ligado à usabilidade e a interface do usuário em laboratórios virtuais, que devem ser de fáceis compreensão e interação.

3.2 Laboratório Presencial Versus Laboratório Virtual

As novas tecnologias da informação e da comunicação foram essenciais na oferta de cursos à distância em todo o Brasil, assim como a implementação de laboratórios em plataformas virtuais. Todavia, sua aplicação no ensino presencial ainda se torna algo bem distante comparado a outros países.

O laboratório presencial é aquele utilizado normalmente em cursos tradicionais, onde os alunos manipulam diretamente os materiais constitutivos dos experimentos, com toda a turma e sob a orientação presente do professor. Já o laboratório virtual é aquele baseado em simulações computacionais, onde não existe uma interação dos alunos com instrumentos e materiais reais, mas com representações computacionais da realidade disponibilizadas em um sistema de aprendizagem virtual.

Segundo Gonçalves et al. (2018), as simulações por computador têm como principal vantagem sobre os laboratórios práticos a possibilidade dos estudantes exercitarem com eles a qualquer momento sem risco de danificar os equipamentos.

Os alunos podem usar simulações para evoluir no seu próprio ritmo. Por outro lado, durante as

simulações os alunos têm que entender que estão lidando com modelos e não com a realidade. No entanto, há estudos que indicam que uma simulação por computador contribui mais para o desenvolvimento do raciocínio abstrato do que os laboratórios tradicionais. (GONÇALVES, et al., 2018).

Neste sentido, Coelho (2017) afirma que os laboratórios remotos são mais ágeis e acessíveis aos estudantes porque podem ser acessados mundialmente por meio de plataformas criadas a partir das novas tecnologias da informação e da comunicação.

Dessa maneira, se faz necessário analisar como deve ser realizada a implementação destas práticas nos planos de ensino das Instituições de Ensino Superior (IES). Uma das maiores dificuldades inerentes à utilização desses três recursos (real x simulação x remoto) é precisamente a definição clara de quais os objetivos educacionais e de aprendizagem associados a cada recurso, em particular, e quais os objetivos associados à utilização conjunta (ALVES, 2018).

De acordo com Costa Lobo et al. (2008), considerando o caso particular das Ciências e Engenharias, onde a componente laboratorial no processo ensino-aprendizagem assume um papel relevante, os recentes avanços ao nível das tecnologias educativas criaram alternativas válidas aos ambientes laboratoriais tradicionais, nomeadamente os ambientes laboratoriais virtuais e remotos, ainda não totalmente exploradas.

Dispondo os docentes de uma variedade crescente de recursos educativos e de métodos de ensino, em face de um leque alargado de alunos com estilos de aprendizagem próprios, importa estudar de que forma se pode ponderar e sequenciar os diferentes tipos de ambientes laboratoriais, para atingir o objetivo geral de aumentar o nível do saber e das competências experimentais dos alunos que optam pelas Ciências e Engenharias. (COSTA LOBO et al, 2008).

Para definição da utilização dos laboratórios tradicionais ou virtuais no processo de ensino e aprendizagem vai depender da forma com que o aluno vai adquirir e fixar todo o conhecimento neste processo. Assim, o envolvimento dos professores no uso das tecnologias virtuais se torna essencial para a efetiva aprendizagem e satisfação dos alunos com as ferramentas disponibilizadas, contribuindo para sanar as dificuldades encontradas na assimilação dos conteúdos teóricos.

Isso não impede que o professor, ao preparar uma determinada parte da matéria, não planeje uma dada sequência de utilização e a siga. Porém numa matéria seguinte ele poderá mudar essa sequência, pois entende que para essa outra matéria, será melhor começar pelo laboratório virtual e não pela apresentação da teoria envolvida (ALVES, 2018).

3.3 A Prática Laboratorial na Formação do Engenheiro Civil

A engenharia traduz-se em uma ciência aplicada que é movida por experimentos realizados em laboratórios. Nestes locais os discentes conseguem adquirir conhecimento, ultrapassando as barreiras dos conhecimentos teóricos, infelizmente, muitos cursos de engenharia ainda não possuem laboratório, devido as grandes despesas que envolvem a manutenção de tais locais (SALAHEDDIN, 2015).

O uso do laboratório é um importante mecanismo de aprendizagem para os alunos, pois desperta a curiosidade, ajuda a fixar o assunto visto em sala de aula e ainda faz com que os discentes tenham contato com a vivência científica, fazendo florescer o espírito investigativo e impulsionando- os a

melhorar processos ou criar novos.

O Laboratório tem um grande papel no reforço de competências dos alunos, pois é um ambiente vital de uma variedade de atividades e experiências em que a ciência é estudada, sendo um ambiente vital onde a ciência é experimentada, onde as capacidades de resolver problemas são refinadas no contexto da investigação laboratorial. As atividades laboratoriais desenvolvem uma ampla variedade de aspectos, organizacional, criativo e de habilidades de comunicação, oferecendo um cenário ideal para motivar os alunos enquanto eles experimentam o que é ciência (GABER, et al. 2013 *apud* Guillermo, 2016).

Além disso, de acordo com a Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019 do Ministério da Educação, que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, os cursos de graduação em Engenharia deve contemplar em seus respectivos Projeto Pedagógico do Curso (PPC) atividades de aprendizagem que assegure o desenvolvimento das competências do egresso, como por exemplo as a realização de atividades em laboratório.

§ 1º É obrigatória a existência das atividades de laboratório, tanto as necessárias para o desenvolvimento das competências gerais quanto das específicas, com o enfoque e a intensidade compatíveis com a habilitação ou com a ênfase do curso.

§ 2º Deve-se estimular as atividades que articulem simultaneamente a teoria, a prática e o contexto de aplicação, necessárias para o desenvolvimento das competências, estabelecidas no perfil do egresso, incluindo as ações de extensão e a integração empresa/escola. (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2019)

No ambiente acadêmico, para a complementação do conhecimento adquirido em sala de aula, algumas instituições ofertam práticas laboratoriais como ferramentas de ensino em toda a graduação de engenharia. O conhecimento teórico e a formulação matemática dos fenômenos são essenciais para a formação do engenheiro, porém fica incompleta sem o lado prático: aplicação dos conceitos, observação e experimentação (NETO; FRANÇA, 2004).

Da mesma maneira, a investigação por meio de laboratório é o conjunto de ensaios necessários para determinar as características físicas, mecânicas e de deformabilidade dos materiais, com a finalidade de se realizar um determinado projeto. Nestes ensaios de laboratório o profissional terá um entendimento melhor do comportamento dos materiais selecionados para o projeto e permitindo avaliar a coerência nos resultados de diferentes ensaios.

Assim, os laboratórios devem aproximar o aluno da ciência e tecnologia, permitindo o desenvolvimento de habilidades técnicas aplicadas de acordo com os conhecimentos teóricos estudados. Neste sentido, o engajamento do professor é fundamental, pois ele é o responsável por conduzir as práticas de acordo com a necessidade de cada disciplina e com os elementos pedagógicos disponibilizados por cada instituição.

3.4 Resistência dos Materiais e os Laboratórios

Atualmente, a Resistência dos Materiais é o ramo da mecânica que estuda as relações entre cargas externas aplicadas a um corpo deformável e a intensidade das forças internas que atuam dentro do corpo, abrangendo também o cálculo das deformações do corpo e o estudo da sua estabilidade, quando submetido a solicitações externas (HIBBELER, 2015).

A origem da resistência dos materiais remonta ao início do século XVII, época em que Galileu

realizou experiências para estudar os efeitos de cargas em hastes e vigas feitas de vários materiais. No entanto, para a compreensão adequada dos fenômenos envolvidos, foi necessário estabelecer descrições experimentais precisas das propriedades mecânicas de materiais.

Para a Engenharia Civil, o estudo e conhecimento da resistência dos materiais é imprescindível, pois propicia ao profissional uma melhor seleção dos sistemas estruturais, dos materiais de construção, proporções e dimensões dos elementos de uma dada estrutura, para que estas possam cumprir suas finalidades dentro de uma margem de segurança, com confiabilidade e durabilidade.

Neste sentido, os laboratórios de Resistência dos Materiais são essenciais para a formação do engenheiro e devem proporcionar conhecimentos sobre as propriedades dos materiais em estudo e suas características. Além de identificar, através da observação dos ensaios, possíveis defeitos de resistência em peças estruturais e mecânicas utilizadas na construção civil através de ensaios de tração, compressão, dureza, flexão e cisalhamento.

Os ensaios experimentais realizados na disciplina em questão possuem o objetivo de extrair informações sobre as propriedades dos materiais estudados, sejam eles para fins de pesquisa, visando a determinar propriedades mecânicas dos materiais, ou para fins tecnológicos, analisando os resultados com o recomendado pelas normas regulamentadoras afim de garantir o controle tecnológico e qualidade dos materiais empregados na construção civil.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após os estudos referenciais sobre o uso de laboratórios virtuais, foi realizado a análise do Laboratório Virtual de Resistência dos Materiais de uma instituição privada. Para a disciplina em questão foi disponibilizados os seguintes experimentos: Ensaios de Tração, Ensaios de Compressão, Ensaios de Dureza e Ensaios de Torção.

Ao entrar no Ambiente Virtual de aprendizagem, foi possível identificar um menu com seis etapas para cada experimento disponível, sendo eles: Apresentação, Sumário Teórico, Roteiro, Pré-teste, Experimento e Pós-teste.

No menu apresentação estavam os objetivos do experimento, a importância do ensaio e a descrição dos equipamentos a serem utilizados. Já no Sumário teórico, o aluno tinha acesso a um breve resumo de toda parte teórica e no menu posterior era apresentado um roteiro detalhado de cada etapa do experimento, com figuras demonstrativas, textos explicativos e tabelas auxiliares.

Antes de iniciar o experimento, o aluno deveria realizar um Pré-teste com cinco questões referente aos menus anteriores para uma melhor fixação dos conteúdos e procedimentos, estes necessários para uma boa execução do ensaio. Em seguida, o experimento deveria ser realizado de acordo com o roteiro anterior e realizado uma posterior análise, com a possibilidade de construção de gráficos e definição de grandezas de resistência dos materiais estudados. E, por último, o aluno deveria realizar o Pós-teste, com questões relacionadas ao experimento realizado, com o intuito de garantir a compreensão dos resultados obtidos.

4.1 Ensaio de Tração

Este ensaio consiste na aplicação de esforço de tração em determinado material e posteriormente avaliada suas propriedades, para isso o laboratório virtual oferece todos os equipamentos necessários para execução deste ensaio que são, paquímetro, bomba manual, máquina universal, relógio comparador e garras de fixação. Além disso, o aluno tem acesso a uma tabela de comandos que

facilita o acesso aos equipamentos do ambiente (bancadas, corpos de prova, manômetro).

Ao acessar o ambiente virtual deve-se preparar a máquina universal para receber o corpo de prova, removendo as suas partes móveis inferior e superior da garra de fixação. Em seguida o discente deve dirigir-se a uma maleta que contém corpos de prova (CP) que poderão ser selecionados com um simples clique com o botão direito do mouse. Para realização do ensaio são disponibilizados os seguintes materiais: CP de aço carbono ASMT A36, CP com liga de alumínio 2024, CP composto de liga de titânio 6Al-4V e CP de liga de alumínio 6061. Ao ser selecionado o corpo de prova é levado até a mesa onde passará pela coleta de suas dimensões que engloba o comprimento e o diâmetro, este processo é feito com auxílio do paquímetro.

O passo seguinte é posicionar o CP na máquina universal, e recolocar a garra de fixação móvel superior e inferior da máquina. Para analisar as deformações sofridas pelo material ao longo do ensaio é utilizado o relógio comparador, que pode ser acessado pela tabela de acesso rápido. Inicialmente é aplicada uma pré-carga ao corpo de prova através de uma bomba hidráulica manual, cujo valor aparece no canto inferior direito da tela. A carga é aplicada como auxílio de uma alavanca movida com o botão esquerdo do mouse. Em cada etapa é anotado os valores de pressão e deslocamentos sofrido pelo material, bem como a coleta do comprimento e diâmetro do corpo de prova com o término do ensaio.

Com os dados obtidos neste ensaio é possível definir a força atuante nos corpos de prova, o gráfico de tensão versus deformação e conseqüente determinar o limite de escoamento, módulo de elasticidade e o limite de resistência a tração do material em análise.

Pode ser notado que o ensaio de tração desenvolvido no ambiente virtual possui eficiência equivalente ao desenvolvido no laboratório tradicional, neste espaço os alunos conseguem aplicar na prática os assuntos vistos em sala de aula. O ensaio de tração é utilizado para avaliar a resistência de um dos materiais mais utilizados na construção civil em conjunto com o concreto, o aço.

4.1 Ensaio de Compressão

Este ensaio mecânico tem como objetivo a definição da capacidade de um material de resistir a esforços de compressão. Neste experimento os esforços atuam no elemento reduzindo suas dimensões, sua análise é de elevada importância, pois a partir dos resultados obtidos é avaliado se a estrutura é capaz de resistir a determinados esforços quando solicitados.

O laboratório virtual possui equipamentos necessários para a realização do experimento como máquina universal, paquímetro, placa de compressão, bomba manual, corpos de prova e relógio comparador. Ao acessar o ambiente, inicialmente deve-se inserir a placa de compressão a máquina universal de ensaio, esta encontra-se presente dentro de uma maleta juntamente com os elementos que serão ensaiados. Posteriormente, deve-se escolher o corpo de prova que se deseja analisar, o laboratório disponibiliza três materiais diferentes: teflon, poliacetal e nylon. Escolhido o CP seleciona-o com o botão direito do mouse e move-o até a mesa para coleta de suas dimensões (diâmetro e comprimento) com o auxílio de um paquímetro.

Após este processo, o CP é encaminhado a máquina universal, que está associada a um relógio comparador, responsável por medir as variações de dimensões sofridas pelo corpo de prova quando submetido a esforços. A bomba manual é a encarregada de empregar a carga necessária para realizar o experimento. Vale ressaltar que tanto o relógio comparador, quanto a bomba manual podem ser acessados com maior facilidade através de uma tabela de acesso rápido ou através dos comandos alt+3 e alt+5, respectivamente.

A carga empregada pela bomba manual se dá através de uma alavanca, acoplada a este equipamento

e que é acionada pelo botão esquerdo do mouse. Este ensaio só será finalizado quando o comprimento do corpo de prova for reduzido pela metade, se comparado com a dimensão coletada inicialmente. Quando isso ocorre, remove-se a carga aplicada e mede-se as novas dimensões do corpo de prova. É importante destacar que se utiliza uma tabela para preencher os valores obtidos de carga e suas respectivas deformações. Os resultados de carga constatados neste ensaio são demonstrados em Kgf/cm^2 e por esta razão devem ser convertidos para Mpa, para isso aplica-se a seguinte conversão: $1\text{kgf/cm}^2 = 0.098067 \text{ Mpa}$.

A realização deste tipo de ensaio é bastante utilizada na construção civil, principalmente no que se diz respeito controle tecnológico do concreto. Quando este chega ao canteiro de obras, são coletados corpos de prova de diferentes lotes e enviados a laboratório, os resultados obtidos devem estar de acordo com os cálculos realizados pelo engenheiro calculista. Daí, a importância de entender bem a metodologia de ensino deste ensaio na disciplina de resistência dos materiais, pois os conhecimentos abordados servirão de embasamento para disciplinas específicas do curso.

4.3 Ensaio de Dureza

Para este experimento, o ambiente virtual disponibilizou uma máquina universal de ensaios mecânicos para determinação da dureza dos materiais. O aluno, através do clique dos botões do mouse, deve selecionar e acionar as partes mecânicas da máquina, assim como os instrumentos de medição disponibilizados.

Aberto o ambiente virtual, o aluno deve selecionar um corpo de prova, mover para bancada e realizar a medição através do paquímetro e anotar o valor inicial. Foram disponibilizados três corpos de prova para os ensaios: latão, cobre e alumínio. Escolhido o material, o aluno deverá verificar o valor de carga teórico suportado pelo mesmo, na tabela contida no sumário teórico do AVA para posterior comparação no fim do experimento.

Em seguida, o corpo de prova deve ser movido para a máquina e clicando na bomba manual iniciar a aplicação da carga para determinação da dureza, verificando sempre as alterações no manômetro da máquina visto na lateral inferior direita até atingir a carga teórica. Após isso, retirar o corpo de prova da máquina e realizar uma nova medição com o paquímetro e comparar se os fatores de carga estão de acordo com a margem de valores previstos em tabela teórica.

Finalizando essas etapas, o aluno pode descartar o corpo de prova e iniciar novamente o experimento com um outro corpo de prova diferente e realizar comparações de dureza entre eles, podendo fazer a comparação experimental de cada material.

Com isso, mesmo de maneira virtual, pode-se dizer que o estudante poderá compreender as etapas de determinação da dureza dos materiais, assim como fazer uma relação com a resistência mecânica dos mesmos e conhecer suas características. Além disso, as propriedades mecânicas do material podem ser obtidas sem destruir ou deformar um corpo de prova.

Assim, pode-se dizer que a interação dos estudantes nesta prática laboratorial contribuiu para aumentar o conhecimento à cerca dos processos práticos de dureza relacionado a resistência dos materiais. Sendo importante salientar que conhecer o quanto um material resiste às deformações permanentes quando uma força é aplicada é determinante na escolha dos materiais para seus projetos.

4.4 Ensaio de Torção

Neste experimento os alunos poderiam determinar as propriedades dos materiais quando submetidos

à esforços de torção. A torção é a tensão que ocorre quando é aplicado momento sobre o eixo longitudinal de um material. Para este experimento foram disponibilizados os corpos de provas de alumínio, latão, cobre, aço carbono e ferro fundido.

No ensaio de torção, o corpo de prova (de forma cilíndrica) é fixado em uma de suas extremidades e a outra é associada a uma garra que irá realizar o movimento de rotação, aplicando no material um esforço de torção.

Ao iniciar o experimento, o aluno deveria selecionar através do mouse o corpo de prova desejado, movendo-o para a bancada e medindo as dimensões iniciais de comprimento e diâmetro, utilizando como instrumento o paquímetro. Anotando os valores para comparação pós experimento.

Após isso, o corpo de prova deve ser conduzido para a máquina de ensaio de torção, onde o aluno deverá acionar com o botão direito do mouse e selecionar a opção “Ligar sistema de medição”. Ao fazer isso, aparecerá na parte inferior da tela uma caixa de informações com as informações de “Momento (Nm)” e “Ângulo (°)”. Selecionando o volante da máquina e girando-o aparecerá na tela os valores mínimos iniciais para o momento torsor e ângulo, os quais devem ser anotados.

Em seguida deve-se aplicar o torque no corpo de prova, realizando o giro no volante da máquina de ensaio de tração até aparecer na tela o aviso “O corpo de prova está rompido”. Deve-se anotar os valores do momento para cada variação de ângulo apresentada pelo corpo de prova no decorrer do experimento, da mesma forma a medição do comprimento e diâmetro finais.

Com todos os dados experimentais do torque aplicado no corpo de prova e o ângulo de torção, o aluno poderá elaborar um gráfico para uma melhor análise das propriedades do material selecionado, podendo até fazer uma comparação posterior com os valores dos demais materiais disponibilizados. Além disso, baseado no gráfico construído, é possível determinar os valores do módulo de elasticidade, limite de escoamento e o limite de resistência à torção.

Na engenharia é de suma importância para o engenheiro estrutural conseguir estimar o mais próximo possível os módulos de elasticidades dos materiais que serão usados na estrutura da edificação, pois os valores encontrados mostram ao responsável quando poderá apresentar uma sobrecarga e possibilitará que se faça uma intervenção no problema. Da mesma maneira o limite de escoamento, que é o ponto onde começa a deformação irreversível do corpo de prova e determinará qual o limite de resistência a ser considerado.

Nota-se, portanto, que esta prática ajuda ao aluno a visualizar passo-a-passo a determinação da torção. Ao mesmo tempo, a interação virtual promove uma melhor fixação dos conhecimentos teóricos de uma parte da disciplina de Resistência dos Materiais e contribuirá para uma posterior prática em um laboratório presencial.

5. CONCLUSÃO

Diante do que foi exposto, evidencia-se que os laboratórios se caracterizam como uma ferramenta essencial para formação de profissionais capacitados, já que nestes ambientes os alunos conseguem colocar na prática os assuntos abordados teoricamente em sala de aula.

Com o avanço tecnológico e com o crescente aumento no número de instituições de ensino superior, os laboratórios virtuais surgem como uma alternativa viável, pois possuem um custo inferior se comparados aos laboratórios tradicionais, não oferecem riscos e ainda podem ser acessados pelos alunos a qualquer hora e lugar. Nota-se que os laboratórios virtuais oferecem vantagens na educação da engenharia e pode complementar os laboratórios físicos.

Quando analisada a aplicação do laboratório virtual na disciplina de resistência dos materiais, constatou-se que este ambiente possui uma metodologia adequada para desenvolver as habilidades necessárias dos discentes, conseguindo reunir em sua plataforma embasamento teórico através de apostilas, testes que são realizados antes e posteriormente ao ensaio e um roteiro experimental que auxiliará o aluno a desenvolver seus experimentos sem muitas dificuldades.

Pretende-se realizar nas etapas seguintes um estudo comparativo dos resultados obtidos em um material ensaiado tanto em um laboratório virtual, quanto em um laboratório tradicional, buscando destacar a eficiência do experimento realizado nesta nova ferramenta. Além disso, o estudo poderá ser expandido para outras disciplinas que também utilizem estes laboratórios como metodologia de ensino.

ALVES, G.R. **Entrevista sobre Laboratórios Remotos**. Porto. 2018. Disponível em <<https://youtu.be/vqt7uh-6wyQ>>. (Acesso em julho de 2020).

BOSE, R. (2013). **Virtual Labs Project: A Paradigm Shift in Internet-Based Remote Experimentation**. IEEE Access, 1, 718–725. doi:10.1109/access.2013.2286202.

BRASIL. **Ministério da Educação**. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Engenharia. Resolução CNE/CES 02/2019, publicada no DOU 26/04/2019, Seção 1, p. 43.

BRASIL. **Portaria MEC nº 2.117, DE 06 de dezembro de 2019**. Dispõe sobre a oferta de carga horária modalidade de Ensino a Distância - EaD em cursos de graduação presenciais ofertados por Instituições de Educação Superior - IES pertencentes ao Sistema Federal de Ensino. Diário Oficial da União. Ministério da Educação. Gabinete do Ministro. Brasília, 11 de dezembro de 2019. Seção 1 p. 131.

CALIARI, K. V. Z; ZILBER M. A; PEREZ G. **Tecnologias da informação e comunicação como inovação no ensino superior presencial: uma análise das variáveis que influenciam na sua adoção**. REGE - Revista de Gestão (2017). Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1016/j.rege.2017.05.003>>. (Acesso em Julho de 2020)

CARDOSO, A.; SOUSA, V.; GIL, P. **Demonstration of a remote control laboratory to support teaching control engineering subjects**. IFAC-PapersOnLine, 49(6), 226–229 (2016). doi:10.1016/j.ifacol.2016.07.181.

COELHO, L.A. **Relatório Técnico de Experiência de Mobilidade Estudantil**. VISIR+. IFSC-São José. 2017.

COSTA LOBO, Cristina et al. **Ponderação e sequência de utilização de diferentes ambientes laboratoriais no processo ensino-aprendizagem**. Editora: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2008.

GONÇALVES et al. **Personalized Student Assessment based on Learning Analytics and Recommendation Systems**. CISPEE. Aveiro, 2018

GUILLERMO, O. E. P. **Uso de laboratórios virtuais de aprendizagem em mecânica dos fluidos e hidráulica na engenharia**. 2016. Tese (Doutorado em Informática na Educação). Universidade Federal do Rio Grande Sul.

HIBBELER, Russell Charles. **Resistência dos materiais**. 7.ed. ed. São Paulo : Pearson Prentice Hall, 2015.

LEÃO, Lourdes Meireles. **Metodologia do estudo e pesquisa: facilitando a vida dos estudantes, professores e pesquisadores**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2017.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. DE A. **Metodologia do trabalho científico**. 8ª ed. São Paulo: Atlas, 2017

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Resolução nº 2, DE 24 de abril de 2019**. Disponível em <http://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolu%C3%87%C3%83o-n%C2%BA-2-de-24-de-abril-de-2019-8534452> (Acesso julho de 2020)

NETO, Henrique Lindenberg; FRANÇA, Lauro Filho. **Resistência dos materiais com descrição, modelo, história dos conceitos**. Congresso Brasileiro de Engenharia. Brasília, 2004. Disponível em: http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/15/artigos/01_661.pdf (Acesso em julho de 2020)

SALAHEDDIN, O.; SHANAB, S. A.; ANABTAWI, M. **Augmented Reality Internet Labs versus its Traditional and Virtual Equivalence**. International Journal of Emerging Technologies in Learning. v. 10, n. 3,p. 4-9, 2015.

SELLTIZ, C.; WRIGHTSMAN, L. S.; COOK, S. W. **Métodos de pesquisa das relações sociais**. São Paulo: Herder, 1965.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. 24^a ed. São Paulo: Cortez, 2016.

VERGARA, Sylvia C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 3^a ed. Rio de Janeiro: Atlas, 200

