

Análise de atividades laboratoriais em cursos de engenharia presenciais e a distância a partir de relatos de estudantes

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2023.4509

Carolina Maia dos Santos - cmaias@ymail.com
Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca

José Fernando Ernesto Tavares - fernanetavares@gmail.com
CEFET

Lucas Barboza dos Santos - lucas.santos.12@aluno.cefet-rj.br
Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca CEFET RJ

Rita Bianca Menezes Melo - ritabiancamenezesmelo@gmail.com
CEFET RJ

Resumo: O desenvolvimento de atividades laboratoriais é fundamental para a formação de engenheiros. Com o desenvolvimento da tecnologia, surgem novas possibilidades de aprendizado através da utilização de laboratórios não presenciais. Em função da maior flexibilidade e acessibilidade para o uso, estas novas estruturas de laboratório tendem a ser importantes elementos para os cursos de engenharia ofertados a distância que, no Brasil, tem demonstrado crescimento nos últimos anos. Desse modo, este artigo busca realizar uma análise de propostas de atividades laboratoriais ofertadas por cursos de engenharia presenciais e a distância através da perspectiva de estudantes. Para isso, foram considerados, principalmente, o tipo de laboratório e os materiais/equipamentos utilizados e ainda as relações estabelecidas entre estudantes e professores no processo de aprendizagem. A investigação desenvolveu-se como uma pesquisa qualitativa, exploratória, bibliográfica e documental. As análises dos relatos dos estudantes demonstraram que as propostas de atividades laboratoriais de cursos presenciais e a distância podem ser melhoradas, principalmente em relação ao modelo pedagógico adotado. Apesar da importância da infraestrutura para as atividades laboratoriais, é necessário refletir sobre a relevância do papel do professor/tutor, bem como entender como oferecer possibilidades didáticas mais adequadas para promover o envolvimento e a aprendizagem dos estudantes não somente através da interação estudante-equipamento, em especial, na educação a distância que demanda condições específicas de ensino-aprendizagem.

"ABENGE 50 ANOS: DESAFIOS DE ENSINO, PESQUISA E
EXTENSÃO NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA"

18 a 20 de setembro
Rio de Janeiro-RJ



2023

51º Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia
VI Simpósio Internacional de Educação em Engenharia

Palavras-chave: Laboratórios; Educação em Engenharia; Educação a Distância;
Ensino Presencial

Realização:



Organização:



ANÁLISE DE ATIVIDADES LABORATORIAIS EM CURSOS DE ENGENHARIA PRESENCIAIS E A DISTÂNCIA A PARTIR DE RELATOS DE ESTUDANTES

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de atividades laboratoriais é fundamental para a formação de estudantes em alguns cursos de graduação, não somente pela ideia de “praticar a teoria”, mas também para modelar situações reais e aplicar conceitos científicos, possibilitando a construção de diferentes aprendizados através da experimentação (MAWN *et al.*, 2011; RIVERA, 2016; TAPIA *et al.*, 2020).

Nos cursos de engenharia brasileiros, a necessidade de ofertar atividades laboratoriais é um elemento consolidado em função da obrigatoriedade existente desde o início dos anos 2000 com a homologação das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para a graduação em engenharia. Porém, com o desenvolvimento da tecnologia, surgem novas possibilidades de aprendizado através da utilização de laboratórios não presenciais. Em função da maior flexibilidade e acessibilidade para o uso, estas novas estruturas de laboratório tendem a ser importantes elementos para os cursos de engenharia ofertados a distância que, no Brasil, tem demonstrado crescimento nos últimos anos (SANTOS; ASSUMPCÃO; CASTRO, 2019; 2020; GARCIA *et al.*, 2022). Apesar disso, ainda não é possível verificar um consenso na literatura sobre a utilização de cada tipo de laboratório (RIVERA, 2016).

Assim, o objetivo desta pesquisa é analisar propostas de atividades laboratoriais ofertadas por cursos de engenharia presenciais e a distância através da perspectiva de estudantes. Para isso, foram considerados, principalmente, o tipo de laboratório e os materiais/equipamentos utilizados e ainda as relações estabelecidas entre estudantes e professores durante o processo de aprendizagem.

2 LABORATÓRIOS E A FORMAÇÃO DE ENGENHEIROS NO BRASIL

As atividades laboratoriais e práticas são essenciais para a formação dos engenheiros já que proporcionam o aprendizado de conceitos científicos, possibilitam uma contextualização do mundo real e promovem habilidades de pensamento analítico e crítico, além de oferecer a oportunidade do estudante construir seu próprio aprendizado (MAWN *et al.*, 2011; TAPIA *et al.*, 2020). Por isso, as DCN que estabelecem orientações para a organização e funcionamento dos cursos de engenharia no Brasil determinam a obrigatoriedade destes na formação dos estudantes de graduação.

§ 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. [...]

§ 3º Devem ser previstas as atividades práticas e de laboratório, tanto para os conteúdos básicos como para os específicos e profissionais, com enfoque e intensidade compatíveis com a habilitação da engenharia, sendo indispensáveis essas atividades nos casos de Física, Química e Informática (BRASIL, 2019).

Apesar do trecho acima referir-se à DCN/2019, ou seja, a DCN para a graduação em engenharia mais recente, a qual alguns cursos ainda estão se adaptando, deve-se mencionar que a obrigatoriedade das atividades laboratoriais já estava prevista na DCN anterior, homologada em 2002 (BRASIL, 2002). Porém, nos dois documentos, nota-se a ausência de orientações mais específicas para a oferta de atividades laboratoriais.

Em função dessa carência, a Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO) lançou, em 2008, o documento intitulado "Laboratórios Recomendados para o Curso de Engenharia de Produção" visando estabelecer um entendimento na área da engenharia de produção. O material foi revisado em 2016 (ABEPRO, 2016) e passou a considerar a existência de diversas formas de atividades práticas e/ou laboratórios como:

1. Laboratório e/ou Atividades Práticas Presenciais: Laboratórios físicos convencionais e atividades práticas realizadas in loco na IES em local apropriado para as mesmas.
2. Laboratório e/ou Atividades Práticas Virtuais: Atividades Práticas realizadas por meio de softwares especializados em simulação de atividades de laboratório.
3. Laboratório e/ou Atividades Práticas Remotos: Atividades Práticas realizadas, não por simulação, mas em tempo real em laboratórios especializados, de forma remota.
4. Laboratório e/ou Atividades Práticas Itinerantes: Laboratórios com a possibilidade de mobilidade de seus equipamentos que podem ser utilizados em locais diferentes (diversos campi).
5. Laboratório e/ou Atividades Práticas em Instituições públicas ou privadas parceira: Parcerias com instituições que cedem seus locais e equipamentos para realização de atividades práticas (não somente visitas) (ABEPRO, 2016, n.p).

Isto porque, devido ao avanço da tecnologia, os estudantes de graduação em engenharia têm a possibilidade de realizar atividades em diferentes tipos de laboratório, principalmente, laboratórios físicos/reais, laboratórios remotos e laboratórios virtuais. Os laboratórios físicos/reais exigem a presença física de equipamentos e pessoas para sua utilização. Os laboratórios remotos são constituídos por partes virtuais, em relação à interface com o usuário, e por partes reais, em relação aos equipamentos. Já os laboratórios virtuais são baseados em simulações, fazendo com que o estudante interaja com representações computacionais (GARCÍA-LORO, 2018).

Os laboratórios virtuais e remotos apresentam algumas vantagens para as instituições de ensino e os estudantes, como o baixo custo; a oportunidade de realizar experimentos que envolvam fenômenos não observáveis, como de eletricidade e termodinâmica; o acesso aos resultados de experimentos já realizados, permitindo, assim, que se aprenda com os erros e a possibilidade de realizar experimentos mais perigosos sem que a segurança dos estudantes seja colocada em risco (HERADIO; DE LA TORRE; DORMIDO, 2016; TAPIA *et al.*, 2020). Ainda é possível mencionar a possibilidade de utilizar os laboratórios a qualquer hora e em qualquer lugar, condição extremamente relevante para a educação a distância (EAD) em função do afastamento geográfico entre estudantes, professores e instituições que caracteriza esta modalidade de ensino.

É possível dizer que, ao longo do avanço da pandemia de covid-19, a disponibilização de laboratórios remotos e virtuais foi um diferencial ao proporcionar a realização deste tipo de atividade mesmo em uma condição de necessidade de afastamento social e de instalação do Ensino Remoto Emergencial (BRASIL, 2020). Não obstante, condições de ensino de engenharia mediado pela tecnologia já existiam no Brasil bem antes da pandemia.

Dois levantamentos realizados a partir das informações da Sinopse Estatística da Educação Superior nos anos de 2019 e 2020 indicam que cursos de graduação em engenharia a distância estavam apresentando um crescimento em termos de número de cursos e matrículas no Brasil. De acordo com os estudos, a engenharia de produção destacava-se como o curso que possuía a maior quantidade de cursos e matrículas na modalidade a distância enquanto o número de matrículas no ensino presencial parecia diminuir (SANTOS; ASSUMPCAO; CASTRO, 2019; 2020). Já com a chegada da pandemia de covid-19, notou-se um novo crescimento na educação a distância também em relação à outras habilitações da engenharia, em especial, das engenharias mecânica, elétrica e civil (GARCIA et al., 2022). Ou seja, compreender qual proposta didática oferecer e como trabalhar com cada tipo de laboratório é fundamental para garantir o adequado desenvolvimento de habilidades e competências para o futuro da educação em engenharia no país já que há uma tendência de crescimento da formação de engenheiros a distância.

É necessário ressaltar que a utilização dos laboratórios físicos/reais também é importante para aquisição de habilidades hápticas, psicomotoras e de percepção do que ocorre ao redor já que estas não são possíveis nos demais modelos (HERADIO; DE LA TORRE; DORMIDO, 2016). Por isso, algumas pesquisas têm apontado que o uso combinado de laboratórios físicos/reais e virtuais podem trazer resultados de aprendizado mais promissores (KAPICI; AKCAY; JONG, 2019) uma vez que o aprendizado a partir de atividades laboratoriais também depende de outros aspectos.

Feisel e Rosa (2005) identificaram treze objetivos fundamentais para as aulas de laboratório em cursos de engenharia: 1) conhecimento de equipamentos e procedimentos; 2) implementação e interpretação de procedimentos; 3) comparação de modelos teóricos com o mundo real; 4) habilidades de coleta, análise e interpretação de dados; 5) desenvolvimento e montagem de protótipos; 6) aprendizagem com os erros; 7) aprimoramento da criatividade; 8) desenvolvimento de habilidades psicomotoras; 9) desenvolvimento de habilidades comunicativas; 10) desenvolvimento de habilidades de trabalho em equipe; 11) segurança; 12) saber agir com integridade e objetividade; 13) saber usar os sentidos humanos para coletar informações e fazer julgamentos sobre problemas do mundo real. Kapici, Akcay e Jong (2019) também mencionam que a aprendizagem por investigação através da uso de laboratórios depende dos estudantes terem tempo suficiente para definir problemas, projetar experimentos, interpretar dados e discutir descobertas. Desse modo, somente manipular ferramentas e materiais não é o suficiente para garantir o aprendizado através de atividades laboratoriais.

3 METODOLOGIA

Este artigo busca realizar uma análise de propostas de atividades laboratoriais ofertadas por cursos de engenharia presenciais e a distância através da perspectiva dos estudantes. Para isso, foram considerados, principalmente, o tipo de laboratório e os materiais/equipamentos utilizados e ainda as relações estabelecidas entre estudantes e professores no processo de aprendizagem.

A investigação desenvolveu-se como uma pesquisa qualitativa, exploratória, bibliográfica e documental, abordando trabalhos já publicados sobre a formação em engenharia e o desenvolvimento de atividades laboratoriais nestes cursos, bem como documentos que regulam a formação em engenharia no Brasil. Para a análise, foram obtidos cinco relatos de estudantes por meio de entrevistas semiestruturadas sobre aulas laboratoriais já vivenciadas durante alguma etapa do curso. Os estudantes participantes

estão cursando entre o segundo e o nono semestre dos cursos de Engenharia de Controle e Automação, Engenharia Elétrica e Engenharia de Produção e possuem entre 18 e 40 anos. Todos já atuam no mercado de trabalho como profissionais nos setores público e privado ou como estagiários em empresas privadas.

Os relatos foram coletados durante o primeiro semestre de 2023 e, posteriormente, foram transcritos, analisados e discutidos pelos autores. As principais análises serão apresentadas no próximo tópico.

4 DISCUSSÕES SOBRE AS ATIVIDADES LABORATORIAIS

Previamente às análises sobre atividades laboratoriais desenvolvidas em cursos de engenharia, será apresentada a experiência vivenciada pelos estudantes durante o curso. Assim, esta seção está dividida entre a apresentação dos relatos dos estudantes e a apresentação das análises pertinentes.

4.1 Os relatos dos estudantes

A seguir, serão apresentados cinco relatos referentes às atividades laboratoriais desenvolvidas em cursos de engenharia presenciais e a distância nas áreas de Engenharia de Controle e Automação, Engenharia Elétrica e Engenharia de Produção.

O **Relato A** se refere a atividades do conteúdo de física realizadas em um laboratório presencial de um curso da modalidade a distância oferecido por uma instituição de ensino pública. Através do Relato A, verifica-se um interessante contraponto entre o interesse dos estudantes e dos tutores na atividade.

Ao longo do semestre, realizei 4 aulas práticas no laboratório de física. No início de cada aula, tivemos as orientações do experimento e, no final, realizamos o experimento e coletamos os dados. Como apenas um dos kits didáticos estava totalmente funcional, um único aluno foi voluntário para realizar o experimento, com a orientação do tutor, enquanto os demais assistiam e faziam apontamentos. Os alunos pareciam um pouco desinteressados e distantes, mas os tutores eram prestativos e dominavam a experiência e suas implicações. Os experimentos apresentaram resultados próximos ao desejado e alguns foram utilizados em outras atividades da disciplina.

O **Relato B** trata de atividades do conteúdo de química desenvolvidas em um laboratório virtual de um curso oferecido na modalidade a distância por uma instituição de ensino privada. Como as atividades laboratoriais foram realizadas na casa do estudante, o relato também aborda o processo de instalação do software utilizado. Por meio do Relato B, nota-se que a dificuldade para a interação estudante-professor traz impactos significativos para o aprendizado do estudante.

Para fazer as atividades no laboratório virtual, tivemos que instalar um sistema pesado que só pode ser instalado em um notebook ou desktop. Utilizamos o sistema para realizar duas experiências obrigatórias simples e em mais algumas aulas que precisamos entrar no ambiente virtual para conhecer substâncias e materiais.

Na utilização, notamos que [o sistema] possui uma lentidão, porém conseguimos realizar a aula. Nas aulas virtuais, inicialmente, são indicados os equipamentos de segurança (EPI). Seleccionamos jaleco, óculos e luvas e sempre quando seleccionamos um equipamento ou outros materiais é apresentado um quadro com uma explicação sucinta sobre o objeto. Ao iniciar a experiência, na tela do sistema, é indicado o passo a passo que devemos seguir. Durante o andamento, senti falta de explicações mais aprofundadas sobre certos materiais e substâncias. Ao solicitar ajuda de professores ou tutores, conseguimos uma melhor explicação, porém é um retorno demorado, devido a solicitação ser feita por chat ou email, o que acaba nos prejudicando durante o semestre, pois acumulamos as dúvidas. Os maiores problemas que tive foi a falta de interação professor-aluno e as dificuldades com o sistema (lentidão, problemas para abrir).

O **Relato C** discorre sobre atividades laboratoriais do conteúdo de física realizadas durante o período da pandemia de covid-19 em um curso da modalidade a distância oferecido por uma instituição de ensino pública. Como as atividades laboratoriais eram, normalmente, oferecidas de forma presencial no polo, o curso reorganizou as aulas para que os estudantes pudessem realizar as atividades sem sair de casa em função da necessidade de afastamento social imposto pela disseminação da covid-19.

Ingressei no [curso] durante a Pandemia, então meus primeiros experimentos [...] foram feitos fora do laboratório. [...] Independentemente do conteúdo estudado, a metodologia dos experimentos era basicamente a mesma, era enviado um pdf [...] que funcionava como um roteiro do que deveria ser feito e quais dados deveríamos coletar. [...] Parte dos experimentos era realizada completamente em casa, utilizando objetos do dia a dia, isto trazia uma noção da aplicabilidade dos conceitos em questão nas nossas rotinas, poder repetir o experimento tantas vezes quanto fosse necessário [...], além de ser muito interessante descobrir na prática que é possível fazer ciência sem equipamentos que custam milhares de reais. Todavia, a falta destes equipamentos traz incertezas maiores por não se trabalhar com ferramentas adequadas.

[...] Alguns experimentos com trilha de ar foram feitos e filmados por um professor da disciplina em um laboratório, a análise foi feita a partir de [um] software que permite extrair de um vídeo, dados quantitativos, após a definição de parâmetros de comparação [...]. Apesar da matéria ser a mesma que é dada nos laboratórios presenciais [...], a abordagem foi completamente diferente e tive a oportunidade de aprender a utilizar um software com inúmeras aplicações dentro da minha área de estudo e trabalho, em contrapartida eu nunca usei um trilha de ar, ou nenhum outro equipamento que aprenderia a utilizar nas práticas presenciais [...].

No ambiente virtual, por mais que meus tutores de Física fossem ótimos, as limitações intrínsecas do modelo online, a possibilidade de fazer as atividades sem necessariamente fazer contato [com outros estudantes] e às vezes, as dificuldades decorrentes da plataforma de contato escolhida ou do mau funcionamento desta faziam com que as interações fossem limitadas.[...] Com o retorno das atividades dos polos, pude vivenciar na prática como funcionam os laboratórios presenciais [...], o contato presencial com o tutor ajudou a entender mais rápido as matérias [...].

O **Relato D** discorre sobre atividades laboratoriais de física realizadas em um laboratório presencial de um curso da modalidade presencial oferecido por uma instituição de ensino público.

O ambiente do laboratório era muito iluminado e arejado. Estávamos em quartetos e tínhamos equipamentos para todos. As experiências eram realizadas em duas etapas: tínhamos uma aula teórica sobre os fundamentos do experimento às terças e às quintas realizamos os experimentos. Foram realizados cinco experimentos em uma semana. Durante a execução, repetimos cada experimento diversas vezes, a fim de obter uma amostragem maior. Nenhum dos experimentos apresentou resultado próximo ao esperado. Embora tivesse aulas sobre o tratamento estatístico adequado aos dados, essa não compatibilidade entre os resultados teóricos e reais foi desestimulante. Como nenhum dos diversos experimentos foi bem-sucedido, deduzimos que os kits didáticos estavam descalibrados.

O entrosamento dos alunos era bom e todos participavam voluntariamente. Já o professor não foi prestativo e estava visivelmente irritado [...] além de ficar exaltado após a entrega dos relatórios preliminares [...], tornando a experiência desagradável e desinteressante.

O **Relato E** trata de atividades laboratoriais do conteúdo de física realizadas em um laboratório presencial de um curso da modalidade presencial oferecido por uma instituição de ensino privado. Atualmente, o estudante está matriculado em uma outra instituição de ensino.

[Na instituição], eu fiz diversos laboratórios de física. As instalações eram amplas, a sala era composta por um conjunto de bancadas, cada qual com um computador na ponta. Tínhamos professores orientadores e monitores. O material da aula variava e se faziam muitas repetições dos experimentos (os professores cobravam entre 5 e 10 repetições para os cálculos, sendo a grande maioria 10 repetições), além de confecções de relatórios, tabelas e cálculos nas aulas. As aulas eram práticas com material de consulta e [o conteúdo mais relevante] sendo pontuado. As aulas eram feitas em pequenos grupos [de estudantes] e o professor nos ajudava. O professor cobrava relatórios e estava disponível para dúvidas. Quando existia a necessidade de se passar matéria, ela era passada dentro do laboratório.

4.2 Análises e discussões

Para apoiar a análise dos relatos, o Quadro 1 organiza as características das atividades apresentadas pelos estudantes de acordo com os principais aspectos considerados nesta pesquisa: tipo de laboratório, materiais/equipamentos e a relação professor-estudante e estudante-estudante.

Quadro 1 – Resumo do relato dos estudantes

Relato	Oferta do curso	Conteúdo estudado	Tipo de laboratório / local	Materiais / equipamentos utilizados	Relação estudante-estudante/professor-estudante
A	EAD	Física	Físico/Real; presencial no polo	Um kit didático do laboratório para toda a turma	Atividade realizada em grupos com atendimento síncrono presencial do professor
B	EAD	Química	Virtual na casa do estudante	Virtuais através de um software instalado no computador do estudante	Atividade individual com atendimento assíncrono do professor/tutor
C	EAD	Física	Na casa do estudante	Materiais disponíveis no ambiente doméstico aliado ao uso de vídeos e um software	Atividade individual com atendimento assíncrono do professor/tutor

D	Presencial	Física	Físico/Real; presencial na IES	Equipamentos da IES disponíveis para a turma	Atividade realizada em grupos com atendimento síncrono presencial do professor
E	Presencial	Física	Físico/Real; presencial na IES	Equipamentos da IES disponíveis para a turma	Atividade realizada em grupos com atendimento síncrono presencial do professor

Fonte: Elaborado pelos autores.

Através dos relatos dos estudantes, é possível perceber a coexistência de diferentes formatos de oferta de atividades laboratoriais. Nos cursos presenciais, verifica-se uma predominância dos laboratórios físicos/reais com atividades presenciais realizadas na instituição de ensino de forma síncrona com toda a turma. Já nos cursos a distância, há atividades ofertadas totalmente a distância através de laboratórios virtuais e atividades propostas de modo presencial síncrono em laboratórios físicos/reais localizados no polo.

De modo geral, os relatos dos estudantes de cursos presenciais (Relatos D e E) demonstram certa semelhança da proposta de atividade laboratorial, com uma preocupação com a quantidade de repetições dos experimentos e entrega de relatórios. Além disso, os Relatos D e E sugerem que os laboratórios dos cursos presenciais possuem um melhor preparo em termos de infraestrutura.

Ao compararmos os relatos A e D que se referem a cursos do ensino público, por exemplo, nota-se que no curso presencial há equipamentos/materiais para todos os estudantes enquanto no curso a distância há apenas um kit para toda a turma. Neste ponto, deve-se mencionar que os cursos de engenharia presenciais são ofertados no país há algum tempo e, por isso, tiveram a oportunidade de receber mais investimentos ao longo de um maior período em comparação aos cursos a distância que são bem mais recentes. Apesar disso, o Relato D menciona a possibilidade de os kits didáticos utilizados no curso presencial estarem descalibrados enquanto o kit utilizado no curso a distância parece estar em adequadas condições de utilização. Desse modo, o desenvolvimento de atividades laboratoriais demanda atentar-se para a manutenção, calibração, aquisição de insumos e outras ações que envolvem o adequado funcionamento e disponibilidade do laboratório.

Além disso, os relatos A e D ainda pontuam algumas diferenças em relação aos estudantes, que parecem desmotivados no Relato A e mais ativos no Relato D. Neste ponto, é possível questionar se o fato de apenas um estudante ter a oportunidade de manipular o kit didático no Relato A tem relação com a desmotivação da turma que, em sua maioria, atuou de forma mais passiva em uma atividade de caráter prático.

O Relato B também descreve uma proposta de um curso a distância. Neste relato, verifica-se a solidão da atividade laboratorial que é realizada na casa do estudante e que possui formato assíncrono inclusive para o atendimento de tutores e professores. Ou seja, houve uma ausência de interação com tutores e outros discentes durante a realização da atividade, dificultando a resolução de dúvidas e trazendo prejuízos para o aprendizado. Além disso, realizar a atividade através de *softwares* em casa demanda que o estudante tenha um computador que suporte o programa, o que nem sempre pode ser a realidade. Por outro lado, é fundamental que o curso adote softwares que não exijam configurações avançadas para seu adequado funcionamento, bem como a necessidade de disponibilizar o software nos computadores do polo, o que também pode ser válido para a garantir uma melhor interação com os tutores.

O Relato C traz a atipicidade que a pandemia de covid-19 proporcionou com a necessidade de planejar atividades que os estudantes pudessem realizar sem sair de suas

casas já que, normalmente, as atividades laboratoriais deste curso são realizadas de modo presencial. Assim, apesar do cenário improvisado não ser a situação ideal de aprendizado, o Relato C traz uma interessante forma de aprender e perceber que é possível fazer ciência com elementos que fazem parte de nosso cotidiano, sem precisar adotar laboratórios virtuais, aliando este aprendizado ao uso de um software para auxiliar com os dados quantitativos. Dessa forma, destaca-se que houve uma atuação criativa dos professores para planejar tal proposta a fim de possibilitar a rápida adaptação do curso para a continuidade do aprendizado durante o período de ensino remoto. Tanto o Relato A como o Relato C evidenciam a relevância do trabalho do professor-tutor, em especial, diante de situações adversas.

Uma questão que chama a atenção é o fato de todos os relatos descreverem atividades laboratoriais de física ou química, alinhados com a obrigatoriedade trazida pela DCN. Porém, pode-se questionar se os cursos estão oferecendo atividades laboratoriais como forma de aprimorar o aprendizado de outros conteúdos já que a DCN também menciona que “devem ser previstas as atividades práticas e de laboratório, tanto para os conteúdos básicos como para os específicos e profissionais” (BRASIL, 2019).

Outros pontos interessantes referem-se aos aspectos didáticos das propostas. A partir dos relatos, nota-se uma preocupação com a quantidade de repetições dos experimentos e com a entrega de relatórios, muito presente nas atividades laboratoriais dos cursos presenciais (Relatos D e E), e a aparente baixa integração destas atividades com o restante da disciplina/curso, verificando-se o uso dos resultados e dos experimentos em outros momentos de aprendizado apenas no Relato A.

Também é preciso mencionar que a maioria das propostas enfatiza o aprendizado a partir da interação estudante-equipamento. O Relato B evidencia bastante esta característica ao demonstrar que, como também não havia interação estudante-estudante, a atividade tornou-se essencialmente instrucional, reduzida à necessidade de seguir um passo a passo e alguns cliques. Assim como para os Relatos A e C que também descrevem atividades de cursos a distância, ainda é possível refletir sobre qual modelo de educação a distância é, de forma geral, adotado nos cursos. Frequentemente, ainda vemos desenhos didáticos online que não priorizam o diálogo, a interatividade ou a construção coletiva (SANTOS; SILVA, 2009) e uma formação mais ativa do estudante. Entretanto, é preciso apontar as diferenças entre as propostas destes três relatos: No Relato A, apesar da turma estar trabalhando de forma conjunta no laboratório, a predominância de um desenho didático que não prioriza o diálogo ao longo do curso pode gerar a individualização do estudo e a consequente desmotivação mesmo nos momentos de encontro síncrono; O Relato B parece descrever o formato comum de uma proposta de atividade laboratorial do curso para o conteúdo mencionado, que é caracterizado pela individualização do aprendizado; Já no Relato C é apresentado uma condição completamente diferente dos demais que, mesmo diante do imprevisto, parece trazer uma oportunidade de aprender algo novo.

Em relação às possibilidades de aprendizado, mesmo com as evidências trazidas pelos Relatos D e E sobre atividades realizadas em grupo nos cursos presenciais, não é possível perceber se é proporcionado uma estrutura de trabalho efetivamente colaborativa que permita a construção intencional do aprendizado coletivo. De modo geral, todas as propostas carecem do oferecimento de um aprendizado para o aprimoramento da criatividade e o saber usar os sentidos humanos para coletar informações e fazer julgamentos sobre problemas do mundo real (FEISEL; ROSA, 2005) ou ainda a possibilidade de aprender através da discussão de descobertas por meio do aprendizado

por investigação (KAPICI; AKCAY; JONG, 2019). Ressalta-se que somente um relato descreveu a utilização de laboratório virtual o que, talvez, possa significar que este tipo de laboratório ainda não está consolidado nos cursos de engenharia no Brasil, mesmo nos cursos da modalidade a distância.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste artigo foi analisar propostas de atividades laboratoriais ofertadas por cursos de engenharia presenciais e a distância através da perspectiva de estudantes. Para isso, foram coletados e analisados cinco relatos de estudantes dos cursos de Engenharia de Controle Automação, Engenharia Elétrica e Engenharia de Produção.

As análises dos relatos dos estudantes demonstraram que as propostas de atividades laboratoriais de cursos presenciais e a distância podem ser aprimoradas, principalmente em relação ao modelo pedagógico adotado. Apesar da importância da existência de infraestrutura adequada para as atividades laboratoriais, manter os equipamentos e materiais em boas condições de uso e funcionamento também são fundamentais. Entretanto, mais do que investir em infraestrutura ou softwares, é necessário refletir sobre a relevância do papel do professor/tutor para o aprendizado, bem como entender como oferecer possibilidades didáticas mais adequadas para promover o envolvimento e a aprendizagem dos estudantes não somente através da interação estudante-equipamento.

Considerando a crescente evolução dos cursos de engenharia a distância no país, urge desenvolver mais pesquisas sobre o tema já que estes cursos demandam condições específicas de ensino-aprendizagem. Para trabalhos futuros, sugere-se uma ampliação do estudo, tanto a partir de fontes bibliográficas, mas também considerando outros cursos e um maior número de estudantes.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos os estudantes que contribuíram com a pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABEPRO. Laboratórios Recomendados para o Curso de Engenharia de Produção. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em <<http://www.abepro.org.br/arquivos/websites/1/Laboratorios%20Engenharia%20de%20Pr%20du%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em: 09 abr. 2018.

ABEPRO. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <<http://abepro.org.br/interna.asp?p=399&m=886&ss=1&c=900>>. Acesso em: 22 nov. 2018.

Brasil. Ministério da Educação. Resolução CNE/CES 11 de 11 de março de 2002. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Brasília, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Engenharia. Parecer CES 01/2019. Diário Oficial da União: seção 1, 109. 2019.

BRASIL. Portaria Nº 343, de 17 de março de 2020 - DOU. Dispõe sobre a substituição das aulas presenciais por aulas em meios digitais enquanto durar a situação de pandemia do Novo Coronavírus - COVID-19, 2020.

FEISEL, L. D.; ROSA, A. J. The role of the laboratory in undergraduate engineering education. *J. Eng. Educ*, 2005, 94, 121–130. doi: <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2005.tb00833.x>

GARCIA, L. T. D.; SANTOS, J. B.; ASSUMPÇÃO, G. S.; SANTOS, C. M.; CASTRO, A. C. Cursos de engenharia a distância e a pandemia de Covid-19: Uma análise comparativa dos anos de 2019 e 2020 no Brasil. In: *L Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Anais[...]*, 2022. doi: 10.37702/COBENGE.2022.3881

GARCÍA-LORO, F. Evaluación y Aprendizaje en Laboratorios Remotos: Propuesta de un Sistema Automático de Evaluación Formativa Aplicado al Laboratorio Remoto VISIR. Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), 2018. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Educación a Distancia. http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/tesisuned:ED-Pg-TecInd-Fgarcia/GARCIA_LORO_Felix_Tesis.pdf

HERADIO, R.; DE LA TORRE, L.; DORMIDO, S. Virtual and Remote in control education: A survey. *Annual Reviews in Control*, 2016, 42 (1), 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.arcontrol.2016.08.001>

KAPICI, H.O.; AKCAY, H.; JONG, T. Using Hands-On and Virtual Laboratories Alone or Together—Which Works Better for Acquiring Knowledge and Skills? *J Sci Educ Technol* 28, 231–250, 2019. <https://doi.org/10.1007/s10956-018-9762-0>

MAWN, M. V.; CARRICO, P.; CHARUK, K.; STOTE, K. S.; LAWRENCE, B. Hands-on and online: scientific explorations through distance learning. *Open Learning: The Journal of Open, Distance and e-Learning*, 2011 26:2, 135-146. <http://dx.doi.org/10.1080/02680513.2011.567464>

RIVERA, J. H. Science-based laboratory comprehension: an examination of effective practices within traditional, online and blended learning environments. *Open Learning: The Journal of Open, Distance and e-Learning*, 2016. <http://dx.doi.org/10.1080/02680513.2016.1208080>

SANTOS, C. M. Análise sobre a existência e utilização de laboratórios e recursos tecnológicos para o ensino de engenharia de produção a distância. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) - Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro, 2019.

SANTOS, C. M.; CASTRO, A. C.; ASSUMPÇÃO, G. S. A Engenharia de Produção na modalidade a distância: Levantamento quantitativo de cursos de graduação de 2008 a 2019. In: *ENESEP 2019 – Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, 2019, Santos. Anais [...], 2019. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/publicacoes/artigo.asp?e=enesep&a=2019&c=37721>. Acesso em: 29 out. 2021.

SANTOS, C. M. D.; CASTRO, A. D. C.; ASSUMPÇÃO, G. D. S. A educação a distância no Brasil e o panorama da Engenharia de produção. Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção, Paraná, v.8, n.14, p. 86-106, 2020.

SANTOS, E.; SILVA, S. O desenho didático interativo na educação online. Revista Iberoamericana de Educación, 49, 2009

TAPIA, J. L. P.; HUACANI, L. C. C.; MAMNI, D. C.; PAREDES, D. C.; MAMANI, M. J. Importance of laboratory work on the teach and learn process in engineering. In: IEEE International Symposium on Accreditation of Engineering and Computing Education (ICACIT), Arequipa. Anais [...], 2020. doi: 10.1109/ICACIT50253.2020.9277674.

ANALYSIS OF LABORATORY ACTIVITIES IN FACE-TO-FACE AND DISTANCE ENGINEERING COURSES BASED ON STUDENT REPORTS

Abstract: *The development of laboratory activities is fundamental for the training of engineers. With the development of technology, new learning possibilities arise through the remote and virtual laboratories. Due to the greater flexibility and accessibility for use, these new laboratory structures tend to be important elements for engineering courses offered at a distance, which, in Brazil, have shown growth in recent years. Thus, this article seeks to carry out an analysis of proposals for laboratory activities offered by face-to-face and distance engineering courses from the perspective of students. For this, the type of laboratory and the materials/equipment used were considered, as well as the relationships established between students and teachers in the learning process. The investigation was developed as a qualitative, exploratory, bibliographical and documentary research. The analysis of the students' reports showed that the proposals for laboratory activities in face-to-face and distance courses can be improved, especially in relation to the pedagogical model adopted. Despite the importance of the infrastructure for laboratory activities, it is necessary to reflect on the relevance of the teacher/tutor's role, as well as to understand how to offer more adequate didactic possibilities to promote student involvement and learning not only through student-equipment interaction, particular, in distance education that demands specific teaching-learning conditions.*

Keywords: *Laboratories, Engineering Education, Distance Learning, Face-to-Face Learning.*