



## Os Resultados de Sessões Abertas no Processo de Aprendizado em um Laboratório de Eletrônica Digital à Distância

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2022.4030

Alexandre Marques Carrer - alexandrecarrer@usp.br  
Universidade De São Paulo USP

Felipe Valencia de Almeida - felipe.valencia.almeida@usp.br  
Universidade de São Paulo

Victor Takashi Hayashi - victor.hayashi@usp.br  
Universidade de São Paulo

Reginaldo Arakaki - reginaldo.arakaki@poli.usp.br  
Universidade de São Paulo

Edson Toshimi Midorikawa - edson.midorikawa@poli.usp.br  
Universidade de São Paulo

Paulo Sergio Cugasca - paulo.cugasca@poli.usp.br  
Universidade de São Paulo

**Resumo:** *O processo de ensino-aprendizagem não é algo limitado apenas ao momento da aula de uma disciplina, sendo necessário fornecer ao aluno ferramentas para que este possa também participar ativamente neste processo. Este trabalho apresenta o oferecimento de sessões abertas em uma disciplina de laboratório de eletrônica digital à distância. Estas sessões foram caracterizadas pela presença do monitor da disciplina atuando como facilitador do conhecimento, e adotando uma postura mais passiva quando comparado com um docente, visando atribuir ao aluno o papel de protagonista. Foram coletadas percepções dos alunos relacionadas a essas seções por meio de um formulário preenchido por 30 dos 61 alunos que cursaram a disciplina. Por meio das percepções foi confirmado que estas sessões tiveram um papel importante no processo de ensino-aprendizagem.*

**Palavras-chave:** *monitoria, ensino-aprendizagem, laboratório de eletrônica digital*



## Os Resultados de Sessões Abertas no Processo de Aprendizado em um Laboratório de Eletrônica Digital à Distância

### 1 INTRODUÇÃO

A disciplina de laboratório de eletrônica digital é oferecida aos alunos do 3º ano do curso de Engenharia de Computação da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e tem como objetivo o desenvolvimento de projetos com circuitos digitais simples. O oferecimento se divide em duas partes: seis semanas de experimentos e cinco semanas para desenvolvimento de projetos conforme apresentado pela Tabela 1.

Tabela 1 – Planejamento da disciplina em 2022 dividido por atividades.

	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SAB	Experiência
Janeiro							1	
	2	3	4	5	6	7	8	
	9	10	11	12	13	14	15	Semana 1 - Experiência 0
	16	17	18	19	20	21	22	Semana 2 - Experiência 1
	23	24	25	26	27	28	29	Semana 3 - Experiência 2
Fevereiro	30	31	1	2	3	4	5	Semana 4 - Experiência 3
	6	7	8	9	10	11	12	Semana 5 - Experiência 4
	13	14	15	16	17	18	19	Semana 6 - Experiência 5
	20	21	22	23	24	25	26	Semana 7 - PI (1ª semana)
Março	27	28	1	2	3	4	5	
	6	7	8	9	10	11	12	Semana 8 - P1 (2ª semana)
	13	14	15	16	17	18	19	Semana 9 - Projeto (1ª Semana)
	20	21	22	23	24	25	26	Semana 10 - Projeto (2ª Semana)
Abril	27	28	29	30	31	1	2	Semana 11 - Projeto (3ª Semana)
	3	4	5	6	7	8	9	Semana 12 - Projeto (4ª Semana) - demonstração
	10	11	12	13	14	15	16	Semana 13 - Feira de Projetos
	17	18	19	20	21	22	23	Semana 14 - Reposição de Projeto
	24	25	16	17	18	19	20	

Fonte: Autoria própria

Na primeira metade da disciplina, os alunos possuem ainda pouca autonomia, seguindo apostilas feitas pela equipe de professores e elaboram artefatos de documentação (planejamentos e relatórios) com base no que é solicitado nas apostilas. Durante as aulas, caso o planejamento tenha sido elaborado de maneira satisfatória, os alunos conseguem com sucesso realizar o conjunto de atividades propostas para aquela aula e em seguida compilar os resultados obtidos em um relatório do experimento. Em caso contrário, não é incomum uma necessidade de depuração do circuito projetado durante o planejamento, onde os alunos precisam então identificar erros de projeto porém ainda com forte dependência do professor indicá-los qual o melhor caminho a ser seguido. Este projeto de circuito digital é feito por meio de uma linguagem de descrição de *hardware* VHDL, sendo que durante a aula os alunos programaram esse circuito em um componente digital reconfigurável denominado *Field-Programmable Gate Array* (FPGA).

Na segunda metade, agora com uma maior autonomia e maturidade, os alunos deixam de seguir apostilas feitas pela equipe de professores e precisam especificar e projetar um circuito de autoria própria. A especificação abrange tanto requisitos funcionais

quanto não funcionais, já o projeto em si pode explorar diversos componentes eletrônicos além da própria FPGA, sendo eles microcontroladores, sensores ou atuadores.

Durante o oferecimento da disciplina, sessões extras de monitoria aberta são disponibilizadas, visando fomentar um ambiente onde o aluno pode utilizar da infraestrutura do laboratório para se familiarizar com os componentes, estudar a teoria ou desenvolver seu projeto, com a presença passiva do monitor para sanar dúvidas ou dar direcionamentos, mas não ativamente propor atividades.

Cabe ressaltar que esta é a primeira vez no curso de Engenharia de Computação onde os alunos têm o desafio de desenvolver projetos próprios sem uma influência direta dos docentes. Para tal, eles realizam decisões visando agregar valor à solução que é apresentada no fim da disciplina. Desenvolvendo o processo de inovação e a usando como base para o aprendizado do laboratório agregando à graduação do engenheiro, cuja a demonstração dessa característica em projetos é vital para o sucesso no exercício da profissão (OLIVEIRA, 2019). Estes conceitos geram mais complexidade para a proposta e geram dificuldades adicionais na proposta do Laboratório Digital.

Para ter mais apoio no primeiro contato com o processo de ensino-aprendizagem pautada em inovação, o discente é auxiliado por sessões abertas para utilização do laboratório que fazem uma releitura da função do espaço como sala de aula, o transformando em um ambiente de ensino e aprendizagem. Os alunos são convidados e incentivados a utilizarem o laboratório para colaborar em seus exercícios e projetos, sem a necessidade de acompanhamento ativo do monitor. Este espaço de deixar o aluno acertar e errar no processo de aprendizado colaborou para a percepção da equipe docente de ver uma maior maturidade dos alunos e seus projetos ao longo da disciplina.

Neste artigo, as percepções dos alunos sobre estas sessões abertas de utilização do laboratório e com apoio passivo do monitor são exploradas. Também são discutidas a relevância deste tipo de sessão aberta como apoio a projetos que são realizados pelos alunos na segunda parte da disciplina de Laboratório de Eletrônica Digital. Na seção seguinte, esta disciplina prática é apresentada em detalhe, com destaque para o oferecimento remoto. Na terceira seção, o modelo de sessões abertas de laboratório é descrito. Por fim, as percepções dos discentes são apresentadas na penúltima seção, e o texto é concluído com as considerações finais.

## 2 O LABORATÓRIO

A disciplina de laboratório de eletrônica digital é oferecida no Laboratório Digital aos alunos do 3º ano de Engenharia de Computação. Visando não apenas fornecer o conteúdo programático proposto, mas também contribuir para a formação completa do aluno de engenharia, frequentemente esta disciplina sofre modificações, visando melhorar o processo de ensino-aprendizagem. Um destaque importante a ser feito é relacionado ao modelo de oferecimento do curso de Engenharia de Computação da Poli-USP. O curso em questão adota o modelo quadrimestral cooperativo. Por conta deste modelo, a disciplina é oferecida no período de Janeiro a Abril no chamado "módulo acadêmico". Além disso, um aspecto relevante para esta discussão é que após o término desta disciplina os alunos entram no chamado "módulo de estágio", onde estes irão ter o primeiro contato prático com o mundo corporativo. Desta forma, é importante almejar que o corpo discente atinja um maior grau de autonomia durante o oferecimento da disciplina, para que estes tenham uma melhor adaptação durante a primeira experiência de estágio.

Em 2022, com a imposição do distanciamento social devido à pandemia da COVID-19, alunos, professores, monitores e técnicos continuaram fisicamente fora do

laboratório, participando da disciplina colaborando à distância. Isto foi possível por meio de uma arquitetura projetada composta de várias soluções e recursos, que será mais detalhada a seguir. O uso dessa arquitetura permitiu não apenas mitigar problemas que foram encontrados no ensino à distância, mas acrescentar na formação do aluno por meio da inserção de assuntos antes não explorados na disciplina, como por exemplo conceitos de sistemas distribuídos e Internet das Coisas..

A arquitetura utilizou de plataformas de desenvolvimento e *softwares* como o AnyDesk, o Zoom e o Protocolo MQTT com o aplicativo MQTT Dash para trazer a possibilidade de discutir a transformação digital, construir soluções aliando *hardware* e *software* e estudar aplicações de Internet das Coisas aos alunos ainda em seu terceiro ano de graduação. Uma versão anterior da arquitetura com parte das funcionalidades aqui descritas é apresentada em (HAYASHI, 2020).

Os alunos podem se conectar aos computadores de sua bancada remotamente por meio do AnyDesk, uma solução de *desktop* remoto que permite o controle de outros computadores com a aplicação instalada à distância. O *software* possui suporte para uma variedade de sistemas operacionais de computadores e celulares (Windows, Linux, Android, macOS, iOS, entre outros) e possui tanto licença gratuita quanto comercial, sendo a primeira instalada em todas as máquinas do laboratório utilizadas na disciplina. Com cada bancada possuindo um computador conectado à rede AnyDesk e um endereço próprio, com os endereços disponibilizados para as respectivas bancadas, os alunos podem realizar a conexão mediante liberação de um professor, técnico ou monitor que possui a senha. Com a máquina ligada e o *software* executando, esta liberação pode ser feita também remotamente. Os computadores possuem *webcams* apontadas à FPGA e ao ESP8266, aparatos eletrônicos utilizados na disciplina.

Para as sessões síncronas de videoconferência foi utilizado o Zoom. Por meio de uma licença *premium* disponibilizada pela diretoria da Faculdade, os professores criam uma sala global onde os alunos se reúnem para a avaliação inicial do laboratório e comentários gerais sobre o experimento e projeto. O *software* possui a funcionalidade de criar *breakout rooms*, salas paralelas à principal onde cada uma das bancadas são alocadas em uma individual para dar início à parte prática do laboratório até o final do horário da aula.

Por ser de baixo custo de recursos de rede, o MQTT (*Message Queue Telemetry Transport*) é um dos mais utilizados protocolos de comunicação em aplicações de Internet das Coisas. Com o amplo uso, possui grande suporte para utilização em linguagens de programação e em componentes eletrônicos. O protocolo segue a lógica *Publisher/Subscriber*, onde os componentes conectados, chamados de Clientes MQTT, podem trocar mensagens que possuem títulos (tópicos) e conteúdos por intermédio de um servidor, chamados de *Broker MQTT*. O *Publisher* pode realizar a ação de publicar e de alterar os valores de tópicos (ex.: quando um sensor detecta movimento e envia o conteúdo "1" no tópico "movimento detectado"). O *Subscriber* pode escutar alterações em tópicos que está inscrito (ex.: as alterações no tópico "movimento detectado" são lidas, e se o conteúdo for "1", a luz é ligada). Clientes podem ser *Publisher* e *Subscriber* ao mesmo tempo.

Para o Laboratório Digital, foi implementado uma solução onde 8 pinos de entradas e 8 pinos de saídas da placa FPGA são conectadas à um microcontrolador ESP8266 e transformadas em tópicos por meio de um módulo expensor de portas, fazendo com que as entradas do projeto possam ser alteradas e as saídas lidas por outros clientes. Cada uma das placas possuem um ESP8266, os tópicos são compostos de identificações da bancada seguido da identificação de entrada ou saída. por se tratar de bits, os valores



lidos e publicados são zeros e uns (ex.: tópico: "turma1-bancadaA3/E3", conteúdo: "1". Equivale a atribuir o valor 1 à entrada 3 da FPGA da bancada A3).

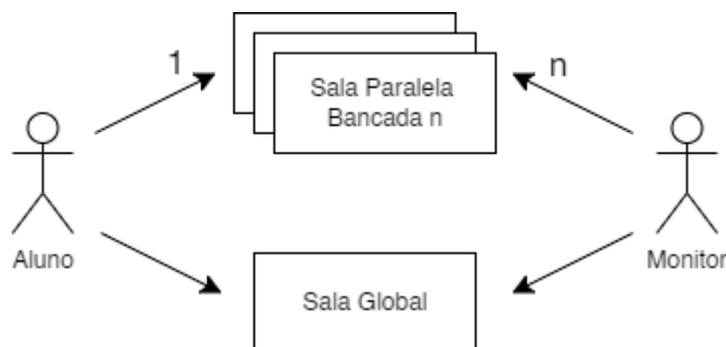
Com a infraestrutura do laboratório, os alunos podem utilizar o *MQTT Dash* em seus celulares, um aplicativo gratuito e *open-source* de *dashboard* para o protocolo MQTT como cliente para enviar e visualizar os sinais da FPGA, controlando assim a placa remotamente.

### 3 SESSÕES ABERTAS DO LABORATÓRIO

Em paralelo às aulas oferecidas pelos professores, os alunos também tinham a possibilidade de acessar o laboratório remotamente em sessões abertas. Apelidadas de "OpenLab", elas ocorriam semanalmente fora do horário de aula durante o oferecimento da disciplina.

Estas sessões abertas fora do horário de aula utilizam a sala do Zoom da disciplina juntamente com a dinâmica das *Breakout rooms*, onde a sala global é utilizada para tirar dúvidas com os monitores e as salas paralelas são utilizadas pelos alunos para estudar e colaborar para a construção do projeto durante a sessão. Foram, ao todo, oito sessões de quatro horas cada. Como apresentado na Figura 1, todas as bancadas possuem, além de uma sala de videoconferência para se conectarem, a possibilidade de conversar com o monitor pela sala global.

Figura 1 – Diagrama de uso das salas do Zoom durante a monitoria.



Fonte: Autoria própria

Com uma turma de 61 alunos, os graduandos de Engenharia de Computação possuem uma grade horária semelhante para cada quadrimestre. Para incentivar e maximizar a presença dos alunos, o horário da monitoria foi pensado de forma a não conflitar com nenhuma outra disciplina do mesmo módulo de aulas.

O ambiente não era ativamente monitorado, ou seja, o monitor estava disponível para sanar eventuais dúvidas, mas o intuito da sessão era de se organizarem para realizar as atividades em grupo sem a participação ativa do corpo docente. Assim, os alunos utilizavam o espaço do laboratório semanalmente para estudar, discutir e colaborar para realizar suas atividades de experimentos e projetos. Foi criado um espaço que permitiu aos alunos testar, errar, corrigir, acertar e conseqüentemente aprender em seu próprio ritmo com as atividades propostas do laboratório.



#### 4 RESULTADOS

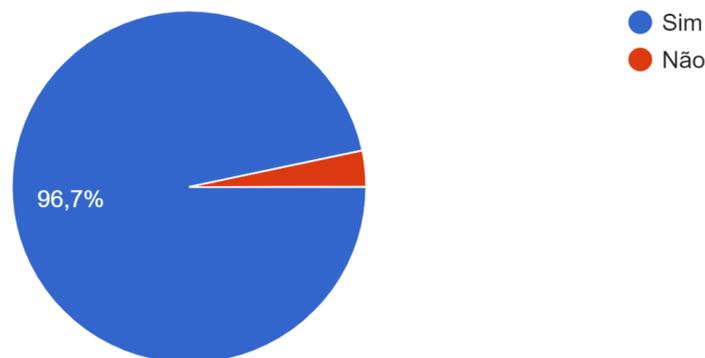
Com o objetivo de coletar a percepção dos alunos sobre o oferecimento de sessões abertas de monitoria nestes moldes, foi aplicado um formulário no final do curso utilizando a ferramenta *Google Forms*. Foram, ao todo, 30 respostas obtidas dos 61 alunos que cursaram a disciplina, ou seja, cerca de 50% dos alunos. O formulário teve participação opcional e anônima, sendo dividido em duas partes, na primeira, se fez um levantamento da aderência das sessões abertas, na segunda, perguntas para entender um pouco mais de como os discentes se sentiram em relação à importância do OpenLab para o aprendizado no oferecimento.

As Figuras 2, 3 e 4 apresentam os resultados da primeira parte do formulário. Na Figura 2 é possível identificar que 96,7% dos alunos que responderam o formulário participaram de pelo menos uma das seções. Pode-se a partir deste resultado deduzir que uma parcela da turma que não participou de nenhuma seção optou por não responder o formulário. A Figura 3 mostra que pelo menos um integrante de cada grupo participou de uma seção, o que é condizente com o esperado, visto que o propósito dessas seções era auxiliar no desenvolvimento do projeto. Desta forma, por mais que nem todos os alunos tenham aparecido durante as sessões, pelo menos um deles por grupo esteve presente. Por fim, a Figura 4 ilustra a presença dos alunos nas seções, onde nota-se 45% dos alunos esteve presente em três ou mais seções, indicando sua relevância.

Figura 2 – Aderência dos alunos nas sessões abertas do OpenLab.

Você foi em alguma sessão do OpenLab?

30 respostas

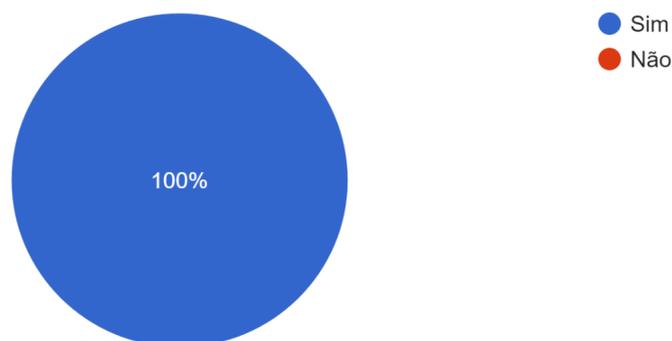


Fonte: Autoria própria

Figura 3 – Aderência das bancadas nas sessões abertas do OpenLab.

Alguém da sua bancada foi em alguma sessão do OpenLab?

30 respostas

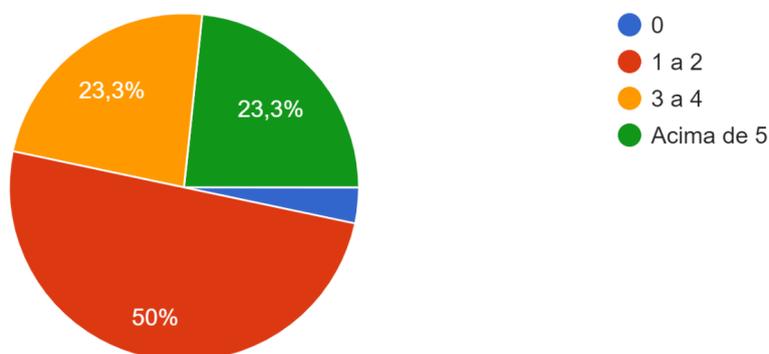


Fonte: Autoria própria

Figura 4 – Levantamento de quantidade de participações de sessões abertas por aluno.

Quantas sessões de OpenLab você participou?

30 respostas



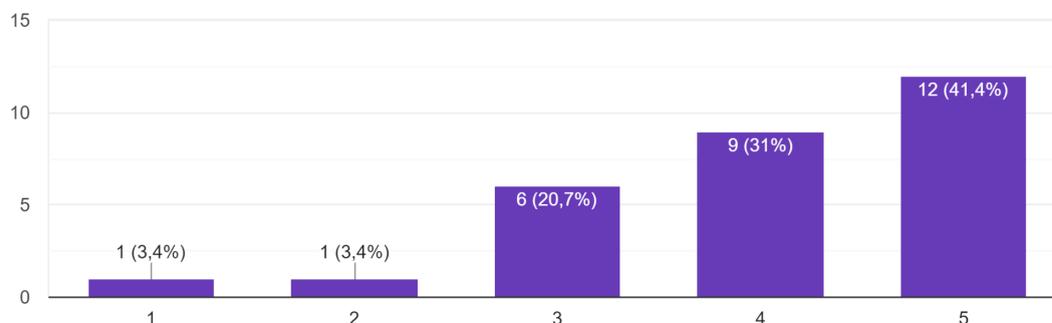
Fonte: Autoria própria

As Figuras 5 e 6 apresentam os resultados da segunda parte do formulário. Quanto à percepção dos alunos sobre a importância da participação das sessões abertas para o aprendizado na disciplina, o formulário coletou uma escala linear de 1 (nada importante) à 5 (muito importante). O retorno dos alunos que participaram de pelo menos uma monitoria obteve média 4,03 e moda 5, conforme apresentado na Figura 5.

Figura 5 – Considerações dos alunos sobre importância das sessões de OpenLab para aprendizado na disciplina.

Quão importante foi a participação das sessões de OpenLab para seu aprendizado na disciplina?

29 respostas



Fonte: Autoria própria

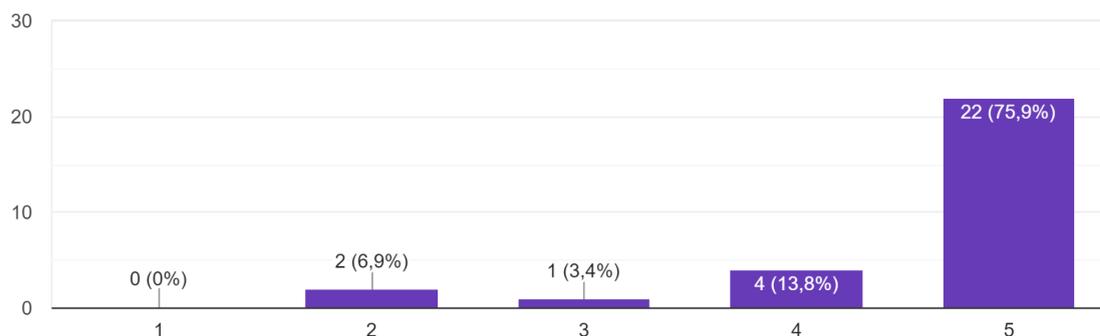
Um comentário positivo sobre a participação nos OpenLabs para o aprendizado na disciplina que merece destaque: *"Sem o OpenLab eu não teria conseguido progredir em nada no meu projeto. O monitor ajudou meu grupo de maneira didática e esforçada, passando longas horas com o grupo para responder dúvidas e ajudar no aprendizado. Afirmando com certeza que o OpenLab e o monitor foram fatores decisivos para meu desempenho na disciplina"*.

Quanto à percepção dos alunos sobre a importância da participação das sessões abertas para a finalização do projeto, o formulário coletou opiniões na mesma escala linear anterior. O retorno dos alunos que participaram de pelo menos uma monitoria obteve média 4,59, conforme apresentado na Figura 6.

Figura 6 – Considerações dos alunos sobre importância das sessões de OpenLab para a finalização do projeto final da disciplina.

Quão importante foi a participação das sessões de OpenLab para a finalização do seu projeto?

29 respostas



Fonte: Autoria própria



Este padrão também foi reconhecido nos comentários gerais sobre os OpenLabs, como nos dois destacados abaixo: *"Ajudaram muito para o desenvolvimento e finalização do projeto final, com amplo auxílio do monitor para resoluções de problemas novos que surgiam"*; *"O tempo a mais nas bancadas foi essencial para a gente desenvolver o projeto com tranquilidade e no tempo previsto"*.

A principal proposta de monitoria como uso do laboratório como ambiente como um ambiente de confiança para o aluno tomar decisões de projeto, desenvolvê-lo, acertando ou errando em seu ritmo foi percebido por alunos, trazido por dois comentários destacados a seguir: *"O 'OpenLab' do qual eu participei foi meus colegas e eu se encontrando presencialmente no laboratório um dia para montar um circuito, então foi bem diferente dos outros. Foi uma experiência interessante, ainda que bem particular e que no final não ajudou com nosso projeto porque abandonamos o circuito no qual trabalhamos naquele dia."*; *"Os OpenLabs foram bem importantes, especialmente durante o período do projeto, permitindo que o grupo conseguisse realizar diversos testes para assegurar o funcionamento do projeto e consertar os erros"*.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou como as sessões abertas de laboratório digital contribuíram para o processo de ensino-aprendizagem em um curso de laboratório de eletrônica digital oferecido de forma remota. Dentre os 30 alunos que participaram da pesquisa de opinião, mais de 95% alegaram ter participado de alguma seção de OpenLab, e que mais de 45% participaram de 3 ou mais sessões. Os alunos aparentam concordar mais com a relevância das sessões abertas para a finalização de seu projeto (nota média 4,59) do que com a contribuição para o aprendizado na disciplina de forma geral (nota média 4,03).

De acordo com as percepções coletadas e lições aprendidas, recomenda-se o uso do modelo de sessões abertas (OpenLab) com participação passiva do monitor para disciplinas com projetos que fomentam a autonomia do aluno em sua concepção e execução. Principalmente em disciplinas em que o aluno não está nos anos finais tampouco teve contato com autonomia em um projeto acadêmico ou na indústria, estas sessões abertas se tornam uma oportunidade para os alunos se organizarem de forma colaborativa para aproveitar o apoio do monitor com uma atitude proativa e se tornarem protagonistas de seu aprendizado, concluindo seu projeto de Engenharia com sucesso.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos alunos, a equipe de docentes, e aos funcionários que contribuíram nas adaptações e conseqüentemente sucesso da disciplina, bem como ao Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais (PCS) no apoio no oferecimento desta disciplina.

## REFERÊNCIAS

### **Livros:**

OLIVEIRA, Vanderli Fava de. A Engenharia e as novas DCNs—Oportunidades para formar mais e melhores engenheiros. **Rio de Janeiro: LTC, 2019.**

### **Trabalhos em eventos:**

HAYASHI, Victor; ALMEIDA, Felipe; ARAKAKI, Reginaldo; MIDORIKAWA, Edson; CUGNASCA, Paulo; CANOVAS, Sergio. **DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA O**



**ENSINO REMOTO DA DISCIPLINA DE LABORATÓRIO DE ELETRÔNICA DIGITAL . In:**  
XLVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2020. Disponível em:  
[http://abenge.org.br/sis\\_submetidos.php?acao=abrir&evento=COBENGE20&codigo=COBENGE20\\_00145\\_00003298.pdf](http://abenge.org.br/sis_submetidos.php?acao=abrir&evento=COBENGE20&codigo=COBENGE20_00145_00003298.pdf). Acesso em 10 mar. 2022

**Internet:**

IBM (2022). **What is digital transformation?**. Disponível em:  
<https://www.ibm.com/topics/digital-transformation> Acesso em: 23/04/2022.

**THE RESULTS OF OPEN LAB SESSIONS IN THE LEARNING PROCESS OF A  
REMOTE DIGITAL ELECTRONICS LAB**

**Abstract:** *The learning process is not limited only to the moment of the class of a discipline, it is necessary to provide the student with tools so that he can also actively participate in this process. This work presents an opportunity for open sessions in a distance digital electronics laboratory discipline. These sessions were characterized by the presence of the subject monitor acting as a facilitator of knowledge and adopting a more passive posture when compared to a teacher, aiming to assign the student the role of protagonist. The perceptions related to these sections were collected through a form completed by 30 of the 61 students who took the course. Through perceptions, it was confirmed that these sessions played an important role in the learning process.*

**Keywords:** *teaching assistance, learning, digital electronics laboratory*

