

# EXPLORANDO A INTEGRAÇÃO DE ELETRÔNICA E MICROCONTROLADORES NA EDUCAÇÃO EM FABRICAÇÃO DIGITAL: IMPACTOS DAS ABORDAGENS PRÁTICAS E COLABORATIVAS NO DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS

Kevin Carlos Tavares de Freitas <sup>1</sup>  
Eduardo Barbosa Caldeira <sup>2</sup>  
Edmundo Alves dos Santos Neto <sup>3</sup>  
Almir Kimura Junior <sup>4</sup>

## RESUMO

Neste artigo, exploramos a importância das abordagens práticas e interativas no contexto de um laboratório de fabricação digital, destacando como a eletrônica e os microcontroladores são integrados na educação em fabricação digital. O estudo analisa como essas tecnologias são aplicadas nas atividades educacionais, com ênfase no trabalho colaborativo e na experiência prática em projetos reais. Os cursos mensais abordam desde fundamentos básicos de eletrônica até técnicas avançadas de prototipagem, promovendo o desenvolvimento de habilidades técnicas e criativas nos alunos. A metodologia utilizada inclui cursos estruturados, projetos práticos e colaboração com startups, incentivando a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos. A interação com startups oferece uma visão prática do impacto da fabricação digital no mundo dos negócios, promovendo a inovação e o empreendedorismo. Além disso, o ambiente do laboratório promove a troca de conhecimento entre os participantes, facilitando o aprendizado em um contexto real e dinâmico. Os principais resultados indicam um aumento significativo na proficiência técnica e na confiança dos alunos, além de um desenvolvimento notável em habilidades interpessoais e de trabalho em equipe. A experiência no laboratório demonstra que a combinação de teoria e prática, juntamente com a interação com projetos reais, enriquece o processo de aprendizado e prepara os alunos para enfrentar desafios futuros, estimulando a criatividade e a iniciativa.

**Palavras-chave:** Fabricação Digital, Eletrônica, Microcontroladores, Educação, Inovação.

## INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica e a crescente demanda por habilidades digitais têm transformado a educação contemporânea, especialmente nas áreas de ciência, tecnologia,

---

<sup>1</sup> Graduando do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade do Estado do Amazonas - UEA, [kctdf.eng22@uea.edu.br](mailto:kctdf.eng22@uea.edu.br);

<sup>2</sup> Graduando do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade do Estado do Amazonas - UEA, [ebc.eng20@uea.edu.br](mailto:ebc.eng20@uea.edu.br);

<sup>3</sup> Graduando do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade do Estado do Amazonas - UEA, [eadsn.eng20@uea.edu.br](mailto:eadsn.eng20@uea.edu.br);

<sup>4</sup> Professor orientador: Doutor pelo curso de Administração da Universidade de São Paulo - FEA/USP, [akimura@uea.edu.br](mailto:akimura@uea.edu.br);

engenharia e matemática (STEM) (FREITAS, 2019, p.3). Nesse contexto, a fabricação digital emerge como uma abordagem pedagógica inovadora, integrando conceitos teóricos e práticos por meio do uso de ferramentas como microcontroladores, impressoras 3D, e outros dispositivos eletrônicos (ABIKO, K.; MARINI, C.; ROMITTI, A.; ROSSI, D. C., 2019, p.17). Esta metodologia não apenas potencializa o aprendizado técnico, mas também promove o desenvolvimento de competências fundamentais para o mercado de trabalho do século XXI, como a criatividade, o pensamento crítico e a colaboração (FLUSSER, 2013, p.160).

Dentro do escopo da fabricação digital, a eletrônica (microcontroladores e Placas de Circuito Impresso) desempenha um papel central. A educação em eletrônica necessita do desenvolvimento de uma visão sistêmica em detrimento de um raciocínio sequencial ou localizado, segundo DORNELES (2006, p.487). Os microcontroladores, como dispositivos programáveis, permitem a automação e o controle de sistemas eletrônicos, sendo essenciais na prototipagem de sistemas embarcados e no desenvolvimento de soluções tecnológicas (EYCHENNE, 2020, p.179). Por simplicidade, comumente se utiliza *protoboard* para inserção dos pinos dos dispositivos eletrônicos e circuitos integrados (SOUSA, 2018, p.50), mas em aplicações reais e práticas de engenharia necessita-se de placas de circuito profissionais, nas quais os componentes são soldados. É importante, então, que os alunos tenham capacidade e conhecimento desde o projeto da placa de circuito impresso (PCI) em um software adequado e fabricação da mesma até a inserção e soldagem dos componentes.

Além do foco técnico, a colaboração com startups dentro do ambiente educacional de fabricação digital oferece uma dimensão prática que conecta a educação com o mundo dos negócios. Trabalhar em projetos reais ao lado de startups permite que os alunos vejam o impacto direto de suas soluções no mercado, além de desenvolverem uma compreensão mais profunda dos desafios e oportunidades do empreendedorismo.

Conforme JACOBSEN (2021, p.12)

“A inovação aberta entre universidades e empresas é uma maneira eficaz de impulsionar a inovação, compartilhar conhecimento, explorar recursos complementares e enfrentar desafios complexos. Essa colaboração estratégica tem o potencial de gerar impacto econômico, social e tecnológico significativo, beneficiando tanto as instituições acadêmicas quanto as empresas e a sociedade como um todo.”

O laboratório de fabricação digital do Ocean tem desempenhado um papel importante na educação dos alunos, oferecendo um ambiente interativo ao permitir que

alunos participem ativamente na construção de protótipos e na resolução de problemas reais (RAABE, 2018, p.6). A eletrônica, e em especial os microcontroladores e as PCI's, ocupam um papel central nesse processo, servindo como a base para o desenvolvimento de protótipos e sistemas embarcados que refletem desafios do mundo real.

Além do aprendizado técnico, o laboratório de fabricação digital no Ocean promove uma colaboração ativa com startups participantes dos programas do Ocean. Essa parceria permite que os alunos não só apliquem seus conhecimentos em situações reais, mas também vivenciem o impacto direto de suas soluções no mercado, GARCÍA RUÍZ E LENA ACEBO (2019, p.373) afirmam que “Os FabLab são uma realidade que apresenta novas oportunidades para os usuários e consumidores se tornarem designers e criadores de objetos de uso cotidiano.”.

Este artigo explora como as abordagens práticas e interativas utilizadas no laboratório de fabricação digital, com especial foco na eletrônica e na colaboração com startups, impactam o desenvolvimento de habilidades técnicas e interpessoais dos alunos. A metodologia inclui cursos que abrangem desde os fundamentos da eletrônica até técnicas de prototipagem, bem como a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos através de projetos colaborativos com startups. Ao final, busca-se compreender como essa combinação de teoria e prática pode preparar os alunos para enfrentar os desafios futuros, estimulando a inovação, o empreendedorismo e o desenvolvimento de soluções tecnológicas. Utilizou-se uma abordagem quantitativa através da análise descritiva dos dados, como quantidade de inscritos e participantes dos cursos, para a análise qualitativa utilizamos entrevistas semiestruturadas para identificar padrões.

## **METODOLOGIA**

A metodologia deste estudo foi projetada para explorar a integração de eletrônica e microcontroladores no contexto da educação em fabricação digital, com ênfase em abordagens práticas e colaborativas. O estudo foi conduzido no laboratório de fabricação digital do Ocean. A seguir, são descritas as etapas metodológicas seguidas durante a pesquisa.

### **1. Contexto e Participantes**

O estudo foi realizado no laboratório de fabricação digital, que é dividido em três áreas principais: computação (focada em programação e impressão 3D), mecânica (incluindo modelagem de peças e uso de ferramentas mecânicas como torno, corte a laser

e máquinas CNC), e elétrica (com foco em eletrônica, microcontroladores e prototipação de PCIs). Cada uma dessas áreas é supervisionada por um aluno mentor, sob a coordenação do professor responsável, garantindo o suporte necessários para o desenvolvimento dos projetos.

Os participantes do estudo foram alunos inscritos nos cursos mensais gratuitos oferecidos pelo laboratório, que abrangem desde os fundamentos da eletrônica e microcontroladores até técnicas de prototipagem. Além disso, os participantes incluíram representantes de startups dos programas do Ocean.

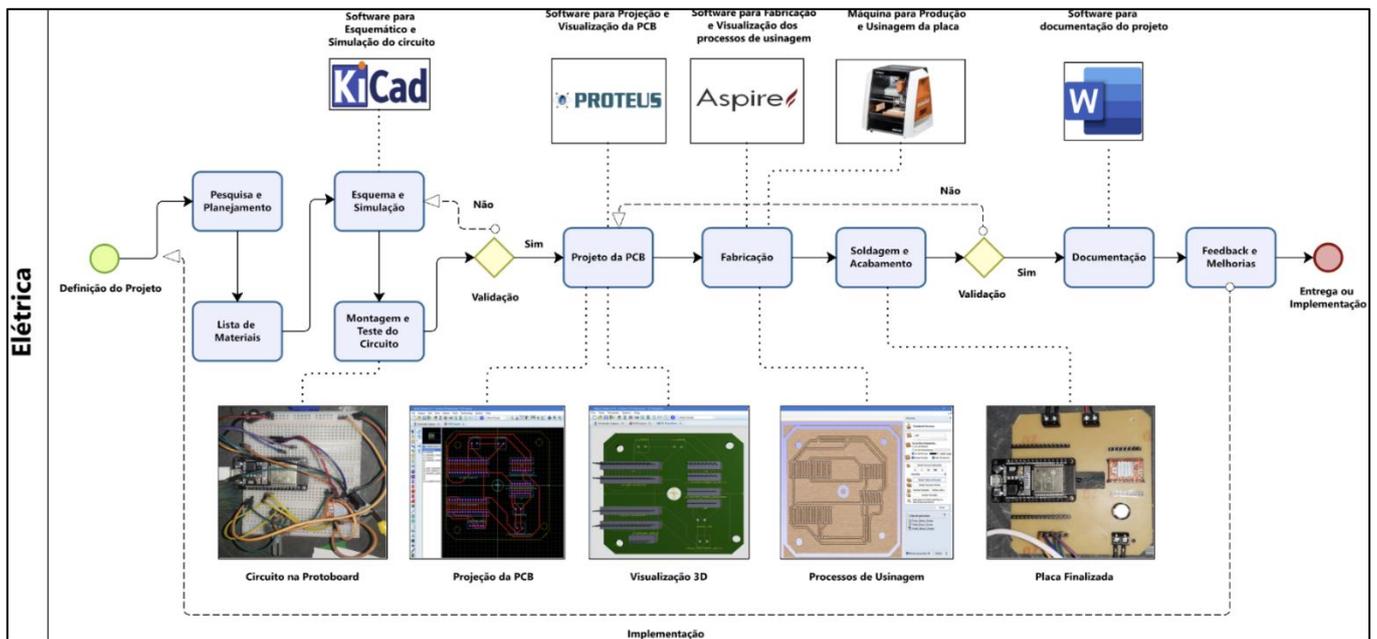
## 2. Estrutura dos Cursos

Os cursos mensais são estruturados em módulos que cobrem uma gama de tópicos relacionados à eletrônica e microcontroladores, como ilustra a Figura 1

Divididos em três aulas:

- **Primeira Aula:** Introdução à eletrônica básica e aos componentes eletrônicos. Os alunos utilizam o software Kicad para simulação e Proteus para criar o esquemático e o layout de uma PCB de um circuito retificador de meia onda, que inclui um resistor, um diodo e dois conectores.
- **Segunda Aula:** Uso do software Aspire para realizar processos de usinagem e simulações. Os alunos então transferem esses processos para uma máquina CNC (Monofab Roland SRM 20) para fabricar a PCB em fenolite.
- **Última Aula:** Oficina prática de solda, onde os alunos soldam suas próprias placas, realizam testes e levam suas PCBs prontas para casa.

Figura 1: Módulos do curso de eletrônica e microcontroladores.



Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3. Projetos Práticos e Colaboração com Startups

O laboratório de fabricação digital do Samsung Ocean desempenha um papel fundamental no apoio às startups que participam dos programas de incubamento e desenvolvimento do Ocean. Estas startups, ao longo do desenvolvimento de seus produtos, podem procurar o laboratório para assistência na criação de seus MVPs (*Minimum Viable Products*) ou protótipos, utilizando as ferramentas e técnicas de fabricação digital disponíveis. Um exemplo é a startup Naia, dedicada à melhoria do monitoramento da qualidade da água com uma solução tecnológica que combina eficiência, simplicidade e agilidade. A Naia oferece uma maneira acessível e fácil de garantir a qualidade da água, atendendo às necessidades do mercado de cuidado com a água de forma prática, como representado pela Figura 2.

Os alunos mentores do laboratório, como parte de suas atribuições, estão envolvidos diretamente no suporte a essas startups. Esse suporte inclui a utilização da infraestrutura do laboratório para colaborar com as startups na modelagem, usinagem, montagem de componentes eletrônicos e programação necessária para o desenvolvimento dos protótipos.

Figura 2: MVP da startup Naia.



Fonte: Capturado pelo autor.

#### 4. Coleta e Análise de Dados

A coleta de dados foi realizada ao longo do processo, utilizando os seguintes métodos, ilustrados na Tabela 1:

**Entrevistas Semiestruturadas:** Foi realizada uma entrevista com um representante da startup Naia, inserida no programa de startup do Ocean, para entender suas percepções sobre o impacto da integração de eletrônica e microcontroladores na educação e nos negócios.

- **Questionário online:** Questionários foram aplicados depois dos cursos para medir o aumento na proficiência dos alunos.

#### 5. Análise dos Resultados

Os dados coletados foram analisados quantitativamente por análise descritiva dos dados (quantidade de inscritos e participantes), utilizando para a análise qualitativa utilizamos entrevistas semiestruturadas para identificar padrões emergentes. As entrevistas e observações foram transcritas, permitindo uma compreensão das experiências dos participantes. A avaliação forneceu uma base para avaliar o impacto das abordagens práticas e colaborativas no desenvolvimento das competências dos alunos.

Tabela 1: Informações referentes ao estudo.

Natureza do estudo	Ferramenta de coleta utilizada	Público	Perguntas
Quantitativa	Análise descritiva: Quantidade de cursos e quantidade de alunos	Alunos do curso	
Qualitativa	Questionário Online	Alunos do curso	Em uma escala de 1 a 5, quanto você acredita que a experiência prática no laboratório de fabricação digital, contribuirá para sua carreira?
			Em uma escala de 1 a 5, quanto você acredita que o curso melhorou sua capacidade de trabalhar de forma colaborativa em projetos de equipe?
			Quanto o uso das ferramentas e da infraestrutura do laboratório durante o curso facilitaram sua compreensão dos processos de fabricação digital?
			Qual foi o impacto do curso na sua capacidade de resolver problemas técnicos?
	Entrevista	Representante da startups Naia	Como o suporte oferecido pelo laboratório impactou o desenvolvimento do seu protótipo?
			Como a integração de tecnologia e educação impacta a competitividade da sua startup no mercado?
		Você acredita que a colaboração com o laboratório de fabricação digital do Ocean contribuiu para a inovação no desenvolvimento do seu produto?	

Fonte: Elaborado pelo autor.

## 6. Limitações do Estudo

Uma das limitações deste estudo é a amostra limitada de participantes, restrita aos alunos e startups que colaboraram com o laboratório de fabricação digital durante o período da pesquisa. Além disso, o estudo se concentrou em um contexto específico de fabricação digital, o que pode limitar a generalização dos resultados para outros ambientes educacionais.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

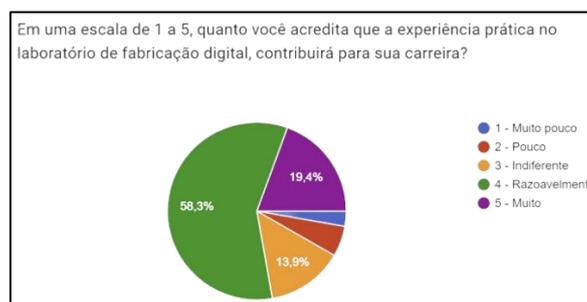
O Laboratório de Fabricação Digital do Ocean tem desempenhado um papel importante na formação de profissionais. Desde sua criação em 2021, o laboratório vem oferecendo cursos especializados que abordam desde conceitos básicos até técnicas avançadas de fabricação digital. Entre 2021 e 2024, o laboratório não apenas expandiu sua oferta de cursos, mas também atraiu um número crescente de participantes.

O número de inscritos aumentou de 317 em 2021 para 1.452 em 2024, um salto de mais de 4,5 vezes. Paralelamente, a participação ativa também cresceu substancialmente, com o número de participantes subindo de 111 para 517 no mesmo período. O curso de eletrônica destacou-se, passando de 45 participantes em 2021 para 172 em 2024, evidenciando a relevância e a necessidade crescente de conhecimentos nessa área essencial para a fabricação digital e prototipagem. No total, o laboratório obteve 3.685

inscrições, com 1.421 participantes e certificados gerados, dos quais 600 participaram do curso de eletrônica.

Os dados coletados por meio de questionários aplicados aos alunos após os cursos demonstraram um aumento significativo na proficiência técnica dos participantes. A maior parte dos alunos, 58,3%, acredita que a experiência prática no laboratório de fabricação digital contribuiu de forma razoável para o avanço de suas carreiras. Esse resultado demonstra que, para a maioria, as atividades práticas proporcionaram um impacto positivo moderado, possivelmente enriquecendo suas habilidades técnicas e aplicando o conhecimento adquirido de maneira concreta. Além disso, 19,4% dos alunos avaliaram que essa experiência terá uma contribuição significativa em suas trajetórias profissionais, destacando a importância das práticas realizadas no laboratório como um diferencial em suas formações, como representado pela Figura 3:

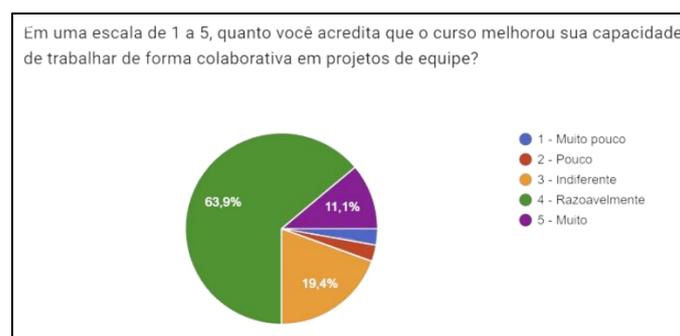
*Figura 3: Informações referentes ao estudo*



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação à capacidade de trabalho colaborativo, 63,9% dos alunos afirmaram que o curso contribuiu razoavelmente para o aprimoramento dessa habilidade. Esse dado evidencia que a maioria percebeu um ganho significativo em sua capacidade de colaborar em projetos de equipe. Além disso, 11,1% dos participantes indicaram que o curso teve um impacto muito positivo nesse aspecto, reforçando a eficácia das atividades colaborativas propostas, como ilustrado na Figura 4:

*Figura 4: Informações referentes ao estudo*



Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir da ministração das técnicas de coleta de dados (questionário e entrevista) e análise, obtivemos dados que foram tratados de acordo com a técnica de Análise de Conteúdo. Realizamos os questionamentos a seguir, com as respostas presentes nas Figura 5 e Figura 6:

**Pergunta 01.** Quanto o uso das ferramentas e da infraestrutura do laboratório durante o curso facilitaram sua compreensão dos processos de fabricação digital?

*Figura 5: Ferramentas e infraestrutura do laboratório.*

Sim , pois proporcionaram uma aprendizagem de forma prática
Sim, apliquei em protótipos de projetos individuais da faculdade.
As ferramentas e o laboratório foram essenciais pois é muito bem equipado

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Pergunta 02.** Qual foi o impacto do curso na sua capacidade de resolver problemas técnicos?

*Figura 6: Capacidade de resolver problemas técnicos.*

Por meio do curso e o seu método de ensino foi possível visualizar soluções para problemas de uma forma mais clara com a posse do conhecimento tanto teórico como pratico da Eletrônica/Microcontroladores.
Impacto positivo, ja que ajudou na minha compreensão em resolver problemas técnicos.
O curso proporcionou uma base e experiência para resolver problemas que não conseguiria solucionar somente com o aprendizado da faculdade

Fonte: Elaborado pelo autor.

No contexto da startup Naia, a parceria com o laboratório de fabricação digital do Ocean se destacou como um elemento estratégico para o desenvolvimento de protótipos. A seguir, são apresentados os resultados da entrevista com o representante da Naia.

**Pergunta 01.** Como o suporte oferecido pelo laboratório impactou o desenvolvimento do seu protótipo?

Resposta: “Olha, o suporte do laboratório foi crucial pra gente. Sem o acesso que tivemos lá, acho que o desenvolvimento do nosso protótipo teria sido muito mais lento e complicado. As ferramentas que eles têm disponíveis e o conhecimento da equipe técnica nos ajudaram a otimizar várias etapas do processo. Conseguimos testar e ajustar nosso design com muito mais agilidade. Foi um ganho enorme, porque não precisávamos sair

correndo atrás de cada solução, tudo estava ali, no laboratório. E a galera de lá entende muito, então as sugestões que recebemos fizeram toda a diferença.”

**Pergunta 02.** Como a integração de tecnologia e educação impacta a competitividade da sua startup no mercado?

Resposta: “Essa integração de tecnologia e educação que o Ocean proporciona é um baita diferencial pra Naia. A gente não só teve acesso a toda a infraestrutura, mas também aprendeu muito. O laboratório não só nos ajudou a construir o protótipo, mas também capacitou nossa equipe. Todo mundo saiu de lá com muito mais conhecimento técnico, o que nos dá uma vantagem competitiva no mercado. Não é só sobre ter um produto melhor, mas também sobre estar preparado pra inovar continuamente. Isso é fundamental pra nossa posição no mercado.”

**Pergunta 03.** Você acredita que a colaboração com o laboratório de fabricação digital do Ocean contribuiu para a inovação no desenvolvimento do seu produto?

Resposta: “Sem dúvida, trabalhar com o laboratório foi um divisor de águas pra gente em termos de inovação. A colaboração que rolou lá foi essencial. A gente trocou ideia, experimentou novas abordagens e isso resultou em soluções que a gente nem tinha imaginado no começo. O laboratório permitiu que a gente iterasse rápido, testasse coisas novas e implementasse melhorias que realmente deram um diferencial pro nosso produto final. Isso colocou a Naia um passo à frente da concorrência.”

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados coletados nesta pesquisa destacam a efetividade das entrevistas semiestruturadas e dos questionários aplicados aos alunos e representantes das startups, revelando um impacto positivo na proficiência técnica e confiança dos alunos. Além disso, houve um desenvolvimento nas habilidades interpessoais e de trabalho em equipe, que são fundamentais para o sucesso em ambientes colaborativos de inovação como o Ocean.

A análise mostrou que a metodologia utilizada no laboratório de fabricação digital não só auxilia no desenvolvimento de MVPs e protótipos, mas também impulsiona um aprendizado prático e aplicado. Esses resultados indicam que a integração entre o aprendizado técnico e a aplicação prática, facilitada pelas ferramentas de fabricação digital, é vital para a criação de soluções inovadoras.

No entanto, a pesquisa também levanta questões que necessitam de investigação adicional. Por exemplo, seria interessante explorar como diferentes modelos de mentoria podem influenciar o desenvolvimento dos alunos, ou como a interação entre as startups e os bolsistas poderia ser melhorada para maximizar os resultados tanto para os alunos quanto para as startups. Além disso, a análise de longo prazo dos impactos dessas experiências no desenvolvimento de carreiras dos alunos poderia fornecer insights sobre a sustentabilidade e a escalabilidade dos programas de inovação tecnológica.

Em resumo, os resultados obtidos até aqui não só demonstram a importância de iniciativas como as desenvolvidas no Ocean, mas também abrem portas para novas pesquisas e avanços que podem beneficiar a comunidade científica e as indústrias tecnológicas.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaríamos de expressar nossa sincera gratidão ao Ocean em geral e, mais especificamente, ao laboratório de fabricação digital do Ocean, cuja infraestrutura e suporte foram essenciais para o desenvolvimento desta pesquisa. A colaboração de mentores, professor coordenador e outros membros foi crucial para a realização deste estudo.

Agradecemos a todos os envolvidos no Ocean por seu apoio e por proporcionar um ambiente tão enriquecedor e colaborativo. Esta colaboração foi vital para a promoção da inovação e para o desenvolvimento das competências técnicas e interpessoais dos alunos, preparando-os para enfrentar os desafios futuros com criatividade e iniciativa.

Deixamos também um agradecimento especial ao Professor Almir Kimura Junior, coordenador do Laboratório de Fabricação Digital do projeto Ocean e principal influenciador para o desenvolvimento desta pesquisa e das demais atividades do laboratório.

O projeto de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) Ocean conta com financiamento da Samsung, usando recursos da Lei de Informática para a Amazônia Ocidental (Lei Federal nº 8.387/1991), estando sua divulgação de acordo com o previsto no artigo 39.º do Decreto nº 10.521/2020.

## **REFERÊNCIAS**

ABIKO, K.; MARINI, C.; ROMITTI, A.; ROSSI, D. C. **A criação da rede FabLab Brasil.** In: Movimento Maker e FabLabs: Design, inovação e tecnologia em tempo real. Unesp: FAAC, 2019.

DORNELES, P. F. T.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, p. 487, 2006.

EYCHENNE, G. S. **FAB LAB UNEB DE INOVAÇÃO: Laboratório aberto para estimular o desenvolvimento de projetos criativos.** Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, 2020.

FREITAS, Daniel. **INDÚSTRIA 4.0 E EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS NO BRASIL: PERSPECTIVAS STEM E FREIRE-PLATS NO HORIZONTE DE DISPUTAS POR SUAS AFIRMAÇÕES.** XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XII ENPEC, 2019.

FLUSSER, V. **O mundo codificado: Por uma filosofia do design e da comunicação.** São Paulo: Cosac & Naif, 2013.

GARCÍA RUIZ, M., & LENA ACEBO, F. **Movimiento FabLab: diseño de investigación mediante métodos mixtos.** OBETS. Revista de Ciencias Sociales, 14(2), 373-406. doi:10.14198/OBETS2019.14.2.04, 2019.

JACOBSEN, M. M. **Estudo sobre metodologias aplicadas em inovação aberta entre universidades e empresas e o desenvolvimento de startups universitárias.** bdta.abcd.usp.br, p.12, 2021.

RAABE, André; GOMES, Eduardo Borges. **Maker: uma nova abordagem para tecnologia na educação.** Revista Tecnologias na Educação, Ceará, v.26, n.26, p. 6-20, 2018

SOUSA, J. A. F. **Abordagem Experimental para Aulas de Circuitos de Corrente Contínua Utilizando Placa Protoboard em Turmas do Ensino Médio.** 2018. Tese (Mestrado) – Curso de Física. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Rio Grande do Norte. P.50, 2018.

Disponível em:

<[https://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/5414/1/Jos%  
c3%a9AFS\\_DISSERT.pdf](https://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/5414/1/Jos%c3%a9AFS_DISSERT.pdf)>. Acesso em: 19 ago, 2024.