



**INSTITUTO
FEDERAL**
Paraíba

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
CAMPUS CABEDELO
PÓS-GRADUAÇÃO EM DOCÊNCIA PARA A EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E
TECNOLOGICA -DOCENTEPT**

DANILO LEMOS FAGUNDES

**O USO DO FABLAB COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA NO CURSO TÉCNICO
EM ELETROTÉCNICA: RELATO DE EXPERIÊNCIA**

**CABEDELO - PB
2023**

DANILO LEMOS FAGUNDES

**O USO DO FABLAB COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA NO CURSO TÉCNICO
EM ELETROTÉCNICA: RELATO DE EXPERIÊNCIA**

Artigo apresentado à Coordenação do Curso de Especialização em Docência para a Educação Profissional e Tecnológica – DocentEPT do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – *Campus* Cabedelo, como requisito para a obtenção do título de Especialista em Docência para a Educação Profissional e Tecnológica – DocentEPT.

Orientador: Profa. Me. Francisca Adriana da Silva Bezerra

Dados Internacionais de Catalogação – na – Publicação – (CIP)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB

F156u Fagundes, Danilo Lemos.

O Uso do Fablab como Ferramenta Pedagógica no Curso Técnico em Eletrotécnica: Relato de experiência/ Danilo Lemos Fagundes – Cabedelo, 2023.
23 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Docência para Educação Profissional e Tecnológica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB.

Orientadora: Profa. Ma. Francisca Adriana da Silva Bezerra.

1. Eletrotécnica. 2. Intervenção pedagógica. 3. Fablab. I. Título.

CDU 37.013:621.3

FOLHA DE APROVAÇÃO


DANILO LEMOS FAGUNDES

O USO DO FABLAB COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA NO CURSO TÉCNICO EM ELETROTÉCNICA: RELATO DE EXPERIÊNCIA


Trabalho de conclusão de curso elaborado como requisito parcial avaliativo para a obtenção do título de especialista no curso de Especialização em Docência EPT, campus Cabedelo, e aprovado pela banca examinadora.

Cabedelo, 17 de Novembro de 2023.


BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 FRANCISCA ADRIANA DA SILVA BEZERRA
Data: 27/11/2023 08:20:29-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Ma. Francisca Adriana da Silva Bezerra- Orientador(a)
Professora da Rede Municipal de Ensino de Catolé do Rocha-PB

Documento assinado digitalmente
 GLEYDSO LUIZ ALVES DA SILVA
Data: 27/11/2023 10:51:52-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. Gleydson Luiz Alves da Silva – Examinador Interno
Professor Formador EPT/IFPB- Campus Cabedelo-PB

Documento assinado digitalmente
 JEFFERSON FLORA SANTOS DE ARAUJO
Data: 30/11/2023 00:12:31-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. Jefferson Flora Santos de Araújo- Examinador Interno
Tutor EaD EPT/IFPB do Polo de Mari-PB

RESUMO

Estamos vivendo a quarta revolução industrial. Esta nova era da indústria e do mundo traz novos desafios, principalmente para a mão de obra do presente e do futuro. Hoje, não só se deseja que o profissional apresente competências técnicas, em sua área de atuação, mas que, principalmente, apresente competências sociais, emocionais e comportamentais que o levarão a um outro nível de produtividade. É neste sentido que introduzimos o Fablab, ambiente capaz de se aliar a educação como uma poderosa ferramenta pedagógica, potencializando o desenvolvimento destas capacidades desejadas. O objetivo geral deste trabalho é apresentar um relato de experiência de uma proposta de intervenção aplicada com uma turma do curso técnico em Eletrotécnica da escola Firjan SENAI do Estado do Rio de Janeiro, destacando o Fablab como uma ferramenta pedagógica inovadora, sendo um importante aliado da educação para potencializar o desenvolvimento de competências socioemocionais e comportamentais, como a criatividade, o trabalho em equipe e a possibilidade de lidar com a frustração. Durante esta experiência, oportunizou-se aos alunos desenvolver uma situação de aprendizagem desafiadora, com a construção de uma luminária personalizada. Ao longo da construção e da condução, foi possível constatar que os alunos estiveram engajados, demonstrando protagonismo e iniciativa. Os espaços de troca foram diversos e sempre muito ricos. Ao fim da análise, foi importante observar que o ambiente propiciou o desenvolvimento de habilidades técnicas, devido ao grande aparato tecnológico que dispõe, como impressoras 3D e máquina de corte a laser, bem como as habilidades socioemocionais que tanto se buscavam observar, como o estímulo a inovação e ao empreendedorismo, a capacidade de lidar com frustrações e a busca de soluções para problemas.

Palavras-chave: Fablab; Educação Profissional e Tecnológica; Metodologias Ativas.

ABSTRACT

We are living in the fourth industrial revolution. This new era for the industry and the world brings new challenges, especially for the workforce of the present and the future. Today, not only do we want professionals to have technical skills in their area of expertise, but mainly to have social, emotional and behavioral skills that will take them to another level of productivity. It is in this sense that we introduce Fablab, an environment capable of combining education as a powerful pedagogical tool, enhancing the development of these desired capabilities. The general objective of this work is to present an experience report of an intervention proposal applied to a group of the technical course in Electrotechnics at the Firjan SENAI school in the State of Rio de Janeiro, highlighting Fablab as an innovative pedagogical tool, being an important ally of education to enhance the development of socio-emotional and behavioral skills, such as creativity, teamwork and the possibility of dealing with frustration. During this experience, students were given the opportunity to develop a challenging learning situation, with the construction of a personalized lamp. Throughout the construction and conduction, it was possible to see that the students were engaged, demonstrating protagonism and initiative. The exchange spaces were diverse and always extraordinarily rich. At the end of the analysis, it was important to note that the environment provided the development of technical skills, due to the great technological equipment available, such as 3D printers and laser cutting machines, as well as the socio-emotional skills that were sought to be observed, such as stimulation innovation and entrepreneurship, the ability to deal with frustrations and the search for solutions to problems.

Keywords: Fablab; Education; Professional; Active Methodologies; Competence.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Planejamento da aula no Fablab – turma de CT Eletrotécnica.

17

LISTA DE SIGLAS

CLP	Controlador Lógico Programável
IoT	<i>Internet of Things</i>
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
PBL	<i>Problem Based Learning</i>
ESG	<i>Environmental, Social and Governance</i>
FIC	Formação Inicial e Continuada
CT	Curso Técnico
ABS	Acrilonitrila Butadieno Estireno
PLA	Polilactídeo
LED	<i>Light Emitting Diode</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1	Fablab	9
2.2	Metodologias Ativas.....	11
2.3	Competências do Profissional do Presente e Futuro	12
3	METODOLOGIA	14
3.1	Campo de Pesquisa e Critérios	14
3.2	Preparação, Planejamento e Desenvolvimento da Atividade	15
4	RESULTADOS OBTIDOS	17
4.1	Registros das Estações.....	17
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	21
	REFERÊNCIAS	23

1 INTRODUÇÃO

O mundo segue se transformando, passando, período a período, por constantes revoluções que visam ampliar a produtividade, a eficiência e a eficácia dos produtos e serviços. Se olharmos para trás, descobrimos que a sociedade atravessou a primeira Revolução Industrial, por volta do ano 1784, com a mecanização dos processos por intermédio da energia hidráulica e a vapor. Schwab (2016) afirma que ela foi provocada pela construção das ferrovias e pela invenção da máquina a vapor e que foi ela que deu início à produção mecânica. A manufatura começa a tomar conta de uma indústria embrionária, ainda sem regulamentação e com leis trabalhistas inexistentes, dominada pela iniciativa privada.

Na sequência, por volta dos anos 1870, ocorreu o que ficou conhecida como a segunda Revolução Industrial, com o início da produção em massa, propiciada pela chegada da eletricidade e o aumento da importância do petróleo, como matéria-prima. As linhas de montagem começam a existir, visto que o crescimento populacional é latente e as demandas por materiais e bens de consumo são cada vez maiores. Por volta do ano 1969 inicia-se a terceira Revolução Industrial. Schwab (2016) cita que costuma ser chamada de revolução digital ou do computador, pois foi impulsionada pelo desenvolvimento dos semicondutores. O advento da automatização de processos, por intermédio dos Controladores Lógicos Programáveis, os CLPs, de componentes eletrônicos, os primeiros computadores e o início da Tecnologia da Informação desenham uma produção mais consciente, com menos desperdício e mais moldada aos desejos dos consumidores.

Hoje estamos vivendo o que chamamos da quarta Revolução Industrial ou, como também é conhecida, a era da Indústria 4.0. Agora, temos produção inteligente, em larga escala, de modo uniforme e padronizado, com tecnologia embarcada em todo o processo produtivo. Schwab (2016) afirma que a união do físico, do digital e do biológico é cada vez mais notório e que muito destas inovações estão apenas no início. A gestão deste processo produtivo conta com a inteligência artificial, a internet das coisas (IoT) e *Big Data*, gerando e registrando dados em tempo real e por todo o tempo. Estes dados, tratados por especialistas e autoridades técnicas, se transformam em informações, que permitem que as empresas e indústrias apliquem o que chamamos de melhoria contínua, aperfeiçoando de forma consistente e progressiva seus negócios. A esta filosofia de gestão chamamos “*data driven*”, que, em tradução livre, significa “guiada por dados”.

Neste cenário, onde saímos da indústria em que a produção era realizada de forma

manual, repetitiva e exaustiva, e que, entre outras questões, provocava enormes impactos à saúde e segurança de seus trabalhadores, agora nos deparamos com a possibilidade de contar, a cada dia mais, com a robotização e automatização na execução destes processos. Com isto, é imprescindível ao profissional de hoje possuir competências para estar apto e aderente de forma plena ao mercado de trabalho atual.

Seguindo esta mesma linha e olhando para a base, a educação para a formação técnica e profissionalizante exige padrões cada vez maiores e melhores em seus processos formativos, sabendo que os trabalhadores em idade produtiva são cada vez mais exigidos, tanto a nível técnico, tendo que saber lidar com as novas tecnologias, máquinas e equipamentos automatizados e com a robotização, quanto como a nível comportamental e socioemocional, para a execução de suas atribuições profissionais de forma plena e integral. Falaremos destes um pouco mais à frente.

Diante do exposto, passamos a fazer o seguinte questionamento: como o ambiente Fablab pode contribuir e amplificar o desenvolvimento das competências técnicas, comportamentais e socioemocionais que são exigidas pelo mundo do trabalho do presente e do futuro?

Nesse contexto, esta pesquisa tem como objetivo geral relatar a experiência prática desenvolvida com uma turma do curso técnico em eletrotécnica, apresentando o Fablab como uma ferramenta pedagógica capaz de desenvolver competências socioemocionais e comportamentais, como a criatividade, o trabalho em equipe, a liderança, a possibilidade de lidar com a frustração, o método de tentativa e erro, entre outras capacidades que, aliadas às competências técnicas, promoverão um profissional com formação mais plena e integrado aos reais desafios da indústria de hoje.

De forma adjacente, apresentaremos as metodologias ativas, como um fator integrador das práticas desenvolvidas no ambiente Fablab, engajando e atraindo a retenção e a participação ativa dos alunos, como protagonistas de seu processo de ensino-aprendizagem. Apresentaremos, também, o conceito de Fablab e os requisitos para que um ambiente seja classificado como tal. Por fim, apresentaremos a metodologia própria do SENAI, com foco no desenvolvimento de competências por meio de situações de aprendizagem desafiadoras e contextualizadas, bem como no aprender a fazer, fazendo, também conhecida como “*hands-on*”, acelerando a aprendizagem significativa e intencional.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção abordaremos as categorias e os referenciais teóricos que foram utilizados como base desta construção, a saber: o Fablab, as Metodologias Ativas e as Competências do Profissional do Presente e do Futuro.

2.1 Fablab

Eychenne e Neves (2013) afirmam que o Fablab (abreviação do termo em inglês *fabrication laboratory*) é uma plataforma de prototipagem rápida de objetos físicos e que está inserido em uma rede cada vez mais crescente de laboratórios espalhados por todo o mundo. O primeiro Fablab surgiu no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) em 2001.

O Fablab é uma plataforma de prototipagem técnica para inovação e invenção, fornecendo estímulo ao empreendedorismo local e ao aprendizado coletivo. Um lugar para criar, aprender, orientar e inventar. Com todo o arcabouço ferramental e aparato tecnológico que possui, oferece aos seus usuários os recursos necessários para a prototipação e o desenvolvimento de projetos. Para um ambiente ser considerado e classificado como Fablab, ele precisa conter uma série de requisitos, conforme apresentado na imagem abaixo.

Figura 1: Requisitos para um ambiente ser considerado um Fablab



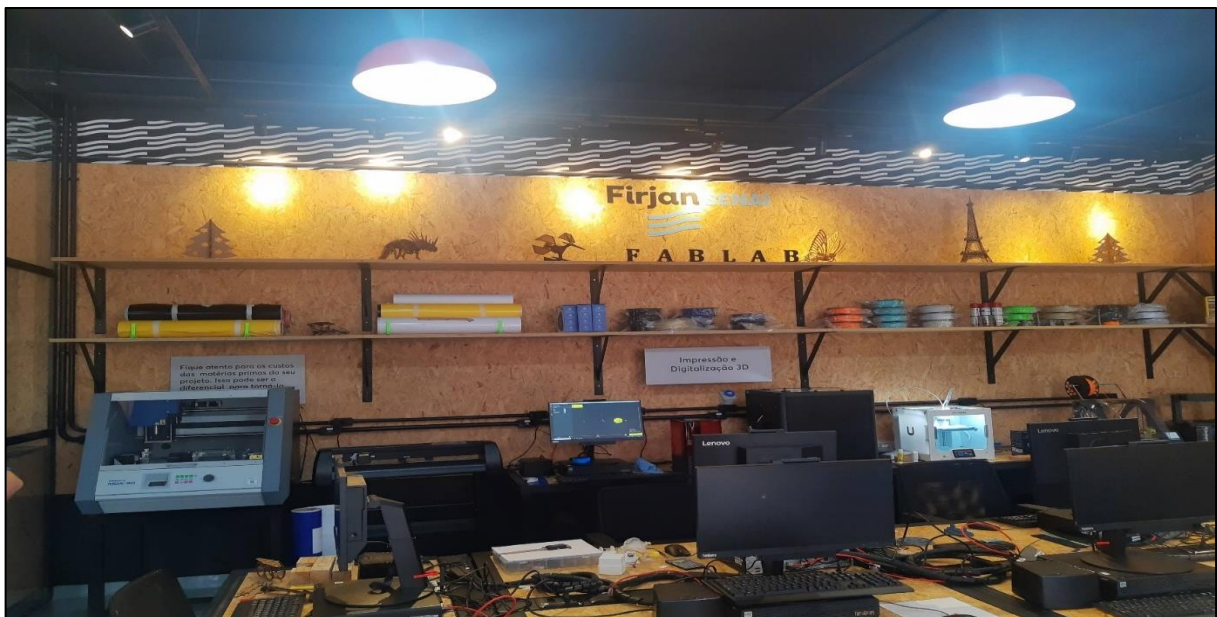
Fonte: Sobre o Fablab. Disponível em: <https://firjansenai.com.br/cursorio/fablab/sobre-o-fablab>

Abiko (2021) relata que há um universo de cerca de 2.100 Fablabs espalhados pelos continentes. No Brasil, estima-se cerca de 130 Fablabs, com redes internas, como a da Firjan SENAI do estado do Rio de Janeiro, que conta com quase 20 laboratórios Fablab. Hoje, o Brasil está como a 4ª maior rede de laboratórios do mundo. Conforme explicitado por Eychenne e Neves (2013), o Fablab se destina aos empreendedores que querem passar mais rapidamente da fase do conceito ao protótipo; aos *designers*, aos artistas e aos estudantes que desejam experimentar e enriquecer seus conhecimentos práticos em eletrônica e em desenho assistido por computador, e aos *makers* do século XXI.

A grande inovação do Fablab encontra-se na abertura da tecnologia para todos os usuários e no cruzamento de informações entre estes diferentes públicos, afirma Eychenne e Neves (2013). Este é o fator primordial e determinante no desenvolvimento e democratização da fabricação digital, criando, assim, um terreno fértil à inovação.

O SENAI foi a primeira instituição de Educação Profissional a adotar o Fablab no Brasil. Isso ocorreu no ano de 2014 e a primeira unidade a receber este ambiente foi a de Benfica. Nas unidades da Firjan SENAI do estado do Rio de Janeiro, a proposta de valor do Fablab vai na linha de um ambiente pensado para estimular a inovação, por intermédio dos laboratórios de fabricação digital voltados para a educação profissional. Os alunos são estimulados a desenvolver todo o processo produtivo na construção de soluções para a indústria – da ideia ao protótipo, passando por todas as etapas até chegar à avaliação do resultado. A seguir, apresentamos uma foto que ilustra parte do ambiente Fablab de uma das unidades SENAI do Estado do Rio de Janeiro.

Figura 2: Fablab de uma unidade Firjan SENAI



Fonte: o autor, 2023.

O Fablab carrega consigo conceitos-chave, como o da interdisciplinaridade, da cooperação, colaboração e de práticas inovadoras. Além disto, conforme registrado por Abiko (2021), é importante frisar que a rede não é feita apenas de Fablabs, mas sim de pessoas. Aqui, começamos a conectar a proposta do ambiente com o perfil de profissional do presente e do futuro que as indústrias desejam e demandam. Profissionais que, dentre outras coisas, sejam criativos, inovadores e colaborativos.

2.2 Metodologias Ativas

A educação tradicional está passando por uma transformação, moldando-se às demandas atuais. Essa mudança deixou alguns professores mais convencionais desconfortáveis, mas é evidente que ao longo da história, tudo evolui e se adapta às aspirações individuais. O que está acontecendo na educação contemporânea ressalta a necessidade de mudança, o que implica estar aberto a abandonar práticas antigas e abraçar o novo.

Naturalmente, alguns educadores ainda resistem a essas mudanças de hábitos e práticas. No entanto, uma nova abordagem de ensino e aprendizagem, baseada em metodologias educacionais ativas e nas mais recentes tecnologias digitais, veio para ficar e tem se mostrado altamente eficaz em termos de resultados. O novo paradigma de aprendizagem coloca o estudante no centro, como um participante ativo, crítico e fundamental no processo educativo, contribuindo significativamente para alcançar os objetivos desejados.

No passado, de acordo com Martins e Azevedo (2022), a abordagem pedagógica e os métodos de ensino seguiam uma linha tradicional, conservadora e centrada no conteúdo. O professor tinha o papel de apresentar os conceitos e teorias relacionados a uma disciplina específica, oferecendo exemplos prontos e conduzindo atividades de exercícios, testes e avaliações, tanto oralmente quanto por escrito.

Com a necessidade de reformulação dos métodos de ensino, agora, adaptados às novas necessidades educacionais e mais bem adaptada ao perfil dos educandos, surgem métodos e práticas identificadas como metodologias ativas, cujo principal foco e objetivo é colocar o aluno como protagonista de seu próprio processo de ensino-aprendizagem.

Dentre as metodologias ativas disponíveis, Alcantara (2020) destaca como principais: a sala de aula invertida, a rotação por estações, a aprendizagem por pares, o ensino sob medida, a aprendizagem baseada em equipes, a aprendizagem baseada em problemas, a aprendizagem baseada em projetos, a gamificação, o estudo de casos e a aprendizagem baseada em jogos. A

seguir, falaremos sinteticamente da rotação por estações, da aprendizagem por pares e da aprendizagem baseadas em projetos, metodologias muito destacadas na utilização do ambiente Fablab.

No método de Rotação por Estações de Aprendizagem, o professor estabelece um tipo de circuito dentro da sala de aula, destaca Alcantara (2020). Em cada uma dessas estações, são propostas atividades diferentes relacionadas a um tema central, de acordo com o objetivo da aula. Embora as atividades em cada estação sejam diversas e independentes, elas devem estar conectadas pelo foco definido, e os alunos devem percorrer todas as estações do circuito. No final, é importante avaliar todo o percurso e discutir as aprendizagens que foram construídas.

O método da Aprendizagem por Pares foi desenvolvido por Eric Mazur na Universidade de Harvard no início da década de 90 (BACICH et al, 2017). Conforme Alcantara (2020), essa metodologia promove a abordagem de um tópico específico através da combinação de competências e supervisão do professor, compartilhamento de conhecimento entre os alunos e um foco significativo em debates e trocas de opiniões, principalmente entre os próprios estudantes. Daí o nome aprendizagem por pares/colegas.

Já a Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL) é uma metodologia ativa de aprendizagem que enfatiza a interdisciplinaridade e o trabalho em equipe para resolver problemas reais, proporcionando o desenvolvimento de competências técnicas e transversais, reforça Alcantara (2020). Os projetos começam com a identificação de um problema e a criação de um plano de ação para resolvê-lo. Idealmente, os projetos devem se conectar à vida cotidiana e serem aplicados em ambientes que simulam os reais, como das empresas ou indústrias. Essa simulação enriquece a aprendizagem, permitindo que os estudantes apliquem seus estudos na prática e desenvolvam competências que facilitam sua entrada no mercado de trabalho.

2.3 Competências do Profissional do Presente e Futuro

Com a transformação e evolução das indústrias, por consequência, também há a transformação do mercado de trabalho e, naturalmente, da mão de obra que o sustenta. Nas décadas passadas, as pessoas desenvolviam capacidades profissionais de determinadas áreas, muitas das vezes, de forma empírica e geracional, por meios não formais. Isto é, em muitos casos, a profissão era aprendida com seus progenitores, que de forma prática e contínua, compartilhavam as capacidades e conhecimentos que possuíam para desenvolver aquele ofício. Era bem comum, ao longo de toda a vida produtiva do trabalhador, que este desempenhasse um

único ofício.

Neste novo contexto industrial, conforme falado anteriormente, com o advento da indústria 4.0, há uma nova exigência surgindo: não basta mais que os profissionais apresentem apenas as competências e capacidades técnicas. Hoje, indubitavelmente, há uma busca incessante das empresas pelos profissionais que, além da técnica (que pode ser desenvolvida e trabalhada), apresentem capacidades e competências comportamentais e socioemocionais. Às competências técnicas, também conhecidas como “*hard skills*”, é preciso adicionar as competências socioemocionais, conhecidas como “*soft skills*”. Estudos recentes apontam que os trabalhadores hoje são admitidos por sua capacidade técnica e são desligados, na maioria das vezes, por suas capacidades socioemocionais, ou pela ausência delas.

Com base nos relatórios produzidos pelo Fórum Econômico Mundial, nos deparamos com a informação que, até 2030, muitas das profissões existentes hoje, não existirão mais no mundo. Em contraponto, outros ofícios surgirão, o que remete ao pensamento que, dificilmente, um aluno/aprendiz, entrante no mercado de trabalho, consiga iniciar e terminar sua vida produtiva exercendo exatamente a mesma função/ofício. Isso nos remete a uma outra expressão bem utilizada no contexto atual, que é a “*reskilling*”, traduzindo, a requalificação contínua necessária aos atuais trabalhadores.

Estes mesmos relatórios vão pavimentar o futuro do trabalho e das profissões no mundo, dizendo que as principais macrotendências apontam para o ESG, sigla oriunda do inglês que, traduzida, significa padrões de Meio Ambiente, Social e de Governança. Além disto, há uma transição crescente para a “economia verde”, para o aumento da digitalização e a adoção da tecnologia (RELATÓRIO SOBRE O FUTURO DOS EMPREGOS, 2023).

Por fim, ainda associando aos últimos relatórios do Fórum Econômico Mundial, realizado no ano de 2020, as 10 habilidades mais importantes para o profissional vão estar concentradas, em resumo, nas competências socioemocionais ou ligadas a tecnologia da informação (COL, 2021).

Traçando sobre as competências do presente e futuro, temos em destaque: pensamento analítico e inovativo; aprendizagem ativa e estratégias de aprendizagem; resolução de problemas complexos; pensamento crítico e analítico; criatividade, originalidade e iniciativa; liderança e influência social; uso e controle da tecnologia; design de tecnologia e programação; resiliência, tolerância ao estresse e flexibilidade; raciocínio, solução de problemas e ideiação.

3 METODOLOGIA

Este estudo é de natureza qualitativa, que tem “[...] o ambiente natural como fonte direta de dados e o pesquisador como instrumento fundamental” (GODOY, 1995, p. 62).

Desenvolvemos uma pesquisa-ação, aplicada com uma turma do curso técnico em Eletrotécnica da escola Firjan SENAI do Estado do Rio de Janeiro. Esta turma é ofertada de forma subsequente. O perfil dos alunos, em sua maioria, aponta para pessoas entre 18 e 40 anos, com maior representatividade do sexo masculino e, grande parte, com alguma experiência já no mercado de trabalho. O desenvolvimento se dará em cerca de 8 a 12 horas de atividades, desenvolvidas em sábados letivos. Para este encontro, será necessário contar com os docentes âncoras do Fablab, ficando cada um responsável por uma das atividades que comporão as estações. Esta iniciativa será transversal ao desenvolvimento das demais atividades teórico-práticas do curso.

Dessa forma, o desenvolvimento das atividades contemplou a apresentação do Fablab, com seu conceito, características, rede, diferenciais, proposta de valor, potenciais e principais aplicabilidades; apresentação da dinâmica da atividade proposta para o grupo; apresentação das máquinas, equipamentos, acessórios, consumíveis e recursos disponibilizados no ambiente. A turma foi dividida em equipes, para a execução das situações de aprendizagem propostas para o desenvolvimento das competências. No fim, promoveu-se uma pequena discussão, com alguns aprofundamentos e destaques, bem como o fechamento do conceito e eventuais esclarecimentos de dúvidas.

3.1 Campo de Pesquisa e Critérios

Para este estudo, usamos uma unidade da Firjan SENAI do Estado do Rio de Janeiro. Essa escola apresenta a oferta de cursos nas modalidades de Formação Inicial e Continuada (FIC), a saber, Aprendizagem Industrial, Qualificação Profissional, Iniciação e Aperfeiçoamento. Além destes, também possui cursos na modalidade Técnica de Nível Médio. A escola em questão atende, principalmente, os seguintes segmentos da indústria e de sua cadeia produtiva: Eletricidade, Metalmeccânica, Transportes Aeronáuticos, Construção Civil, Alimentos, Confeção e Têxtil, Tecnologia da Informação, Gestão, Logística, Gráfica, Madeira e Mobiliário, entre outros.

Para a aplicação deste estudo selecionamos uma turma do curso Técnico de nível médio em Eletrotécnica, curso com duração de 1 ano e meio (3 semestres) e 1.200 horas de carga

horária. A dinâmica operacional do curso se dá de forma híbrida, isto é, os alunos realizam, por semana, 3 encontros teóricos mediados por tecnologia, com 4 horas de duração cada. Além disto, realizam 2 encontros por semana para atividades presenciais práticas, desenvolvendo as competências e habilidades apontadas no perfil profissional do curso. Por fim, caso seja necessário, também há a possibilidade de realizar atividades em sábados letivos, de forma a assegurar que toda a carga horária proposta será cumprida de forma plena e dentro do prazo.

A turma do curso referenciado acima está no segundo semestre de formação, logo, cerca de 50% das atividades previstas já foram desenvolvidas. Este é um requisito importante, pois conseguimos garantir que os alunos já possuem conhecimentos, capacidades e competências para o desenvolvimento das atividades no ambiente Fablab. Conforme citado no início deste artigo, o perfil dos alunos, em sua maioria, aponta para pessoas entre 18 e 40 anos, com maior representatividade do sexo masculino e, grande parte, com alguma experiência já no mercado de trabalho e no segmento de atuação do curso.

3.2 Preparação, Planejamento e Desenvolvimento da Atividade

A preparação e desenvolvimento desta atividade contará com 04 docentes, todos, denominados âncoras do ambiente Fablab. Como o grupo possui cerca de 30 alunos e visando uma melhor absorção dos conteúdos e competências, a proposta inclui a utilização de todos os docentes, cada um, ficando responsável por uma etapa. A estratégia didático-pedagógica utilizada para esta ação foi a de rotação por estações, além de, durante o desenvolvimento, também promover a aprendizagem por pares. Também foi desenvolvido um projeto para a aula (aprendizagem baseada em projetos). Este projeto será a situação de aprendizagem do encontro.

Os objetivos do encontro foram definidos: apresentar o conceito de Fablab; apresentar os diferentes equipamentos e maquinários que o compõem; demonstrar as funcionalidades e aplicabilidades de cada um deles, de maneira sucinta; apontar os benefícios de se utilizar um ambiente inovador e criativo, como o Fablab; proporcionar a experimentação do ambiente, como propulsor para o desenvolvimento de projetos e protótipos.

Os docentes, a partir da definição dos objetivos e do projeto a ser desenvolvido, de maneira prévia, se reuniram para o planejamento da ação. A condução da aula ficou planejada, conforme apresentada na tabela abaixo:

Tabela 1: Planejamento da aula no Fablab – turma de CT Eletrotécnica.

Horário	Descrição da Atividade	Local
9h-9h15	Recepção dos alunos, quebra-gelo e início das atividades	Sala de Aula
9h15-9h30	Apresentação da proposta planejada para o dia	Sala de Aula
9h30-10h	Conhecendo e conceituando o Fablab: aula expositiva e dialogada, com principais informações do ambiente Fablab	Sala de Aula
10h-10h30	Apresentação sucinta dos equipamentos que compõem o Fablab e separação dos 04 grupos de alunos	Sala de Aula
10h30-10h40	Transição de ambientes, direcionando o grupo discente para o Fablab	-
10h40-11h15	Visita guiada no Fablab, com apresentação macro dos espaços e equipamentos	Fablab
11h15-11h30	Intervalo	-
11h30-12h30	Grupos divididos na rotação 01 das estações	Fablab
12h30-13h30	Intervalo para almoço	-
13h30-14h30	Grupos divididos na rotação 02 das estações	Fablab
14h30-15h30	Grupos divididos na rotação 03 das estações	Fablab
15h30-16h30	Grupos divididos na rotação 04 das estações	Fablab
16h30-17h30	Apresentação oral dos grupos (~ 15 min/cada)	Fablab
17h30-18h	Aprofundamento e Fechamento da discussão. Finalização da atividade.	Fablab

Fonte: o Autor, 2023.

Para o desenvolvimento do projeto, conforme apresentado acima, quatro estações foram necessárias. A primeira, foi uma oficina de fabricação de protótipos digitais com o software Fusion 360°. A segunda estação foi a oficina de corte a laser. Para a terceira, determinou-se a oficina de fabricação digital com impressoras 3D. Por último, na quarta, foi definida a oficina de prototipagem eletrônica.

A partir da definição das estações, os docentes realizaram todo o mapeamento e levantamento de recursos necessários para a condução da aula. Em resumo, os recursos necessários foram divididos em três grupos. O primeiro foi o material didático, que contou com uma apresentação em powerpoint, que após a aula também seria compartilhada com os alunos via plataforma de estudos. O segundo grupo foi o de equipamentos e instrumentos. São eles: Cortadora a Laser, Impressoras 3D (Filamento), componentes eletrônicos (LEDs, botões, resistores diversos, entre outros), ferro de solda, estanho, placa de fenolite, alicates, estação de solda, bancada com morsa, computadores, softwares, acesso à internet, filamentos ABS e PLA para impressora 3D, placa de MDF e de Acrílico diversas (3mm, 5mm, 6mm, entre outras). Por fim, no terceiro grupo constavam os equipamentos de segurança, como os óculos de proteção, luvas de segurança, botinas e jalecos.

Para o desenvolvimento das atividades, o ambiente Fablab foi organizado, conforme a seguir. Espaço 01: ilha com 09 desktops, todos com o software Fusion 360°. Além disso, posicionamento de TV de 50" (ou similar), para projeção da tela do docente âncora do Fablab. Espaço 02: Máquina de corte a laser, dimensão: 1,20 metros x 1,00 metro. Além disso, desktop com o software da máquina instalado, para manipulação e operação. Também se soma a colocação de uma TV ou monitor, com espelhamento da tela do desktop, para acompanhamento e projeção do trabalho. Espaço 03: Sala de videoconferência, com desktop ou notebook conectado a um Datashow, onde serão trabalhados os conceitos teóricos da impressão 3D com filamento termoplástico. Mesa grande com cadeiras e webcam instalada na própria impressora 3D, para projeção ao vivo do processo de impressão por sobreposição. Espaço 04: Bancada Alta com morsa fixada. Instrumentos, ferramentas e materiais separados para a montagem, conforme apresentado no item acima (eletrônicos, estação de solda, consumíveis, entre outros).

4 RESULTADOS OBTIDOS

Vencida toda a etapa de preparação e planejamento, chegamos ao momento da aula efetivamente dada. O cronograma se mostrou bem assertivo e os tempos e etapas puderam ser cumpridos de forma adequada. Os alunos participaram ativamente das atividades, empenhando-se para cumprir com as entregas propostas e os resultados esperados.

4.1 Registros das Estações

Conforme pode ser observado na figura indicada abaixo, os grupos foram divididos e

realizaram as etapas propostas nas quatro estações.

Figura 3: Registros das 04 Estações



Fonte: o autor, 2023.

Na estação 01, eles foram orientados pelo docente “A”, que orientou, demonstrou e conduziu o desenvolvimento de dois desenhos em 3D, por intermédio do software Fusion 360°. Esses desenhos foram a base para o que viria a ser realizado nas outras etapas.

Na estação 02, foi possível observar o docente Âncora “B”. Ele ficou responsável pela orientação quanto ao uso básico da máquina de corte a laser. Por ser uma máquina que envolve maior risco, o grupo também recebeu orientações básicas de saúde e segurança na operacionalização dela. A máquina de corte a laser consegue marcar, gravar e cortar materiais de até 9mm de espessura. Os materiais mais empregados neste equipamento são as placas de mdf e de acrílico.

Na estação 03, o docente Âncora responsável foi o “C”. Ele preparou uma apresentação com os principais tipos de impressoras 3D, suas características e aplicabilidade. Por intermédio de uma câmera instalada dentro do maquinário, pôde trabalhar de forma expositiva e prática demonstrando o funcionamento delas. As impressoras empregadas na atividade foram as de filamento PLA, material biodegradável que, a partir do aquecimento, vão sendo sobrepostos, camada a camada, até que se obtenha o objeto 3D desejado.

Na estação 04, o docente Âncora responsável pela condução foi o “D”. Ele demonstrou, orientou e conduziu o grupo para o desenvolvimento de um projeto que visava a construção de um circuito eletrônico, com leds, botão liga/desliga e resistores.

Abaixo, um registro da atuação de uma discente da turma, demonstrando, na prática, as metodologias didático-pedagógicas citadas anteriormente. Destaque para o aprender a fazer, fazendo, materializando e consolidando conhecimentos.

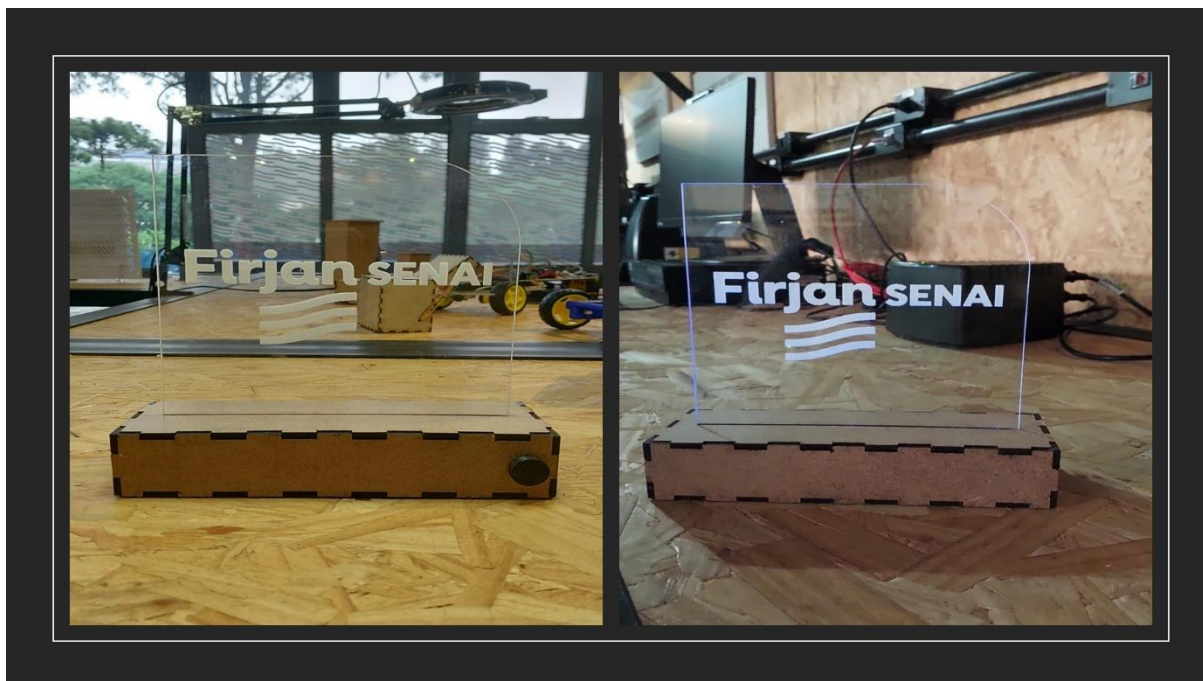
Figura 4: Alunos colocando os conhecimentos em prática



Fonte: o autor, 2023.

Os resultados obtidos foram: entender o conceito de Fablab; conhecer sua aplicabilidade e suas potencialidades; identificar para que serve cada um dos maquinários que o compõem; conhecer e aplicar conceitos básicos para a operacionalização dos equipamentos; reconhecer o Fablab como um ambiente de inovação, criação e aceleração de projetos.

Abaixo, segue o projeto que foi desenvolvido pelo grupo de alunos, de forma coletiva.

Figura 5: Resultado da Atividade no Fablab (PBL)

Fonte: o autor, 2023.

Na imagem, pode-se identificar o resultado das quatro estações realizadas, conforme também destacaremos agora. Na primeira etapa, desenvolveu-se os dois desenhos digitais no software de modelagem, tanto para o corte da base, quanto para o corte da parte superior, em mdf e acrílico, respectivamente. Na segunda etapa, produziu-se o corte dos desenhos realizados: as seis peças que iriam compor a base em mdf, incluindo o detalhe de corte para encaixe da peça em acrílico e do botão; além de também produzir a peça em acrílico, incluindo a gravação do logo “Firjan SENAI” neste próprio material. Na terceira etapa, produziu-se o botão em plástico, desenhado construído na impressora 3D de filamento. Na última etapa, produziu-se o circuito eletrônico que, acoplado ao botão impresso, pode produzir o efeito luminoso (luminária) por intermédio do uso de leds na cor azul. Este circuito ficou dentro da base (caixa em mdf).

Os docentes fizeram uma análise parcial e, após, conjunta, do desempenho individual e coletivo do grupo. A avaliação da atividade foi determinada da seguinte maneira: 15 (quinze) pontos para cada uma das estações, perfazendo um total de 60 (sessenta) pontos; 20 (vinte) pontos foram destinados para a apresentação final do grupo; 10 (dez) pontos para o desempenho na arguição oral sobre determinados equipamentos do ambiente Fablab; 10 (dez) pontos para a análise das capacidades sociais, organizativas e metodológicas apresentadas pelos discentes ao longo das atividades.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Fablab, ambiente tecnológico para desenvolvimento de projetos e protótipos com envolvimento educacional recebido na Firjan SENAI, demonstrou ser um ambiente disruptivo, que não apresenta qualquer padrão tradicional de espaço didático. Em parceria com as metodologias ativas de aprendizagem, os alunos foram expostos em uma situação de aprendizagem desafiadora e puderam demonstrar, não somente, habilidades técnicas, mas, principalmente, competências socioemocionais e comportamentais, como o trabalho em equipe, a auto-organização, a criatividade e a comunicação.

O método de pesquisa-ação se mostrou aderente e forneceu os subsídios necessários para a construção deste artigo. O grupo demonstrou-se engajado e atraído ao longo de toda a atividade, mesmo tratando-se de um dia letivo não convencional, como o sábado, e de uma atividade de longa duração.

A atividade proporcionou ao grupo de alunos a possibilidade de desenvolver projetos de forma ágil, rápida, não burocrática e barata. Com isso, o protagonismo e a iniciativa dos alunos durante a ação foi um fator de destaque. A aprendizagem por pares promoveu muitas discussões e trocas de conhecimentos entre os alunos, que por possuírem uma visão idêntica, acelerou o processo de aprendizado. A rotação entre as estações trouxe dinamismo para a aula, mantendo todos conectados com a proposta e sempre com curiosidade quanto ao que seria revelado na estação seguinte. Ter um projeto que entregava significado ao segmento de estudo do grupo também contribuiu para um melhor aproveitamento da classe.

Seguindo no campo das análises, quando traçamos o comparativo dos comportamentos e capacidades apresentadas pelo grupo de alunos ao longo desta atividade e as habilidades apontadas pelo Fórum Econômico Mundial do profissional do futuro, foi possível perceber na atividade competências como a resolução de problemas, o pensamento analítico, a criatividade, a iniciativa e a influência social, além do uso e domínio da tecnologia embarcada nos equipamentos do espaço.

Desta forma, foi possível concluir que, quanto maior o tempo de utilização do espaço, maior será sua capacidade de proporcionar o desenvolvimento das hard skills, com equipamentos e tecnologias avançadas aliadas a conhecimentos multidisciplinares como mecânica, elétrica, eletrônica, programação e designer, e ao mesmo tempo potencializar as soft skills através da cooperação, responsabilidade coletiva, organização e planejamento, autoconhecimento, pensamento crítico, criatividade e liderança.

O Fablab carece ser considerado como um ambiente educativo do futuro no presente,

capaz de permitir que o professor adote o papel de mediador do ensino e aprendizagem e que aluno seja o verdadeiro protagonista do processo de aprendizagem, engajado e motivado pelas múltiplas possibilidades de crescimento e experimentação.

Os alunos demonstraram a necessidade de ampliar o tempo de uso e de estudo em cada um dos equipamentos, para maior domínio da operacionalização e das aplicabilidades. O conhecimento e o domínio de técnicas de uso de softwares de modelagem virtual 3D, como o Fusion 360°, também se mostrou muito relevante para um bom aproveitamento dos discentes. A facilidade com que o grupo assimilou a operacionalização dos equipamentos, especialmente a máquina de corte a laser e a impressora 3D, foi surpreendente. Mesmo tratando-se de equipamentos nas quais a esmagadora maioria teve contato pela primeira vez, isso em nada limitou o desenvolvimento das atividades propostas de forma efetiva e prática.

O maior desafio apresentado coletivamente foi entender que o espaço não se posiciona como um fabricante de brindes e *souvenirs*. Isto é, existem muitos modelos e objetos disponíveis livremente na internet e a proposta não é ficar produzindo estes tipos de elementos no espaço. O grande desafio é colocar o pensamento e criatividade em prática, entender como tangibilizar esta ideia de forma virtual, por intermédio dos softwares de modelagem e então conhecer e determinar qual ou quais equipamentos e recursos serão empregados para a concretização deste protótipo ou projeto (máquina de corte a laser, plotter de recorte, *router cnc*, impressora 3D, mini fresadora, materiais eletroeletrônicos, entre outros).

Foi importante concluir que o ambiente, se bem utilizado, consegue entregar tudo aquilo para o qual foi pensado e construído: desenvolver e amplificar conhecimentos técnicos, por intermédio do grande aparato tecnológico que apresenta em sua infraestrutura, bem como aperfeiçoar o comportamento e competências sociais e emocionais dos que o utilizam. Além disto, também se constatou o estímulo ao empreendedorismo, ao aprendizado coletivo e a inovação. O Fablab se mostrou um espaço ideal para a inovação por meio da prototipagem de ideias para resolução de problemas. Ficou claro que este ambiente também é um enorme aliado da pedagogia e da educação, com seus conceitos e princípios metodológicos. Os alunos puderam aprender com intencionalidade e significado, por meio da construção de projetos, de forma interativa, colaborativa e criativa. Assim, conclui-se que, quanto mais os alunos estiverem expostos ao Fablab, mais propensos estarão a desenvolver as competências técnicas, socioemocionais e comportamentais que as empresas buscam nos profissionais de hoje: pessoas criativas, inovadoras, que trabalham em equipe, com autorresponsabilidade, que dominam a tecnologia, com capacidade de pesquisa e investigação, colaboração e sempre em busca pelo novo; que se adaptam, que possuem inteligência emocional e que fazem acontecer.

REFERÊNCIAS

ALCANTARA, Elisa F. S. (organizadora). **Inovação e renovação acadêmica**: guia prático de utilização de metodologias e técnicas ativas. Volta Redonda: FERP, 2020.

BACICH, Lilian; MORAN, José. **Metodologias Ativas Para Uma Educação Inovadora**. Porto Alegre: Penso, 2017.

COL, Wilma dal. **É preciso alicerçar agora as mudanças necessárias ao futuro do trabalho**. 2021. Disponível em: <https://ofuturodascoisas.com/e-preciso-alicerçar-agora-as-mudancas-necessarias-ao-futuro-do-trabalho/>. Acesso em: 23 set. 2023.

ENCONTRO NACIONAL DOS FAB LABS, 3., 2021, [S.L.]. **FABBR3: Reconnectando - Devolutiva do evento 07/08/21**. Rio de Janeiro: Firjan Senai, 2021. 50 p. Disponível em: <https://casafirjan.com.br/sites/default/files/2021-09/Devolutiva%20FABBR3%20v2%20%281%29.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2023.

EYCHENNE, Fabien; NEVES, Heloisa. **Fab Lab: A Vanguarda da Nova Revolução Industrial**. São Paulo: Editorial Fab Lab Brasil, 2013.

GODOY, Arllda Schmidt. Uma revisão histórica dos principais autores e obras que refletem esta metodologia de pesquisa em Ciências Sociais. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, mar. 1995. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rae/a/wf9CgwXVjpLFVgpwNkCgmnC/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 25 out. 2023.

MARTINS, Gercimar; AZEVEDO, Gilson Xavier. **Metodologias ativas**: um caminho de novas possibilidades. Goiânia: IGM, 2022.

SCHWAB, Klaus. **A quarta revolução industrial**. São Paulo: Edipro, 2016.

WORLD ECONOMIC FORUM. **Relatório sobre o Futuro dos Empregos 2023**: espera-se que até um quarto dos empregos mude nos próximos cinco anos. [S. d]: World Economic Forum, 2023. Disponível em: <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2023/>. Acesso em: 23 jul. 2023.