

O LABORATÓRIO DE PROTOTIPAGEM IFMAKER E A INSERÇÃO DA COMUNIDADE ACADÊMICA: UMA ANÁLISE MULTIDISCIPLINAR E INTEGRATIVA

EL LABORATORIO DE PROTOTIPOS DE IFMAKER Y LA INSERCIÓN DE LA COMUNIDAD ACADÉMICA: UN ANÁLISIS MULTIDISCIPLINARIO E INTEGRATIVO

Maria Cleide da Silva Ribeiro LEITE¹

João Pereira da SILVA²

Luiz Paulo de Oliveira QUEIROZ³

RESUMO: A aproximação entre trabalho e educação pode ser identificada desde os estudos das comunidades primitivas, onde as tribos criavam métodos de produção de sua existência e desenvolviam processos que serviriam de ensinamentos para as novas gerações. A educação profissional tem avançado no Brasil, apesar de ainda focar em uma formação majoritariamente tecnicista e, portanto, minimizar as possibilidades de ampliação formativa. As mudanças no mundo do trabalho estão ocorrendo em uma velocidade nunca vista antes, o que torna um desafio pensar em práticas pedagógicas que aproximem o aluno da realidade atual. Diante desse desafio, o Projeto Laboratório de Prototipagem (LAB IFMaker) do IFCE apresenta-se como uma estratégia integradora da metodologia *Learning By Doing* com a implementação de laboratórios para serem

¹ Doutora e Mestre em Educação pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). Graduada em Letras Espanhol (UMESP) e Pedagogia (UECE). Especialista em Gestão Escolar. Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará-IFCE. Coordenadora de Área do Programa PIBID Artes Campus Canindé Membro dos Grupos de Pesquisas GEPPES/JEPTRA/UECE e LEPEEM/IFCE. E-mail cleide.silva@ifce.edu.br

² Mestre em Educação pela Universidade Estadual do Ceará - UECE e MAIE - Mestrado Acadêmico Intercampi em Educação, com área de concentração em Estágio Supervisionado. Bacharel em CIÊNCIAS CONTÁBEIS pela FACULDADE KURIUS (2017) e graduação em Letras - Língua Portuguesa pela Universidade Estadual do Ceará - UECE (2000). Especialista em Língua Portuguesa, pela Universidade Estadual do Ceará - UECE - professor efetivo do Estado do Ceará, lotado na SEDUC, Escola de Ensino Médio Franklin Távora, em Itapiúna, CREDE 08, Maciço de Baturité. <https://orcid.org/0000-0001-7328-9974>

³ Doutorando em Desenvolvimento e Meio Ambiente na UFERSA (2021). Mestre em Engenharia Mecânica pela UFRN(2016). Especialista em Educação Profissional e Tecnológica no IFCE (2020). Graduado em Engenharia Mecânica na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (2014). Bacharel em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (2011). Técnico em Mecânica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte.

utilizados na formação. Neste sentido, objetivou-se identificar potencialidades de inovação do Projeto Laboratório de Prototipagem Lab IFMaker em soluções criativas e eficientes nos processos de ensino do IFCE de modo a integrar a comunidade acadêmica. A pesquisa foi realizada com a abordagem qualitativa e o método estudo de caso. Na primeira fase do percurso investigativo, deram-se os estudos dos fundamentos teóricos acerca da categoria formação para o mundo do trabalho. Posteriormente, tendo o projeto Lab IFMaker do IFCE como objeto de estudo, caracterizaram-se os pressupostos multidisciplinares e integradores do fenômeno em análise. Os resultados evidenciaram que IFMaker do IFCE é um mecanismo multidisciplinar com potencialidades integrativas da comunidade acadêmica e se constitui uma alternativa inovadora capaz de promover o intelecto estudantil e nortear as decisões docentes no processo de ensino e aprendizagem.

Palavras chave: Educação. Multidisciplinaridade. Laboratório de Prototipagem.

RESUMEN: La aproximación entre trabajo y educación se puede identificar desde los estudios de las comunidades primitivas, donde las tribus creaban métodos de producción de su existencia y desarrollaban procesos que servirían de enseñanza para las nuevas generaciones. La educación profesional ha avanzado en Brasil, a pesar de que todavía se centra en una formación mayoritariamente técnica y, por tanto, minimiza las posibilidades de expansión formativa. Los cambios en el mundo del trabajo se producen a una velocidad nunca vista, lo que hace que sea un reto pensar en prácticas pedagógicas que acerquen al alumno a la realidad actual. Ante este reto, el Proyecto de Laboratorio de Prototipos del IFCE (LAB IFMaker) se presenta como una estrategia integradora de la metodología *Learning By Doing* con la implantación de laboratorios para su uso en la formación. En este sentido, se pretendía identificar el potencial de innovación del proyecto IFMaker Prototyping Lab en soluciones creativas y eficientes en los procesos de enseñanza del IFCE para integrar a la comunidad académica. La investigación se realizó con un enfoque cualitativo y el método de estudio de casos. En la primera fase del recorrido investigativo, se dieron los estudios de los fundamentos teóricos sobre la categoría formación para el mundo del trabajo. Posteriormente, teniendo como objeto de estudio el proyecto IFMaker Lab del IFCE, se caracterizaron los supuestos multidisciplinares e integradores del fenómeno analizado. Los resultados mostraron que el IFMaker del IFCE es un mecanismo multidisciplinar con potencial integrador de la comunidad académica y constituye una alternativa innovadora capaz de promover el intelecto del estudiante y orientar las decisiones docentes en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Palabras clave: Educación. Multidisciplinariedad. Laboratorio de Prototipos.

1. INTRODUÇÃO

É evidente que as mudanças ocorridas no mundo do trabalho nos últimos vinte anos, de fato configuraram um lugar especial para a educação profissional. Atualmente, tem se tornado um desafio pensar em práticas pedagógicas que nos aproximem de uma leitura ampla da realidade no mundo de trabalho.

Neste sentido, o cotidiano educacional tem requerido ações que oportunizem dinamização das aulas para o êxito acadêmico, aumentando o estímulo do aluno ao aprendizado e conseqüente diminuição da evasão escolar. A inclusão de planos e projetos inovadores constitui-se alternativa viável para reduzir os índices de evasão, tornando-se relevante e em conformidade com o Planejamento Estratégico Institucional de Permanência e Êxito dos Estudantes

do IFCE. Nos últimos dez anos, a respectiva instituição foi marcada por um processo de expansão e interiorização do ensino. Nascia assim a Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica (BRASIL, 2008).

Com o intuito de possibilitar ações integradoras das práticas curriculares e pedagógicas no contexto escolar, a comunidade acadêmica do IFCE elaborou uma proposta de natureza coletiva, capaz de fortalecer as relações no âmbito institucional, de modo a integrar toda comunidade escolar e acadêmica.

A proposta do IFMaker contém laboratórios de prototipagem baseados no princípio de Fab Labs, em inglês “*Fabrication Laboratory*”. Os Fab Labs são compostos por um movimento mundial no qual se propõe um espaço estrategicamente pensado para a fabricação de diversos tipos de objetos físicos e digitais (CANAL TIC, 2019).

Sua particularidade reside num local no qual é estimulada a aprendizagem, a criatividade, o desenvolvimento pessoal, profissional e tecnológico. A proposta vem contribuir para o desenvolvimento das atividades de ensino, pesquisa e extensão do IFCE, uma vez que terão acesso a esse espaço alunos dos mais diversos níveis de ensino, incluindo estudantes do Ensino Médio Integrado, dos Cursos Técnico e Superior, da Pós-Graduação, bem como alunos dos mais diversos cursos de extensão.

A instalação de um laboratório para a metodologia de ensino *learning by doing* ratifica o compromisso com ações que visam à redução dos índices de evasão e retenção. Ademais, a referida instalação promove, em todos os seus usuários, a melhoria de habilidades de projetos mecânicos e produção digital; desenvolvimento da criatividade dos alunos, professores e técnicos administrativos; a aprendizagem de métodos de fabricação e prototipagem.

Os laboratórios de estilo Fab Lab, que é o caso dos IFMakers, estão sendo inseridos em diversos ambientes que visam disseminar a cultura *learning by doing* nos mais diferentes níveis do ensino, sejam eles Ensino Médio, Técnico, Superior, etc. A principal característica dessa alternativa de ensino e aprendizagem é desenvolver a cultura, como o próprio nome já diz, aprender fazendo, onde os alunos, professores, técnicos administrativos em educação, usuários em geral possam, a partir dessa oportunidade, estar desenvolvendo habilidades que em outras metodologias de ensino são impossíveis ou de difícil aquisição.

A partir da confecção, montagem, prototipagem, manutenção e pesquisa sobre equipamentos, os usuários do sistema IFMaker são estimulados e desafiados a buscarem soluções, métodos e caminhos gerenciais para a resolução de problemas reais da vida cotidiana. O IFMaker promove, portanto, a autonomia estudantil e oportuniza tomadas de decisão sobre o processo de escolha no ensino e na aprendizagem. Favorece ainda a convivência com as pessoas e possibilita a tomada de consciência para fazer as escolhas, bem como a necessidade de gerenciamento das próprias ideias. Estes aspectos são requisitos extremamente necessários para um funcionário ou futuro empreendedor no mundo do trabalho.

A convivência com as livres escolhas também reflete em um bom comportamento social do indivíduo.

O projeto IFMaker, o IFCE foi elaborado com o propósito de favorecer o dinamismo das aulas, aumentando o estímulo do aluno ao aprendizado e consequentemente diminuindo a evasão. Reduzir os índices de evasão é relevante porque, de acordo com o Planejamento Estratégico Institucional de Permanência e Êxito dos Estudantes do IFCE, que nos últimos dez anos, tem se tornado uma preocupação na Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica a qual passou por um processo de expansão e interiorização do ensino. “No entanto, durante esse período, os seus índices de evasão e de retenção acadêmica têm sido significativos, contrariando a perspectiva de universalização do acesso à educação e da garantia da permanência” (IFCE, 2017, p. 10).

Tendo isso em vista, entre as ações de intervenção e monitoramento para superação da evasão e da retenção está previsto no Plano Estratégico o destaque:

“23 - Implementar ações de integração e de práticas curriculares e pedagógicas que fortaleçam o ambiente escolar como espaço acolhedor, colaborativo, estimulador da aprendizagem e inclusivo para fortalecer o vínculo estudante e IFCE, promover a formação cidadã e o desenvolvimento autônomo e coletivo dos estudantes.” (IFCE, 2017, p. 30).

Mediante ao processo de transformação educacional, como também o combate aos índices de evasão, faz-se necessário o estabelecimento de um plano estratégico como ponto de partida, o qual trará impacto direto no êxito da aprendizagem. Neste sentido, o projeto de Laboratório de Prototipagem Lab IFMaker se constitui essa alternativa para a comunidade acadêmica do IFCE. Esta análise otimista acerca do impacto do Projeto permite a inserção de outras oportunidades inovadoras de fortalecimento da formação para o mundo do trabalho. Nesta perspectiva, esta pesquisa objetivou analisar o impacto do Projeto Laboratório de Prototipagem Lab IFMaker para a inclusão da comunidade acadêmica nos processos de ensino do IFCE. A análise buscou caracterizar as especificidades a partir das finalidades do Projeto de Laboratório de Prototipagem Lab IFMaker, o que permitiu reflexões lúcidas como uma proposta inovadora de caráter intervencionista. A seguir, trazemos a discussão sobre a formação para o mundo do trabalho, com o intuito de situar a importância do Projeto na conjuntura formativa.

2. FORMAÇÃO PARA O MUNDO DO TRABALHO: UM DIÁLOGO COM A EDUCAÇÃO PROFISSIONAL - DESAFIOS E POTENCIALIDADES FORMATIVAS

Saviani (2007) descreve que a população brasileira vivia uma espécie de comunismo primitivo antes da chegada dos portugueses. Vivia-se nessa época

uma sociedade que não possuía uma estrutura de classes. Essa população tinha características próprias de fazer educação, o que foi rompido pelos portugueses através do modelo de educação europeu.

De acordo com Manfredi (2002), pode-se dizer que, no Brasil, os indígenas foram os primeiros a exercer a educação profissional, uma vez que as artes e os ofícios eram ensinados aos mais moços. Estes observavam e repetiam as atividades desenvolvidas pelos mais velhos, efetivando assim a aprendizagem.

Existem relatos de vestígios da profissionalização no Brasil que datam de 1556, quando começam a vigorar as “Constituições da Companhia de Jesus” que incluem, dentre outros, o estudo profissional agrícola.

“Os colégios e as residências dos jesuítas sediados em alguns dos principais centros urbanos foram os primeiros núcleos de formação profissional, ou seja, as ‘escolas-oficinas’ de formação de artesãos e demais ofícios, durante o período colonial.” (MANFREDI, 2002).

Observa-se o caráter assistencialista na Educação Profissional brasileira sempre evidente, voltado às classes menos favorecidas, cujo objetivo baseava-se em ensinar um ofício. Esta característica originou um marco da dualidade na educação brasileira, pois a Educação Profissional foi historicamente voltada à classe popular, enquanto o Ensino Superior sempre destinado à elite. Essa realidade persistiu até o século XXI, apesar de atualmente ser menos perceptível. Ao longo da história houve várias modificações na Educação Profissional, desde sua concepção de formação à forma como esteve e está organizada.

As novas determinações do mundo social e produtivo, gerado pela globalização dos mercados, colocaram dois novos desafios para o Ensino Médio: a sua democratização e a formulação de outras concepções, que integrem formação científica e sócio histórica à formação tecnológica e profissional dos jovens. A democratização sozinha não basta. A ampliação de vagas, espaços físicos adequados, e uma nova concepção de formação dos professores, além da reestruturação dos conteúdos formativos. Sobre a nova formação “tem-se clareza de que ela só será plenamente possível em uma sociedade em que todos desfrutem igualmente das mesmas condições de acesso aos bens materiais e culturais socialmente produzidos.” (KUENZER, 2009).

Os desafios atuais submetem os estudantes como futuros empreendedores ou servidores a buscar avanços na capacidade criativa e a desenvolver habilidades gerenciais. Ao longo dos anos, a educação se modelou fortemente ao ensino expositivo, e em alguns casos, é feito o uso integral da tendência pedagógica tradicional. Esta concepção interfere diretamente no modo de pensar de ser e de agir dos formandos.

Abordando especificamente, a educação profissional e o ensino médio, principal eixo do IFCE, a formação para o mundo do trabalho nos dias atuais precisa superar desafios e alcançar novas práticas pedagógicas que aproximem os estudantes de uma leitura ampla da realidade.

Que não seja apenas uma forma de oferta, mas, sobretudo, o desenvolvimento da educação profissional articulado ao ensino integrado como uma formação politécnica. Algo que faça uma transposição pedagógica e que se comprometa com a qualidade formativa. Esta proposta não se satisfaz com a socialização de fragmentos da cultura sistematizada para compreender o direito de todos com a oferta de uma formação plena capaz de permitir o acesso a um processo formativo inclusivo. Assim, o formando terá o desenvolvimento de suas amplas faculdades físicas e intelectuais (ARAÚJO; FRIGOTTO, 2015).

Com base em Zarifian (2001), pode-se afirmar que há uma mudança de eixo nas relações entre trabalho e educação. Segundo o autor, a partir da mediação da base microeletrônica com seus impactos nas formas de toyotistas, evidenciou-se na organização do trabalho uma mudança de natureza técnica, que deixa de significar fazeres pensantes, para significar intervenção limitada.

Os equipamentos públicos ou sistemas de ensino apresentam proposta conforme as demandas de mercado para atuação qualificada do trabalhador. O trabalho passa a significar algo repetitivo, o que se pauta no eixo da competência da memorização de procedimentos a serem repetidos causando, portanto, o enfrentamento de situações anormais, com maior ou menor grau de previsibilidade.

Nos últimos anos, uma nova forma de utilização da tecnologia em processos educativos despontou a partir da popularização da cultura *Maker* (ou mão na massa). Os espaços *Maker* começaram a surgir junto com o fenômeno do Movimento *Maker*, originado nos Estados Unidos com a publicação da *Make Magazine*, criada por Dale Dougherty em 2005 (RAABE; GOMES, 2018).

Em sua obra, Dougherty (2016) destaca que o Movimento *Maker* aponta para uma mudança social, cultural e tecnológica que nos propõe a atuar como produtores e não somente consumidores. Assim, os autores Raabe e Gomes (2018) ainda destacam que a adoção de atividades *Maker* na educação tem se tornado uma tendência em diferentes países e também no Brasil.

Pode-se perceber que o método de ensino/aprendizagem e desenvolvimento tecnológico baseado no *learning by doing* é algo intrínseco do ser humano, e vem nos acompanhando desde nossos primeiros desenvolvimentos da espécie que somos. A manipulação de objetos serviu a um propósito evolucionista no desenvolvimento de ferramentas, permitindo que as pessoas aprendam sobre as propriedades dos materiais e o que pode ser feito com eles (PAPALIA; FELDMAN, 2013).

O processo educacional está passando por uma evolução. Temas como o empreendedorismo já são tratados como um campo científico e precisam ser incrementados no currículo escolar. Ao empreendedorismo é atribuído um papel relevante para a promoção do desenvolvimento econômico de regiões (LINÁN, 2011; SANCHEZ, 2011).

Os níveis mais elevados de empreendedorismo só podem ser alcançados por meio da educação, especialmente da educação para o empreendedorismo. Nota-se, portanto, que existe uma grande sinergia entre as atribuições, objetivos e atividades das incubadoras presentes no IFCE com o Projeto IFMaker e com a cultura *learning by doing* (aprender fazendo), visto que o empreendedor que entra em processo de incubação, em muitos casos, necessita prototipar, modelar, realizar e validar suas ideias inovadoras no sentido de certificar-se das hipóteses da geração de valor para o mercado.

A manufatura aditiva, tecnologia mais presente no laboratório de prototipagem Lab IFMaker, é caracterizada pelo emprego de equipamentos capazes de fabricar objetos por meio da adição de material, camada por camada, a partir de um modelo digital tridimensional (3D), usualmente obtido por meio do emprego de uma ferramenta CAD. Assim, tem-se o conceito de produção por adição de material em contraste à produção por métodos convencionais, em que a peça é obtida pela retirada de material, como na usinagem.

A compreensão de como utilizar a tecnologia de manufatura aditiva para a construção de instrumentos didáticos para o ensino de ciências ou disciplinas técnicas possibilitou o desenvolvimento de um processo que pode orientar os agentes envolvidos na educação, como os professores e licenciandos, a reproduzir resultados positivos como os relatados nos trabalhos de Department for Education (2013), Knill e Slavkovsky (2013ab) e Kostakis, Niaros e Giotitsas (2014).

A manufatura aditiva tem contribuído na construção de instrumentos de inclusão para alunos com deficiência visual. Com a impressão 3D, as ferramentas utilizadas no auxílio da aprendizagem dos alunos deficientes visuais, até então artesanais, se tornaram padronizadas, com melhor acabamento e demandando menos tempo de produção. Objetos fabricados em manufatura aditiva possuem representação semelhante ao item real facilitando seu reconhecimento (VENTORINI, 2015).

Assim, considerando os vários desafios associados à educação, ao mundo do trabalho e à inserção social, o Lab IFMaker proposto pelo IFCE vem apresentar uma infraestrutura tecnologicamente moderna, projetada de acordo com a perspectiva da Educação *Maker*, onde os alunos serão estimulados a fazer suas próprias descobertas, trabalhar em equipe, socializar conhecimento, desenvolver projetos e, portanto, aprender de uma forma mais autônoma, criativa e focada na inovação conforme evidenciado na seção seguinte.

3. FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS E O LABORATÓRIO DE PROTOTIPAGEM LAB IFMAKER DO CAMPUS

Este trabalho está ancorado na abordagem qualitativa com o método exploratório e, alinhada com a técnica de análise documental, tendo o como fenômeno investigativo o próprio Projeto Lab. IFMaker do IFCE. O propósito da investigação buscou identificar potencialidades de inovação do Projeto Laboratório de Prototipagem Lab IFMaker em soluções criativas e eficientes nos processos de ensino do IFCE de modo a integrar a comunidade acadêmica.

A pesquisa qualitativa se preocupa basicamente com o aprofundamento da compreensão a partir de um determinado assunto. Pode-se resumir que a pesquisa qualitativa tem como preocupação fundamental o estudo e análise do mundo empírico em seu ambiente natural.

Para Godoy (1995), a pesquisa qualitativa visa à compreensão ampla do fenômeno que está sendo estudado, considerando que todos os dados da realidade são importantes e devem ser examinados. O ambiente e as pessoas nele inseridos devem ser olhados holisticamente: não são reduzidos a variáveis, mas observados como um todo, ou seja, a preocupação deve ser focada no processo e não simplesmente nos resultados ou no produto.

Para Turato (2005), as pesquisas que utilizam o método exploratório qualitativo se preocupam com valores, crenças, representações, hábitos, atitudes e opiniões da variante complexa, adentrando, portanto, na subjetividade dos fenômenos.

Desse modo, esse tipo de pesquisa permite retratar a complexidade de uma situação em particular, a partir de um problema real, sem perder de vista o aspecto total investigado. Assim, podemos encontrar estudos nos mais diversas áreas e eixos do conhecimento, desde que exista uma situação clara de necessidade de compreender fenômenos sociais complexos da vida real.

Nesta perspectiva, planejamos este percurso metodológico com o intuito de delinear os aspectos inovadores do Projeto como estratégia de inovação à melhoria do ensino e da aprendizagem. Para tanto, a investigação perpassou três fases em seu desenvolvimento. Inicialmente, realizamos os estudos de aprofundamento das categorias de sustentação teóricas; em seguida, exploramos o laboratório de prototipagem como objeto próprio de estudo para a coleta de dados documental. Com a posse dos dados sistematizamos os resultados da análise exploratória, culminando no trabalho final (LÜDKE & ANDRÉ, 1986).

É importante acrescentar que essas três fases não constituem uma sequência linear, havendo uma superposição entre elas. Não ha como precisar um instante de separação, uma vez que elas “se interpolam em vários momentos, sugerindo apenas um movimento constante no confronto teoria-empíria” (LÜDKE & ANDRÉ, 1986).

Para realização da coleta documental, três aspectos foram priorizados: a escolha do(s) documento(s), o acesso a ele(s) e a sua análise. A escolha do projeto Lab. IFMaker para análise não foi aleatória, se deu em função de um propósito necessário e de relevância institucional.

O laboratório de prototipagem Lab. IFMaker do IFCE é um equipamento que agrega várias áreas do conhecimento dentro da instituição. O ambiente do Lab. IFMaker é sintético e ao mesmo tempo integrado e multidisciplinar, utilizando-se de todos os níveis de decisão e controle no desenvolvimento do produto, processo de fabricação, planejamento de processo, planejamento e controle de produção. Logo abaixo, na Fig. 1, é apresentado layout customizado de um laboratório de prototipagem Lab. IFMaker do IFCE.

Figura 1. Layout customizado de um Lab. IFMaker do IFCE.



Fonte: Elaboração própria (2020).

O ambiente do laboratório serve como suporte para construção e uso da simulação da manufatura, nele está contida uma interação do modelo real com o modelo simulado, os projetos desenvolvidos sempre ganhando precisão,

validade e disponibilização, além da difusão de conhecimento. O laboratório serve ao estímulo formativo e a criatividade, com um ambiente dinâmico e capaz de se adaptar a diferentes contextos.

4. A MULTIDISCIPLINARIDADE DO PROJETO IFMAKER E O ENVOLVIMENTO DA COMUNIDADE ACADÊMICA

A multidisciplinaridade corresponde à busca da integração de conhecimentos por meio do estudo de um objeto de uma mesma e única disciplina ou por várias delas ao mesmo tempo (NICOLESCU et al. 2000). A análise das informações coletadas no projeto de laboratório IFMaker do IFCE evidenciou que a sua utilização está para além da sobreposição de disciplinas. Por meio desta pesquisa identificamos que não acontece simplesmente uma junção de disciplinas de áreas específicas, o Projeto tem potencial de possibilitar aspectos que envolvam o lugar de formação dos alunos, promovendo assim uma interação entre o aluno, professor, como também a integração das áreas formativas no cotidiano acadêmico.

A análise documental acerca do Projeto IFMaker trouxe a compreensão de que o mencionado Projeto potencializa na transformação das metodologias de ensino, auxilia nas vivências práticas pedagógicas de modo integrativo dos conteúdos teóricos e práticos. Além dessa integração, o IFMaker estimula fortemente a metodologia proposta nos movimentos Fab Labs, que é o aluno como protagonista, pesquisador, definidor do processo de aprendizagem.

A implantação do laboratório de prototipagem Lab. IFMaker potencializa contribuição substancial para o desenvolvimento dos alunos da instituição local, como também da região Baixo Jaguaribe, visto que as áreas de formação existentes nessa região absorverá parte destes profissionais incluindo-os no mundo do trabalho, além de proporcionar o desenvolvimento tecnológico produzido no laboratório.

A investigação delineou que o projeto se caracteriza um potencializador dos resultados educacionais, pelo envolvimento direto dos educandos nas experiências formativas. O formato *learning by doing* promove um processo de reconstrução e reorganização dos resultados das vivências e isso influencia positivamente nas experiências futuras. Essa ideia é fundamentada por Araujo & Frigotto (2015), quando afirmam que a educação profissional não se satisfaz com a socialização de fragmentos, o processo formativo precisa ser completo, e quando um projeto como o objeto em análise busca a potencialização de resultados para a formação.

Um ponto que vale destacar, é que a proposta organizacional e estrutural de implantação do laboratório de prototipagem IFMaker do IFCE contempla três critérios primordiais. São eles: ineditismo, contexto socioeconômico e

originalidade. O layout proposto (vide Fig. 1) foi pensado em um mapeamento de processos e que sua estrutura organizacional promovesse um impacto significativo na eficiência do trabalho e estratégias pedagógicas desenvolvidas no laboratório.

Os resultados da pesquisa sinalizam que a implantação do laboratório trará contribuições positivas aos formandos, aos formadores e a toda comunidade acadêmica. O layout é do tipo posição fixa, com a existência de uma mínima movimentação em relação aos equipamentos e produtos trabalhados, isso resulta em mais agilidade no fluxo de engajamento dos colaboradores, visto que a maioria dos colaboradores são profissionais da instituição, que participam de todas as etapas do processo de formação acadêmica.

A proposta do layout traz também alta flexibilidade para que em um futuro ele possa caminhar entre os diversos tipos de layouts produtivos a depender da necessidade. Ainda falando do layout, é preciso ter entendimento das regulamentações, para trabalhar na mitigação de riscos à segurança dos colaboradores e qualidade no tipo do serviço e produto desenvolvido.

A análise documental e exploratória do Projeto destacou algumas regulamentações que nortearam o layout, de modo a impactar no seu formato proposto, a exemplo da Norma Regulamentadora nº12 (NR 12), do Ministério do Trabalho e Previdência Social (MTPS), estipuladora das áreas de circulação, que estabeleceu a dimensão de largura mínima de 1 m e 20 cm (um metro e vinte centímetros), e as Boas Práticas de Fabricação, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que apesar de serem específicas para indústrias de alimentos, possuem recomendações úteis para o laboratório (BRASIL, 2004b).

Um ponto que merece destaque é que somos seres sociais, movidos por engajamento, seja durante o trabalho ou fora dele. O Lab. IFMaker tem capacidade de trazer significativos ganhos profissionais e de ânimo psicológico ao propor o trabalho em conjunto. A proposta do trabalho em coletividade incentiva posturas agregadoras e intensifica uma inovação capaz de promover a mudança.

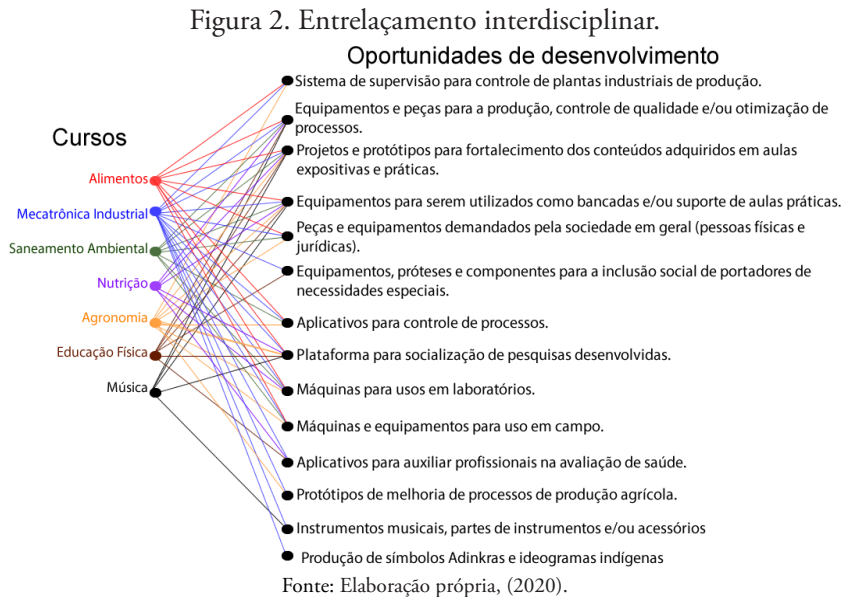
Sabe-se que para criar um ambiente que favoreça a mudanças, é necessário desenvolver práticas de incentivo à inovação, contar com uma gestão que apoie e propicie o engajamento da participação acadêmica. O caso enquadrado a gestão com uma postura de empenho organizacional e potencial de medição de resultados, portanto observa-se com a análise que o Lab. IFMaker se caracteriza como um suporte inovador apoiado em quatro pilares que norteiam o formato do trabalho, são eles: multidisciplinaridade, colaboração, aprendizagem e compartilhamento. Estas quatro concepções tornam o laboratório IFMaker um organismo vivo, fortalecedor de ações coletivas e integrador da comunidade acadêmica para além de uma máquina de produção.

Os esforços lançados no caso investigado demonstram uma tendência que já ocorre em alguns países no mundo. Diversos projetos já trabalham com

essa proposta multidisciplinar de instalação de laboratórios de prototipagem para auxiliar na aprendizagem dos alunos, influenciá-los positivamente na escolha de sua profissão e até mesmo no surgimento de patentes.

Um dos exemplos aconteceu na Holanda, onde foi feito um estudo com 105 alunos dos mais diversos cursos ligados à área técnica e industrial. O estudo mostrou que após a implementação da manufatura aditiva no currículo, o rendimento acadêmico dos alunos aumentou substancialmente, destacando o número de publicações e a criação de patentes. Vale ressaltar que desse grupo saíram cinco patentes (GERAEDTS, 2012).

Na Fig. 2, são apresentadas demandas e o entrelaçamento interdisciplinar entre os cursos para atendimento dessas demandas, seja do ponto de vista do demandante ou executor da solução.



Perceba através da Fig. 2, a forte relação dos cursos com as oportunidades de desenvolvimento, existe uma integração das demandas, fica claro que a interdisciplinaridade presente no projeto IFMAKER atua como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem capaz de articular e integrar toda comunidade acadêmica como parte fundamental desse movimento.

Para exemplificar a interdisciplinaridade através da metodologia learning by doing, já desenvolvida no Campus em análise, na Fig. 3, são apresentados projetos desenvolvidos por alunos durante disciplinas do curso superior em Mecatrônica Industrial, que abordaram de forma conjunta os temas de programação de microprocessadores, sistemas de supervisão, instrumentação

eletrônica, energias renováveis, controle de processos industriais, dentre outros. Vale destacar que a prototipagem dos projetos foi feita parcialmente de forma manual, ou com recursos tecnológicos externos à instituição. A aquisição de um laboratório IFMaker promoverá e facilitará a execução de mais ações de incentivo à prática da fabricação, prototipagem e desenvolvimento tecnológico interdisciplinar.

A proposta de incentivo a refletir sobre o uso da aprendizagem baseada em projetos e uso do espaço IFMaker como suporte ao processo de ensino e da aprendizagem de todas as áreas do conhecimento permitirá que o aluno seja protagonista no processo ensino/aprendizagem.

Outro caso de sucesso que fortalece a aplicação da cultura Maker na comunidade acadêmica é a pesquisa do curso de Alimentos que postula uma nova opção de incentivo ao cultivo para os pequenos produtores. O projeto Lab IFMaker se caracteriza ainda, uma iniciativa capaz de canalizar outros projetos na confecção de kits experimentais em eletromagnetismo a partir de materiais de baixo custo para uso em escolas públicas de educação básica.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O laboratório IFMaker se caracteriza como um equipamento inovador capaz de impactar no ensino, na pesquisa e na extensão, bem como um potencializador de ações coletivas de inclusão e conscientização social. Trata-se de um Projeto com potencial estimativo das ações teórico-práticas dos processos de ensino e aprendizagem necessários a execução das atividades acadêmicas, sem perder de vista o caráter da tecnologia para compreender a complexidade dos fenômenos.

Uma vez implantada, a iniciativa irá favorecer amplamente aos cursos, seja nos níveis de ensino médio, técnico e superior, incluindo-se também a pós-graduação, bem como cursos e projetos de extensão, os quais contam com um quadro de servidores qualificado em diversas áreas do conhecimento, o que assegurará a funcionalidade do IFMaker. O impacto do Projeto IFMAKER se sustenta no ensino e na pesquisa o que aumenta as possibilidades de capacitação em áreas tecnológicas a serem desenvolvidas na extensão como uma necessidade operacional local.

A pesquisa concluiu também pelo caráter interdisciplinar da proposta do projeto Lab. IFMaker. Este aciona horizontes para avanços dos conhecimentos dos usuários, fazendo com seja ampliado a atuação profissional, integrando docente e discente, além de usuários dos projetos de extensão sem perder de vista o ensino *Learning by Doing* do IFCE.

Concluimos que Projeto ganha relevância social e política ao considerar a economia produtiva da região jaguaribana no aquecimento do agronegócio local e regional. O IFCE ampliará, por meio do IFMaker, um leque de possibilidade de parcerias com as empresas retromencionadas da região.

Com o destaque econômico do setor produtivo, dá-se o fortalecimento da parceria das empresas regionais com o IFCE. Desse modo, é possível gerar renda e desenvolvimento no criando modelos produtivos a partir de protótipos para a indústria, sistemas empresariais dentre várias possibilidades possíveis com o desenvolvimento tecnológico.

Por fim, a pesquisa avultou que o projeto IFMAKER cria uma linha de comunicação entre as disciplinas dos mais diversos cursos, promovendo sempre uma atualização no que concerne às práticas do processo de ensino-aprendizagem.

6. REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Ronaldo Marcos de Lima; FRIGOTTO, Gaudêncio. Práticas pedagógicas e ensino integrado. **Revista Educação em Questão**, Natal, v. 52, n. 38, p. 61-80, maio 2015.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004. Dispõe sobre Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 16 set. 2004b.
- BRASIL, Lei 11.892/2008, institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia. Brasília: 2008.
- CANAL TIC. **Modelo de um Fab Lab Educativo**. Las Palmas, Espanha, 2019. Disponível em: <https://canaltic.com/blog/?p=3394>. Acesso em: 02 jun 2020.
- DEPARTMENT FOR EDUCATION. **3D printers in schools: uses in the curriculum. Enriching the teaching of STEM and design subjects**. United Kingdom. 2013, 24p. Disponível em: <<https://www.gov.uk/government/publications/3d-printers-in-schools-uses-in-the-curriculum>> Acesso em: 06 ago. 2020.
- DOUGHERTY, D. **Free to Make: how the maker movement is changing our schools, our jobs and our minds**. North Atlantic Books, Berkley, California, 2016 [eBook].
- GERAEDTS, Jo; DOUBROVSKI, Eugeni; VERLINDEN, Jouke; STELLINGWERFF, Marnix. Three Views on Additive Manufacturing: Business, Research, and Education. **Proceedings of TMCE**. Karlsruhe, Germany, p. 1-16. Maio 2012.
- GODOY, Arilda Schmidt. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, mar. 1995.
- INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ. **Planejamento estratégico institucional de permanência e êxito dos estudantes do Instituto Federal do Ceará**. Fortaleza, 2017. 133 p. Disponível em: <https://ifce.edu.br/instituto/documentos-institucionais/resolucoes/2017/067-17-aprova-o-plano-estrategico-institucional-de-permanencia-e-exito-dos-estudantes-do-instituto-federal-do-ceara.pdf/view>. Acesso em: 31 jan. 2019.

- KNILL, O.; SLAVKOVSKY, E. Illustrating mathematics using 3D printers. **ArXiv**, arXiv:1306.5599, 2013b, 22 p.
- KNILL, O.; SLAVKOVSKY, E. Thinking like Archimedes with a 3D printer. **arXiv**, arXiv:1301.5027, 2013a, 16 p.
- KOSTAKIS, V.; NIAROS, V.; GIOTITSAS, C. Open source 3D printing as a means of learning: An educational experiment in two high schools in Greece. **Telematics and informatics**, v. 32, n. 1, p. 118-128, 2014.
- KUENZER, Acácia Zeneida (Org.). Ensino médio: construindo uma proposta para os que vivem do trabalho. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2009.
- LIÑAN, F.; RODRIGUEZ-COHARD, J. C.; RUEDA-CANTUCHE, J. M. Factors affecting entrepreneurial intention levels: a role for education. **International Entrepreneurship and Management Journal**, v. 7, n. 02, p. 195-218, 2011.
- LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.
- MANFREDI, Sílvia Maria. Educação Profissional no Brasil. São Paulo: Cortez, 2002.
- NICOLESCU, Basarab et al (orgs). **Educação e transdisciplinaridade**. Tradução de VERO, Judite; Mello, Maria F. de; e SOMMERMAN, Américo. Brasília: UNESCO, 2000 (Edições UNESCO).
- NR-12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos**. Brasília, 2016. Disponível em: <http://www.trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR12/NR-12.pdf>. Acesso em: 07 ago. 2020.
- PAPALIA, D.; FELDMAN, R. **Desenvolvimento Humano**. 12. Ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.
- RAABE, A.; GOMES, E. B. Maker: uma nova abordagem para tecnologia na educação. **Revista Tecnológicas na Educação** – Ano 10, v. 26, p. 6–20, 2018.
- SANCHEZ, J. C. University training for entrepreneurial competencies: its impact on intention of venture creation. **International Entrepreneurship and Management Journal**, v. 07, n. 02, p. 239-254, 2011.
- SAVIANI, Dermeval. História das idéias pedagógicas no Brasil. Campinas, SP: Autores Associados, 2007.
- TURATO E. R. Métodos qualitativos e quantitativos na área da saúde: definições, diferenças e seus objetos de pesquisa. **Revista de Saúde Pública**, 2005. Jun. 39(3):507-14.
- VENTORINI, S. E. (et. al). **Cartografia tátil e a elaboração de material didático para alunos cegos**. Geographia Meridionalis. Pelotas, 2015.
- ZARIFIAN, P. **Objetivo competência: por uma nova lógica**. São Paulo: Atlas, 2001.

