



CLUBE MAKER: FORTALECENDO O MOVIMENTO DIY NO IFMG CAMPUS IBIRITÉ

MAKER CLUB: STRENGTHENING THE DIY MOVEMENT AT IFMG CAMPUS IBIRITÉ

Matheus Porfirio Cardoso¹, Rafael Lima Belém¹, Tatielle Menolli Longhini¹, Robert Luiz Gomes¹,
Weber de Almeida Lima¹

¹*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Ibirité, Minas Gerais, Brasil*

[✉] aporfiriotheu@gmail.com

Received: 27 fevereiro 2024 / Accepted: 03 julho 2024 / Published: 01 setembro 2024

ABSTRACT. Este estudo analisa a implementação do Clube Maker no IFMG - Campus Ibirité, focado em fomentar habilidades maker e autonomia em alunos através de atividades práticas. Ao longo de 2023, estudantes de diversos cursos participaram de projetos que incluíram o uso de Arduino, impressora 3D, máquina de corte a laser e a construção de um braço robótico. Apesar de desafios iniciais devido à baixa familiaridade com as tecnologias, a progressão dos projetos evidenciou a crescente autonomia e participação ativa dos alunos, melhorando a aprendizagem colaborativa. A conclusão dos módulos em menos tempo demonstrou o amadurecimento dos participantes, e uma atividade final consolidou os conhecimentos adquiridos. Os resultados positivos do Clube Maker sublinham seu papel no avanço do movimento DIY, enfatizando a superação de desafios como a colaboração e progressão dos projetos. Apesar das limitações, como o número reduzido de participantes e conflitos de agenda, recomenda-se a continuidade do Clube, propondo atividades mais desafiadoras e a inclusão de novos alunos interessados.

Keywords: Movimento Maker, Autonomia, Prototipagem, Equipamentos maker, Clube Maker; DIY - do it yourself.

ABSTRACT. This study examines the implementation of the Maker Club at IFMG -

Campus Ibirité, aimed at fostering maker skills and autonomy among students through practical activities. Throughout 2023, students from various courses participated in projects that involved the use of Arduino, 3D printing, laser cutting machines, and the construction of a robotic arm. Despite initial challenges due to low familiarity with the technologies, the progression of the projects highlighted the increasing autonomy and active participation of the students, enhancing collaborative learning. The completion of modules in less time demonstrated the participants' maturity, and a final activity consolidated the acquired knowledge. The positive results of the Maker Club underscore its role in advancing the DIY movement, emphasizing the overcoming of challenges such as collaboration and project progression. Despite limitations such as a reduced number of participants and scheduling conflicts, the continuation of the Club is recommended, proposing more challenging activities and the inclusion of new interested students.

Palavras-chave: Maker Movement, Autonomy, Prototyping, Maker equipment, Maker Club; DIY - do it yourself.



1 INTRODUÇÃO

As transformações tecnológicas dos últimos anos trouxeram mudanças econômicas, políticas e sociais fundamentadas no conhecimento e na criatividade humana (CASTELLS, 1999). Em resposta a isso, tornou-se comum o desenvolvimento de espaços de inovação diretamente ligados à oferta de trabalho colaborativo e à integração de instituições de ensino e entidades públicas e privadas. Trata-se de um ambiente que possibilita a criação de soluções ao se compartilhar o conhecimento em ferramentas tecnológicas.

Neste contexto, surgiu a cultura do *DIY – do it yourself* (ou, faça você mesmo), onde as pessoas passaram a criar e valorizar a importância da construção coletiva e empoderar o desenvolvimento com ferramentas acessíveis (HATCH, 2014; DUARTE, SANCHES, DEDINI, 2017; PINTO et al., 2016; COSTA; AGUSTINI, 2014; LINDTNER; HERTZ; DOURISH, 2014). Como desde o início, a cultura *maker* se baseou em conhecimentos técnicos, ela estabeleceu uma ligação direta com o campo educacional, sendo que as concepções pedagógicas passaram a incorporar metodologia de aprendizagem criativa (SANTOS, GALEMBECK, 2017).

Tem sido cada vez mais disseminada a ideia de que qualquer pessoa pode colocar mão na massa, para desenvolver diversos projetos de forma autônoma, independentemente de sua experiência. Essa ideia vem sendo conhecida como movimento *maker*. De acordo com (DOUGHERTY, 2012), esse movimento “sinaliza para uma transformação social, cultural e tecnológica que nos convida a participar como produtores e não apenas consumidores. Ele está mudando a forma como podemos aprender, trabalhar e inovar”. O estímulo à cultura *maker* contribui para o desenvolvimento de diversas habilidades e competências, promovendo a criatividade, a inovação e a habilidade de se reinventar.

O movimento *maker* foi fundamentado pela filosofia “*Do it Yourself*” (*DIY*), que teve sua origem por volta de 1912 nos Estados Unidos, mas se popularizando apenas em 1950, quando revistas começaram a ensinar como os cidadãos poderiam produzir suas próprias coisas, como, realizar reformas em suas casas ou projetos de artesanato, e ainda traziam conhecimentos sobre como empreender a partir destas habilidades. A cultura *maker* vem como uma extensão do *DIY*, abarcando novas ideias e induzindo a criação com



a ajuda de tecnologias (SOUZA, LAÍS, 2021). A partir desse conceito, vêm sendo desenvolvidos os ambientes de inovação, locais que oferecem infraestrutura e apoio técnico para a criação de novos produtos e serviços.

Dentro dessa conjuntura, surgem os ambientes de inovação, impulsionadores da indústria criativa por permitir às pessoas o desenvolvimento de soluções condizentes à realidade que vivem, sem limitações de normas de mercado e de regras organizacionais (FLORIDA, 2011; ANDERSON, 2012). O movimento *maker* trouxe reconhecimento aos envolvidos ao fomentar o compartilhamento de projetos e ideias (SILVA, MARTINS, 2018).

Tais espaços físicos permitem o desenvolvimento independente de projetos com o atendimento de necessidades específicas, além de proporcionar a conexão em rede em uma nova cultura de trabalho (JACKSON, 2013). Sendo assim, por se basearem em princípios de participação, colaboração, flexibilização e compartilhamento, os coworkings e os espaços *makers* potencializaram crescimento do movimento *maker* (FORESTIER, 2009).

Hibridizar a ciência e a tecnologia impulsiona o desenvolvimento tecnológico, tornando-se comum a transformação da maneira em que se lida com o processo de inovação (KOULOPoulos, 2011). Sendo assim, a inserção de instituições de ensino em tal movimento foi inevitável, favorecendo o desenvolvimento da indústria criativa ao oportunizar criações funcionais, orientadas a uma cultura inclusiva e empoderadora.

Um dos primeiros passos para a criação de um novo produto, é a prototipagem, que consiste em criar um protótipo, versão simples de seu produto, com o objetivo principal de transmitir a sua usabilidade e seu propósito, podendo testar suas funcionalidades dentro de um ciclo incremental (COUTINHO, THIAGO, 2022). A elaboração deste protótipo viabiliza a validação da experiência dos usuários, podendo identificar problemas e obstáculos no uso, para que possa aprimorar tanto a eficiência quanto a eficácia do produto, eliminando possíveis erros.

Alguns equipamentos são muito utilizados no processo de prototipagem, entre eles temos: os kits de arduino, que permite a construção de circuitos eletrônicos, que interagem com o Arduino, uma plataforma de prototipagem que executa códigos de programação, possibilitando a criação de uma ampla variedade de projetos interativos; impressoras 3D,



equipamentos que por meio de modelos feitos em *softwares cad*, são capazes de materializar objetos em três dimensões; e as máquinas de corte a *laser*, que por meio de um feixe de luz altamente concentrado e direcionado realiza o corte de diversos materiais em formas e tamanhos específicos.

O Clube *Maker* busca desenvolver junto aos alunos e a comunidade externa do IFMG - Campus Ibirité atividades que possam auxiliar no uso de equipamentos de prototipagem e no desenvolvimento de projetos. De acordo com a autora (SOUZA, LAÍS, 2021), “A cultura *maker* está dentro das metodologias ativas, no qual o aluno é o foco da aprendizagem. As metodologias ativas são métodos de ensino que incentivam o aluno a ter um papel mais ativo na sua própria aprendizagem”, sendo assim, aulas onde o aluno é capaz de criar e identificar problemas em seus próprios trabalhos são muito pertinentes para progressão de seus conhecimentos.

Dessa maneira, o presente trabalho visa desenvolver o Clube *Maker*, como forma de aumentar a formação de alunos capazes de resolver problemas a partir da filosofia *DIY*. Para isso, este estudo tem a sua finalidade aplicada, de natureza qualitativa, com objetivo descritivo, desenvolvendo um estudo de caso a partir de pesquisa-ação, pesquisa documental e observação direta.

Esta pesquisa está dividida em cinco seções distintas. A primeira seção tem como propósito introduzir e contextualizar o tema abordado, apresentando a formulação do problema, a justificativa para a realização do estudo e os objetivos a serem alcançados. A segunda parte oferece uma análise do referencial teórico deste trabalho e à metodologia adotada para o desenvolvimento da pesquisa. A terceira seção se dedica à análise dos resultados. Por fim, a quarta seção engloba as considerações finais, destacando os principais resultados obtidos e oferecendo recomendações para pesquisas futuras.

2 MÉTODO

Esta seção apresenta o referencial teórico do presente estudo, explanando sobre o movimento maker a possibilidade de formação de profissionais cada vez mais capazes de resolver problemas e à metodologia do trabalho.

2.1 O MOVIMENTO MAKER E O DESENVOLVIMENTO DE SOLUÇÕES



De acordo com Brasil (1998), o ensino científico deve partir de um planejamento tecnológico que vise a resolução de problemas sociais. Sendo assim, as grades curriculares devem incorporar essa necessidade, de modo que sejam estabelecidas relações entre o conhecimento e a tecnologia visando oportunizar o desenvolvimento local.

Para isso, as instituições de ensino devem acompanhar as mudanças tecnológicas e incorporar plataformas de inovação, tornando as vias para isso cada vez mais acessíveis (ALDRICH, 2014). Isso porque a inovação não se limita mais à esfera industrial, sendo os ambientes de inovação preponderantes para o estabelecimento dessa nova ordem, promovendo uma inovação aberta, democrática e compartilhada (BROWDER; ALDRICH; BRADLEY, 2016; CHESBROUGH, 2006; VON HIPPEL, 2005).

Sendo assim, o movimento maker empodera um coletivo descentralizado, em que qualquer pessoa é capaz de promover soluções a problemas cotidianos a partir da prática colaborativa e compartilhada (FLOWERS; HENWOOD, 2010; DOUGHERTY, 2013). Com a simplificação e a democratização de práticas de inovação, cria-se uma nova dinâmica tecnológica (PEPPLER; BENDER, 2013).

Nas instituições de ensino, os ambientes de inovação reforçam a importância da formação dos indivíduos associada à troca de conhecimento voltada para o desenvolvimento de soluções (MONFREDINI, FROSCH, 2019). As trocas e as ações de pesquisa e extensão agregam à formação profissional, uma vez que indivíduos e coletivos se relacionam de maneiras diversas, e atendem as necessidades regionais (PRETTO, 2010).

Através deles, também são articuladas e fortalecidas a relação entre os agentes da chamada tríplice hélice de inovação, formada pela parceria entre universidades, empresas e governo público. As universidades induzem as relações com as empresas e com o governo, de modo a estimular tanto a produção, quanto a regulação política e financeira. Como resultado, são gerados novos conhecimentos a partir de ciência e pesquisa, de modo a promover o desenvolvimento econômico, dadas as demandas tecnológicas da sociedade (ETKOWITZ, 2009).

Nos últimos anos, tem-se acompanhado a popularização do movimento maker, em escala global, principalmente em função do efeito em rede proporcionado pelas comunidades físicas e digitais e pelo acesso a tecnologias de livre acesso (DOUGHERTY,



2012; FARRELL, KLEMPERER, 2007). Existem no mundo 1.355 laboratórios ativos - pouco mais de 50 no Brasil, sendo que o movimento se iniciou na última década no país (GUTIÉRREZ, 2018).

Com a difusão de novas tecnologias de fabricação e de espaços produtivos e colaborativos, facilitou-se o desenvolvimento de soluções inovadoras e de baixo custo (NIAROS, KOSTAKIS, DRECHSLER, 2017). Tais ambientes são responsáveis por disponibilizar o uso independente de equipamentos e fomentar práticas de aprendizagem ativa ao permitir a experimentação, pesquisa e produção de maneira dinâmica (KOHTALA, 2016; FRESSOLI, SMITH 2015).

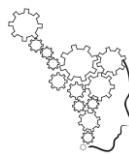
Eles foram originalmente criados para fomentar o empreendedorismo local por conectar estudantes, educadores, pesquisadores e técnicos na rede de conhecimento. Este movimento traz oportunidades de desenvolvimento econômico e social às regiões, por facilitar o processo de inovação (FRESSOLI, SMITH, 2015).

É indiscutível o potencial que o movimento dos ambientes de inovação tem para promover a cultura de inovação aberta na sociedade (CHESBROUGH, 2003). Para isso, é necessário existir comunidades on-line e offline engajadas em oportunizar melhorias e desenvolvimento econômico e social (VON HIPPEL, 2005).

Uma nova forma de pensar em criatividade e inovação gera um ambiente favorável ao desenvolvimento local, incluindo novos pensamentos disruptivos. Um novo perfil de conhecimento crítico possibilita um crescimento efetivo e sustentado, para o qual a contribuição de um ecossistema científico efetivo e eficiente é fundamental (RITALA; ALMPANOPOULOU, 2017). O desenvolvimento do ecossistema de inovação precisa de processos de avaliação mais ágeis, pois o tempo da inovação é muito rápido. Os tempos atuais anunciam megatendências e o envolvimento em redes é muito importante para gerar um ambiente favorável para a aprendizagem e colaboração, potenciando novas oportunidades de forma criativa e inovadora.

2.2 METODOLOGIA DO ESTUDO

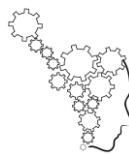
A pesquisa proposta pode ser classificada, quanto à sua natureza, como aplicada, pois trata-se da investigação e aplicação direta de conceitos na melhoria/solução de um problema. De acordo com Thiollent (2009), a pesquisa aplicada direciona-se para os



desafios enfrentados nas atividades de instituições, organizações, grupos ou atores sociais. Seu foco está na elaboração de diagnósticos, identificação de problemas e busca de soluções para atender demandas formuladas por clientes, atores sociais ou instituições. No caso específico, trata-se também de uma proposta de pesquisa que visa aumentar a integração entre a instituição e a comunidade externa ao compreender as melhorias que devem ser desenvolvidas para ampliar a atuação do ambiente de inovação proposto, a partir da oferta de Clube Maker à comunidade interna e externa do IFMG campus Ibirité.

Quanto aos objetivos, trata-se de uma pesquisa exploratória, uma vez que contribuirá para uma maior familiaridade dos pesquisadores com o objeto de estudo. Na pesquisa exploratória, o objetivo é adquirir um entendimento mais aprofundado do tema em questão, visando esclarecê-lo. Assim, a pesquisa exploratória adota uma abordagem voltada para a descoberta (MUNARETTO; CORRÊA; CUNHA, 2013). Os procedimentos metodológicos a serem empregados a caracterizam como observação direta e pesquisa-ação. A observação direta ocorre quando o pesquisador está presente no contexto real onde o projeto está sendo desenvolvido, permitindo que ele observe diretamente as ações e interações dos participantes (YIN, 2015; TEEGAVARAPU; SUMMERS, 2008) e na pesquisa-ação o pesquisador não apenas observa ou estuda uma situação, mas também participa delaativamente, com o objetivo de melhorar sua compreensão e contribuir para a melhoria dessa prática ou ação (KETELE, J.; ROEGIERS, X, 1993). É ainda um estudo de caso pois tem escopo de realização restrito e bem definido. A participação da equipe na realização das atividades e envolvimento direto com os participantes permitem, ainda, classificá-la como uma pesquisa participante.

Por fim, quanto à sua abordagem, trata-se de uma pesquisa qualitativa, uma vez que foca no levantamento de características e definição de planejamentos para o desenvolvimento e consolidação do ambiente de inovação na instituição. De acordo com Denzin e Lincoln (2006) a pesquisa qualitativa é uma atividade situada que coloca o observador no contexto do mundo em estudo. Ou seja, o pesquisador não apenas observa de fora, mas também participaativamente do contexto em estudo, interagindo com os participantes e experimentando diretamente as dinâmicas do ambiente. Essa imersão permite uma compreensão mais profunda e contextualizada do fenômeno estudado.



Este trabalho teve como objetivo oferecer o Clube Maker tanto à comunidade interna quanto externa do IFMG Campus Ibirité, com o intuito de promover a cultura do “Do it Yourself” (DIY) e compartilhar conhecimentos na área. Os encontros ocorriam semanalmente proporcionando uma oportunidade para os alunos do campus e pessoas externas participarem ativamente, engajando-se em atividades práticas que envolviam aprendizado de prototipagem com programas e softwares 3D, além do manuseio de equipamentos como impressora 3D, cortadora a laser e kit Arduino.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Clube Maker foi conduzido no IFMG - Campus Ibirité, tendo em média 12 alunos por encontro. Os integrantes do clube foram alunos do campus, das turmas de técnico integrado em Automação Industrial, Mecatrônica e Sistema de Energias Renováveis, e um aluno externo, que manifestaram interesse em participar do projeto. Eles foram captados por meio de inscrições on-line que ocorreram no primeiro e no início do segundo semestre do ano de 2023.

Durante o ano letivo de 2023, entre os meses de junho e dezembro, foram ofertadas atividades maker em formas de projetos. As atividades foram projetadas para promover habilidades como resolução de problemas e criatividade dos alunos. Cada tarefa foi estruturada para aumentar, gradativamente, o conhecimento e habilidade dos discentes na montagem e desenvolvimento de trabalhos.

As tarefas desenvolvidas foram separadas em quatro projetos, que possuíam apostilas com módulos de conhecimento, simulação, modelagem e montagem física. Os encontros ocorriam semanalmente tendo uma hora de duração.

3.1 PROJETO I - SEMÁFORO

Para o primeiro projeto o foco foi apresentar de forma básica os principais equipamentos makers e suas funcionalidades. portanto, escolheu-se um projeto simples para ser desenvolvido, que consistia na montagem de um mini semáforo. Para esse projeto, foi entregue aos alunos quatro apostilas, o módulo 0, fornecido na primeira aula,



apresentava como seria o andamento do curso e uma explicação teórica sobre o uso do arduino, equipamento que seria utilizado no próximo módulo (Figura 1).

FIGURA 1 - CAPA DAS APOSTILAS QUE SERIAM UTILIZADAS PARA O PROJETO I.

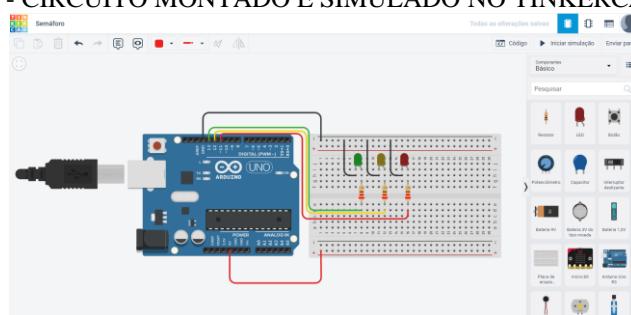


FONTE: AUTORIA PRÓPRIA (2024).

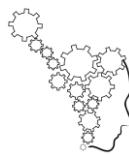
No módulo I, os alunos conheceram um pouco da história de criação e evolução com uso de tecnologias dos semáforos de trânsito, e o site de simulação de circuitos eletrônicos Tinkercad, que seria utilizado em todos os projetos, nele foi desenvolvido a montagem do circuito que representava o semáforo e tiveram o contato inicial com a programação em linguagem C++ do arduino.

Algumas funções mais básicas da programação foram utilizadas nessa tarefa, os alunos escutavam a explicação de cada uma e junto ao professor iam escrevendo o código. Aprendenderam sobre os pinos do arduino e como identificá-los no código, e os comandos para acender e apagar os leds das cores verde, amarelo e vermelho a cada intervalo de tempo (Figura 2).

FIGURA 2 - CIRCUITO MONTADO E SIMULADO NO TINKERCAD.

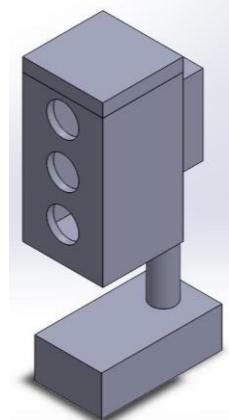


FONTE: AUTORIA PRÓPRIA (2024).



Para o módulo II, os discentes tiveram o primeiro contato com o software CAD 3D SolidWorks, onde tiveram a oportunidade de modelar em três dimensões a estrutura física do semáforo (Figura 3).

FIGURA 3 - MODELO DESENVOLVIDO PELOS ALUNOS NO SOLIDWORKS.



FONTE: AUTORIA PRÓPRIA (2024).

Para que pudessem entender sobre o funcionamento de uma impressora 3D e como poderiam imprimir as peças modeladas por eles, no módulo III, de forma teórica mostrou-se as funcionalidades do equipamento e demonstrou-se como seriam feitas as configurações no programa para a impressão. Como último exercício, os discentes foram levados ao laboratório de eletrônica, onde tiveram a oportunidade de utilizar o protoboard, leds, resistores, fontes e o próprio Arduino (Figura 4).

FIGURA 4 - ALUNOS REALIZANDO A MONTAGEM FÍSICA DO PROJETO I.



FONTE: AUTORIA PRÓPRIA (2024).

Para essa aula os alunos, acompanhados do professor, realizaram a montagem do circuito com base na simulação e fizeram os devidos testes.

3.2 PROJETO II - PONTE LEVADIÇA



Para o segundo trabalho, foi desenvolvido um projeto um pouco mais complexo que o primeiro, nele os discentes começaram a usar sensores e motores no circuito e tiveram contato direto com a impressora 3D (Figura 5). A tarefa consistia na construção de uma Ponte Levadiça que seria acionada de acordo com a leitura de um sensor ultrassônico.

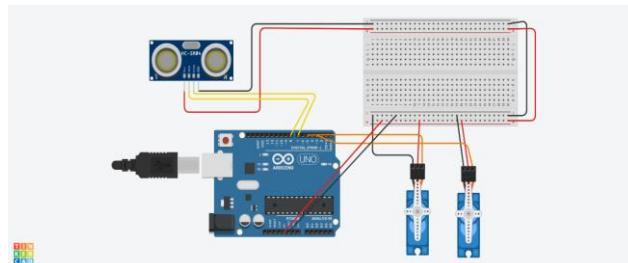
FIGURA 5 - CAPA DAS APOSTILAS QUE SERIAM UTILIZADAS PARA O PROJETO II.



FONTE: AUTORIA PRÓPRIA (2024).

No primeiro módulo, os alunos voltaram a utilizar o simulador Tinkercad, realizando a montagem do circuito eletrônico, fazendo ligações do sensor ultrassônico e de micro servomotores no arduino. Na programação tiveram a oportunidade de entender como inserir bibliotecas no código para uso de funções dos componentes, e também, puderam compreender como as informações dos sensores chegavam ao arduino e como ele respondia com o acionamento dos motores (Figura 6).

FIGURA 6 - CIRCUITO MONTADO E SIMULADO NO TINKERCAD.



FONTE: AUTORIA PRÓPRIA (2024).

O módulo II, consistiu no uso do SolidWorks para modelar a ponte levadiça. Nessa etapa eles tiveram uma maior autonomia, já que foi passado a eles as informações e passo a passo para a construção das peças, e sozinhos realizaram a modelagem, tendo os professores disponíveis apenas para tirar dúvidas. Após isso, os discentes foram levados ao

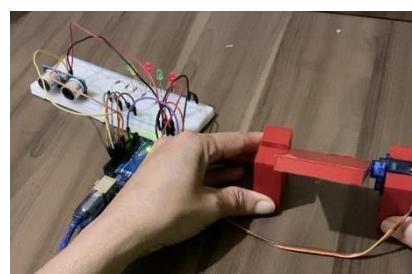


laboratório de prototipagem onde viram a impressora 3D e como utilizá-la. Para finalizar o projeto, também realizaram a montagem física e puderam ver o funcionamento na prática da ponte.

3.3 PROJETO III - UNINDO O SEMÁFORO E A PONTE LEVADIÇA, ACRESCENTADO NOVAS FUNCIONALIDADES E COMPONENTES

O terceiro projeto consistia na união do semáforo com a ponte levadiça. O objetivo desta prática era utilizar todos os conceitos aprendidos até o momento de forma conjunta. Os alunos implementaram no circuito eletrônico da ponte dois semáforos, um para os carros e outro para as embarcações. Na programação eles foram encarregados de unir o acionamento da ponte ao funcionamento do semáforo (Figura 7).

FIGURA 7 - REALIZAÇÃO DE TESTES COM O SISTEMA MONTADO.



FONTE: AUTORIA PRÓPRIA (2024).

Essa tarefa foi dividida em duas partes, uma da simulação no Tinkercad e outra da montagem física do sistema. Na montagem os alunos foram desafiados a construir o circuito e identificar por meio de testes possíveis erros na programação e assim pensarem em soluções para estes problemas.

3.4 PROJETO IV – BRAÇO ROBÓTICO

O último projeto realizado foi a construção de um braço robótico. Nessa atividade, os alunos tiveram contato com um outro equipamento maker, a máquina de corte a laser. No primeiro módulo conheceram sobre a utilização dos braços robóticos principalmente na indústria e aprenderam a fazer configurações no programa RDWorks da cortadora a laser.

De um site na internet foi baixado um arquivo com as peças para a construção da estrutura do braço. Os alunos exportaram para o programa e nele foram guiados a como fazer a alteração em configurações básicas para o corte, como ajustes de velocidade e



potência do laser. Após a parte realizada no computador, os discentes foram levados até o laboratório de prototipagem, onde puderam ver o funcionamento da máquina (Figura 8).

FIGURA 8 - ALUNOS REALIZANDO A MONTAGEM FÍSICA DO PROJETO IV.



FONTE: AUTORIA PRÓPRIA (2024).

Além disso, também realizaram o mesmo processo com as peças se fossem feitas por meio da impressão 3D. Assim como nos outros projetos, eles também realizaram a simulação e montagem física do circuito.

3.5 FINALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES DO CLUBE MAKER

Para finalizar o Clube, foi realizado com os alunos um jogo com 13 perguntas gerais sobre os conteúdos trabalhados durante as aulas, com intuito de obter informações importantes sobre absorção e aprendizado da matéria por parte deles.

Os dados coletados ao longo dos quatro projetos desenvolvidos fornecem insights valiosos sobre a eficácia do Clube Maker na promoção das habilidades maker dos alunos e na integração bem-sucedida do movimento DIY no contexto educacional.

Nos primeiros projetos produzidos, devido à baixa familiaridade dos alunos com os equipamentos e softwares, houve uma maior dificuldade na realização das tarefas. No entanto, essa fase inicial revelou-se fundamental para o aprendizado, permitindo que os participantes superassem obstáculos e desenvolvessem competências essenciais.

Alunos de turmas mais avançadas e principalmente do curso técnico em Mecatrônica apresentaram uma maior facilidade durante a execução das atividades, isso



pode ser atribuído ao fato de já cursarem disciplinas com conteúdo próximo aos ofertados no clube. Essa questão trouxe benefícios para o andamento do curso proporcionando um ambiente de aprendizado colaborativo, onde durante as aulas foi observado que esses alunos contribuíam com os colegas no momento da realização das atividades, principalmente nas montagens físicas dos projetos que eram realizadas em grupos. Essa interação entre colegas, promoveu a transferência de conhecimento entre os participantes.

Também, inicialmente mais aulas eram necessárias para a finalização dos módulos, com o caminhar do curso essa necessidade reduziu e em apenas poucas aulas os módulos eram terminados. O avanço dos alunos foi perceptível, a cada encontro eles demonstravam mais autonomia e facilidade na execução dos trabalhos.

A atividade final sobre conhecimentos gerais abordados durante o Clube Maker, apresentou resultados positivos. Dos dez alunos que realizaram a tarefa, devido a problemas de conexão, oito conseguiram finalizar completamente a atividade, e todos obtiveram um resultado final a partir de 69%, com quatro alunos com a porcentagem superior a 90%. Como pode ser visto na Figura 9.

FIGURA 9 - RESULTADOS OBTIDOS NA REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE FINAL.

Apelido ▼	Classificação ▼	Respostas corretas ▼	Não respondido ▼	Pontuação final ▼
Aluno 1	1	100%	—	15 042
Aluno 2	2	100%	—	14 937
Aluno 3	3	92%	—	13 179
Aluno 4	4	92%	—	12 594
Aluno 5	5	85%	—	12 257
Aluno 6	6	85%	—	11 427
Aluno 7	7	77%	—	10 499
Aluno 8	8	69%	1	8 901

FONTE: AUTORIA PRÓPRIA (2024).

A atividade final sobre conhecimentos gerais abordados durante o Clube Maker, apresentou resultados positivos. Dos dez alunos que realizaram a tarefa, devido a problemas de conexão, oito conseguiram finalizar completamente a atividade, e todos obtiveram um resultado final a partir de 69%, com quatro alunos com a porcentagem superior a 90%. Como pode ser visto na Figura 9.



Esses resultados indicam não apenas a assimilação efetiva do conteúdo, mas também sugerem uma absorção profunda dos conceitos trabalhados.

4 CONCLUSÃO

O propósito fundamental deste estudo era avaliar o impacto da inserção do Clube Maker no IFMG - Campus Ibirité, focando no desenvolvimento das habilidades maker dos alunos e na autonomia no desenvolvimento de projetos. No decorrer da pesquisa, foi identificado soluções chave para os desafios enfrentados. Em resposta à baixa familiaridade inicial dos alunos com os equipamentos e softwares, observou-se que a progressão gradual dos projetos foi fundamental para superar essas barreiras. Além disso, a dinâmica colaborativa, destacando a contribuição dos alunos mais avançados, emergiu como uma solução eficaz para promover a transferência de conhecimento e fortalecer a aprendizagem entre os participantes.

A redução no número de aulas necessárias para finalizar os módulos ao longo do curso revelou amadurecimento notável na autonomia dos alunos, indicando um progresso nas habilidades práticas e conceituais adquiridas. Os resultados positivos da atividade final consolidam ainda mais a eficácia do Clube Maker.

Algumas limitações no estudo podem ter influenciado os resultados, como o número reduzido de participantes no curso, eventos externos que ocorriam no campus e muitas vezes afetaram a presença dos alunos e alguns problemas relacionados ao número inicial de material para a execução dos primeiros projetos. Esses fatores devem ser considerados em futuras implementações do Clube Maker.

Como sugestões de trabalhos futuros, tem-se a implementação de uma continuação do Clube Maker para esses ex-integrantes, com atividades mais desafiadoras e que permitam uma maior autonomia, como lançamento de desafios para que eles possam buscar por soluções criativas e inovadoras. Além de continuar ofertando esse curso para outros alunos que manifestarem interesse.

O desenvolvimento deste projeto fortalecerá o vínculo entre discentes e docentes da instituição, extrapolando suas ações à comunidade externa, como forma de oferecer



profissionais cada vez mais capacitados e coesos com as necessidades de formação, que têm mudado continuamente. Os impactos positivos da proposta são claros, a baixo custo, requisitando do trabalho intelectual da equipe de trabalho para o desenvolvimento das conexões. Através deste time multidisciplinar de profissionais, visa-se desenvolver soluções com as iniciativas públicas e privadas, de modo que as melhorias sejam continuamente integradas à realidade do ecossistema de inovação local.

FINANCIAMIENTO

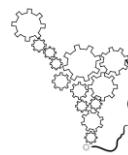
IFMG campus Ibirité e Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais (SEDE-MG).

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

MPC e RLB elaboraram a redação do manuscrito e realizaram a obtenção, análise e interpretação dos dados. TML, RLG e WAL obtiveram o financiamento e fizeram a revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, C. **A nova revolução industrial: makers.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais.** Brasília: MEC/SEF, 1998.
- BROWDER, R. E.; ALDRICH, H. E.; BRADLEY, S. W. **Entrepreneurship research, makers, and the Maker Movement.** In: ANNUAL MEETING OF THE ACADEMY OF MANAGEMENT, 77., 2017, Atlanta. Proceedings... Briarcliff Manor, NY: Academy of Management, 2017.
- CASTELLS, M. **A sociedade em rede: a era da informação – economia, sociedade e cultura.** 12. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1999.
- CHESBROUGH, H. W. **Open innovation: the new imperative for creating and profiting from technology.** Brighton, Boston, MA: Harvard Business Press, 2006.
- COSTA, E.; AGUSTINI, G. **De baixo para cima.** 1. ed. Rio de Janeiro: Aeroplano, 2014.
- COUTINHO, T. **Entenda o que é Prototipagem e saiba quais são as vantagens para o seu negócio,** BRASIL, 2022. Disponível em: <[https://www.voitto.com.br/blog/artigo/prototipagem:](https://www.voitto.com.br/blog/artigo/prototipagem/)>. Acesso em: 27 jan. 2024.
- DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. **Introdução: a disciplina e a prática da pesquisa qualitativa.** Porto Alegre: Artmed, 2006, p. 15-42. GERGEN, M. M; GERG.



DOUGHERTY, D. **The maker mindset.** In: HONEY, Margaret; KANTER, David E.Design, make, play: growing the next generation of STEM innovators. New York: Routledge, 2013. p. 7-11.

DOUGHERTY, D. **The Maker Movement.** Innovations: Technology, Governance. Globalization, v. 7, n. 3, 2012. p. 11-14.

DUARTE, A. S.; SANCHES, R. A.; DEDINI, G. F. **Do movimento maker à customização em massa: O uso das tecnologias da informação e comunicação na indústria têxtil e de confecção.** Technovation, [s. l.], v. 61, n. January, p. 39–42, 2017.

ETZKOWITZ, H. **Hélice tríplice: Universidade-Indústria-Governo, Inovação em Movimento.** Porto Alegre: Edipucrs, 2009.

FARRELL, J., KLEMPERER, P. **Coordination and lock-in: Competition with switching costs and network effects.** En: Handbook of Industrial Organization, v. 3, 2007. p. 1967-2072.

FLORIDA, R. **A ascensão da classe criativa.** Porto Alegre: L&PM, 2011.

FLOWERS, S.; HENWOOD, F. **Introduction: perspectives on user innovation.** London: Imperial College Press, 2010. (Series on Technological Management, 16). p. 1-8.

FORESTIER, A. **The coworking space concept.** Ahmedabad: Indian Institute of Management (IIMAHD), 2009.

HATCH, M. **The Maker Movement Manifesto.** McGraw Hill Education, 2014.

JACKSON, K. **Making space for others.** EUA, 2013. Disponível em: <http://www.makingspaceforothers.com>. Acesso em: 20 mai. 2023.

KETELE, J.; ROEGIERS, X. **Méthologie du recueil d'informations: fondements de méthodes d'observation de questionnaires, d'interviews et d'étude de documents.** 2. ed. Bruxelles: De Boeck Université, 1993.

KOULOPoulos, T. **Inovação com resultado: o olhar além do óbvio.** São Paulo: Editora Gente/Editora Senac São Paulo, 2011.

LINDTNER, S. **Hacking with Chinese characteristics: the promises of the Maker Movement against China's manufacturing culture.** Science, Technology & Human Values, v. 40, p. 854-879, 2015.

MONFREDINI, I.; FROSCH, R. **O espaço maker em universidades: possibilidades e limites.** EccoS - Revista Científica, São Paulo, n. 49, p. 1-20, ei334i, abr./jun. 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.5585/EccoS.n49.13341>>.

MUNARETTO, L. F.; CORRÊA, H. L.; CUNHA, J. A. C. **Um estudo sobre as características do método Delphi e de grupo focal, como técnicas na obtenção de dados em pesquisas exploratórias.** Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria, v. 6, n. 1, 2013. p. 9-24.

NIAROS, V.; KOSTAKIS, V.; DRECHSLER, W. **Making (in) the Smart City: The Emergence of Makerspaces.** Telematics and Informatics, v. 34, n. 7, 2017. p. 1143-1152.



OLIVEIRA, M.; ALCÂNTARA, S.; SILVA, A. **Cultura maker e formação docente: Reflexos no contexto da pedagogia.** VIII Conedu - Congresso Nacional de Educação, 2023.

PEPPLER, K.; BENDER, S. **Maker movement spreads innovation one project at a time.** Phi Delta Kappan, v. 95, n. 3, 2013. p. 22-27.

PINTO, S. L. U., PINTO, S. L. U., SANTOS, G. S. P., HAMAD, A. F., TEIXEIRA, C. S. **O movimento maker: Enfoque nos fablabs.** 26º Conferência ANPROTEC, 2016. p.1-16.

PRETTO, N. **Redes colaborativas, ética hacker e colaboração.** Educação em Revista, Belo Horizonte, v. 26, n. 3, 2010. p.305-316.

RITALA, P.; ALMPANOPOULOU, A. **In defense of “eco” in innovation ecosystem(star, open).** Technovation, v. 61, 2017. p. 39–42.

SANTOS, V. G.; GALEMBECK, E. **Aprendizagem criativa e significativa como trabalhar ciências com as crianças.** XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC, 2017.

SILVA, M. G.; MARTINS, T. C. **Ambientes de inovação para a indústria criativa.** Comunicação & Inovação, v. 19, n. 40, 2018. p. 144-159.

SOUZA, L. S. **A cultura maker na educação: Perspectivas para o ensino e a aprendizagem de matemática.** 2021. 67 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em Matemática, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Valparaíso, 2021.

TEEGAVARAPU, S.; SUMMERS, J. D. **Case study method for design research.** In: International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference, 2007.

THIOLLENTT, M. **Metodologia de Pesquisa-ação.** São Paulo: Saraiva, 2009.

VON HIPPEL, E. A. **Democratizing innovation.** Cambridge, MA: The MIT p, 2005.

YIN, R. **Estudo de caso: planejamento e método.** 5ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.