

Contribution of Maker Education to Teaching and Society: Report of Two Experiments

Patrícia Turazzi Luciano¹, Gladys Ilka Klein Taparello¹, Regiane Pupo¹,
Carolina Silva e Lima Schleder², Carlos Eduardo Versola Vaz¹

¹ Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

patriciaturazzi@gmail.com

gladystaparello@gmail.com

regipupo@gmail.com

cevv00@gmail.com

² Universidade de São Paulo, Brasil

carolslsch@gmail.com

Abstract. The maker movement, which is based on experimentation, can be used as a teaching approach in universities and in society. This work presents the results of teaching-learning experiments of robotics projects using maker education approach in learning by doing and project-based learning methods. The research had two moments, in the first, two short-term workshops were held using prototyped cardboard parts and discarded electronic components. In the second moment, a long-term workshop was held with robotic kits. The data gathered through unsystematic observations was analyzed in order to understand the benefits of introducing maker education in different contexts and to present the limitations of each group. The experiments provided a collaborative experience, encouraging the development of initiative, autonomy, and critical and investigative sense of students in relation to the proposed problem.

Keywords: Maker movement, Maker education, Learning by doing, Digital prototyping, Active learning

1 Introdução

O objetivo deste estudo é explorar as contribuições da educação *maker* em dois contextos: oficina de curta duração com materiais de baixo custo e oficina de longa duração usando kits de robótica.

O desafio de conhecer, aprender e desenvolver ideias com base em projetos é estimulado com a inclusão da cultura *maker* no ensino (Carvalho &

Bley, 2018). O conceito é amplo e tem por base a colaboração e o aprender fazendo, podendo incorporar o uso de tecnologias digitais. A proposta da cultura *maker* é usar os artefatos à disposição para colocar uma ideia em prática, podendo ou não contar com a ajuda de tecnologias digitais, como a programação e a materialização digital. Como uma abordagem que tem por base a experimentação, promove autonomia e protagonismo do estudante em sua aprendizagem, bem como o desenvolvimento de senso crítico.

1.1 Cultura e educação *maker*

A educação *maker* pode utilizar ferramentas digitais, e assim, incluir equipamentos de prototipagem rápida, bem como equipamentos de marcenaria, solda ou costura (Gavassa et al., 2016). Logo, os chamados Espaços *Makers* apresentam as ferramentas de fabricação tradicional, mas, uma vez que promovem a inovação e prototipagem de ideias, também podem incluir as máquinas de prototipagem digital, como impressoras 3D, corte laser e máquinas de corte CNC (*Computer Numerical Control*), servindo de apoio para o desenvolvimento de projetos colaborativos. Outros espaços similares que promovem o conhecimento baseado no aprender fazendo são os *hackerspace* e os laboratórios de fabricação digital (Pacini et al., 2019).

Segundo Pupo (2020, p. 156), *o aprendizado baseado no hands-on, ou mão na massa, fornece o conhecimento na prática, no fazer, ajudando o aprendiz a adquirir conhecimento e habilidades*. As tecnologias automatizadas de materialização tornam mais acessível a prototipação de soluções tecnológicas. Logo, fornecer espaços adequados que promovam a integração, a colaboração e a experimentação durante o aprendizado - o que não necessariamente significa o uso exclusivo de equipamentos e materiais de alto custo - é necessário para a aplicação dessa abordagem.

Assim, a cultura *maker* prioriza um aprendizado baseado na experimentação (Brockveld et al., 2017). Essa abordagem é melhor aplicada em ambientes de colaboração e integração, que proporcionam troca de informações e saberes entre grupos e pessoas diversas, apoiando atividades *maker* de forma a incentivar a experimentação.

1.2 Métodos de ensino aplicados dentro da abordagem *maker*

Dentro do modelo educacional tradicional, professores de todas as áreas encontram dificuldades em conciliar a cultura digital, com os conteúdos que devem ser transmitidos em cada disciplina (Carvalho & Bley, 2018). Problemas mapeados no ensino tradicional incluem: tópicos desconectados da realidade dos alunos, causando baixo interesse e participação; processo de ensino baseado na memorização, que não estimula pensamento crítico e autonomia; formação de pessoas que carecem das habilidades tecnológicas cada vez mais necessárias em várias áreas do mercado de trabalho.

Pesquisas atuais em educação, psicologia e neurociência mostram que o *processo de aprendizagem é único e diferente para cada ser humano, e que cada um aprende o que é mais relevante e que faz sentido para ele, o que gera conexões cognitivas e emocionais* (Bacich & Moran, 2018, p. 23).

A aprendizagem ativa ocorre na interação com o assunto estudado quando o aluno ouve, fala, pergunta, discute, faz e ensina, construindo seu conhecimento e não o recebendo de modo passivo do professor. Estas estratégias de ensino envolvem os educandos, individual ou colaborativamente, no desenvolvimento de atividades práticas de aprendizagem, e são centradas no protagonismo dos alunos, desenvolvidas por meio de métodos ativos e criativos (Brookveld et al., 2017), com a inclusão de temas como robótica, programação, fabricação digital no ensino dos conteúdos tradicionais, de forma interdisciplinar.

O papel do professor se converte de transmissor do saber em mentor, seu protagonismo é transferido ao estudante, que passa a ser o principal responsável pela sua aprendizagem (Filatro & Cavalcanti, 2018). Logo, tem-se a necessidade de capacitação de professores para mudança de postura: de *senhor do conhecimento para uma nova de mediador da construção destes conhecimentos pelos alunos* (Gavassa, Munhoz & Carolei, 2016). As metodologias ativas podem contribuir para essa transição, pois englobam diversos métodos e abordagens, como a aprendizagem experiencial e aprendizagem baseada em projetos (ABP).

A aprendizagem experiencial, ou o aprender fazendo (*learning by doing*), inicialmente proposto por John Dewey, se baseia na premissa de que não deve haver separação entre a educação e a vida real (Filatro & Cavalcanti, 2018), estabelecendo cinco condições: aprendizado pela prática, reconstrução consciente de uma experiência, aprendizado por associação, aprendizagem de diversas coisas ao mesmo tempo e aprendizagem integrada à vida do aluno (Diesel et al., 2017).

Para Filatro & Cavalcanti (2018), na ABP, os alunos trabalham em grupos e definem quais métodos e tecnologias serão utilizados em cada etapa do projeto, assim como delineiam o plano de ação para alcançar os resultados de aprendizagem definidos pelo professor, pelo especialista ou pelo próprio grupo. O produto final da ABP pode ser um relatório das atividades, um protótipo ou um plano de ação (Filatro & Cavalcanti, 2018).

2 Metodologia

A pesquisa teve abordagem exploratória aplicada em experimentos de ensino. Essa fase caracterizou-se como pesquisa-ação com envolvimento direto e ativo dos pesquisadores, influenciando diretamente no resultado (Thiollent, 2000), sendo ministrada por profissionais da arquitetura. A coleta de dados deu-se por observação assistemática e aplicação de questionários.

A pesquisa teve dois momentos: o planejamento e realização de oficinas *maker* de curta duração, de um turno de 4h, e a aplicação de um minicurso de longa duração, com 20h distribuídas em cinco dias. O objetivo de cada etapa foi, respectivamente, exploração e validação da contribuição *maker* no ensino.

2.1 Etapa de exploração: oficinas de curta duração

O público das duas primeiras turmas, com 4h cada, foram professores, todos da rede pública de ensino fundamental de dois municípios da região da Grande Florianópolis. Com esses grupos, trabalhou-se exclusivamente com equipamentos eletrônicos inutilizados que foram desmontados, dispensando a necessidade de kits de alto custo (Blikstein & Worsley, 2016), além de tecnologia de corte laser para a produção prévia de partes dos objetos a serem construídos, para acelerar a preparação. Foram desenvolvidos dois protótipos de produtos: um robô-gato com ciclo de caminhada e um carro de corrida (Figura 1), de acordo com os seguintes critérios:

- Material de baixo-custo - facilmente replicado pelos professores participantes com seus alunos em escolas públicas;
- Incorporar conceitos de robótica e DIY (*Do It Yourself*) - a fim de despertar nos participantes as competências de colaboração, resolução de problemas e autonomia;
- Simples e lúdico - adequado para crianças.

Tabela 1. Peças componentes do segundo Kit.

Projeto	Materiais no Kit	Ferramentas necessárias
Kit 1 - Robô-gato	3 elásticos de dinheiro; Peças de papelão; 1 Motor dc (drive de computador); 1 bateria (interna de notebook); fios para conexões (tirar de cabos); 2 espátulas de madeira; 2 palitos de madeira.	Estilete; Régua; Lápis ou caneta; Esquadro; Alicates; Cola quente; Cola instantânea.
Kit 2 - Carro de corrida	Peças de papelão; 1 canudo; 1 elástico de borracha; 8 tampas de garrafa; 4 tiras de EVA de 30x71mm; 2 palitos de madeira; 1 Motor dc (drive de computador); 1 bateria (interna de notebook); 2 fios para conexões.	Cola instantânea; Cola quente (opção com fita dupla face esponjinha); Tesoura e estilete; Fita isolante.

Fonte: elaborado pelos autores, 2021.

Esses projetos foram testados pela equipe e, posteriormente, transformados em kits (Tabela 1). As peças de suporte foram desenhadas em software CAD (*Computer Aided Design*) e cortadas a laser em papelão, enquanto as peças eletrônicas foram adquiridas do desmonte de equipamentos eletrônicos em desuso. Materiais de uso único, como canudos, espátulas e palitos de madeira, elásticos de borracha, foram adquiridos com recursos dos próprios pesquisadores.

De modo a possibilitar a reprodução das oficinas pelos professores com os alunos do ensino fundamental, o planejamento foi elaborado para incentivar o protagonismo dos participantes e o senso de colaboração. Para isso, cada turma foi dividida em equipes de trabalho de duas a três pessoas.

Avaliou-se o uso da educação *maker* com abordagem tecnológica, por meio de resultados quantitativos (questionários) e qualitativos (observação e análise do material produzido). Os questionários buscaram compreender as dificuldades de implantação desses conteúdos e abordagens nas escolas públicas da região, e os critérios para observação foram: identificar as dificuldades dos participantes com o manuseio das ferramentas; e o engajamento na atividade, visto que não foi obrigatória a participação.



Figura 1. Peças componentes do segundo kit. Fonte: elaborado pelos autores, 2021.

2.2 Etapa de validação - Oficina de longa duração

Com base nos aprendizados, elaborou-se e aplicou-se uma nova oficina em março de 2020, com 20 horas de duração, com discentes de graduação de arquitetura e design. O conteúdo foi ampliado para incluir conceitos básicos de programação, prototipagem e robótica. Para isso, foram disponibilizados kits de Arduino com servomotores, rodas, entre outros componentes, para a produção de artefatos responsivos à interação com o usuário.

A Tabela 2 apresenta uma síntese das diferenças entre os grupos, destacando-se o desenvolvimento de seu próprio projeto, com base no tema “protótipos de brinquedos interativos para pets”, pelos participantes desta oficina, possibilitado justamente pelo aumento da carga horária.

Tabela 2. Diferenças entre oficinas realizadas

Etapa 1 da pesquisa - oficinas de curta duração		Etapa 2 - Oficina de longa duração
Projeto robô-gato	Projeto carro de corrida	Projeto com automação

Tipo de material	Reciclado/reutilizado	Reciclado/reutilizado	Kit robótica
Público alvo	Professores de informática do ensino público fundamental	Professores de informática do ensino público fundamental	Alunos de graduação de arquitetura e design
Duração	4h em um turno	4h em um turno	20h em 5 turnos
Proposta de trabalho	Definida: robô-gato	Definida: carro de corrida	Aberta: brinquedo pet
Objetivo	Replicar com alunos	Replicar com alunos	Aplicar no processo de projeto
Método aplicado	Aprendizagem experiencial	Aprendizagem experiencial	Aprendizagem baseada em projeto

Fonte: elaborado pelos autores, 2021.

Tabela 3. Resumo das vantagens, critérios de avaliação e coleta de dados.

Projeto robô-gato	Projeto carro de corrida	Projeto com automação
Vantagens da utilização da abordagem maker no ensino		
Desenvolvimento de iniciativa e protagonismo no participante	Colaborativa e mais inclusiva.	Criatividade e melhora da capacidade de resolver problemas
CrITÉRIOS de avaliação		
Participação dos alunos ao longo da dinâmica	compartilhamento de ideias e informações, auxílio entre participantes	Resultado em curto espaço de tempo
Ferramentas de coleta de dados		
Observação assistemática	Observação assistemática	Observação assistemática
Forma de registro		
Anotação, imagem e vídeo	Anotação, imagem e vídeo	Anotação, imagem e vídeo e artefato final criado

Fonte: elaborado pelos autores, 2021.

Embora os dois cursos tenham acontecido em espaços de inovação, propícios para tal atividade e uso, se necessário, de maquinário digital, os cursos de curta duração tiveram como diferencial a disponibilidade de ferramentas como alicates e ferro de solda, pois realizaram-se no laboratório de Fabricação Digital PRONTO3D da UFSC. Por sua vez, a oficina de longa duração ocorreu em um *hackerspace*, dentro da universidade, com maior oferta de peças e equipamentos eletrônicos para uso pelos estudantes.

Os dados da observação foram coletados continuamente, seguindo os mesmos critérios das oficinas anteriores. Além disso, a análise dos dados de todas as três turmas teve como objetivo compreender quais foram os benefícios da introdução da educação *maker* nos diferentes contextos (Tabela 3). A partir dos resultados, podemos apresentar as limitações de cada experimento com relação ao tempo e aos materiais disponibilizados.

3 Resultados e Discussões

3.1 Resultados das oficinas de curta duração

As duas oficinas contaram respectivamente com 13 e 7 participantes. Ambas foram conduzidas com o mesmo planejamento, com os participantes ocupando uma mesa compartilhada em um laboratório de prototipagem.

Uma breve exposição dialogada sobre educação *maker* e prototipagem serviu como introdução aos conteúdos. Depois foram distribuídos os componentes necessários para cada projeto em pacotes organizados previamente. O projeto foi explicado de forma geral e depois seguiu-se para um passo-a-passo da montagem. Todo o ferramental necessário também foi disponibilizado de forma colaborativa no centro da mesa.

Os projetos foram desenvolvidos em duplas, com trocas constantes sobre o andamento do projeto (Figura 2). Essa mesma interação e diálogo foram observados no grande grupo, em uma disputa saudável de quem finaliza primeiro o projeto ou construiria a versão mais eficiente. Por conta de dificuldades na montagem do projeto robô-gato, nem todos os participantes do primeiro evento conseguiram chegar a um resultado final, embora tenham vislumbrado outras aplicações no seu dia a dia com seus estudantes para o aprendizado obtido com a atividade. Assim, para a segunda oficina, alterou-se o projeto, para algo mais simples, que pudesse ser plenamente concluído dentro do tempo planejado. A segunda turma encerrou suas atividades com uma corrida com os protótipos de carro construídos.

Ao final das dinâmicas, foram feitas perguntas com relação à possibilidade de incorporar a cultura *maker* dentro do ensino, e todos concordaram que seria algo positivo. Um professor destacou a importância de aumentar o interesse dos alunos pela vida escolar e fazê-los utilizar os conteúdos da escola no dia a dia.



Figura 2. Desenvolvimento das atividades durante as oficinas de curta duração. Fonte: elaborado pelos autores, 2021.

3.2 Resultados da oficina de longa duração

O curso de longa duração contou com a presença de nove estudantes de graduação de arquitetura e design em um *hackerspace*. As atividades foram iniciadas com uma exposição e conversa sobre as possibilidades da educação *maker* e robótica/programação aplicados ao processo de projeto. Em seguida, distribuíram-se os kits de robótica, com uma breve explicação sobre a função de cada componente e apresentação de exemplos de aplicação. Após uma aula introdutória com os conceitos básicos de programação com Arduino, os integrantes juntaram-se em duplas para desenvolver um projeto de acordo com o tema proposto: “brinquedos interativos para pets”.

Nos três dias seguintes, os alunos elaboraram e testaram as possibilidades de seus projetos (Figura 3). No último dia de oficina foi realizada uma apresentação dos protótipos desenvolvidos.



Figura 3. Desenvolvimento das atividades durante a oficina de longa duração. Fonte: elaborado pelos autores, 2021.

Ao final, os graduandos foram questionados sobre a possibilidade de incorporar a abordagem da educação *maker* no ensino, e sobre a relevância dos conteúdos e habilidades apreendidas. Houve um consenso geral em relação à importância de associar habilidades práticas ao desenvolvimento das ideias projetuais, assim como sobre a relevância de incorporar os conhecimentos básicos de robótica e programação. A oficina com acadêmicos possibilitou novas formas de representar e entender o processo de projeto em um contexto que mescla ferramentas manuais e digitais, com foco no desenvolvimento de um artefato interativo com o futuro usuário.

3.3 Vantagens da utilização da abordagem *maker* no ensino

Participação dos alunos ao longo da dinâmica

Em relação ao desenvolvimento de iniciativa e protagonismo de cada participante, em cada uma das oficinas, foi observado o engajamento dos alunos na atividade. Ainda que muitos não conhecessem as ferramentas, diante do desafio, todos participaram ativamente da atividade.

As principais dificuldades encontradas foram em relação ao uso de ferro de solda para conexão de fios ao motor DC e à compilação do código na plataforma de programação. Apesar disso, foi nítido o entusiasmo em aprender e resolver as questões. Em casos específicos, além das explicações dos palestrantes e equipe de apoio, algumas duplas receberam acompanhamento específico. Durante o processo de prototipagem do projeto, as dúvidas sobre as ferramentas e o processo foram transformando-se em explorações de novas possibilidades com alterações ao projeto.

Em todas as dinâmicas observou-se que os alunos estavam sempre em ação, questionando e, por vezes, realizando experimentos, atuando como protagonistas no processo de ensino e aprendizagem. O fato de terem se desenvolvido dentro de um espaço de inovação forneceu suporte adequado à integração e colaboração durante o aprendizado.

Além de deixar todo o processo de aprendizagem muito mais atraente, a abordagem *maker* também ofereceu as ferramentas necessárias para os alunos aplicarem em outros momentos da vida e continuarem aprendendo, com o auxílio dos professores ou por conta própria (autonomia), uma vez que a educação é um processo contínuo que nunca pode ser encerrado.

Compartilhamento de ideias e informações, auxílio entre participantes

Nesta etapa, analisou-se a dinâmica da construção concomitante à ideia do outro, ou seja, a colaboração na evolução das soluções para o tema proposto. Em todas as oficinas os projetos foram desenvolvidos em duplas, uma organização que fomenta o diálogo e a discussão das alternativas de desenvolvimento dos projetos (Figura 4). Também observou-se constante troca de ideias e colaboração entre os demais participantes.

Comportamentos similares observados durante o desenvolvimento dos projetos das duplas podem representar uma possível colaboração e troca de

ideias entre os grupos, confirmando o trabalho de cocriação previsto na abordagem pela cultura maker. Por exemplo, na oficina para construção de um carro de corrida, em que uma dupla resolveu adicionar aletas na traseira do veículo e, na sequência, outras equipes fizeram o mesmo, ou, similarmente, customizaram seu projeto.

A compreensão da importância da cocriação repercutiu também no questionário, em pergunta aberta, no qual questionou-se sobre as possibilidades de aplicação de oficinas makers nas escolas públicas, para os participantes da oficina de curta duração, ao que 83,3% responderam que deveria ocorrer em parceria com outras disciplinas.



Figura 4. Momentos de trocas de ideias e colaboração entre participantes das oficinas.
Fonte: elaborado pelos autores, 2021.

Resultado em curto espaço de tempo

A melhoria na capacidade de resolver problemas tornou-se evidente, uma vez que a resposta aos desafios propostos foi alcançada por todos os participantes. Considerando o curto período disponível para a tarefa, em especial nas oficinas de curta duração, é possível inferir que dificilmente seria possível alcançar esses resultados com o uso de ferramentas não colaborativas, como, por exemplo, um projeto individual para ser feito em casa, que apresentaria uma resposta limitada aos conhecimentos, esforço e tempo dedicado por um único indivíduo. Na aplicação da abordagem *maker*, os alunos foram desafiados a pensar sobre o problema de forma colaborativa, o que permitiu o aprofundamento das respostas.

Pode-se perceber, portanto, que a metodologia apresentada difere das aulas tradicionais, em que o professor expõe a resposta pronta. Na dinâmica, os alunos foram desafiados a pensar e compartilhar suas ideias com os colegas, provocando uma ação em busca da resolução desses problemas. Na observação, percebeu-se a utilização do método da tentativa e erro,

principalmente na resolução de problemas relacionados à estabilidade dos protótipos. Os participantes executaram as ações e descobriram inicialmente formas que não levavam ao resultado desejado. Em tentativas posteriores, conseguiram êxito na execução da ação desejada. Essas tentativas surgiram da intuição dos alunos, pesquisas em sites e indagação aos colegas de sala.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho investigou a abordagem *maker* em dois contextos de ensino por meio de oficinas de curta e longa duração. Baseando-se na cultura *maker*, os processos de ensino propostos viabilizam a formação tecnológica, ao mesmo tempo em que incentivam o desenvolvimento de competências, como senso crítico, criatividade, colaboração e proatividade. As dinâmicas do experimento mostraram que os alunos estiveram no centro do seu processo ensino-aprendizagem, posicionando-se como protagonistas da construção do seu conhecimento. Os participantes criaram e evoluíram suas ideias e soluções para o tema sugerido a partir dos conceitos apresentados pelos colegas, demonstrando a importância da construção livre e colaborativa.

O planejamento das oficinas deve prever o apoio de auxiliares/monitores que colaborem com o palestrante em relação ao uso das novas tecnologias, e na solução de problemas técnicos, principalmente na fase de ambientação. Esta assistência permite a dedicação do docente na orientação dos estudantes quanto ao objetivo do curso, possibilitando um conjunto de intervenções diferentes, principalmente em relação aos estudantes que inicialmente não conseguem acompanhar a atividade. Devido ao tempo disponível para as oficinas de curta duração, deve-se atentar para a complexidade do projeto com prévio teste de aula por parte dos tutores.

O ambiente de ensino, com mesas formando um grande grupo de trabalho e as demais ferramentas de auxílio pedagógico mostraram-se de grande utilidade, pois permitiu o trabalho colaborativo, mostrando-se mais inclusivo que o ensino tradicional. As ferramentas e a estratégia *maker* possibilitaram a autonomia aliada a um olhar crítico e investigativo em relação ao problema proposto e uma melhora significativa na capacidade de apresentar soluções em virtude da colaboração envolvida na sua busca.

A oficina de longa duração permite o desenvolvimento do projeto (ABP), com base em experimentação pelos próprios participantes. Já nos cursos de curta duração, um projeto pré-estabelecido com partes customizáveis (*learning by doing*) facilita a produção do protótipo em poucas horas. O uso de materiais de descarte possibilita a fácil reprodução da atividade pelos participantes, mas traz limitações quanto à inserção de programação. Além disso, pode dificultar as possibilidades de exploração do projeto, que é facilitada pela disponibilização de kits de prototipagem, nos quais os participantes podem experimentar diferentes arranjos por tentativa e erro.

Os questionários registraram as dificuldades de implantação desses conteúdos e abordagens nas escolas públicas: todos os professores participantes concordaram que incorporar a cultura maker dentro do ensino seria algo positivo; um professor destacou a importância de aumentar o interesse dos alunos pela vida escolar e fazê-los utilizar os conteúdos da escola no dia a dia; outro participante mencionou a necessidade de recursos. Perguntados sobre as possibilidades de aplicação de oficinas *makers* nas escolas públicas, 83,3% responderam que deveria ocorrer em parceria com outras disciplinas, também apontaram a necessidade de investimento em infraestrutura, capacitação e adequação do currículo escolar.

Pesquisas futuras podem incluir variações do formato de oficina, com diferentes tipos de projeto e abordagens dentro da aprendizagem ativa e cultura maker. Por fim, percebe-se o desejo por novas tecnologias aplicadas ao ensino, realização de dinâmicas e aulas que fujam dos padrões convencionais. Como pesquisas futuras propõe-se a aplicação do planejamento e metodologia propostos em aulas com público diverso como profissionais de arquitetura e design e professores de diferentes disciplinas.

Referências

- Carvalho, A. B. G., & Bley, D. P. (2018). Cultura maker e o uso das tecnologias digitais na educação: construindo pontes entre as teorias e práticas no Brasil e na Alemanha. *Revista Tecnologias na Educação*, 26, 21-40.
- Bacich, L., Moran, J. (2018). Metodologias ativas para uma Educação inovadora: uma abordagem teórico-prática.
- Blikstein, P., & Worsley, M. (2016). Children are not hackers. *Makeology: Makerspaces as learning environments*, 1, 64.
- Brockveld, M. V. V., Teixeira, C. S., & Silva, M. R. D. (2017). A Cultura Maker em prol da inovação: boas práticas voltadas a sistemas educacionais. In *Anais da Conferência ANPROTEC*.
- Diesel, A., Baldez, A. L. S., Martins, S. N. (2017). Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. *Revista Tema*. v 14-1. P. 268-288.
- Filatro, A., Cavalcanti, C. C. (2018). *Metodologias Inov-ativas na educação presencial, a distância e corporativa* (1ª ed). Saraiva Educação.
- Gavassa, R. C. F. B., Munhoz, G. B., de Mello, L. F., & Carolei, P. (2016). Cultura maker, aprendizagem investigativa por desafios e resolução de problemas na SME-SP (Brasil). *Fablearn Brazil*, 2016.
- Pacini, G. D., Passaro, A. M., & Henriques, G. C. (2019). Pavilhão FABIt: proposta portátil para inserção da cultura maker no ensino tradicional. *Gestão & Tecnologia de Projetos*, 14(1), 76–89. <https://doi.org/10.11606/gtp.v14i1.148143>
- Pupo, R. (2020). Pensar: Projetar: Fabricar. 10.5151/9788580394269-08.