



Espaços makers educacionais: conectando inovação, ensino e aprendizagem.

Lúcio de Souza Silva¹, Rayse Kiane de Souza², Clarissa Stefani Teixeira³.

RESUMO

•Objetivos:

Os habitats de inovação são espaços propícios para que as inovações ocorram, pois são lócus de compartilhamento de informações e conhecimento. Os espaços makers inseridos nessa tipologia compartilham das mesmas características. Esses espaços, estimulados pela introdução de novas tecnologias de fabricação digital, permitem o compartilhamento de projetos entre seus usuários. Essas tecnologias contribuem à capacidade desses espaços atraírem a atenção do público em geral. O movimento maker dentro da educação surge como uma forma de atrair estudantes para se engajarem nas áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática, além de propiciar o pensamento criativo. Assim, o objetivo deste trabalho é apresentar algumas características e práticas dos espaços makers, abordando suas potencialidades na educação pela ótica de um habitat de inovação que permite uma primeira aproximação entre educandos e o ecossistema, conectando-os.

• Forma de abordagem / metodologia:

Este estudo classifica-se como exploratório e revisão narrativa. Possuindo a finalidade de desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores. Os dados utilizados no estudo de revisão narrativa foram recuperados de fontes secundárias, livros, artigos de periódicos, capítulos de livros e artigos de anais de eventos encontrados por meio de buscas em bases de dados de trabalhos científicos. Além disso foram utilizados também casos práticos.

• Resultados alcançados:

Os responsáveis pelo ensino dentro dos ambientes *makers* se esforçam para iniciar uma nova filosofia pedagógica em um ambiente livre, com oportunidades para envolver os jovens em experiências práticas e assim torna-los aptos a entenderem como a ciência e a tecnologia funcionam. As práticas em espaços makers diferem-se em relação às percepções de seus usuários em relação a espaços clássicos de aprendizagem. Assim, a inserção de discentes em um habitat de inovação que promova competências e estimule práticas inovadoras, mais do que apenas promover capacidades individuais, integra essas pessoas dentro do ecossistema de inovação de forma atuante. Dessa forma, práticas *makers* e suas potencialidades dentro de educação são apresentadas e contextualizadas.

• Originalidade do trabalho:

O trabalho, de forma original, relaciona uma tipologia habitat de inovação como um recurso educacional. Esta interdisciplinaridade permite a discussão do papel do conhecimento técnico e da inovação dentro das instituições de ensino, permitindo assim a conexão entre ambientes de aprendizagem e o ecossistema.

Palavras-chave: Espaço Maker, Habitat de Inovação, Educação, Tecnologia, Ecossistema de Inovação.

¹ Graduando em Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Santa Catarina, R. Eng. Agrônomo Andrei Cristian Ferreira, Trindade, Florianópolis - SC, Brasil, 88040-900, (48) 37217136, lucio.souzas@outlook.com

² Doutoranda em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Universidade Federal de Santa Catarina, R. Eng. Agrônomo Andrei Cristian Ferreira, Trindade, Florianópolis - SC, Brasil, 88040-900, (48) 37217136, raysekiane@gmail.com

³ Doutora em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, R. Eng. Agrônomo Andrei Cristian Ferreira, Trindade, Florianópolis - SC, Brasil, 88040-900, (48) 37217136, clastefani@gmail.com



Educational makerspaces: connecting innovation, teaching and learning.

Lúcio de Souza Silva, Rayse Kiane de Souza, Clarissa Stefani Teixeira

ABSTRACT

•Objective:

Innovation habitats are conducive spaces for innovations to occur. Thus, they are the locus of sharing information and knowledge. The makerspaces share the same characteristics. These spaces, stimulated by the introduction of new technologies of digital manufacture, allow the sharing of projects among their users. These technologies contribute to the capacity of these spaces to attract the attention of the general public. The maker movement in education emerges as a way of attracting students to engage in science, technology, engineering and mathematics (STEM), as well as fostering creative thinking. Moreover, the objective of this work is to exemplify some characteristics and practices of makerspaces, addressing their potentialities in education from the perspective of an innovation habitat that allows a first approximation between students and the innovation ecosystem.

• Methodology:

This study is classified as exploratory and narrative review. The article has the purpose of developing, clarifying and modifying concepts and ideas in order to formulate more precise problems or searchable hypotheses for later studies. The data used in the narrative review study were retrieved from secondary sources, books, periodicals, book chapters and annals of events found by searching databases of scientific papers. Practical cases were also used.

• Results

Those responsible for teaching within the makerspaces strive to initiate a new pedagogical philosophy in a free environment with opportunities to engage young people in practical experiences and thus enable them to understand how science and technology work. The practices in makerspaces differ to in the perceptions of their users in relation to classic spaces of learning. Moreover, the insertion of students into an innovation habitat that promotes skills and stimulates innovative practices, rather than just promoting individual capacities, integrates these people into the innovation ecosystem in an active way.

• Originality

The article, in an original form, relates a typology of innovation habitat as an educational resource. This interdisciplinary allows the discussion of the role of technical knowledge and innovation within educational institutions, allowing the connection between learning environments and the innovation ecosystem.

Keywords: Makerspace, Innovation Habitat, Education, Technology, Innovation Ecosystem.

¹ Graduation student in Materials Engineering, Federal University of Santa Catarina, R. Eng. Agrônomo Andrei Cristian Ferreira, Trindade, Florianópolis - SC, Brazil, 88040-900, (48) 37217136, lucio.souzas@outlook.com

² Doctorate in Engineering and Knowledge Management, Federal University of Santa Catarina, R. Eng. Agrônomo Andrei Cristian Ferreira, Trindade, Florianópolis - SC, Brazil, 88040-900, (48) 37217136, raysekiane@gmail.com

³ Doctor in Production Engineering, Federal University of de Santa Catarina, R. Eng. Agrônomo Andrei Cristian Ferreira, Trindade, Florianópolis - SC, Brazil, 88040-900, (48) 37217136, clastefani@gmail.com



INTRODUÇÃO

Segundo Teixeira et al. (2016) os habitats de inovação são espaços propícios para que as inovações ocorram, pois são lócus de compartilhamento de informações e conhecimento. Os espaços *makers* (também conhecidos como *makerspaces* ou ambientes *makers*), que estão inseridos nessa tipologia, compartilham das mesmas características. De acordo com Matos e Teixeira (2018) consistem em espaços físicos relativamente menores que indústrias e são semelhantes a laboratórios de produção local. O conceito foi criado para suprir a demanda dos *makers*, que fazem seus próprios projetos ou peças e são criadores independentes que utilizando ferramentas e tecnologias hoje acessíveis. Os *makers* se tornaram mais numerosos, criando um movimento não coordenado batizado de movimento *maker*. Conforme Tan (2019), os espaços *makers*, estimulados pela introdução de novas tecnologias de fabricação digital, permitem o compartilhamento de projetos entre seus usuários.

Os modos práticos de fabricação presentes nesses ambientes contribuem à capacidade desses espaços atraírem a atenção do público em geral. Dentro da educação, o movimento *maker* dirige-se à comunidade educacional como uma forma de atrair estudantes para se engajarem principalmente nas áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM, do inglês science, technology, engineering and mathematics), além de propiciar o pensamento criativo (HSU et al., 2017). A educação em STEM, que assumiu esse formato como uma única grande área no final da década de 1990 (BLACKLEY; HOWELL, 2015), possui importantes desafios, entre eles a imersão de estudantes em assuntos muitas vezes abstratos quando apresentados em uma sala de aula tradicional. Para Blackley et al. (2017), uma autêntica integração de alunos nessas áreas é preferencialmente associada a uma rica gama de atividades que permitam vivenciar os problemas. Essa abordagem se relaciona diretamente com os espaços *makers*, pois os discentes são postos em situações nas quais precisam pensar em soluções funcionais e utilizar a criatividade. Isso inspira os alunos a pesquisar, projetar e construir. Assim, o objetivo deste trabalho é apresentar as características e práticas dos espaços *makers*, abordando suas potencialidades na educação. Além de visualizar também esses espaços sob a ótica de um habitat de inovação que permite uma primeira aproximação entre educadores e educandos com o ecossistema, conectando-os.

METODOLOGIA

Este estudo classifica-se como exploratório e revisão narrativa, buscando informações sobre práticas e potencialidades já existentes na literatura. Os estudos exploratórios possuem a finalidade de desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores (GIL, 2008), além disso, também proporcionam uma maior familiaridade do pesquisador e do público com um ambiente, fato ou fenômeno (MARCONI; LAKATOS, 2004). As revisões narrativas apresentam questões amplas com fontes frequentemente não especificadas e sínteses qualitativas (COOK et al., 1997).

Os dados utilizados no estudo de revisão narrativa foram recuperados de fontes secundárias, livros, artigos de periódicos, capítulos de livros, artigos de anais de eventos (MARCONI; LAKATOS, 2004), encontrados por meio de buscas nas bases interdisciplinares de trabalhos científicos Scopus e Web of Science. As pesquisas nas bases foram realizadas utilizando os conceitos de *makerspaces*, educação, práticas *makers* e *makerspaces* educacionais. Assim, foram utilizadas publicações científicas e relatos de casos práticos que correlacionassem o movimento *maker*, ou espaços *makers* com os processos educacionais ou práticas educacionais.



FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os espaços *makers* são oficinas compartilhadas que utilizam tecnologias de fabricação digital e uma política de inovação aberta (BÖHMER et al., 2016). Inovação aberta, de acordo com Huizingh (2011), tem como premissa básica um processo aberto com fluxos de conhecimento que possuem a finalidade de acelerar o processo de inovação. Esses elementos permitem que esses locais se tornem não apenas simples ambientes de colaboração, mas também um nicho de aprendizagem, compartilhamento e inovação. Os equipamentos disponíveis nesses locais, por meio de manufatura aditiva (no caso de impressoras 3D) ou de corte, marcação ou desbaste (equipamentos de comando numérico computadorizado como fresadoras ou máquinas a laser), permitem uma vasta gama de possibilidades para execução de projetos dentro do escopo da engenharia e do design (MARTIN, 2015). Além disso, o grande número de tecnologias digitais criadas nos últimos anos permite a materialização de conteúdos que antes não eram acessíveis, por isso o número de *makerspaces* aumentou mais rapidamente em áreas urbanas, como solução para problemas urbanos e sociais (GUTIÉRREZ, 2016).

Espaços *makers* começaram a surgir junto com o fenômeno do autodenominado movimento *maker*. O movimento *maker* da forma que existe hoje se originou nos Estados Unidos da América com a publicação da *Make Magazine*, feita por Dale Dougherty no ano de 2005 (SANG; SIMPSON, 2019). De acordo com Wilczynski (2015), partindo da nomenclatura de movimento *maker*, os *makers* são os indivíduos que desenham e constroem novos dispositivos ou peças, e dividem suas experiências adquiridas nesse processo com outros usuários. Os primeiros espaços *makers* formais para ambientes educacionais foram criados no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), onde Neil Gershenfeld criou um ambiente pedagógico no qual permitia diariamente que as pessoas resolvessem problemas com a criação de ferramentas próprias. O espaço foi batizado de Fab Lab (*Fabrication Laboratory*), e em conjunto foi criado o *Fab Foundation*, fundação responsável por fornecer suporte para a criação de outros Fab Labs ao redor do mundo (HALVERSON; SHERIDAN, 2014).

Essa foi uma importante iniciativa para posteriormente a criação de espaços com propostas semelhantes, porém independentes, tornando o compartilhamento de informações e o acesso às tecnologias mais acessíveis. Com a ausência de ligações institucionais com o MIT e com a *Fab Foundation*, esses espaços receberam o nome de espaços *makers* (ou *makerspace*, em inglês) como nomenclatura mais ampla. Além disso, caso não haja a adoção de algum programa específico, como o caso dos próprios Fab Labs (que apesar de serem espaços alinhados ao movimento *maker* contam com metodologia particular), cada *makerspace* possui regras, serviços e logística própria. Para Anderson (2012), a cultura *maker* e a iniciativa do “faça-você mesmo” evidenciam não apenas uma evolução no modo de criar soluções ou aprender novas ferramentas tecnológicas, mas uma nova revolução industrial, não limitada apenas à inovação aberta para pequenos grupos, mas também como uma forma de acelerar o processo de inovação de grandes corporações.

Outra forma de abordar o conceito de *makerspaces* é visualiza-lo como um habitat de inovação. Para Teixeira et. al (2016), habitats de inovação são espaços que contam com recursos diferenciados, propícios para que as inovações surjam. Para os ambientes *makers*, alguns desses recursos são disponibilidades de equipamentos, *softwares*, e a promoção de eventos que potencializem o número de projetos e permitem que eles surjam com maior velocidade e complexidade. Além disso, os habitats de inovação formam uma rede de colaboradores, permitem maximizar os resultados associados às atividades. Isso pode ser observado como prática comum no movimento *maker*, que permite e encoraja a colaboração e o processo de inovação aberta, pois possui como premissa tornar todos os passos para a



criação dos projetos de domínio público. Existe também uma ligação entre a inovação e a sociedade nesses espaços. Isso se deve às atividades realizadas não excluírem a população, que muitas vezes não está inserida em atividades envolvendo inovação, mas se sentem atraídas por esses ambientes (GUTIÉRREZ, 2016; SMITH et al., 2016). Nesse contexto, espaços *makers* se encaixam dentro da tipologia de habitats de inovação, desempenhando um papel de conector entre pessoas e ideias inovadoras (TEIXEIRA et al., 2016)

Um ecossistema de inovação aberta apresenta três aspectos principais. Inovação aberta, inovação enxuta, e laboratórios de inovação (CHESBROUGH, 2003; BÖHMER; LINDERMANN, 2015) unidos. Esses ecossistemas possuem como principal aspecto uma comunidade participativa e de mente aberta e dinâmica (BÖHMER et al., 2016). Os *makerspaces*, por essa lógica, são habitats de inovação (MATOS; TEIXEIRA, 2018) que possuem características de ecossistema de inovação aberta (BÖHMER; LINDERMANN, 2015), além de compartilharem características de espaços de ensino e aprendizagem. Espaços *makers* podem conectar a indústria às escolas e universidades, pois além de possuírem potencialidades para capacitação de crianças e jovens em novas tecnologias, concomitantemente são facilitadores para o processo de inovação dentro de empresas, que utilizam desses espaços como meio de potencializar o processo de inovação com o auxílio de estruturas ágeis de prototipação (BÖHMER et al., 2016). Além disso, de acordo com Gutiérrez (2016), espaços *makers* podem fomentar a colaboração entre uma ampla gama de atores sociais. Dessa forma, isso evidencia a versatilidade dos ambientes *makers* e sua sinergia com diversas áreas de atuação.

No mundo, espaços *makers* e o movimento *maker* são vistos com bons olhos por instituições e representantes públicos. O governo dos Estados Unidos da América, por exemplo, se mostrou interessado em *makerspaces* e em todo o potencial de espaços de inovação aberta para ensino e aprendizagem. Em 2014 foi emitida nota oficial sobre a criação da primeira feira *maker* da Casa Branca (*White House Maker Faire*), além da criação de um dia nacional do *making* (*National Day of Making*). Essas iniciativas tiveram como objetivo o encorajar o engajamento de pessoas na cultura *maker* para que deixem de ser apenas consumidores de tecnologia e passem a se tornar criadores. Facilitar *makers* a abrirem empresas e gerar empregos, expandir o número de estudantes com acesso a *makerspaces* e lançar desafios para resolução de problemas reais com ideias inovadoras foram algumas medidas adotadas para o fomento da atividade no país (WHITE HOUSE, 2014). Em sua ânsia para recuperar sua posição como um país de criadores de conhecimento, com crescimento econômico e globalização, os Estados Unidos da América recupera sua tradição em fazer os próprios produtos em contraste com a terceirização para países como a China (SANG; SIMPSON, 2019). Isso evidencia um crescente interesse entre a população para as áreas de STEM, pois não há movimento *maker* sem os próprios *makers*.

Nos países europeus, o movimento *maker* teve um resultado semelhante aos EUA, resgatando suas tradições de produtores (SANG; SIMPSON, 2019). Os *makers* e seus sistemas de inovação aberta são vistos como a nova revolução industrial (ANDERSON; 2012), podendo ser a chave para criação de novas formas de pensar, experimentar e criar plataformas de aprendizado e colaboração (HOWARD; GEROSA; MEJUTO; GIANNELLA, 2014). Entre os pontos que merecem destaque no continente, estão os Fab Labs. Apesar de ter fundação no Massachusetts Institute of Technology, mais da metade dos Fab Labs existentes estão na Europa, possuindo inclusive o Fab Lab com maior quadro de funcionários, localizado na cidade de Barcelona, na Espanha (SANG; SIMPSON, 2019). Seguindo os passos dos Estados Unidos da América, a comissão europeia realizou em 2016 a primeira feira *maker* institucional. Com o nome de “*The European Edition*”, o evento ocorreu em Bruxelas, cidade belga. Importante ressaltar que apesar do movimento *maker* ser tratado em âmbito continental, como práticas educativas variam de país para país, o perfil de *makerspaces*



europeus seguem a mesma lógica (EUROPEAN COMMISSION, 2016; SANG; SIMPSON, 2019).

Outro país que utiliza espaços *makers* e o movimento *maker* dentro da educação é a China. Ao contrário de países ocidentais antes citados, que percebem os *makers* como uma oportunidade de retornar ao topo do processo de industrial, os chineses veem como uma oportunidade de alcançar um patamar totalmente novo (TANENBAUM; WILLIAMS; DESJARDINS; TANENBAUM, 2013; SANG; SIMPSON, 2019). O governo chinês, como principal interessado, ativamente se envolve com o processo de financiamento de espaços *makers*, além de conectar esses ambientes com escolas e universidades (SANG; SIMPSON, 2019). Além disso, esses espaços possuem uma forte conexão política e uma enorme expectativa dentro do sistema de ensino chinês em relação às mudanças econômicas emergentes na região (LINDTNER; LI, 2012). Diferente de outros ambientes *makers*, dentro da China eles possuem características muito semelhantes a incubadoras de *start-ups* (SANG; SIMPSON, 2019).

POTENCIALIDADES PARA A EDUCAÇÃO

Apesar de o movimento *maker* ter se desenvolvido fora do ambiente acadêmico ou escolar e possuir majoritariamente entusiastas adultos, de acordo com Martin (2015), existe um interesse cada vez maior entre os educadores em levar crianças e adolescentes a ambientes *makers*, evidenciando que existe disposição de docentes a participarem de projetos que tragam inovações para dentro das salas de aula. Isso se deve a forma positiva que às potencialidades desses espaços são vistas. Elas permitem maior engajamento em atividades práticas, geralmente (mas não exclusivamente) voltadas para áreas como ciências, tecnologia, engenharia e matemática.

Na visão de Paganelli et al. (2016), espaços *makers* podem ser vistos como áreas para estudantes construírem o próprio conhecimento, diferentemente de ambientes clássicos de aprendizagem onde há direcionamento direto de professores. Ao mesmo tempo, os autores afirmam que a cultura *maker* é cada vez mais relevante nos meios educacionais, sendo descritos como um mecanismo para conexões interdisciplinares. Para que os professores possam estruturar práticas eficientes de ensino, é imperativo que se coloquem na posição de usuários dos próprios ambientes *makers*. Além disso, esses locais possuem potencial para auxiliar os educadores a desenvolverem em seus alunos habilidades de resolução de problemas, relevantes para futuras carreiras por meio de um ensino feito por um modelo mais produtivo onde estudantes são participantes ativos, e não passivos (GUTIÉRREZ 2016; PAGANELLI et al., 2016). Atividades realizadas, se bem orientadas, podem potencialmente adicionar ao aluno conteúdos, práticas e mentalidades que não são comumente encorajadas ou contempladas em programas de ensino regulares (BARTON et al., 2016). Os espaços *makers* são um jeito inovador de imaginar a educação. Isso é devido ao alicerce principal do movimento *maker*, que são os próprios *makers* (PEPPLER; BENDER, 2013) trabalhando em sinergia para aprenderem novas habilidades e realizarem seus objetivos.

PRÁTICAS PARA A EDUCAÇÃO

A educação dentro de *makerspaces* não está apenas restrita a uma oficina compartilhada. Para que se tornem ambientes verdadeiramente inovadores, algumas práticas são aplicadas. Essas práticas podem ter o intuito de atrair novos *makers*, promover a interação entre os já existentes, capacitar os usuários ou simplesmente incentivar a criatividade. Um exemplo de prática é a realização de *hackathons* (derivado de *hack* + *marathon*), que são maratonas criadas para a solução de um problema específico ou a realização de um desafio,



isso geralmente ocorre em ambientes propícios a gerar inovação, como *makerspaces* ou outros habitats de inovação (SAFADI, 2014; BÖHMER, A. et al., 2016). De acordo com Safadi (2014), existem dois tipos de *hackathons*. Os internos, que muitas vezes são chamados de *hack day*, e acontecem dentro de instituições fechadas. E os externos, que são os *hackathons* abertos ao público. Dentro do contexto educacional, os internos são amplamente mais utilizados, geralmente organizados dentro de escolas e universidades. Esses eventos costumam geralmente utilizar de contextos sociais e culturais como motivadores de suas atividades educacionais, pois são problemas que os participantes geralmente conseguem identificar (BYRNE; SULLIVAN; O'SULLIVAN, 2018). Os eventos propiciam a existência de uma atmosfera social que incentivam as pessoas a utilizarem desse espaço (SAFADI, 2014), o que por muitas vezes pode ser o diferencial para atrair jovens e despertar os seus interesses por STEM. *Hackathons* realizados em espaços *makers* podem ser chamados de *makeathons*. O termo *makeathon* surge como uma forma de pôr em evidência os *makerspaces* dentro dessa prática.

Outra prática que visa contribuição educacional é a criação de *workshops*, oficinas pontuais para o ensino de habilidades específicas. Os *workshops* estão comumente associados às áreas de STEM, como robótica, programação, desenho digital e outros. De acordo com McCue (2017), diferentemente de um programa de ensino tradicional, um *workshop* pode oferecer a oportunidade dos alunos trabalhem em seus próprios ritmos. Isso é contrastante com o modelo pedagógico geralmente utilizado em *makerspaces*, no qual os alunos são multiplicadores de conhecimento (modelo *peer-to-peer*). O modelo de *workshop* se torna vantajoso para alunos sem experiências prévias em ambientes *makers* ou que não conseguem manter uma rotina (MCCUE, 2017). Esse método se mostra interessante para alunos e professores que não possuem um local próprio destinado às atividades *makers*, podendo utilizar espaços de terceiros de maneiras pontuais.

De maneira espontânea, *makerspaces*, por serem habitats de inovação, são lugares propícios para gerar cooperação e sinergia entre seus usuários. Porém uma prática que visa a maior participação entre os *makers* é a criação de comunidades de prática. Wenger (2002) define que comunidades de prática são grupos de pessoas que dividem um interesse mútuo sobre um determinado tema, interagindo de forma contínua para aprofundar seus conhecimentos e expertises. Além disso, essas comunidades compartilham conhecimentos, conselhos e oferecem ajuda entre si para solução de problemas. Participantes de comunidades de prática em ambientes *makers* agem como mentores mútuos, e desempenham um papel importante para atrair e acolher novos participantes (GALALELDIN; ANIS, 2017). Isso se torna importante tanto para o primeiro contato com os equipamentos quanto em longo prazo como fonte de inspiração para novos projetos. Esses grupos criam uma identidade própria que gera identificação entre seus usuários, contribuindo com, além do conhecimento técnico, habilidades sociais (WENGER, 2002).

As práticas em espaços *makers* diferem-se em relação às percepções de seus usuários no que concerne a espaços clássicos de aprendizagem. Entre eles, destacam-se, despertar a curiosidade, encorajar a diversão no processo de aprendizagem e celebrar soluções únicas (KURTI; KURTI; FLEMING, 2014). O *hackathon* se destaca como uma prática focada na solução de problemas, unindo pessoas ao redor de uma adversidade para destacar uma solução inovadora. Por outro lado, os *workshops* focam na capacitação do indivíduo, seja na utilização das tecnologias disponíveis no *makerspace* ou em relação às competências de *maker*. A criação de comunidades de prática, por outro lado, apresenta foco na criação e manutenção de comunidades, que potencializam a capacidade de resolução de problemas e o trabalho em equipe. Todas essas ações corroboram com a ideia de *makerspaces* estarem inseridos dentro do conceito de habitats de inovação (TEIXEIRA et al., 2016), pois instigam ideias inovadoras dentro de um espaço compartilhado no qual há fácil difusão de informações.



DESAFIOS

A inserção de tecnologias direcionadas a espaços *makers* ainda é incipiente dentro do programa escolar. Talvez o maior desafio para escolas de ensino fundamental e médio seja definir o que realmente funciona como contribuição para a aprendizagem (HALVERSON; SHERIDAN, 2014). Para Sang e Simpson (2019), outros fatores determinantes são como motivar jovens a participarem de projetos em grupos, e como motiva-los em longo prazo. Muitas dessas pessoas mostram interesses pontuais e tendem a não se engajarem em projetos que exijam certo grau de complexidade. O fato de jovens não serem capazes de manterem seu foco reduz o número de projetos possíveis de serem realizados e por consequência seu efeito educacional (SANG; SIMPSON, 2019).

Um dos princípios predominantes da pedagogia *maker* é fazer artefatos tecnológicos por meio da prática. Uma boa aplicação de conhecimento científico relacionado a ferramentas tecnológicas acessíveis incentiva uma melhor compreensão da relação simbólica entre ciência e tecnologia (BULLOCK; SATOR, 2015). A pedagogia, de acordo com Sang e Simpson (2019), desempenha um papel vital em espaços de educacionais voltados para crianças e jovens. Visando desenvolver e programar atividades educacionais para *makers*, encontram-se problemas com as metodologias de ensino ainda não muito bem alinhadas. Apesar disso, os ambientes *makers* ainda apresentam vantagem para o ensino de áreas técnicas em relação a modelos clássicos de aprendizagem onde pouca atenção parece ser dada para as possibilidades dentro dos currículos de alunos criarem, adaptarem ou desmontarem (para fins de compreensão) aparelhos tecnológicos (BULLOCK; SATOR, 2015)

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As mudanças do perfil econômico mudaram as relações de trabalho no mundo, e os espaços *makers* são percebidos como espaços futuros de inovação para usuários adquirirem uma gama de habilidades necessárias a fim de se desenvolverem neste cenário (TAN, 2019). Os responsáveis pelo ensino dentro destes ambientes esforçam-se para iniciar uma nova filosofia pedagógica em um ambiente livre, com oportunidades para envolver os jovens em experiências práticas e assim torna-los aptos a entenderem como a ciência e a tecnologia funcionam (SANG; SIMPSON, 2019). Como apontado por Halverson e Sheridan (2014), ainda existem muitas lacunas a serem preenchidas em relação à formalização de ensino dentro de espaços *makers*. O real objetivo da educação aliada à espaços *makers* e os melhores parâmetros para mensurar o sucesso de um novo sistema de ensino ainda não são claros (ERIKSSON et al., 2018).

Além disso, as potencialidades dos ambientes *makers* estão diretamente associadas às inovações tecnológicas presentes nesses espaços e a forma como são utilizadas. A incipiência de equipamentos tecnológicos em ambientes educacionais clássicos é um motivador para que alunos e professores procurem e ocupem *makerspaces* e se tornem *makers*. Ademais, a inserção de discentes em um habitat de inovação que promova competências e estimule práticas inovadoras, mais do que apenas promover capacidades individuais, integra essas pessoas dentro do contexto ecossistema de inovação de forma atuante. Ser um aluno *maker* e poder contar com a combinação de equipamentos tecnológicos e ensino específico nas áreas de STEM e artes podem aumentar habilidades tecnológicas e a capacidade de jovens ativamente assumirem projetos (SANG; SIMPSON, 2019). Além disso, a relação de acesso tecnológico associada a uma forte base científica permite não só ao aluno, mas também aos professores, ampliar as experiências em relação ao ato de criar algo novo, inspirando a discussão sobre a real utilidade de conceitos que eram antes abstratos quando apresentados dentro de uma sala de aula, motivando todos os envolvidos (BULLOCK; SATOR, 2015).



Este trabalho demonstrará um crescente interesse por espaços *makers*, tanto na educação quanto na indústria. Essa versatilidade em um habitat de inovação permite a democratização do acesso ao conhecimento entre os *makers*. Além disso, gestores de países da União Europeia e os Estados Unidos da América, apostam no movimento *maker* como forte aliado para a reestruturação de suas indústrias. Isso permite a inserção de alunos no que Anderson (2012) chama de nova revolução industrial. Por outro lado, a China, que conta com forte apoio governamental, visualiza os espaços *makers* como laboratórios destinados a empresas jovens, como uma forma de impulsioná-las no futuro. Os estágios em que essas regiões se encontram em relação ao ensino atrelado a ambientes *makers* evidencia a força que políticas públicas têm em relação à qualidade de trabalho, ensino e aprendizagem em ambientes criativos. Além disso, a sociedade civil também desempenha importante papel dando suporte para que as ações dos ambientes *makers* sejam bem-sucedidas (GUTIÉRREZ, 2016).

Além disso, as práticas destacadas anteriormente reúnem a comunidade *maker* em desafios e gincanas que além de melhorarem a capacidade de trabalho em grupo e o senso competitivo, podem promover melhorias úteis como, por exemplo, a resolução de um problema urbano (PIRES; ERLICH, 2015). A prática de *workshops* contribui com o primeiro contato do aluno com ambientes de prototipação digital, além da diversificação das atividades de forma pontual, o que ajuda a manter o interesse dos usuários que muitas vezes se cansam de trabalhar por longos períodos no mesmo projeto, o que é comum quando professores sem o alinhamento necessário utilizam *makers* como sala de aula (MCCUE, 2017; SUNG; SIMPSON, 2019). Diferente das duas práticas anteriores, a criação de grupos de práticas se mostra muito mais verticalizada dentro da educação, pois a sinergia entre discentes que compartilham dos mesmos objetivos poderá se refletir inclusive dentro de *hackathons* (melhorando o desempenho de um grupo melhor alinhado) e *workshops* (na recepção de um novo aluno dentro do espaço *maker* ou no processo de troca de experiências) (WENGER, 2002; GALALELDIN; ANIS, 2017).

Outro ponto importante, é que apesar de equipamentos como impressoras 3D, fresadoras CNC e máquinas de corte a laser estarem cada dia mais acessíveis, é imprescindível uma melhor capacitação e alinhamento entre os docentes, especialmente entre alunos mais jovens. As tecnologias disponíveis em *makerspaces*, apesar de em primeiro momento despertar interesse dos alunos, precisam estar fortemente atreladas a um plano de ensino bem elaborado para que isso não se esvaia com o tempo (SUNG; SIMPSON, 2019). É imperativo que professores que utilizem espaços *makers* sejam *makers*. Apenas sendo usuários, os docentes poderão aperfeiçoar os currículos e simplificar o ensino de STEM (BULLOCK; SATOR, 2015). Além disso, Gutiérrez (2016) aponta que espaços *makers* podem muitas vezes não possuir um critério de padronização de produtos finais, podendo comprometer a segurança dos usuários em relação à segurança dos materiais.

CONCLUSÃO

Utilizando como base a literatura, as características relacionadas a espaços *makers* expostas nesse artigo corroboram com a ideia de constante transformação nas atividades realizadas nos ambientes *makers*. Isso mostra um alinhamento com a ideia de que esses espaços são ecossistemas de inovação aberta (BÖHMER; LINDERMANN, 2015). Foram explicitadas também diferentes práticas comumente associadas aos espaços *makers* como forma de fomentar e aperfeiçoar a utilização desses ambientes. As potencialidades para a educação por meio de reformulações do currículo para inserção das tecnologias presentes nesses espaços justificam a aposta que várias regiões do mundo para investimentos visando potencializar tanto o ensino, por meio da capacitação de professores, quanto à aprendizagem

por meio da imersão dos alunos em ambientes tecnológicos. Mostrou-se também que essas regiões alocam inclusive recursos públicos (SANG; SIMPSON, 2019), ampliando o acesso à *makerspaces* e visando que os alunos *makers* de hoje possam se tornar profissionais capacitados no futuro.

Além disso, alguns desafios e pontos não muito bem alinhados foram mencionados (BULLOCK; SATOR, 2015; GUTIÉRREZ, 2016). Halverson e Sheridan (2014) apontam algumas inconsistências em relação ao tema, ainda não respondidas por outros autores e que são sugestões para pesquisas futuras. Pois primeiramente há dificuldade em quantificar de forma individual e objetiva a melhoria em competências específicas dos alunos. Outra recomendação de pesquisas futuras tem relação em como inserir um ambiente de inovação aberta em um currículo escolar. Identificando se é possível utilizar suas potencialidades como complemento ou como substituto para o que já existe dentro de sala de aula. Além disso, outro aspecto apontado é em relação à falta de padronização dos equipamentos e materiais, que apesar de diversificar o potencial dos ambientes, pode significar um risco aos usuários com materiais não muito bem identificados. Dessa forma, o presente trabalho cumpriu seu objetivo ao apresentar algumas características de espaços *makers*, evidenciando suas práticas e potencialidades, levando em conta seu papel como habitat de inovação e ambiente educacional.

Referências

- ANDERSON, C., *Makers: The New Industrial Revolution*. Random House, 2012.
- BARTON, A. C.; TAN, E.; GREENBERG, D. The makerspace movement: Sites of possibilities for equitable opportunities to engage underrepresented youth in STEM. *Teachers College Record*. 119 (6), 11-44, 2016.
- BLACKLEY, S.; HOWELL, J. A STEM Narrative: 15 Years in the Making. *Australian Journal of Teacher Education*, 40(7), 2015.
- BLACKLEY, S.; SHEFFIELD, R.; MAYNARD, N.; KOUL, R.; WALKER, R. "Makerspace" and Reflective Practice: Advancing Pre-Service Teachers in STEM Education. *Australian Journal of Teacher Education*, v42 n3 Article 2 p22-37, 2017.
- BYRNE, J. R.; SULLIVAN, K.; O'SULLIVAN, K. Active Learning of Computer Science Using a Hackathon-like Pedagogical Model. 2018. *IEEE Transactions on Education* 60 (1), 50-58, 2018.
- BÖHMER, A.; RICHTER, C.; HOSTETTLER, R.; SCHNEIDER, P.; PLUM, I.; BÖHLER, D.; LINDEMANN, U.; CONRADT, J.; KNOLL, A. THINK. MAKE. START. - AN AGILE FRAMEWORK Ds 84: Proceedings of the Design 2016 14th International Design Conference, Vols 1-4, 2016.
- BÖHMER, A. I.; LINDERMANN, U. "Open Innovation Ecosystem: Towards collaborative innovation", In: Proceedings of the 20th International Conference on Engineering Design (ICED15), pp. 1-10, 2015.
- BULLOCK S. M.; SATOR A. J. Maker pedagogy and science teacher education. *Journal of the Canadian Association for Curriculum Studies*. Vol. 13, No 1, 2015.



CHESBROUGH H. W. *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Harvard Business School Press, 2003.

COOK D. J.; MULROW C. D.; HAYNES R. B. et al. Systematic reviews: synthesis of best evidence for clinical decisions. *Ann Intern Med*, 1997.

ERIKSSON, E.; HEATH, C.; LJUNGSTRAND, P.; PARNES, P. Makerspace in school—Considerations from a large-scale national testbed. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 16, 9–15. doi:10.1016/j.ijcci.2017.10.001, 2018.

EUROPEAN COMMISSION (2016). First-ever EU institutional maker faire. 31 de Maio de 2016. Disponível em: <<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/first-ever-eu-institutional-maker-faire>>. Acesso em 2 de maio de 2019.

GALALELDIN, M. A. A.; ANIS H. Impact of Makerspaces on Cultivating Students' Communities of Practice Abstract American Society for Engineering Education, 2017.

GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.

GUTIÉRREZ R. T. Approaching maker's phenomenon, *Interaction Design and Architecture(s) Journal - IxD&A*, N.30, pp. 19-29, 2016.

HALVERSON E. R.; SHERIDAN K. M. *The Maker Movement in Education*. Harvard Educational Review, 2014.

HOWARD, C.; GEROSA, A.; MEJUTO, M. C.; GIANNELLA, G. The maker movement: A new avenue for competition in the EU. *European View*, 13(2), 333–340, 2014.

HSU, YC.; BALDWIN, S; CHING, Y. H. Learning through Making and Maker Education *TechTrends*, 2017.

HUIZINGH E. K.R.E., *Open innovation: State of the art and future perspectives*, Technovation 2011.

LINDTNER, S.; LI, D. Created in China: The Makings of China's Hackerspace Community. *Interactions*, 2012.

MCCUE, R. Flipping the Makerspace to Maximize Active Learning Time in Introductory Workshops. *Library Systems*. University of Victoria, 2017.

MATOS G. P.; TEIXEIRA C. S. *Terminologia de Habitats de Inovação: Base para alinhamento*— Florianópolis, ISBN 978-85-7138-034-9, 2018.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. *Metodologia científica*. São Paulo: Atlas, 2004.

MARTIN, L. The promise of the maker movement for education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 5(1), 30–39. doi:10.7771/2157-9288.1099. 2015

PAGANELLI, A.; CRIBBS, J. D.; HUANG, X.; PEREIRA, N.; HUSS, J.; CHANDLER, W.; PAGANELLI, A. The makerspace experience and teacher professional development. *Professional Development in Education*, 43(2), 232–235. doi:10.1080/19415257.2016.1166448, 2016.

PEPLER, K.; BENDER, S. Maker movement spreads innovation one project at a time. *Journal Phi Delta Kappa*, vol. 95 Pages 22-27, 2013.

PINTO, S. L. U.; AZEVEDO, I. S. C.; TEIXEIRA, C. S.; BRASIL, G. S. P. S.; HAMAD A. F. O MOVIMENTO MAKER: ENFOQUE NOS FABLABS BRASILEIROS *Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo*, v. 3, n. 1, p. 38-56, jan-fev, ISSN: 2448-2889, 2018.

PIRES, C. L. L.; ERLICH M. B. Prototipagem Urbana: reativando espaços públicos através de maratonas colaborativas de fabricação digital 1º Congresso Internacional Espaços Públicos, 2015.

SAFADI, Y. *The Hack-Charrette: design a model for engaging teams in tech innovation*. Philadelphia: MiD, 2014.

SANG, W; SIMPSON, A. The Maker Movement: a Global Movement for Educational Change *Int J of Sci and Math Educ*, 2019.

SMITH A. [et al]. *Grassroots Innovation Movements*. doi:10.4324/9781315697888, 2016.

TAN, M. When Makerspaces Meet School: Negotiating Tensions Between Instruction and Construction *J Sci Educ Technol*, 2019.

TEIXEIRA C. S. [et al.] *Habitats de Inovação: alinhamento conceitual*. – Florianópolis: Perse, 10p. : il 1 e-book Disponível em: <<http://via.ufsc.br/>> ISBN 978.85.464.0255.7>. 2016.

TANENBAUM, J. G.; WILLIAMS, A. M.; DESJARDINS, A; TANENBAUM, K. *Democratizing technology: Pleasure, utility and expressiveness in DIY and maker practice*. 2013.

KURTI R. S.; KURTI D. L.; FLEMING L. *The Philosophy of Educational Makerspaces Part 1 of Making an Educational Makerspace*, 2014.

V. WILCZYNSKI, “Academic maker spaces and engineering design,” in *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*, vol. 122nd ASEE, no. 122nd ASEE Annual Conference and Exposition: Making Value for Society, 2015.

WENGER, E.; MCDERMOTT, R.; SNYDER, W. *Cultivating communities of practice: A guide to managing knowledge*. Harvard Business Press, 2002.

WHITE HOUSE. *The White House Maker Faire: “Today’s D.I.Y. Is Tomorrow’s 'Made in America'”*. 18 de Junho de 2014. Disponível em: <<https://obamawhitehouse.archives.gov/blog/2014/06/18/president-obama-white-house-maker-faire-today-s-diy-tomorrow-s-made-america>>. Acesso em 1 de maio de 2019.