

## FAB LABS: ESTÍMULO À INOVAÇÃO, USANDO A FABRICAÇÃO DIGITAL

Sérgio Maravilhas<sup>1</sup>; Joberto Martins<sup>1</sup>

<sup>1</sup> UNIFACS - Universidade Salvador - Laureate International Universities  
[smaravilhas@ua.pt](mailto:smaravilhas@ua.pt); [joberto.martins@unifacs.br](mailto:joberto.martins@unifacs.br)

### Resumo

*A análise dos diversos tipos de espaços colaborativos de fabricação – Maker Spaces – como Fab Labs, Hackerspaces e Techshops, e seu impacto económico e social nos ambientes onde estão inseridos será realizada. Serão, também, analisadas as vantagens destes espaços na inserção de indivíduos no mundo da técnica, sem discriminação de género, habilitações, formação, raça ou religião. A inserção de mulheres nestes espaços, e a formação de adultos e jovens que não seguiram estudos na universidade será ressaltada. O objetivo deste trabalho é estudar a criação de espaços colaborativos para a inovação na exploração das capacidades criativas das suas comunidades, focando em espaços de fabricação digital do tipo Fab Lab. Serão descritos os resultados conducentes à inovação criados nestes espaços, assim como os seus vários intervenientes. A aprendizagem colaborativa e a construção de uma comunidade potenciam a partilha de experiências e conhecimentos que alavancam a criação de novas invenções com potencial de inovação. A utilização de tecnologias de fabricação digital, disponíveis nestes espaços, em conjunto com o conhecimento disponível e partilhado na rede de que fazem parte, torna possível verificar rapidamente a aceitação das soluções concebidas e medir o interesse do público assim como as suas críticas e sugestões de melhoria. Alguns exemplos de vantagens e de soluções promovidas por estes espaços serão apresentadas. Na empresa Ford Motors, em apenas um ano os pedidos de patente aumentaram cerca de 50%.*

**Palavras-chave:** Conhecimento, Fabricação Digital, Inovação, Tecnologia.

### Abstract

*The analysis of several collaborative manufacture spaces – Maker Spaces – like Fab Labs, Hackerspaces, and Techshops, and its social and economic impact in the environments where they are inserted will be fulfilled. The advantages of these spaces in the insertion of individuals in the world of technique, without discrimination of gender, qualifications, training, race or religion will also be analyzed. The insertion of women in these spaces, and the training of adults and youngsters who did not follow studies at the university will be highlighted. The goal of this work is to study the creation of collaborative spaces for innovation in the exploration of the creative capacities of their communities, focused on spaces of digital manufacturing like Fab Labs. The results leading to innovation created in these spaces, as well as its various stakeholders will be described. Collaborative learning and building a community enhance the sharing of experience and knowledge that leverage the creation of new inventions with innovation potential. The utilization of digital manufacturing technologies, available in these spaces, together with the knowledge available and shared in the network where they belong, make possible to quickly verify the acceptance of the solutions conceived and measure the public interest as well as its critiques and suggestions of improvement. Some examples of*

*advantages and solutions promoted by these spaces will be presented. In only one year, Ford Motors improved patent submissions in 50%*

**Key-words:** Digital Fabrication, Innovation, Knowledge, Technology.

## 1. Introdução

Um espaço colaborativo para estímulo à inovação é um local de aprendizagem, através da troca e partilha de conhecimentos e experiências entre os seus membros. Existem várias tipologias destes espaços, como Fab Labs, Techshops, Hackerspaces, sendo que todos eles são Maker Spaces, espaços de construção e realização de projetos individuais e coletivos, suportados pelo conhecimento e competências dos seus membros que, partilhados, se tornam em soluções finais mais completas e adequadas à satisfação das necessidades que as originaram e motivaram.

A proposta destes espaços visa possibilitar a construção de um objeto que seja necessário e faça falta ao seu idealizador, e não a produção em massa, sendo que os seus utilizadores, os Makers, normalmente desenham e concebem produtos que vão de encontro às suas próprias necessidades e desejos, e não às do mercado de massas. No entanto, algumas soluções podem ser escaladas para a satisfação de necessidades semelhantes de um grupo maior, podendo tornar-se um produto de alcance mais amplo do que o inicialmente previsto.

Ao mesmo tempo, permite alavancar a inovação através do uso de recursos tecnológicos disponíveis nesse espaço, estimulando a criatividade dos seus participantes e possibilitando o desenvolvimento de produtos e soluções, com base em projetos próprios provenientes de ideação, ou pela construção suportada no conhecimento desenvolvido por outros elementos em colaboração, enriquecendo o resultado final.

Será analisada a forma como num Fab Lab, ou fabrication laboratory ou fabulous laboratory (Gershenfeld, 2005, 2012), que é um laboratório de fabricação digital, que serve de plataforma de prototipagem de objetos físicos (Eycheenne; Neves, 2013), com amplas vantagens educacionais (Mandavilli, 2006; Blikstein, 2014) sociais e económicas (Anderson, 2010, 2012; Troxler, 2014) é estimulada a criatividade, a inventividade e a inovação, assentes na partilha de conhecimentos e experiências, alavancando o resultado final dos projetos individuais e coletivos.

## 2. Revisão da Literatura

Com origem em 2001 no Massachusetts Institute of Technology (MIT), no Center for Bits and Atoms (CBA) dirigido por Neil Gershenfeld, vinculado ao célebre MIT Media Lab, o primeiro Fab Lab foi financiado pela National Science Foundation (NSF) dos Estados Unidos da América

(EUA), e surge com base no sucesso do curso ministrado pelo próprio Gershenfeld intitulado “How to Make (Almost) Anything” (Gershenfeld, 2012).

Eychenne e Neves referem que estes Fab Lab são o “componente educacional de sensibilização à fabricação digital e pessoal, democratizando a concepção das tecnologias e das técnicas e não somente o consumo” (2013, p.10).

Com o lema “Learn, Make, Share” (Aprende, Faz, Partilha), estes espaços visam empoderar os seus membros para a realização de soluções sustentáveis, de cariz local e comunitário, usando ferramentas e equipamentos de fonte aberta, sempre que possível (open software, open hardware, open design, open learning), de modo a permitir a todos a possibilidade de criarem a baixo custo produtos que satisfazem a necessidade de uma, de cem, ou de mil pessoas, com a possibilidade de muito rapidamente mostrar a viabilidade dessas ideias através da aceitação pela comunidade, alavancando melhorias que farão essas soluções evoluir colaborativamente ([http://www.forbes.com/2008/08/13/diy-innovation-gershenfeld-tech-egang08-cx\\_ag\\_0813gershenfeld.html](http://www.forbes.com/2008/08/13/diy-innovation-gershenfeld-tech-egang08-cx_ag_0813gershenfeld.html)).

Para rapidamente se perceber a viabilidade da solução, as máquinas e ferramentas existentes no espaço permitirão elaborar um protótipo que, não sendo viável, levará à procura de novas soluções (<http://www.makerinnovation.cc>; <http://wefab.cc/>).

Falhe cedo, falhe barato... falhe sempre..., continuando a aprender e evoluir para que o empreendedorismo seja incentivado e emulado por outros (<http://www.instructables.com/id/FabYearBook-2010/>).

Nestes espaços colaborativos é fomentada a participação de todos os membros da comunidade, incentivando a igualdade de raça e de género, beneficiando do conhecimento cruzado, partilhado por cada cultura e subcultura, que enriquecerá o resultado final.

Os alunos são incentivados a serem produtores de conhecimento e não meros receptores passivos (<http://studentasproducer.lincoln.ac.uk/>).

Professores, pesquisadores e alunos, jovens e mais experientes, homens e mulheres, de todas as raças e credos, pequenos empresários, inventores e empreendedores, membros da comunidade local, todos numa relação de horizontalidade, sem títulos ou galardões, apenas a competência e o respeito mútuos, trabalhando e aprendendo uns com os outros num espaço comum.

Os Fab Lab constroem pontes entre os engenheiros e a fabricação de produtos de alta tecnologia, e outros atores normalmente mais avessos à técnica e à fabricação manual.

Assim, potenciam a entrada de mulheres nas áreas mais técnicas e de Engenharia, como também atraem estudantes e profissionais das Artes e Humanidades, Design e Arquitetura, permitindo-lhes concretizar as suas ideias com base em tecnologia disponível e acessível, suportando invenções criativas e processos estéticos que enriquecerão os resultados de pesquisa e

desenvolvimento (P&D). Jovens que abandonaram os seus estudos ou não desejaram prosseguir com estudos universitários, também encontram nestes espaços o apoio necessário para a aquisição de conhecimentos práticos que lhes podem ser úteis na sua vida ativa, potenciando a criação do próprio emprego e a abertura dos seus próprios negócios.

A tipologia de Fab Lab académico, criado em universidades ou centros de pesquisa, tem por objetivo o desenvolvimento de uma cultura de aprendizagem pela prática, dando aos estudantes, professores, inventores independentes e empreendedores a possibilidade de aprender fazendo, criando um espaço transdisciplinar aberto ao exterior (<http://fab.cba.mit.edu/about/faq/>).

Nestes casos, o financiamento depende da universidade ou centro de pesquisa onde estão instalados, assim como a compra de equipamentos e materiais necessários ao seu funcionamento, tendo a sua vertente pedagógica assegurada por professores e bolsistas de Pós-Doutorado (Eychenne; Neves, 2013, p.18) que suportam a gestão e manutenção do espaço e sua dinamização (<http://www.fabfoundation.org>).

Funcionando em rede, à semelhança da Internet que os suporta, existem atualmente 678 Fab Lab em todo o mundo, dezessete no Brasil (<http://www.fabfoundation.org/fab-labs/>; <https://www.fablabs.io/labs>), facilitando o compartilhamento da informação e do conhecimento, ligando pessoas e organizações e, desta forma, possibilitando a inovação colaborativa (Hatch, 2013; Troxler, 2014).

Estes espaços visam desenvolver o acesso a conhecimentos de ciência e engenharia, democratizando a prática do uso de técnicas nos projetos propostos (Blikstein, 2014), possibilitando cursos de formação a toda a comunidade sobre a utilização dos equipamentos disponíveis no espaço, permitindo o uso de máquinas para a realização de projetos próprios ou para a participação em projetos colaborativos da rede Fab Lab (Walter-Herrmann; Büching, (Eds.), 2014).

À semelhança dos inventores e empreendedores do século XIX e início do século XX, que trabalhavam nas suas horas vagas num barracão, porão ou, mais recentemente, garagem (HP, Apple, Google, etc.), criando protótipos daquilo que posteriormente se viria a tornar um produto bem sucedido num determinado mercado (Rifkin, 2011), estes espaços possibilitam o acesso a ferramentas e máquinas tecnologicamente avançadas, inseridas numa rede de participantes, designados Makers ou Tinkerers, que podem ajudar a esclarecer dúvidas e ultrapassar obstáculos, mais rapidamente do que acontecia com o inventor solitário (Anderson, 2010, 2012).

## CONDIÇÕES BÁSICAS ESSENCIAIS PARA A ABERTURA DO ESPAÇO

Para a abertura de tal espaço, o investimento inicial ronda os 300.000 Reais, de acordo com o inventário necessário proposto pelo CBA, acrescido do custo mensal de salários e manutenção das máquinas e do local.

Normalmente, a universidade ou centro de pesquisa disponibiliza o espaço e compra as máquinas, acessórios e consumíveis, treina a equipa responsável e paga os seus salários, podendo disponibilizar bolsistas que colaboram na organização do espaço e agendamento de horários, enquanto realizam os seus projetos e estágios.

Na página Web da Fab Foundation (<http://www.fabfoundation.org/fab-labs/setting-up-a-fab-lab/ideal-lab-layout/>) podemos encontrar uma indicação de como poderá ser implementado um Fab Lab no que respeita às suas dimensões, organização e equipamentos necessários.

Eychenne e Neves (2013, p.27), após visitarem vários espaços em diferentes países, verificaram alguns pontos comuns, como: área entre 100 e 250m<sup>2</sup>; pelo menos uma sala separada e fechada para uso da fresadora de grande formato; uma grande área central aberta com bancadas laterais contendo de um lado máquinas menos ruidosas e do outro as máquinas potencialmente perigosas ou que geram poeira, equipamentos informáticos para trabalho e mesas de reunião; espaço para refeições rápidas equipado com máquina de café e geladeira; espaço de exposição dos projetos finalizados; local para guardar materiais e ferramentas.

Relativamente às máquinas e equipamentos para apetrechar o local, cinco máquinas de comando numérico constituem a sua base: uma cortadora de vinil, uma cortadora a laser, uma impressora 3D, uma fresadora de precisão e uma fresadora de grande formato.

Estando o seu conceito baseado nas filosofias de open innovation, open software e open hardware (Troxler, 2014) isso reduz o seu custo, pois existem várias máquinas que podem ser construídas por elas mesmas, permitindo replicar equipamentos a um custo muito reduzido (Gershenfeld, 2005, 2012; Troxler, 2014).

O open software e outros projetos open source como o Arduíno – circuito impresso possuindo um microcontrolador que permite o controle de chips e sensores – também possibilitam a realização de vários projetos a baixo custo (Walter-Herrmann; Büching (Eds.), 2014).

A Fab Foundation (<http://www.fabfoundation.org>) também se pronuncia quanto à equipa necessária para o correto funcionamento do espaço, sendo que o padrão se constitui por: um Diretor, um Fab Manager, um Guru e três Estagiários (Eychenne; Neves, 2013, p. 37).

Vários exemplos e relatos demonstram a importância destes locais para a educação científica e tecnológica, nomeadamente a aprendizagem de conceitos de Engenharia e Matemática, Cálculo (Blikstein, 2014), estímulo à criatividade e desenvolvimento de inovações, que permitem solucionar problemas locais das comunidades onde estes laboratórios se inserem, promovendo a inovação e economia sociais, empoderando as pessoas que fazem parte destas redes permitindo-lhes uma autonomia nunca antes imaginada (Mandavilli, 2006; Troxler, 2014).

Pelo facto de toda a documentação resultante dos projetos ser disponibilizada a toda a rede, o potencial de disseminação de informação permite a construção sobre conhecimento prévio, alavancando a inovação e rentabilizando as pesquisas já realizadas.

Deste modo, a inovação aberta e a inovação ascendente são privilegiadas, tornando o modelo Do It Yourself (DIY) em Do It With Others (DIWO), ou Do It Together (DIT) (<http://makercity.wpengine.com/docs/makercity-preview-chapter.pdf>, p. 6), maximizando a função educacional e de pesquisa, com impactos sociais locais (Eychenne; Neves, 2013, pp. 45, 61).

Com vertente vincadamente educacional e de pesquisa, interdisciplinar, multidisciplinar e intradisciplinar (Blikstein, 2014; Troxler, 2014), permite desenvolver projetos inovadores de elevada qualidade científica e alta relevância social.

Seguindo o modelo Faster, Higher, Better, More Precise (mais rápido, mais alto, melhor, mais exato ou com mais precisão), apelando aos critérios de eficácia, potencial de transferência de conhecimento, originalidade e colaboração interdisciplinar (<http://fablab-luzern.ch/>), para o sucesso destes espaços.

Estes espaços têm a vantagem de se basear num modelo internacional já devidamente testado, oferecendo um local com uma atmosfera inovadora que possibilita o encontro fortuito, mas frutuoso, entre os seus membros (<http://www.thefreelibrary.com/Fabricating+dreams+in+3D%3A+FabLab+Luzern.-a0336489127>), à semelhança do que sucede nas empresas mais inovadoras como a Google, a IDEO, a IDEALab, a Pixar, a Apple, entre outras (Dodgson; Gann, 2014; Isaacson, 2011, 2014; Kahney, 2009, 2013; Majaro, 1990).

Um Fab Lab atrai mais atores de empresas do que a universidade só por si consegue fazer. Com o seu conceito inovador de DIY, abre inúmeras possibilidades para as universidades e garante um índice de produtividade que será relevante para o aumento do volume de inovações e a consequente criação de riqueza daí decorrente (<http://www.instructables.com/id/FabYearBook-2010/>).

## ORIGINALIDADE E EFICÁCIA NA CRIAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE CONHECIMENTO

O Brasil, não sendo ainda líder mundial de inovação, tem um enorme potencial de crescimento, podendo arrecadar enormes somas com o conhecimento gerado e a respetiva transferência de tecnologia, criadas num espaço colaborativo, ou espaço Maker.

Assim, no que respeita à sua originalidade e eficácia, a rede de Fab Labs mundial serve de garante para o sucesso destes projetos.

Atualmente, os produtos inovadores são desenvolvidos com base em prototipagem rápida em departamentos de P&D de universidades e institutos de pesquisa, e em algumas empresas de maior porte. Apenas um pequeno grupo de especialistas tem a possibilidade de realizar protótipos num curto período de tempo e usando meios simples (Anderson, 2010, 2012). Num Fab Lab este processo é democratizado e as novas tecnologias ensinadas para que todos possam usufruir do espaço e dos equipamentos.

Relativamente à sua eficácia, desde 2001 no MIT e desde 2005, data em que o primeiro Fab Lab foi criado fora do MIT, que o modelo se tem revelado como um facilitador para a criação de inovações regionais, construindo pontes e relações entre especialistas em tecnologia, design, educação, pequenos empresários e empreendedores, arquitetos, artistas, organizações sem fins lucrativos, etc. mesmo grandes empresas como a Ford recorrem a espaços Maker para estimular a criatividade dos seus funcionários e com isso gerar soluções a integrar nos seus veículos (<http://makercity.wpengine.com/docs/makercity-preview-chapter.pdf>, p.20).

A ideia de Fab Lab repousa sobre a interação social, envolvendo em projetos tanto os académicos como os artesãos, os faz-tudo e habilidosos de garagem, trazendo para a aprendizagem manual e prática aqueles que nos últimos anos se têm distanciado da tecnologia e escolhido uma formação mais intelectual e menos física, mão-na-massa. A interação entre pessoas com estas diversas competências e características, juntamente com a formação adquirida sobre a utilização dos equipamentos, criará um ambiente criativo e estimulante graças ao poder da diversidade intelectual e cultural (<http://www.thefreelibrary.com/Fabricating+dreams+in+3D%3A+FabLab+Luzern.-a0336489127>).

Quanto ao potencial de transferência do conhecimento gerado, os Fab Lab beneficiam de uma vasta rede mundial que potencia a adoção dos conhecimentos criados nos vários laboratórios espalhados pelos vários continentes, permitindo testar a aceitação de um número potencial de utilizadores e adaptar, melhorar ou complementar as versões iniciais com o retorno, o feedback, obtido por esta via. A realização de várias Maker Faires por todo o mundo são outra forma de partilhar conhecimentos e de unir os Makers em redes colaborativas (<http://makerfaire.com/>).

Em relação à colaboração interdisciplinar, esta é potenciada, como já referido, pelos inúmeros técnicos, académicos e habilidosos que cruzam o espaço e contribuirão com dicas, conselhos, avisos e sugestões. Várias áreas do saber estão presentes como: a eletrônica, a mecânica, a informática, o design, a química, a administração, as artes plásticas, as humanidades, entre várias outras.

Esta mistura torna estes espaços em caldeirões de cultura e ciências que permitem a todos ensinar e aprender, enriquecendo cada uma das visões de mundo envolvidas e lucrando todos com a multiplicidade de conhecimentos obtidos (<http://www.instructables.com/id/FabYearBook-2010/>).

## RENTABILIZAÇÃO ECONÓMICO-FINANCEIRA

O grande desafio é encontrar parceiros industriais que desejem utilizar o espaço, rentabilizando financeiramente a continuação da aquisição de materiais e a manutenção dos equipamentos.

Esta solução permite uma pesquisa de mercado muito rápida e eficaz com a possibilidade de incrementar a solução final com base na aceitação e críticas recebidas.

A transferência de tecnologia entre o Fab Lab e a indústria também pode ser potenciada globalmente pois um produto desenvolvido na Bahia poderá resolver um problema ou necessidade num outro local do mundo onde a rede está presente.

Recordemos que num espaço colaborativo com um ambiente conducente à inovação, o mais importante não são as máquinas e equipamentos, mas sim as pessoas e suas ideias (Dodgson; Gann, 2014), que devem ser estimuladas e acarinhadas para a produção de soluções novas que possam ser usadas para resolver problemas locais da comunidade e empoderar o seu criador e os beneficiados pela solução. A tecnologia é apenas um facilitador para esse fim. É esse o objetivo a atingir por estes espaços.

### **3. Objetivos deste trabalho de pesquisa**

O objetivo deste trabalho é estudar a criação de espaços colaborativos para a inovação na exploração das capacidades criativas das suas comunidades, focando a pesquisa nos laboratórios ou oficinas de fabricação digital do tipo Fab Lab.

Visa, também, analisar as melhores práticas adotadas nestes espaços e monitorar as vantagens daí decorrentes, acompanhar os resultados conducentes à inovação criados neste espaço, assim como os seus vários intervenientes, para que possam ser replicadas por outros interessados.

#### **3.1 OBJETIVOS GERAIS**

Este trabalho visa compreender o funcionamento de espaços criativos e colaborativos com o objetivo de implementar e aplicar as melhores práticas encontradas na criação e gestão de um novo espaço.

Em caso de sucesso, as práticas introduzidas podem ser replicadas, criando um novo modelo de suporte à inovação, o que terá um impacto significativo para o desenvolvimento social e económico do país.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Estudar o conceito de Espaços Colaborativos, focando nos Fab Labs, e conhecer as tipologias e características desse modelo;

Estudar o desenvolvimento da Rede Fab Lab e analisar as suas características;

Identificar casos de sucesso relacionados aos Espaços Colaborativos existentes no Brasil e no Mundo;

Avaliar o impacto da Rede Fab Lab sobre a efetividade do espaço colaborativo com relação à produção de novos produtos e processos resultantes em inovações.

#### **4. Metodologia Científica**

A metodologia utilizada para o desenvolvimento bem sucedido do trabalho consistiu, num primeiro momento, na análise bibliográfica a partir de monografias, artigos científicos, Websites, teses e relatórios para melhor conhecer o tema, seus intervenientes e entidades participantes.

Esta análise permitiu analisar os diversos conceitos de Espaços Colaborativos, como: MakerSpaces, HackerSpaces, HackLabs, Fab Labs, Tech Shops, etc., assim como estudar o desenvolvimento da Rede Fab Lab e identificar casos de sucesso relacionados aos Espaços Colaborativos existentes no Brasil e no Mundo.

A técnica de estudo de caso permitiu acompanhar o desenvolvimento destes Espaços Colaborativos.

Foram realizados inquéritos por questionário e entrevista para obtenção de informação detalhada que permitiu perceber as vantagens e dificuldades da criação e sobrevivência destes espaços.

A participação em eventos da rede como conferências, encontros, workshops, concursos, apresentações de produtos e ideias, webinars, etc., foram um meio para melhor se absorver o que de mais recente e positivo acontece na rede Fab Lab.

Procurou-se trazer as experiências de fora permitindo a sua absorção e incorporação, de modo a ajudar outros a melhorarem os seus próprios resultados, num ciclo de aprendizagem e partilha de conhecimento, à semelhança da espiral proposta por Nonaka e Takeushi (1997).

A observação participante do pesquisador foi preponderante, com o envolvimento pessoal ao nível do apoio à criação de um espaço com estas características, contatando diretamente com os utilizadores do espaço, verificando a sua evolução, registando as suas dúvidas e acompanhando as suas realizações, documentando todo o processo para posterior partilha com os públicos interessados, permitindo verificar as melhorias daí decorrentes e as inovações tecnológicas e sociais resultantes.

#### **5. Exemplos Ilustrativos: Diy Drones E 3d Robotics; Lego Mindstorm; Ford Motors**

São inúmeros os exemplos de produtos originais criados nos espaços Maker tipo Fab Lab e outros como por exemplo as Techshops.

Relativamente aos Fab Lab são vários os exemplos de inovações produzidas nestes espaços, como a monitorização de rebanhos de ovelhas via Global Positioning System (GPS) e rádio frequência realizados na Noruega; placas e chips de computador produzidos por crianças de oito anos no Gana; puzzles 2D convertíveis em peças 3D realizados por crianças de oito anos nos EUA (a filha do próprio Neil Gerschenfeld); em Pabal, na Índia, baseado num modelo produzido no MIT, agricultores criaram sensores para medir o volume de gordura no leite e pedir um preço mais justo aos compradores; também no Gana cidadãos produziram coletores de energia solar e usam essa energia para alimentar uma máquina, também por eles desenhada, para moer sementes e raízes e produzir farinha para a sua alimentação e do seu gado.

Na África do Sul, mulheres que nunca tinham operado um computador agora usam-no diariamente para desenhar e enviar projetos para a cortadora de vinil criar produtos e acessórios de decoração, sendo que algumas são jovens mulheres que deixaram a escola por estarem grávidas e aqui encontram uma atividade rentável e digna. Também aqui se produziram, em pequena escala, sensores de luz controlados por smartphone, sensores de alarme e sensores de movimento, muito úteis em bairros inseguros e com alto índice de criminalidade.

Nos EUA um aluno produziu um sensor que protege as mulheres e o seu espaço pessoal em caso de aproximação por trás para evitar potenciais estupros e violações, abrindo um leque de pontas afiadas que protege a mulher (Mandavilli, 2006).

Em todos os exemplos mencionados, “o elemento comum nessa nova classe criativa é o fato de os criadores terem sido consumidores que queriam algo até então inexistente. Assim, em vez de se satisfazerem com o que havia no mercado, fizeram algo melhor para si mesmos” (Anderson, 2012, p.81).

## 5.1 DIY DRONES E 3D ROBOTICS

Chris Anderson, o autor de livros de sucesso como “A Cauda Longa” e “Free: Grátis - O Futuro dos Preços” e ex. editor da revista Wired, relata-nos no seu livro “Makers: A Nova Revolução Industrial (2012)” a sua própria experiência e do seu avô enquanto inventores e tece uma comparação entre as possibilidades e dificuldades enfrentadas pelo avô, enquanto que a era da Internet oferece inúmeras vantagens aos inventores que se podem agrupar em comunidades e partilhar as suas dúvidas e soluções entretendo-se através do networking estabelecido.

O próprio Anderson conta detalhadamente como construiu uma empresa milionária de nome 3D Robotics (<https://3dr.com/>), tendo iniciado essa aventura empresarial com uma comunidade

criada na plataforma Ning intitulada DIY Drones (<http://diydrones.com/>) para aficionados da aeronáutica e rádio modelismo (UAVs - Unmanned Aerial Vehicle ou Veículo aéreo não tripulado).

Através dos inúmeros contatos realizados usando essa comunidade, foi possível desenhar e melhorar vários destes robôs voadores até ter um modelo comercialmente viável, praticamente concebido na mesa da cozinha, até passar para duas fábricas que se encarregam da sua fabricação e venda, uma em S. Diego, EUA, e outra em Tijuana, México, com clientes em todo o mundo. Toda a forma de produção que conduziu a esta empresa milionária foi realizada com base na filosofia Maker e em ferramentas encontradas nestes espaços, como impressoras 3D, impressoras a laser, cortadoras de vinil, fresadoras de precisão e máquinas de comando numérico computadorizado (CNC). No entanto, sem a partilha e melhoria do design dos modelos, seu software e materiais pela comunidade, tal empreendimento nunca teria sido possível, realçando o papel das comunidades de prática e do networking nas atividades empreendedoras atuais. É uma empresa colaborativa, constituída maioritariamente por voluntários que programam, corrigem, traduzem, e melhoram, apenas pelo gosto de mostrar o seu conhecimento e poderem ser reconhecidos pela sua comunidade pela competência demonstrada na sua área de expertise (Anderson, 2012).

## 5.2 LEGO MINDSTORM

Outro exemplo representativo deste conceito diz respeito aos robôs Lego Mindstorm (<http://mindstorms.lego.com>). A Lego estava em sérias dificuldades financeiras quando decidiu criar a sua linha robótica. No entanto, as opções de movimentação dos mesmos era muito limitada. Eis que John Baichtal, um Maker insatisfeito com as soluções oferecidas, em 2011 decidiu ligar uma placa Arduíno – “plataforma de computação de código aberto, composta de um processador barato e fácil de usar e de um ambiente de programação gratuito, projetado para que qualquer pessoa possa usá-lo e modifica-lo com facilidade” (Anderson, 2012, pp. 31, 32) ao centro de controle dos robôs e programar aquilo que queria que os mesmos fizessem (<http://www.wayneandlayne.com/bricktronics/>).

Atualmente, mesmo crianças e jovens podem programar estes robôs, potenciando desde cedo o estímulo pelas ciências e tecnologia, motivando para a utilização destes brinquedos por muito mais tempo enquanto ajuda a desenvolver as competências informáticas e tecnológicas dos seus utilizadores.

A partir daí a sua utilização aumentou fazendo com que atualmente existam concursos internacionais, combates entre robôs e variadíssimas utilizações até aí impossíveis (<http://www.lego.com/en-us/mindstorms/gallery/robot-olympics-building-challenge>).

Esta inovação hoje em dia é replicada em todos os espaços Maker, sendo a Internet das Coisas (Internet of Things - IoT) a sua maior fonte de utilizações ([https://en.wikipedia.org/wiki/Internet\\_of\\_things](https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_things)).

Temos aqui presentes três inovações, Arduíno, Lego Mindstorm programável e IoT, que são amplamente utilizadas mundialmente graças à junção de uma invenção com outras produzindo novas soluções e possibilitando novas utilizações.

### 5.3 FORD MOTORS

Bill Coughlin é advogado e Chief Executive Officer (CEO) da Ford Global Technologies, LLC. Simultaneamente, é o responsável pela propriedade industrial (PI) de toda a Ford Motors. Ao tentar encontrar uma forma de passar de uma grande ideia à sua prototipagem, à semelhança do que a IDEO e outras empresas inovadoras fazem, deparou-se com um artigo de jornal sobre as Techshops e uma luz acendeu-se na sua cabeça (<http://makercity.wpengine.com/docs/makercity-preview-chapter.pdf>, pp. 19, 20). Percebeu que esses locais possuem as máquinas necessárias para prototipar rapidamente ideias e conceitos, têm aulas de treinamento e formação para operar as máquinas e respetivo software, têm enraizadas normas e procedimentos de segurança, e reúnem um conjunto de pessoas com esse instinto e estímulo Maker que se entrelaçam e complementam. Em 2012, Bill telefonou aos responsáveis e convidou-os a abrir uma Techshop em Dearborn, arredores de Detroit, onde a principal fábrica da Ford e sua matriz estão situadas. “We want to create a mercantile exchange of innovations and ideas – a one-stop shop where makers can dream, design, develop and license their innovations for the real world. We want those dreams to come to life right here in Detroit.” (<http://www.reliableplant.com/Read/25800/Ford-TechShop-collaborate-innovation>)

Enquanto os Fab Lab têm uma vertente mais educacional e pedagógica, as Techshop são instalações similares com cariz mais comercial. Enquanto os Fab Lab recebem apoios e financiamentos de instituições de fomento à pesquisa e ao ensino, as Techshop dependem exclusivamente do pagamento pela utilização do espaço e consumíveis (<http://www.wave-innovation.com/en/ford-techshop.html>). Estas dirigem-se mais a profissionais que trabalham por conta própria e usam o espaço como oficina e laboratório de pesquisa e prototipagem das suas ideias. Existem dez (10) Techshops nos EUA, oito (8) em funcionamento e duas (2) em construção, uma (1) em Paris, França, uma (1) em Tóquio, Japão, e uma (1) em Abhu Dhabi, nos Emirados Árabes Unidos (<http://www.techshop.ws/locations.html>).

Após disponibilizar instalações e explicar aos responsáveis da Techshop como poderiam rentabilizar o investimento e simultaneamente ajudar a comunidade, o empreendimento surgiu com os funcionários da Ford a receberem três meses grátis de mensalidade e alguns cursos subsidiados

sempre que informassem a equipe de PI de Bill de alguma nova invenção que tinham desenvolvido (<http://www.zdnet.com/article/ford-tech-shop-partner-to-nurture-future-henry-fords/>).

Assim, a mensalidade e cursos de treinamento na Techshop tornaram-se parte do programa de incentivo à invenção e inovação da Ford Motor Company. A compensação para a sustentabilidade da Techshop é a entrada de 400 a 500 novos membros por ano, que vendo os resultados dos seus colegas decidem também utilizar o espaço.

A Detroit Techshop tem quase 1.600m<sup>2</sup> e quase 1 milhão de dólares em equipamentos (cortadoras a laser, impressoras 3D e máquinas-ferramentas CNC) (<http://uawford.org/edtp/etap/techshop/>). Os funcionários da Ford podem usar o espaço de dia ou de noite, em projetos direcionados para o seu trabalho, ou para projetos pessoais (Anderson, 2012, p. 154).

Como prova da validade do conceito, a Ford reporta um aumento de 50% do número de patentes submetidas em apenas um ano, o que os responsáveis do projeto atribuem ao estímulo da filosofia Maker melhorado pela utilização deste espaço (<https://media.ford.com/content/fordmedia/fna/us/en/news/2013/06/01/techshop-and-ford-celebrate-one-year-of-innovation-in-metro-detr.pdf>). Tudo isso teve ainda o benefício de aumentar a moral dos funcionários da Ford, que agora se sentem mais motivados para produzir as suas ideias e as apresentarem à empresa para serem incorporadas nas viaturas a produzir. Os funcionários da Ford sentem-se empoderados para proporem as suas ideias para melhorarem os carros que produzem e podem demonstrar a sua eficiência através da prototipagem rápida que a Techshop promove (<http://www.wired.com/2012/05/ford-techshop/>).

As ideias desenvolvidas pelos funcionários da Ford neste espaço incluem: um método para soltar um carro preso na neve; uma válvula de sentido único para renovar o ar dentro dos veículos e desembaçar os vidros; e, uma chapa de metal para ajudar a entrar e a sair de veículos de teste (<http://www.forbes.com/sites/tjmccue/2012/05/08/ford-inventors-unleash-innovation-at-techshop/#1aa025517387>).

Apesar de a Ford ter inúmeras fábricas espalhadas pelo mundo, apenas cerca de 5% dos funcionários estavam diretamente envolvidos no design de novos carros e suas peças e partes que os constituem. Agora, potencialmente, todos os funcionários podem participar e sugerir ideias pré-testadas que possam melhorar o desempenho e a segurança dos veículos Ford.

## 6. Conclusão

Após descrevermos e explicarmos o conceito de espaços Maker, centramos a nossa análise num tipo específico: o Fab Lab. Foram descritas as inúmeras vantagens educativas proporcionadas por estes espaços, nomeadamente na aprendizagem de conceitos de Engenharia, Cálculo,

Matemática, etc., e descritos os benefícios como atrativo de mulheres para estas áreas e no treinamento de jovens que não prosseguiram estudos para que possam deter competências úteis no mercado laboral. São, também, uma forma de agregar competências a um grupo específico de alunos e profissionais que enveredaram por uma formação mais teórica e menos prática, concedendo-lhes a possibilidade de poderem adquirir conhecimentos úteis para a sua profissão ou vida pessoal.

As várias formações presentes no espaço serão potencialmente vantajosas para a troca e partilha de conhecimentos e experiências que enriquecerão todos os intervenientes, permitindo colmatar lacunas de formação ou expansão de competências.

O conhecimento gerado é partilhado pela rede, potenciando críticas e sugestões de melhoria que enriquecerão o resultado final.

As condições básicas necessárias para a abertura de um Fab Lab são descritas, permitindo perceber a possibilidade de se criar um espaço semelhante na comunidade que permita realizar soluções úteis para os seus moradores e frequentadores.

Também se apresentam os objetivos gerais e específicos, assim como a metodologia utilizada.

Alguns exemplos de soluções criadas em locais remotos como o círculo polar Ártico e comunidades rurais em África e na Índia são apresentados para demonstrar a viabilidade destes locais de aprendizagem.

Concluimos com três exemplos representativos de soluções encontradas usando a filosofia Maker, para que se perceba o potencial criativo e inovador desenvolvido nestes espaços e a sua utilidade para empoderar os indivíduos envolvidos, motivando-os a criarem soluções com base em prototipagem rápida que permita desde logo avaliar o potencial da invenção realizada e a aceitação pela comunidade que pode conduzir à criação do próprio negócio ou da melhoria das suas realizações laborais.

Pelos exemplos apresentados se pode verificar que a criatividade e engenhosidade estão presentes em todos os locais do planeta, e que ao conceder às pessoas a possibilidade de usarem a tecnologia de um modo fácil e lúdico, o potencial de inovação aumenta consideravelmente. Somos todos animais inventivos e com potencial para encontrar soluções que nos sejam úteis e resolvam um problema local, extensível a outros com problema semelhante.

#### **Agradecimentos:**

À PNPD/CAPES e à UNIFACS pela Bolsa do 2º Pós-Doutorado.

#### **Referências:**

ANDERSON, C. In the Next Industrial Revolution, Atoms are the New Bits. **Wired Magazine**, I, 25, 2010.

\_\_\_\_\_. **Makers: The New Industrial Revolution**. 1ª ed., New York: Crown Business, 2012.

BLIKSTEIN, P. Digital Fabrication and 'Making' in Education: The Democratization of Invention. In Walter-Herrmann, J. & Büching, C. (Eds.), **Fablabs: Of Machines, Makers and Inventors**. Bielefeld: Transcript-Verlag, 2014.

DODGSON, M.; GANN, D. **Inovação**. 1ª ed., Porto Alegre: L&PM Pocket Encyclopaedia, 2014.

EYCHENNE, F.; NEVES, H. **Fab Lab: A Vanguarda da Nova Revolução Industrial**. Associação Fab Lab Brasil, 2013.

GERSHENFELD, N. **Fab: The Coming Revolution on Your Desktop: from Personal Computers to Personal Fabrication**. New York: Basic Books, 2005.

\_\_\_\_\_. How to Make Almost Anything: The Digital Fabrication Revolution. **Foreign Affairs**, 91, 6, 2012.

HATCH, M. **The Maker Movement Manifesto: Rules for Innovation in the New World of Crafters, Hackers, and Tinkerers**. 1ª ed., McGraw-Hill Education, 2013.

ISAACSON, W. **Steve Jobs**. 1ª ed., New York: Simon & Schuster, 2011.

\_\_\_\_\_. **Os Inovadores: Uma biografia da revolução digital**. 1ª ed., S. Paulo: Companhia das Letras, 2014.

KAHNEY, L. **A cabeça de Steve Jobs**. 2ª ed., Rio de Janeiro: Agir, 2009.

\_\_\_\_\_. **Jony Ive: O gênio por trás dos grandes produtos da Apple**. 1ª ed., S. Paulo: Portfolio-Penguin, 2013.

MAJARO, S. **Criatividade: Um passo para o sucesso**. Lisboa: Europa-América, 1990.

MANDAVILLI, A. Make Anything, Anywhere. **Nature**, 442, 8, 2006.

NONAKA, I; TAKEUSHI, H. **Criação de Conhecimento na Empresa: Como as Empresas Japonesas geram a dinâmica da Inovação**. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

RIFKIN, J. **The Third Industrial Revolution: How Lateral Power is Transforming Energy, the Economy, and the World**. New York: Palgrave Macmillan, 2011.

TROXLER, P. Making the 3<sup>rd</sup> Industrial Revolution: The Struggle for Polycentric Structures and a New Peer-Production Commons in the Fab Lab Community. In Walter-Herrmann, J. & Büching, C. (Eds.), **Fablabs: Of Machines, Makers and Inventors**. Bielefeld: Transcript-Verlag, 2014.

WALTER-HERRMANN, J.; BÜCHING, C. (Eds.). **FabLab: Of Machines, Makers, and Inventors**. Bielefeld: Transcript-Verlag, 2014.

## Cybergrafia

<https://tltl.stanford.edu/sites/default/files/files/documents/publications/2013.book-b.digital.pdf>

<http://makercity.wpengine.com/docs/makercity-preview-chapter.pdf>

<https://tltl.stanford.edu/publications/papers-or-book-chapters/digital-fabrication-and-making-democratization-invention>

[http://usatoday30.usatoday.com/tech/news/techinnovations/2005-11-06-fab-lab\\_x.htm](http://usatoday30.usatoday.com/tech/news/techinnovations/2005-11-06-fab-lab_x.htm)

<http://wefab.cc/>

[http://www.boston.com/news/globe/ideas/articles/2005/01/30/how\\_to\\_make\\_almost\\_anything/](http://www.boston.com/news/globe/ideas/articles/2005/01/30/how_to_make_almost_anything/)

[http://www.cleveland.com/science/index.ssf/2009/06/fabrication\\_labs\\_let\\_student\\_a.html](http://www.cleveland.com/science/index.ssf/2009/06/fabrication_labs_let_student_a.html)

<http://www.fabfoundation.org/fab-labs/setting-up-a-fab-lab/ideal-lab-layout/>

[http://www.forbes.com/2008/08/13/diy-innovation-gershenfeld-tech-egang08-cx\\_ag\\_0813gershenfeld.html](http://www.forbes.com/2008/08/13/diy-innovation-gershenfeld-tech-egang08-cx_ag_0813gershenfeld.html)

<http://www.ft.com/intl/cms/s/0/240a3c70-35f0-11df-aa43-00144feabdc0.html?ftcamp=rss#axzz3bmqylsho>

<http://www.insper.edu.br/vestibular/engenharia/fablab/>

<http://www.makerinnovation.cc/#new-page-3-section>

<http://www.nature.com/nature/journal/v442/n7105/full/442862a.html>

<http://www.slideshare.net/slidesharefing/fab-labs-overview>

<http://www.techshop.ws/>

<http://www.thefreelibrary.com/fabricating+dreams+in+3d%3a+fablab+luzern.-a0336489127>

[http://www.ted.com/talks/neil\\_gershenfeld\\_on\\_fab\\_labs](http://www.ted.com/talks/neil_gershenfeld_on_fab_labs)

<http://www.fabfoundation.org/fab-labs/>

<http://fablab.nl/2010/01/28/fabyearbook-2010-the-how-and-why/>

<http://www.instructables.com/id/fabyearbook-2010/>

[http://www.petertroxler.net/wp-content/uploads/2015/01/troxler\\_making-the-3rd-industrial-revolution.pdf](http://www.petertroxler.net/wp-content/uploads/2015/01/troxler_making-the-3rd-industrial-revolution.pdf)

<http://www.transcript-verlag.de/978-3-8376-2382-6/fablab?c=1050>

<https://media.ford.com/content/fordmedia/fna/us/en/news/2013/06/01/techshop-and-ford-celebrate-one-year-of-innovation-in-metro-detr.pdf>

<http://www.reliableplant.com/Read/25800/Ford-TechShop-collaborate-innovation>  
<http://www.forbes.com/sites/tjmccue/2012/05/08/ford-inventors-unleash-innovation-at-techshop/#1aa025517387>  
<http://uawford.org/edtp/etap/techshop/>  
<http://www.wired.com/2012/05/ford-techshop/>  
<http://www.techshop.ws/locations.html>  
<http://www.wave-innovation.com/en/ford-techshop.html>  
<http://www.zdnet.com/article/ford-tech-shop-partner-to-nurture-future-henry-fords/>  
<https://3dr.com/>  
<http://diydrones.com/>  
<http://mindstorms.lego.com>  
<http://www.wayneandlayne.com/bricktronics/>  
<http://www.lego.com/en-us/mindstorms/gallery/robot-olympics-building-challenge>  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Internet\\_of\\_things](https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_things)

Recebido: 03/08/2016

Aprovado: 23/09/2016