

Perspectivas para a formação docente universitária com aspectos *Makers*

Renato Frosch¹

Antônio Fernando Gomes Alves²

Resumo

O presente trabalho aponta experiências no processo formativo de professores universitários a partir de aspectos do movimento *maker* – filosofia baseada em estratégias pedagógicas inspiradas no “faça você mesmo”, com características tecnológicas relacionadas à fabricação digital. Os professores que participaram das formações estavam, no momento da pesquisa, ativos em disciplinas de diversas áreas do conhecimento científico, tendo-se o processo de investigação estendido do segundo semestre de 2016 ao segundo semestre de 2017. As capacitações e, conseqüentemente, a pesquisa ocorreram em quatro instituições de ensino superior: dois centros universitários de Minas Gerais e um centro universitário e uma universidade de São Paulo. Os resultados parciais do trabalho indicam possibilidades de aprendizagem amparadas em relações acadêmicas colaborativas e democráticas com base em alguns projetos especificamente ou em outros, práticos, relacionados com as comunidades.

Palavras-chave: Formação docente. Ensino superior. Movimento *maker*.

Abstract

This study deals with experiments on the formation process of college teachers according to the view of the maker movement - a practice based on the pedagogic strategies inspired by the “do it yourself” , with tinges of technological features from digital manufacturing. The teachers involved were concerned at the time of the research with curricular subjects from several branches of scientific knowledge, the process having encompassed from the second term of 2016 to the second term of 2017. The research and the ensuing capacitation took place in four higher-education institutions - two university centers from Minas Gerais and a private college and a university center from São Paulo. Partial results of the study point to learning possibilities built upon collaborative and democratic academic relationship established on projects, some of which neatly theoretical and some others associated with local communities.

Keywords: Teachers’ formation. Higher education. The maker movement.

¹ Doutorando em Educação pela UNISANTOS, Mestre em Construção Civil pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR), Graduado em Tecnologia em Construção Civil, atualmente é professor de ensino superior no Centro Universitário Monte Serrat – UNIMONTE, Universidade São Judas Tadeu – USJT e na Faculdade das Américas - FAM, atuando principalmente com os temas: filosofia maker, inovação e metodologias ativas de aprendizagem. E-mail: prof.renatofrosch@gmail.com

² Doutor em Psicologia Social pela PUC/SP (2010), Mestre em Economia Política pela PUC/SP, Especialista em História, Sociedade e Cultura e Graduado em Ciências Econômicas e em Filosofia. Atualmente é professor titular da Universidade São Judas Tadeu, onde também é Coordenador de *Lato Sensu* e Coordenador dos Bacharelados em Ciências Econômicas, Turismo e Secretariado Executivo. E-mail: prof.fernandogomes@usjt.br

Introdução

Recentemente profissionais de educação, em todos os níveis, têm se interessado e refletido sobre as possibilidades da utilização dos aspectos do movimento *maker* em práticas pedagógicas diversas.

O movimento ou a cultura *maker* se fundamenta em uma colocação frequentemente revisitada na educação. Trata-se do “faça você mesmo” ou do “*do it yourself*” (DiY). Dos dons de Friedrich Fröbel aos materiais pedagógicos montessorianos, são diversos os exemplos de métodos que utilizaram e utilizam como base de desenvolvimento cognitivo alternativas de produção de seu próprio material, notadamente aplicado nos primeiros níveis de ensino.

O que difere e possibilita a discussão de inovação deste trabalho não é somente a produção direta do “faça você mesmo” de maneira isolada, mas sim, as possibilidades de apoio de compartilhamento e aperfeiçoamento de informações a partir da produção da modelagem digital destes projetos.

A essência das ações consiste na formação de grupos de sujeitos atuando nas diferentes áreas ligadas principalmente as ciências e a tecnologia, que se organizam de modo estruturado com o objetivo de suportar e integrar ordenadamente o desenvolvimento de projetos das mais diferentes especialidades. No meio universitário estes grupos podem ser formados por alunos que cursam uma mesma disciplina ou professores que trabalham em um mesmo projeto, por exemplo.

O movimento foi fortemente impulsionado, do ponto de vista acadêmico, quando professores do *Massachusetts Institute of Technology* – MIT, em especial o estadunidense Neil Gershenfeld, quando diretor do *Center of Bits and Atoms* (CBA), motivado pela necessidade de resolver problemas de ordem tecnológica cada vez mais multidisciplinares, criou a disciplina chamada “*How to make (almost) everything*”, algo traduzido livremente como, “Como fazer (quase) todas as coisas” e esta forma de construção e transmissão de conhecimento dão os primeiros passos de que atualmente chamamos os conceitos da cultura *maker*.

Vale destacar que o CBA é uma iniciativa interdisciplinar do MIT explorando a fronteira entre ciência da computação e ciência física. O CBA, dentre seus objetivos, estuda como transformar dados em coisas e coisas em dados. Gerencia instalações, executa programas de pesquisa, supervisiona alunos em pesquisas, trabalha com patrocinadores, cria *startups* e faz divulgação pública de pesquisas realizadas.

Gershenfeld (2007) comenta sobre este modelo colaborativo utilizado realçando a existência de familiaridade entre o que já vem sendo realizado no universo do *software* livre e o que pode ser feito no campo da fabricação digital pessoal ou da produção de qualquer *hardware*.

O autor defende que, comparativamente aos modelos de produção tradicionais, o grande salto é que este modelo aberto e colaborativo propicia, de maneira geral, um *empowerment* (que neste contexto vai além da expressão literal em português, empoderamento) criativo e de produção própria de conhecimento pelos indivíduos, possibilitando-se que sejam produtores ativos de ideias e acionando a possibilidade de se chegar mais longe do que poderiam individualmente.

O processo é simples e sua base é a seguinte: alguém disponibiliza eletronicamente uma parte de código ou da modelagem que pode ou se tem informações eletrônicas, em seguida, começa a ser melhorado por alguém no lado oposto da Terra ou mesmo na sala ao lado do laboratório do mesmo curso, em seguida, permanece a ser aperfeiçoado por outra(s) pessoa(s), trazendo a este código uma complexidade que dificilmente seria obtida se desenvolvido por uma só pessoa.

O fato é que o ensino e a pesquisa, sobretudo no nível superior, vem recentemente experimentando estas possibilidades de inserções pedagógicas com os pressupostos destes princípios *makers*. E neste contexto, este trabalho apresenta estas experiências ocorridas em instituições de grupo de educação de ensino superior, configuradas pela formação e prática dos professores atuantes em centros universitários e universidade.

As especificidades da filosofia *maker*

É relevante apresentar as premissas de desenvolvimento dos projetos e dos espaços que serão abordados neste trabalho que, de certo modo, colocam em discussão a forma pelos quais os meios de produção tradicionais foram preservados e difundidos até o atual momento do modelo de produção.

O termo *maker* está vinculado a expressão utilizada por alguns teóricos do assunto relacionado diretamente a chamada “Terceira Revolução Industrial - TRI” ou “Nova Revolução Industrial”.

Segundo Rifkin (2011) a Terceira Revolução Industrial terá um impacto tão significativo no século XXI que provocará mudanças em aspectos do trabalho e da vida das pessoas. A organização convencional está cedendo as relações colaborativas e distributivas da Era Industrial Verde, emergente.

Tais processos estão alinhados com princípios da era digital (colaboração, compartilhamento, rede, *opensource*, *opendesk*, *co-design*, outros) acrescidos de práticas alternativas de produção, como: fabricação digital, processos de produção fundamentados em rede, DiY aplicada ao processo de manufatura.

Ainda na obra de Rifkin (2011) a Terceira Revolução Industrial é, há algum tempo colocada como a última fase da grande saga industrial e a primeira da era colaborativa emergente. A era industrial refletida na “Segunda Revolução Industrial” traz consigo a disciplina e o trabalho árduo através de um sistema verticalizado e baseado na importância do capital financeiro e no sistema de propriedade privada. Já a “Terceira Revolução Industrial” propõe uma afinidade maior com a criatividade. Ao invés de um sistema totalmente vertical, propõe-se uma estrutura horizontal e colaborativa, o capital social passa a ter mais importância que o capital financeiro e as relações são cada vez mais deslocadas de uma propriedade privada baseada em objetos para uma participação coletiva em espaços abertos de domínio público possibilitada.

E é neste contexto que as propostas chamadas e implantadas nos *maker spaces* se colocam. Espaços colaborativos, notadamente, iniciados nas faculdades de tecnologia estadunidenses ou pela rede de laboratórios de fabricação digital em capitais europeias.

Um *maker space* é um lugar para trabalho colaborativo que pode estar integrado a uma instituição de ensino ou biblioteca ou independente, instalados em espaços públicos ou privados. É um local para fazer coisas e aprender explorando e compartilhando o conhecimento com uso ou não de ferramentas tecnológicas. A mentalidade de se criar alguma coisa do nada e explorar seus próprios interesses está no cerne de um *maker space*. (CAVALCANTI, 2013).

A proposta de implantação deste espaço além de ampliar possibilidades metodológicas coloca também em discussão a relação de desenvolvimento de produto e seus meios de produção: seriada, artesanal, manufaturada.

Atkinson (2011) nos apresenta um panorama e relaciona-o acerca dos diferentes momentos da era

pré-industrial, propriamente a era industrial e também inclui um possível panorama ou uma tendência para a indústria a partir das contribuições digitais. Na figura apresentada a seguir, chama atenção os aspectos relacionados neste trabalho das relações entre o segundo e terceiro momentos das Revoluções.

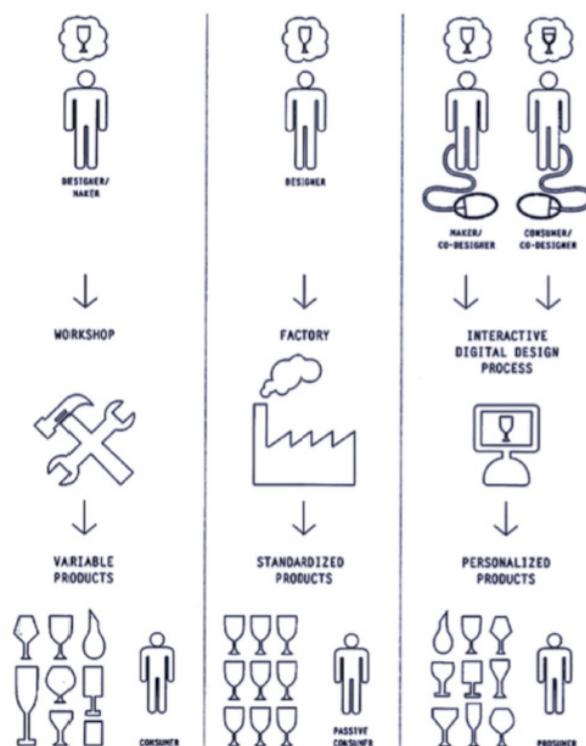


Figura 1 – Panorama sobre criação e produção.

Fonte: Atkinson (2011).

Muitos aspectos do movimento maker têm relação com a ética praticada pelos colaboradores do software livre. A temática do software livre tem ligação direta com a terceira coluna apresentada na figura 1. Um dos casos mais emblemáticos desta história recente foi a tensão provocada por Linus Torvalds quando da criação do sistema operacional Linux, no começo deste século.

Segundo Neves (2014) a forma de produção de produto, no caso específico um software de alta complexidade realizado de forma cooperativa, descentralizada e “anárquica” foi chamada de “método baazar”, como contraponto ao “método catedral”, que tinha sua forma centralizada e controlada em se desenvolver software que necessita de um arquiteto central e é caracterizado pela propriedade intelectual e padrões centralizados de competição.

A autora segue relatando que Linus não abriu o processo de criação e desenvolvimento do sistema operacional por não ter competidores. Ao contrário, abriu para obter vantagem com relação a eles. A mais importante característica do sistema Linux não era técnica, mas sociológica. Até o desenvolvimento do Linux, todos acreditavam que qualquer software tão complexo como um sistema operacional deveria ser desenvolvido de uma forma cuidadosamente coordenada por um grupo relativamente pequeno, fortemente unido de pessoas. Mas Linus preferiu fazer de uma maneira diferente. Desde o começo, trabalhou com uma

grande quantidade de voluntários coordenados somente pela internet. A qualidade era mantida não por normas rígidas ou autocracia, mas por uma simples estratégia de liberar informações todas as semanas e receber retornos de centenas de usuários dentro de dias, criando uma espécie de seleção natural sobre as modificações introduzidas pelos desenvolvedores. Para o espanto de todos funcionou muito bem.

O movimento maker vem se fortalecendo desde o início deste século. O Manifesto Maker postula uma série de premissas que caracterizam essa cultura. São mencionados a seguir os 10 princípios básicos do movimento. Por ser um documento aberto e de atualizações livres a síntese possui algumas releituras. O manifesto a seguir apresentado foi divulgado por Hatch (2017, p.1).

- **Faça:** Fazer é a maior característica dos seres humanos. Nós temos que fazer, criar, e expressar nós mesmos, para nos sentirmos completos e felizes. Este sentimento é muito forte quando fazemos coisas materiais. Estas coisas passam a ser pedaços de nós mesmos e parecem incorporar partes do nosso ego.
- **Compartilhe:** Compartilhando o que você faz e o que você aprendeu sobre o que fez é a forma pela qual esta satisfação de fazer é percebida. Você não pode fazer e não compartilhar. Fica sem graça e sem sentido!
- **Presenteie:** Há poucas coisas mais desprendidas e prazerosas do que presentear com coisas que você mesmo fez! O ato de fazer coloca um pouco de você no objeto. Presentear alguém é como dar um pedaço do seu verdadeiro eu. Estes presentes em geral se tornam os bens mais estimados que possuem.
- **Aprenda:** Você deve aprender para fazer o melhor possível. Você deve sempre buscar aprender mais sobre os seus feitos. Mesmo que você já seja um especialista ou um artesão experiente você ainda precisará aprender, querer aprender, e forçar-se a buscar novas técnicas, materiais e processos. Construir um caminho de aprendizagem ao longo da sua vida garante uma existência produtiva, e feliz.
- **Equipe-se:** Você deve ter acesso às ferramentas adequadas para os seus projetos. Investir e desenvolver acesso local a todas as ferramentas que você precisa para fazer o que você deseja fazer. As ferramentas nunca foram tão baratas, acessíveis, fáceis de usar e poderosas.
- **Divirta-se:** Divirta-se com o que você estiver fazendo, e você vai se surpreender, e se orgulhar com o que vai descobrir.
- **Participe:** Junte-se ao Movimento Maker e espalhe para todos a sua volta, o prazer de fazer. Participe de seminários, festas, eventos, feiras, exposições, aulas e encontros com outros makers e participe de grupos de discussão.
- **Apoie:** Este é um movimento que exige apoio emocional, intelectual, financeiro, político e institucional. A melhor esperança de mudar o mundo somos nós, e nós somos os únicos responsáveis por fazer um futuro melhor.
- **Mude:** Aceite as mudanças que naturalmente vão ocorrer enquanto você for avançando nesta missão. Uma vez que fazer é a principal característica dos humanos, você começará a estar cada vez mais parecido e conectado às coisas que você faz.
- **Permita-se errar:** Seja tolerante com os seus erros, aprenda com eles, recomece! Atinja o grau de perfeição que você quiser, mas não deixe de fazer e refazer por medo de errar. A única coisa que exige sua perfeição é a sua segurança e dos demais à sua volta.

Diante dos aspectos apresentados e debatidos e aproximando-se dos elementos de pedagogia e de formação o próximo item apresenta reflexões e relações com a educação propriamente.

O movimento *maker* no ensino superior no Brasil

A primeira impressão é que apenas os cursos que têm alguma relação aos conhecimentos de desenho, abstração projetiva e modelagem digital são aqueles que possuem maior possibilidade de sucesso na introdução de metodologias makers no ensino, além da aceitação e do desenvolvimento científico dos próprios alunos e professores. Nesse contexto aponta-se naturalmente para os cursos de Arquitetura e Urbanismo, Engenharias, Design, entre outros. No início da década de 2010 esta citação foi uma verdade. O que se observa, a partir da segunda metade desta década é uma penetração além dos cursos citados.

Vale destacar que a criação, mais notadamente no começo do século XXI, e a comercialização mais difundida dos equipamentos que compõe um laboratório maker (cortadoras e impressoras) foram os aspectos de aproximação e interesse das faculdades em apoio as suas atividades curriculares.

Percebe-se que de modo generalizado, as práticas docentes foram, de alguma forma, se ajustando a um modelo híbrido anteriormente configurado por parte das tarefas manuais e outras eletrônicas, seguindo pouco a pouco para um modelo praticamente todo eletrônico: da concepção da ideia, passando pela modelagem digital, produção e prototipação digital e compartilhamento de informações.

Os equipamentos principais que são especificados em um laboratório de fabricação digital são: cortadoras a laser, router CNC, plotter de vinil, impressoras 3d, scanners de mão, kits de arduíno, dentre outros equipamentos.

Um dos principais laboratórios nacionais vinculado a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU-USP) teve desde 2011 o pioneirismo da implantação no país deste modelo do “faça você mesmo” com enfoque na produção e fabricação digital.



Figura 2 – Imagem do Fab Lab LAME FAU-USP

Fonte: Arquivo LAME-FAU. Laboratório de Modelos e Ensaios da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo.

Disponível em: <www.fau.usp.br/apoio/lame>.

O espaço citado é o Laboratório de Modelos e Ensaios – LAME. Tradicionalmente, os cursos de arquitetura possuem carga horária de ensino depositada em muitas atividades práticas como: produção de maquetes em diversos tipos de materiais, prototipação de elementos a partir de concepção ou desenvolvimento de projetos de produtos, marcenaria em pequena e média dimensão, dentre outras atividades. O fato que grande parte destas atividades até o começo dos anos 2010 eram realizadas, em sua maioria, de forma manual. A entrada tecnológica mais relevante estava na produção de projetos bi ou tridimensional em *softwares* específicos.

O LAME foi o primeiro laboratório brasileiro filiado a rede internacional do CBA – MIT, chamada Fab Lab, da tradução livre Laboratórios de Fabricação “digital” - *fabrication laboratory*. Cabe esclarecer que espaços *makers* necessariamente não estão ligados a rede internacional Fab Lab. A maioria dos laboratórios acadêmicos, atualmente implantados por centros universitários e universidades, optam pela não filiação à rede do MIT que veremos que, do ponto de vista acadêmico não há grandes perdas estruturantes.

Importante destacar que um Fab Lab com vínculo com CBA-MIT, como apresentado anteriormente no caso do LAME, é necessário se adequar aos padrões da rede mundial. De acordo com Eychenne e Neves (2013), na grande maioria dos casos, uma organização “mãe”, tal como uma estrutura associativa, uma fundação, uma universidade ou um programa governamental deve ser responsável pelo projeto de criação do Fab Lab.

O projeto deve definir aspectos como o tipo de uso e objetivos deste laboratório, o perfil dos usuários, modelos de gestão e de organização. O CBA-MIT não define objetivamente a configuração do espaço necessário para o estabelecimento de um Fab Lab e tampouco aspectos e políticas relacionadas a formação.

Outro requisito essencial para um laboratório de fabricação digital se vincular a rede de Fab Labs é ter o conjunto de máquinas e *hardwares* adequados, seguindo as especificações recomendadas pela Fab Foundation. Isto se faz necessário para que outros *makers*, em outros lugares do mundo, possam replicar e colaborar seus projetos e produtos em diversos locais. Isto faz parte da essência dos Fab Labs e da filosofia *maker*.

Para efeito informativo, atualmente, o Brasil possui 40 Fab Labs no modelo e vínculo firmado com CBA-MIT. Destes 40 espaços, em consulta ao *site* www.fablabs.io em outubro de 2017, apenas 12 laboratórios estão abrigados em faculdades e universidades, ou seja, os chamados laboratórios educacionais. Os demais são representados por iniciativas independentes ou programas de implantação de políticas públicas.

Muitas instituições seguiram o exemplo da FAU-USP e implantaram laboratórios de fabricação digital em seus espaços acadêmicos, seguindo ou não a filiação ao CBA-MIT. Um caso vizinho a FAU, no mesmo campus, é o InovaLab aprovado e vinculado a Escola Politécnica da USP desde 2012. O InovaLab optou pela condução das estratégias de ensino desvinculadas do CBA-MIT.

Atualmente a maioria das instituições acadêmicas optam por seguir a via independente da implantação de *maker space* independente, como o InovaLab.

Um dos casos mais interessantes da formatação e desenvolvimento da própria preparação foi o *maker space* da UFABC - wikiLab, em São Bernardo do Campo. A equipe comandada pelo professor Sérgio Amadeu da Silveira optou não apenas pela independência do CBA-MIT mas, o fato que chama atenção foi a construção do laboratório em uma proposta fundamentalmente *maker*.

O Laboratório de Tecnologias Livres nasce da plataforma wikihouse.cc. Todo o projeto tem código aberto e pode ser replicado ou aperfeiçoado. Foi realizado financiamento coletivo e a partir disso o corte e montagem das placas de madeira foram realizadas com acompanhamento da comunidade acadêmica local. A evolução da implantação do wikiLab pode ser visualizada em www.wikilab.blog.br.

Recentemente tem-se percebido tendência da utilização dos espaços *maker* por todas as áreas do conhecimento extrapolando-se o uso apenas dos cursos com relações mais próximas a modelagem. Ao longo da apresentação deste trabalho serão apresentadas evidências desta afirmação.

Aspectos pedagógicos e metodológicos

Este item busca apresentar as reflexões e relações possíveis entre o movimento ou filosofia *maker* com as práticas docentes e de ensino e aprendizagem no ensino superior.

Como dito anteriormente, pelo avanço tecnológico dos *hardwares* (impressoras, cortadoras, etc.) e acessibilidade comercial devido aos preços mais convidativos destes equipamentos muitas instituições adquiriram e se equiparam parcialmente com maquinários para a implantação de um *maker space* mas, em contra partida, poucas instituições se prepararam de modo estruturado sob o aspecto metodológico, científico e principalmente da formação dos professores para atuação crítica e reflexiva neste contexto.

É neste cenário que este trabalho se desenvolve. Nas possíveis tensões e oportunidades formativas que uma proposta de educação mais democrática e colaborativa com utilização dos recursos da fabricação digital e compartilhamento das informações pode, ainda, contribuir de forma eficaz com as necessidades curriculares atualmente formatadas administrativamente pelas Diretrizes Nacionais de Curso – DCNs.

Franco (2009) afirma que pressupõe-se que o conhecimento científico estruture-se a partir de leis gerais, mas a prática configura-se na contextualidade, na especificidade, essa representação entre ciência e prática parece que dificultou a organização de conhecimento científico a partir das articulações teórico-práticas. Esse é um problema que a Pedagogia enquanto ciência deverá resolver, ou seja, estruturar-se como ciência da prática e para a prática.

A autora segue apontando que a pesquisa científica em educação não pode mais se contentar em estudar separadamente as duplas de professor/aluno, saberes/conteúdos, nem mais separar teoria e prática. Será preciso que a metodologia de pesquisa em educação passe a organizar conhecimentos a partir dos saberes construídos nas práticas, pelos práticos. A metodologia da pesquisa ainda precisa caminhar muito para saber identificar tais saberes, sem fragmentá-los; compreender tais saberes de forma contextualizada e apreendê-los em seus reais significados. Essa tarefa cabe à Pedagogia: organizar saberes de investigação que lhe permitam transformar os saberes pedagógicos em conhecimentos pedagógicos.

Diante destes aspectos não lineares que se afastam do conceito do tecnicismo teórico a filosofia *maker* mostra-se como uma oportunidade de estabelecer relações práticas e de pesquisa a partir do estabelecimento de alguns critérios.

Franco ainda cita neste viés que a atividade prática docente não se circunscreve no visível da prática pedagógica em sala de aula. A prática, não se realiza, apenas, nos procedimentos didáticos-metodológicos

utilizados pelo professor. A prática docente é um trabalho docente que se organiza em vários tempos e espaços. Tempo e espaço de pensar a aula; tempo e espaço de (pré) organizá-la; tempo e espaço de propô-la e negociar com as circunstâncias; tempo e espaço formal da aula; tempo e espaço de avaliá-la; tempo e espaço de revê-la; tempo e espaço de reestruturá-la; tempo e espaço de pensar de novo.

Nestes tempos e espaços a filosofia *maker* se posiciona como oportunidade metodológica para aproximação de práticas e organização de parte dos conteúdos construídos. Alguns autores têm buscado explicações das contribuições acadêmicas destes espaços. Seguem algumas abordagens a seguir.

Aspecto defendido por Masetto (2007) destaca que a pesquisa sobre a influência dos espaços para o desenvolvimento de competências dos estudantes, em sintonia com o aumento da diversidade de atividades pedagógicas, mostra que alunos tendem a sentirem-se mais engajados em frequentar aulas nas quais a rotina é quebrada pela diferenciação e variedades de técnicas de aprendizagem.

Vossoughi e Bevan (2014) destacam que as atividades *hands-on* e a incorporação de arte aos currículos S^TH^EM (ciência, tecnologia, humanidades, engenharia e matemática) ampliaram a utilização de espaços equipados para produção de protótipos refletindo positivamente nas habilidades dos alunos, tanto em capacidades técnicas (*hard skills*) quanto em habilidades cognitivas e aspectos de personalidade e sócio-emocionais (*soft skills*) que possibilitam a aprimoramento de pensamento crítico e outras competências atribuídas aos alunos.

Celani e Pupo (2010) apontam ainda que o uso de laboratórios de fabricação digital por estudantes de graduação conduz a melhores resultados se distribuídos ao longo do tempo de duração das disciplinas, seguindo o ritmo contínuo do processo de seus projetos e pesquisas. Os alunos envolvidos geralmente desenvolvem séries de experimentos usando tecnologias disponíveis, o que otimiza seus usos.

Neste contexto apresentado o desenvolvimento do trabalho se dá oportunamente pelas experiências e aplicações práticas realizadas pelos autores. Além de algumas confirmações teóricas o estudo não é fim nele mesmo apontando e evidenciando reflexões realizadas no período compreendido entre agosto de 2016 a setembro de 2017.

O caso pesquisado

A pesquisa em questão se inicia em centro universitário, em São Paulo, e a partir dos resultados obtidos e estruturação de eventos de formação docente passa a replicar também formações estruturadas em outras três instituições de ensino superior.

O histórico apresentado a seguir evidencia o processo de construção de metodologias para a formação docente passando desde a implantação de equipamentos, um repensar das práticas pedagógicas, a formação propriamente dita até as avaliações e monitoramento dos resultados.

O centro universitário inicia sua intenção de trajetória *maker* (mesmo que de forma involuntária) com a aquisição de uma impressora 3D da marca Cube, de primeira geração, em abril de 2016. Neste aspecto há uma reflexão importante a se ponderar, um equipamento ou um conjunto de hardwares isoladamente dificilmente alteram práticas pedagógicas de modo significativo.



Figura 3 – Impressora 3D da marca 3D Cube, 1a geração

Fonte: 3D Systems.

A impressora 3D não pode ser considerada uma inovação pois sua tecnologia foi criada ainda no século passado. O que há de fato novo é a comercialização nacional com preços mais acessíveis ou a possibilidade de construção de um equipamento destes como um projeto *opensource*, por exemplo.

O funcionamento de uma impressora 3D consiste no seguinte processo: a partir de uma modelagem eletrônica criada ou mesmo acessada em bases eletrônicas, o código para impressão é transmitido para linguagem da impressora por meio de códigos específicos (costumeiramente em linguagem *g-code*) que resultam na sobreposição de camadas, o chamado *slice*. Os materiais mais comumente utilizados são o PLA (plástico poliácido láctico) que é um termoplástico biodegradável, por este motivo preferido pelos *makers* e o ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno) este segundo a base de petróleo.

A impressora inicialmente foi alocada no centro universitário no laboratório de construção civil. No período que esteve neste laboratório, como esperado, poucas foram as evoluções, projetos ou construções pedagógicas que viabilizassem e pudessem representar alguma construção de conhecimento e ensino *maker* mais significativas.

Chamou atenção a época, projeto de professor do curso de Arquitetura e Urbanismo, na disciplina Representação Gráfica, que verificou a partir do uso da impressora 3D uma possibilidade de desenvolvimento de processo de ensino e aprofundamento da obra de arquiteto paulista. O projeto passou por três etapas e consistiu:

- Aproximação dos alunos dos redesenhos e projetos das residências do arquiteto paulista por meio de registros em teses, dissertações e do próprio repertório disponível na Fundação do arquiteto. Nesta etapa os alunos puderam colaborativamente se aproximar da obra e intencionalmente, construíram conhecimento de interpretação e abstração da produção de desenhos e projetos técnicos, como: plantas, cortes, elevações e imagens 3D. Ao final desta etapa identificaram e selecionaram, mediante os critérios debatidos e consensados, um dos projetos do arquiteto para continuidade do detalhamento e produção da modelagem 3D em *softwares* específicos (freeCAD, Blender, AutoCAD).
- A partir da leitura e interpretação do projeto os alunos foram incentivados a produção da modelagem 2D e 3D e, neste contexto, os conceitos de funcionamento das ferramentas de produção gráfica 3D dos *softwares* foram abordados de maneira menos formal e mais prática diante da aplicabilidade projetan-

do-se a importância e contribuições do modelo final. Os alunos, foram incentivados a buscar soluções, prioritariamente, em *softwares* livres. A seguir segue exemplo de produto realizado nesta etapa.

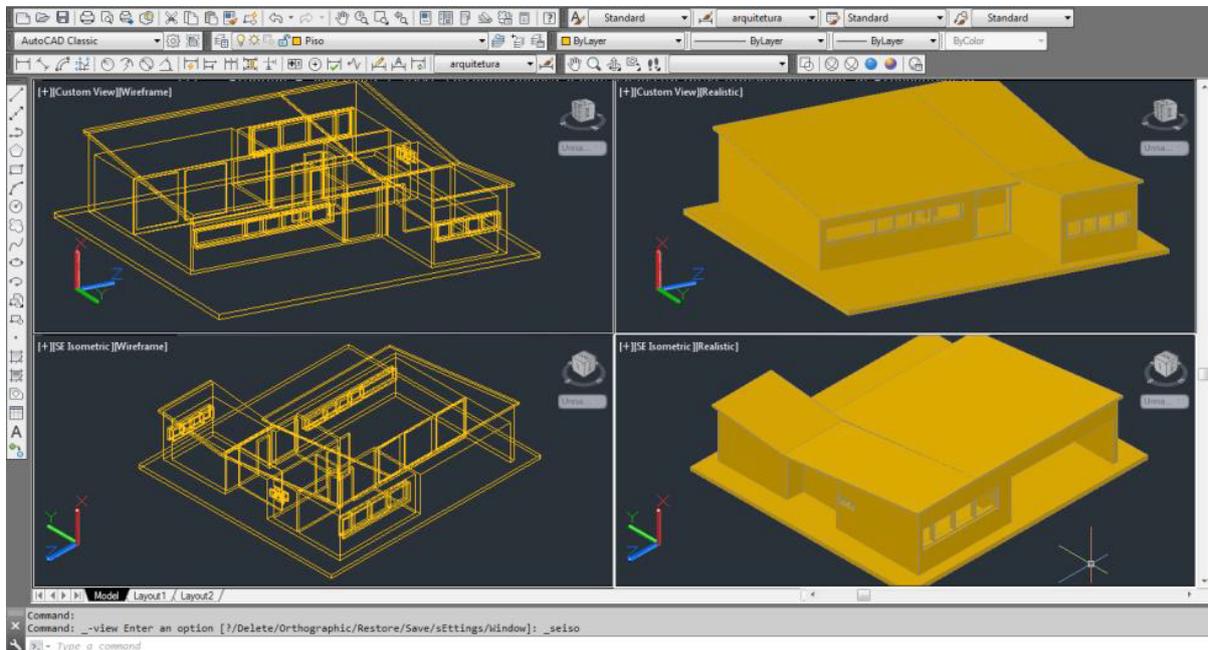
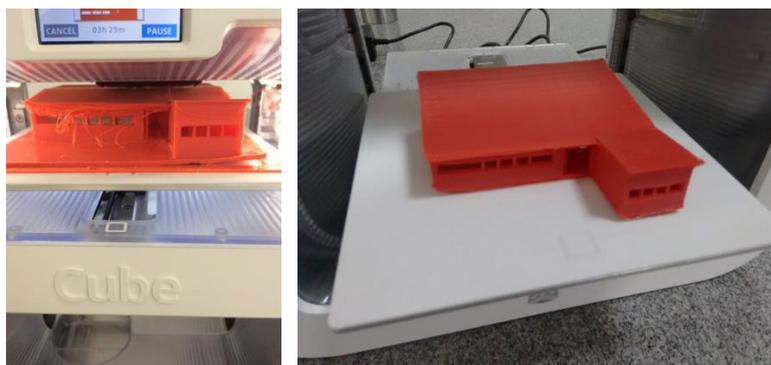


Figura 4 – Produto da modelagem 3D produzida pelos alunos

Fonte: próprios autores.

Por fim, os alunos foram acompanhados pelo professor responsável da disciplina para a utilização e ambientação, em primeira oportunidade, do funcionamento da impressora 3D com intuito imediato da impressão do modelo e reconhecimento das possibilidades da ferramenta, mas, em longo prazo o estímulo à experimentação e utilização do *hardware* em projetos mais amplos que se apoiem em possibilidades de produção física de elementos arquitetônicos e outros aspectos. Por motivos específicos da produção da obra do arquiteto, os arquivos não puderam ser disponibilizados em rede.

Na primeira tentativa de impressão 3D não foi obtido sucesso esperado quanto ao produto final em razão da experimentação e reconhecimento das tentativas das dimensões, escalas e tipos de consumível utilizados pela impressora (PLA ou ABS). Na segunda oportunidade, após alguns ajustes e propostas debatidas pelo grupo de alunos envolvidos, o resultado pareceu adequado a proposta conforme pode ser observado nas imagens a seguir.



Figuras 5 e 6 – Esquerda: primeira impressão. Direita: modelo final

Fonte: próprios autores.

O caso relatado foi isolado mas despertou o interesse de professores e pesquisadores da área de educação do próprio centro universitário a respeito da fluência da relação ensino-aprendizagem, da possibilidade de uso de recurso tecnológico em aulas e sobretudo de uma alternativa de também se trabalhar soft skills no processo de aprendizagem (colaboração, trabalho em equipe, compartilhamento, gestão de tempo, criatividade).

Desde então foram ofertadas rápidas capacitações docentes com enfoque no uso da impressora 3D. Cursos estes, fundamentalmente operacionais com foco no funcionamento e potencialidades do equipamento e, de certo modo, deixando as discussões relacionadas as pedagogias em segundo plano.

A política educacional do centro universitário já buscava a possibilidade de atuações de ensino em “novos espaços de aprendizagem” além da sala de aula convencional e neste contexto, somado a experiência pontual do professor de arquitetura, se constrói a proposta para implantação do Maker Space do centro universitário e consequentemente da necessidade de capacitação docente para aplicação de metodologias adequadas ao espaço.

A inauguração do laboratório de fabricação digital propriamente, apenas virá a ocorrer em outubro de 2016, no entanto, percebeu-se a oportunidade e motivação acadêmica para a formação docente nas mais diversas áreas do conhecimento, no contexto da filosofia maker.

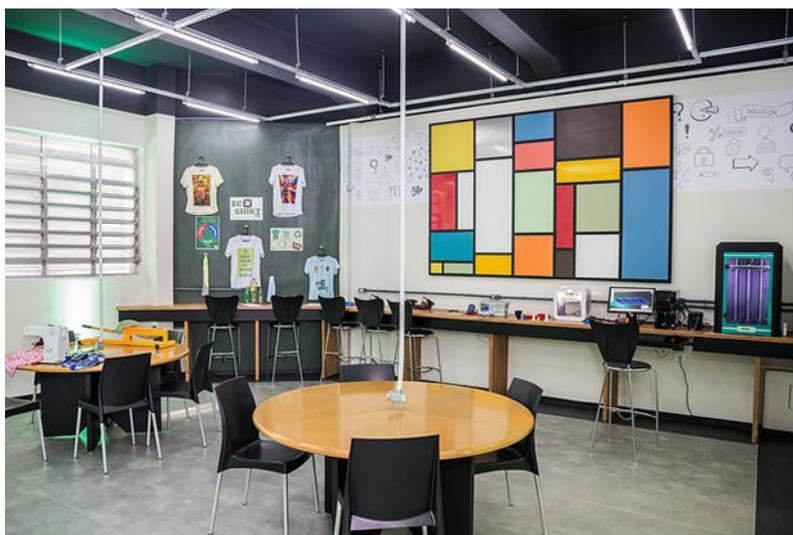


Figura 7 – Imagem do maker space referenciado na pesquisa

Fonte: G1-Santos e região: 05/12/2016.

Como o calendário acadêmico do Centro Universitário segue módulos semestrais havia uma primeira oportunidade de capacitação docente em agosto de 2016 e assim ocorreu.

O primeiro modelo de capacitação foi formatado com o tema “Fabricação digital para docentes” com 12 horas, dividido em três noites, sendo 4 horas cada. Participaram desta etapa aproximadamente 25 professores de vários cursos de graduação.

Diferentemente da primeira fase que ofereceu treinamentos baseado na operacionalidade dos equipamentos, o novo modelo proposto se fundamentou em aspectos da fabricação digital com foco na aprendizagem significativa com base em projetos, *Project Based Learning* - PBL por exemplo, e com uso de ferramentas e abordagens de construção de conteúdos mais colaborativamente com uso de *design thinking*.

Os conteúdos estruturados nesta formação docente multidisciplinar passaram pelas abordagens dos seguintes aspectos:

Tabela 1 – Temas e conteúdos da formação.

Filosofia maker	Conceitos essenciais da fabricação digital. Manifesto maker. A importância dos aspectos críticos e reflexivos na formação do ensino superior.
Aspectos de colaboração	Abordagens de compartilhamento de arquivos e códigos open source, opendesk, ética hacker. Conexões destes conceitos tecnológicos com metodologias de projetos.
Tendências e perspectivas acadêmicas	Criação e revisitação de conteúdos em rede. Benchmarking e “tropicalização” de boas práticas pedagógicas no contexto acadêmico aplicado.
Metodologias, especificidades e contextos pedagógicos	O planejamento da aula maker “ideal”. Escolha de temas com maior possibilidade de aproximação do contexto maker. Posicionamento e acompanhamento de alunos em sala, no laboratório e com autonomia. Orientações para efetividade de postura colaborativa. Possibilidades de compartilhamento eletrônico em sala e em rede amplificada.
Equipamentos e softwares	Detalhamento operativo e conceitual dos equipamentos que compõe um maker space, em especial, o maquinário disponibilizado localmente para a potencialização de projetos dos alunos.
Possibilidades avaliativas	Debates e reflexões dos principais modelos de avaliação considerando o processo e em segunda ordem o produto construído. Exemplo abordado: caso do método do FabLab Academy.
Projetos além do contexto acadêmico	A partir do reconhecimento da filosofia maker é bastante tangível as possibilidades de aproximações com projetos makers e tradicionais com comunidades. Via de possíveis formatos de novos projetos de extensão. Ensino superior à serviço da divulgação e construção de informações junto as comunidades de interesse.

Esta primeira formação ocorreu com a responsabilidade de dois professores e um técnico do laboratório *maker* revezando atuação para todo o grupo de docentes e em outros momentos em grupos menores. Consolidada e aplicada esta primeira oportunidade de aprofundamento teórico e prático do tema, no entanto sem

aplicação compartilhada com os alunos, esperou-se que os docentes pudessem propor aos devidos colegiados de curso inclusões e potencialização dos conhecimentos em novos projetos ou outros que já vinham sendo desenvolvidos.

Vale pontuar ainda que o processo formativo docente perdurou ao longo do semestre letivo com encontros aproximadamente bimestrais com a equipe do laboratório para retomar alguns aspectos mais frágeis da condução pedagógica, como a avaliação por exemplo, já que institucionalmente o modelo avaliativo não foi alterado.

Como consequência muitos foram os avanços provocados no aspecto do repensar da condução acadêmica pelos professores participantes da formação, seja pelo entusiasmo e tangibilização de resultados pedagógicos observados em diálogos realizados com os professores ao longo do processo formativo e pelas entregas de projetos apresentados pelos alunos.

No decorrer do trabalho serão apresentados ainda três casos em diferentes áreas do conhecimento para ilustrar as informações citadas anteriormente. O primeiro, caso *maker* em curso de Pedagogia, o segundo, em curso de Engenharia e o terceiro em curso de Biomedicina.

A variabilidade de casos em diversas ciências evidencia que a partir da consolidação e estruturação da formação trouxe o interesse dos professores e respectivos colegiados para aprimoramentos acadêmicos.

Ao longo do primeiro semestre de 2017 foram medidas as presenças e atuações de alunos e professores no laboratório e o levantamento apontou a seguinte divisão:

Tabela 2 – Uso do *maker space* por curso (2017/1º semestre).

	Curso	Alunos	Professores	Relação aluno/ prof
1	Engenharia (5)	39	14	2,79
2	Design	33	9	3,67
3	Arquitetura e Urbanismo	29	1	29,00
4	Gastronomia	15	2	7,50
5	Medicina veterinária	14	2	7,00
6	Biomedicina	13	7	1,86
7	Enfermagem	8	4	2,00
8	Análise e desenvolvimento de sistema	7	3	2,33
9	Pedagogia	5	3	1,67
10	Geologia	4	2	2,00
11	Estética	2	2	1,00
12	Gestão portuária (3)	1	1	1,00
13	Cinema e audiovisual	0	3	-
14	Gestão de recursos humanos	0	2	-
15	Direito	0	2	-
16	Administração	0	2	-
17	Publicidade e propaganda	0	1	-
18	Ciências contábeis	0	1	-
19	Interdisciplinar e outros	0	8	-
20	Oceanografia	0	0	-

Vale destacar que os números apontados refletem o número de projetos (de professores, alunos ou os dois) e não propriamente a presença no laboratório que não apontaria um número real do ponto de vista estatístico.

Os dados apresentados remetem para algumas análises importantes. A primeira delas que, como esperado, notadamente os cursos que mais ocuparam o espaço foram aqueles que têm relação intrínseca com projetos de produto e de processos (linhas 1, 2 e 3). Os cursos da área de saúde ocuparam, de modo consistente, o grupo imediatamente a seguir (5, 6 e 7). Este segundo grupo se consolidou fortemente pelo ímpeto e desejo dos professores em buscarem inovações nas tradicionais práticas relacionadas ao ensino na área de saúde.

Muitos docentes optaram em desenvolver com os alunos a construção de conhecimentos a partir de modelos pedagógicos com patologias, apontando que a maioria dos modelos comerciais são estruturas sãs e exigem maior capacidade de abstração dos alunos do que eles refletirem sobre suas próprias prototipagens e experimentações.

A última coluna faz uma relação entre projetos de alunos por professor o que representa que muitas vezes o desenvolvimento e discussão de conteúdos pode ocorrer em sala de aula e a partir da autonomia dos alunos, estes desenvolvem os projetos no laboratório independentemente. O caso mais significativo é do curso de Arquitetura com índice de 29 pontos seguido por Gastronomia. Como apresentado anteriormente foram elencados três casos para evidenciar que, independente da área do conhecimento científico, as propostas *makers* tiveram desenvolvimento de ensino a partir da atuação e criatividade de adaptação docente.

Caso pedagogia

O caso foi realizado na disciplina “Necessidades Educativas Especiais”, no curso de Pedagogia, do Centro Universitário abordado na pesquisa. Os alunos foram estimulados para a sensibilização da questão das necessidades especiais em sala de aula com releitura dos conceitos do brincar e do brinquedo com amparo da cultura *maker*. A partir deste cenário os alunos foram incentivados ao uso do laboratório e produziram de modo livre e tradicional, com os recursos que geralmente os alunos de curso de Pedagogia possuem como repertório (massa de modelar, canetas, etc) pinos de jogos. Neste momento de ideação que o docente criou conexões importantes com os conteúdos curriculares da disciplina. A próxima etapa foi a transição para base eletrônica com apoio de professor especialista e técnico de laboratório: escaneamento ou produção da modelagem digital e, por fim, a materialização dos elementos projetados com *hardwares* sucedido pela publicação *on-line*. No conjunto de imagens a seguir pode-se visualizar este processo.

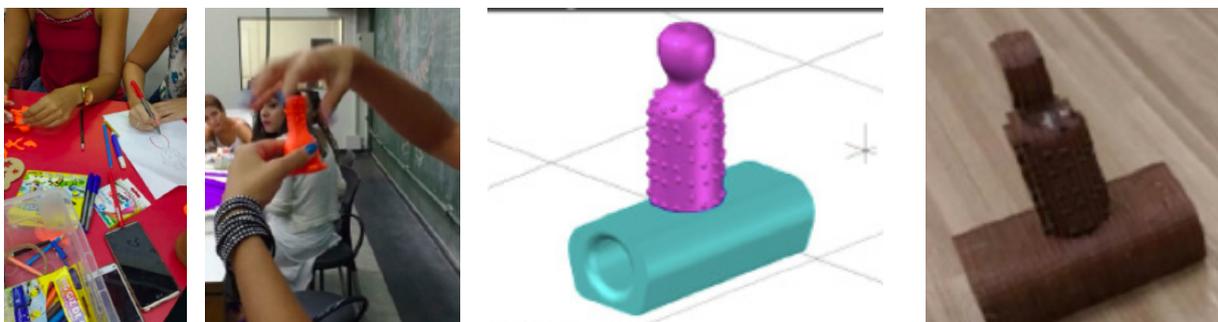


Figura 8, 9, 10 e 11 – Processo de construção de pino para jogo

Fonte: próprios autores

Caso Engenharia

O caso foi realizado em disciplina de projeto integrador que dá a possibilidade de atuação docente em integralizar conteúdos de determinado semestre, no caso segundo período do curso de Engenharia de Produção. Foram exaustivamente debatidos durante o semestre os conceitos em projeto, e por fim, construído um pêndulo de Foucault. O pêndulo é um instrumento que auxilia em demonstrar a rotação da Terra em relação ao seu eixo. A etapa de construção da "régua" do pêndulo possibilitou aprofundamento e reflexão das possibilidades de implantação da escala, assim passando por conceitos geométricos e físicos envolvidos no caso.



Figura 12 e 13 – Escala para o pêndulo realizada em router CNC

Fonte: próprios autores.

Caso Biomedicina

O caso foi realizado em disciplina de Virologia do curso de Biomedicina. As atividades práticas voltadas para a Virologia são realizadas em ambiente laboratorial tradicional de pesquisa na busca do diagnóstico e identificação de vírus. Com a disponibilidade do laboratório de fabricação digital foi proposto então, dentro dos conceitos prévios apresentados em sala de aula, a atividade maker que permitiu ser reproduzida fora do ambiente laboratorial, além de ser usada como recurso didático no entendimento dos conceitos teóricos. Desta forma a elaboração de modelo estrutural de vírus, mais especificamente um bacteriófago, foi escolhido como objeto de construção do conhecimento da aula.

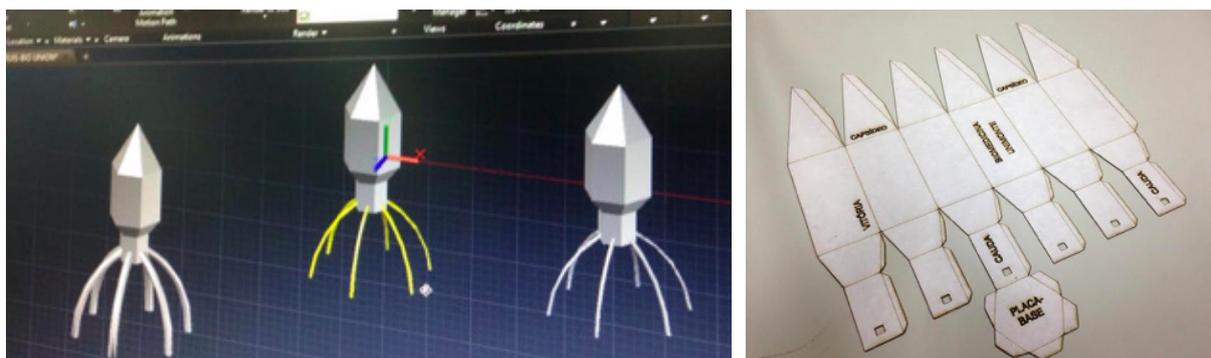


Figura 14 e 15 – Modelagem 3D e planificação do vírus bacteriófago

Fonte: próprios autores.

Após a aplicação da capacitação docente e acompanhamento de alguns projetos acadêmicos como estes apresentados neste trabalho, um dos autores teve a oportunidade em divulgar e capacitar outros grupos docentes em Universidade em São Paulo e dois Centros Universitários em Minas Gerais, pois tratam-se de instituições do mesmo grupo educacional particular.

Os resultados de processos e de produtos a partir do contexto *maker* são evidentes e os autores permanecem atentos aos próximos passos relativos a significação e sistematização das aprendizagens dos alunos que tiveram participação nestes processos e continuidade com as contribuições para formação docente continuada.

Considerações finais

Este trabalho aponta para dois principais aspectos relativos às conclusões de seu desenvolvimento.

Um primeiro aspecto, de bons e substanciais resultados atingidos em exemplos de projetos aplicados e avaliados em cursos de graduação nas mais diversas áreas do conhecimento, a partir da formatação de estratégia para a formação docente de modo estruturado.

Finalmente, a necessidade permanente da manutenção da formação e acompanhamento das aprendizagens dos alunos que tiveram oportunidade de relacionarem-se com esta metodologia.

Referências

ATKINSON, Paul. **Orchestral Manoeuvres in Design**. Amsterdam: BIS, 2011.

CAVALCANTI, Gui. **Is it a hackerspace, makerspace, techshop or fablab?** Disponível em: <<https://makezine.com/2013/05/22/the-difference-between-hackerspaces-makerspaces-techshops-and-fablabs/>>. Acesso em: 29 out. 2017.

CELANI, José Duarte Gabriela, PUPO, Regiane Trevisan. **Introducing digital fabrication laboratories in architecture schools. Planing and operating**. Disponível em: <<http://www.fec.unicamp.br/~lapac/papers/celani-duarte-pupo-2010.pdf>>. Acesso em: 3 nov. 2017.

EYCHENNE, Fabien, NEVES, Heloísa. **Fab Lab: A Vanguarda da Nova Revolução Industrial**. São Paulo: Editorial Fab Lab Brasil, 2013.

FRANCO, Maria Amélia Santoro. Prática docente universitária e a construção coletiva de conhecimentos: possibilidades de transformação no processo ensino-aprendizagem. **Cadernos de Pedagogia Universitária**, São Paulo, v. 1, n. 10, p.23-48, set. 2009.

GERSHENFELD, Neil. **Fab: The Coming Revolution on your Desktop – from Personal Computers to Personal Fabrication**. EUA: Basic Books, 2007.

HATCH, Mark. The maker movement. Manifesto. Disponível em: <<http://www.techshop.ws/images/0071821139 Maker Movement Manifesto Sample Chapter.pdf>>. Acesso em: 03 set. 2017.

MASETTO, Marcos Tarciso. **Ensino de engenharia: técnicas para otimização das aulas**. Brasil: Avercamp, 2007.

NEVES, Heloisa. Maker innovation. **Do open design e fab labs...às estratégias inspiradas no movimento maker.** 2014. 261 f. Tese (Doutorado) - Curso de Design e Arquitetura, Fauusp, São Paulo, 2014.

RIFKIN, Jeremy. **A Terceira Revolução Industrial – Como o poder lateral está transformando a energia, a economia e o mundo.** São Paulo: M. Books do Brasil, 2011.

VOSSOUGUI, Shirin, BEVAN, Browyn (2014). **Making and tinkering: A review of the literature.** National Research Council Committee on Out-of-School Time STEM, 2014.