

V!RUS

revista do nomads.usp
nomads.usp journal
ISSN 2175- 974X

**ações culturais e meios
digitais cultural actions
and digital media**

sem 1 - 12

Como citar esse texto: CAMPOS, P. E. F.; NEVES, H. M. D.; ANGELO, A. G. S. Fab Lab Kids: oficina experimental de fabricação digital de brinquedos educativos. **VIRUS**, São Carlos, n. 7, julho 2012. Disponível em: <<http://www.nomads.usp.br/virus/virus07/?sec=4&item=4&lang=pt>>. Acesso em: dd mmm. aaaa.

Fab Lab Kids: oficina experimental de fabricação digital de brinquedos educativos

Paulo Eduardo Fonseca de Campos, Heloisa Maria Domingues Neves
e Alex Garcia Smith Angelo

Paulo Eduardo Fonseca de Campos é Arquiteto, Doutor em Arquitetura e Urbanismo. É professor e pesquisador da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAUUSP) e Coordenador do Curso de *Design*. Pesquisa a produção do design e arquitetura contemporâneos e sua transição desde os sistemas produtivos clássicos aos atuais meios digitais de fabricação.

Heloisa Maria Domingues Neves é Arquiteta, Mestre em Comunicação e Semiótica. Aluna do *Fab Academy* do *Center for Bits and Atoms* - MIT. Tem interesse na área de *Open Design*, *Design* Colaborativo, Fabricação Digital, Fab Lab's.

Alex Garcia Smith Angelo é Arquiteto. Pesquisador da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo - USP. Estuda as tecnologias digitais de fabricação aplicadas à Arquitetura e ao *Design*. Tem interesse na inserção da fabricação digital e redes de conhecimento como parte de políticas públicas na área de educação.

Resumo

O presente artigo descreve o processo conceitual e teórico da realização de uma oficina experimental de fabricação digital de brinquedos educativos junto a comunidade da cidade de Guarulhos. O projeto foi coordenado pelo DIGI FAB (grupo de estudos em fabricação digital aplicados ao design e a arquitetura da FAU USP) em parceria com o Fab Lab Costa Rica, Fab Lab Lima, Fab Lab Barcelona e Secretaria do Meio Ambiente da cidade de Guarulhos. O objetivo principal do projeto foi experimentar o aprender-fazendo, o aprender em rede e o aprender através do uso de novas tecnologias como a fabricação e a eletrônica digital por meio do tema da educação ambiental. O resultado alcançado foi satisfatório, apontando algumas falhas que serão discutidas durante o artigo e tratadas como pontos a serem metodologicamente melhor trabalhados em futuras atividades, mas, principalmente, o projeto apresenta acertos em relação à experiência do aprender em rede e aprender fazendo, e na nítida apropriação da oficina pela comunidade.

Palavras-chave: Ensino; Redes de conhecimento; Fabricação Digital; Meio Ambiente.

1. Novos paradigmas para a produção material proporcionando novas formas de aprendizado

A Revolução da Tecnologia e da Informação, ou TIC como se nomeia, criou novos meios de comunicação instrumentalizada por um número expressivo de inovações tais como o computador pessoal, a internet, novos materiais, novos meios de fabricação, entre outros tantos descobrimentos técnico-científicos, criando um novo tipo de socialização em contínua expansão. Segundo Gershenfeld (2005, p. 13) passamos por um limiar dessa revolução que nos leva a pensar no binômio bits e átomos através de uma fronteira mais fluida e permeável, na medida em que um mundo de átomos está sendo personalizado cada vez mais através dos bits e de máquinas-ferramentas cada vez mais acessíveis. Frente a isso, e acreditando que tal revolução acabou por também revolucionar outras áreas, torna-se importante realçar o valor do conceito de redes e cooperação e da construção de um saber baseado no fazer (entendendo-se aqui neste experimento enquanto um fazer através da eletrônica e da fabricação digital). Segundo Castells (2011, p. 566):

“a inclusão/exclusão em redes e a arquitetura das relações entre redes, possibilitadas por tecnologias da informação que operam à velocidade da luz, configuram os processos e funções predominantes em nossas sociedades. Redes são estruturas abertas capazes de expandir de forma ilimitada, integrando novos nós, desde que consigam comunicar-se dentro da rede, ou seja, desde que compartilhem os mesmos códigos de comunicação (por exemplo, valores e objetivos de desempenho).”

Embasados neste conceito de rede acima exposto e nas práticas recorrentes da TIC, podemos refletir sobre novas práticas cooperativas que surgem aliando redes de conhecimento à fabricação digital. Esta aliança nos possibilita a troca de informações e a materialização rápida e precisa de soluções compartilhadas digitalmente. O enfoque não é somente no aperfeiçoamento dos ambientes virtuais, mas sim, em um equilíbrio entre a rede virtual e possibilidades de materializações. Segundo Gershenfeld (2005, p. 18), será através da fabricação digital que tornaremos tangíveis os mundos virtuais que criamos.

Seguindo um pouco além, podemos dizer que tal quebra de paradigma transforma também a maneira de como alguém pode absorver o conhecimento. O conjunto de técnicas digitais disponíveis para comunicação em rede e para a fabricação, poderiam propor um retorno entre teoria e a prática, o fazer para aprender, propondo não mais um caráter intelectualista e individualista do conhecimento, mas um processo que se realiza nas relações entre sujeito e o mundo, constituindo-se em relações de transformações resultadas da confrontação entre a cooperação e a materialização de conhecimentos. Frente a isso, acredita-se ser possível e desejável constituir redes de conhecimento técnico que tenham como pressuposto e compromisso na disseminação de um novo tipo de saber, no qual ganha corpo através da materialização de soluções com o uso da fabricação digital. Para que isso venha a acontecer,

urgem realizações com esse caráter, de modo a conhecermos quais os limites e ganhos que essas tecnologias juntas podem nos oferecer em termos de inovação.

Neste marco se situa a oficina realizada por nós, e cujos resultados são apresentados neste artigo. Resumidamente, tentamos fazer com que os conceitos acima discutidos pudessem ser concretizados através de um grupo de alunos, os quais durante um dia receberam informações sobre fabricação digital, eletrônica e reuso da madeira, com a finalidade de construir por si mesmos uma lixeira/brinquedo educativa com um contador eletrônico acoplado, que por sua vez, tem como objetivo quantificar objetos a serem armazenados para serem reciclados. Dentre os processos apresentados aos alunos podemos citar: a colaboração e a aprendizagem virtuais, personalização de objeto, visualização de um processo de fresagem de madeira em uma máquina CNC (controle numérico por computador) e soldagem de componentes em placas de circuitos eletrônicos.

2. Redes de conhecimento embasadas em uma nova forma de ensinar

O projeto Fab Lab Kids realizado no Brasil é fruto de um projeto maior que se configura em redes abertas de informação e conhecimento. Ele faz parte de um dos projetos da rede Fab Lab. Fab Lab é a abreviação de laboratórios de fabricação e estão presentes em muitos países do mundo. Eles possuem uma fundação mais conceitual, visto que o projeto nasceu dentro do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*)¹. Dentro da rede, encontram-se alguns projetos colaborativos e um número de iniciativas de troca de projetos e experiências entre os labs. Os labs ao redor do mundo, através de um sistema comum de vídeo conferências utilizado em reuniões, treinamento e no dia a dia dos laboratórios, estão regularmente em contato uns com os outros para troca de experiências. Cada Fab Lab possui uma ênfase definida localmente de acordo com problemas locais. Na Índia, por exemplo, existem projetos de desenvolvimento de placas eletrônicas que facilitem a geração de energia, já na Costa Rica existem projetos para resolução de problemas de tecnologia de internet sem fio para a agricultura, educação e produção médica². Alguns Fab Labs são abertos ao público para que produzam seus objetos, assim como para profissionais que queiram desenvolver produtos. O Brasil vem aos poucos se incluindo nesta rede e pretende em pouco tempo já ter o seu primeiro Fab Lab instalado. O projeto Fab Kids, experimento em questão neste artigo, se configurou enquanto um dos primeiros passos para a concretização desta parceria.

Explicado, portanto, a conexão entre os envolvidos, citaremos na sequência os três parceiros mais próximos na formação da rede que se configurou para a experiência do Fab Lab Kids Guarulhos.

¹ Site "Center for Bits and Atoms": <http://cba.mit.edu/>.

² Site com lista de Fab Labs : <http://fab.cba.mit.edu/about/labs/>

2.1 O projeto Fab Lab Kids no Fab Lab Barcelona

O Fab Lab Barcelona³, vinculado ao *Institute for Advanced Architecture of Catalonia – IaaC*, é hoje um dos principais laboratórios de fabricação digital que tomam parte na rede mundial Fab Lab. O Fab Lab Kids, criado pelo Fab Lab Barcelona, é uma atividade aberta a crianças e jovens de 10 a 16 anos. No laboratório, em um período de duas horas e meia por semana, grupos de crianças e jovens, separados por idade, desenvolvem, com o apoio de monitores, atividades voltadas para despertar a criatividade e conceber produtos inovadores. Em suma, busca-se evidenciar a necessidade de inventar, de criar algo que tenha a ver com o desenvolvimento humano. A criança tem capacidade criativa mais desimpedida para inventar, e a criatividade está intimamente ligada às suas emoções, e, portanto, seu desenvolvimento pode aumentar o crescimento pessoal e a expansão de seus talentos. Segundo os seus criadores, o Fab Lab Kids, é um laboratório criativo que promove o desenvolvimento da inteligência, criatividade e imaginação das crianças e jovens. É um lugar onde se estimula o pensamento e a inovação ocorre, um espaço onde se realizam atividades educativas e recreativas destinadas às crianças e adolescentes com foco em design e fabricação digital.⁴

2.2 O projeto “Acampamentos de Construção e Aprendizagem” do Fab Lab Costa Rica/Lutec

Sob direção do professor Milton Villegas-Lemus foi criado nos anos 2000 o Fab Lab Costa Rica ou *Lutec-Luthiers de la Tecnología*, sediado na segunda maior universidade pública daquele país, o TEC-Instituto Tecnológico de Costa Rica⁵, na cidade de Cartago. Villegas-Lemus (2011, s.p.) define como uma das bases de seu pensamento o “construtivismo recursivo” que é a união de dois conceitos, um proveniente da área da sociologia e outro da área da computação, e ainda define da seguinte maneira as atividades do laboratório que são direcionadas ao público infantil:

“Os Acampamentos de Construção e Aprendizagem são ações dentro e fora da universidade, em escolas e comunidades rurais, com crianças de 9 a 11 anos. Estudantes voluntários são incentivados para participarem do projeto. Nesses Acampamentos de Construção e Aprendizagem, as crianças criam seus próprios projetos de brinquedos e também desenvolvem protótipos de produtos.” (VILLEGAS-LEMUS, 2011, s.p.)

³ Site “FabLab BCN”: <http://fablabbcn.org/>

⁴ Site “Fab Lab Kids”: www.fablabkids.org/programa-2009-2010/

⁵ Site “TEC Tecnológico de Costa Rica”: <http://www.tec.ac.cr>

O mesmo conclui afirmando que depois de anos de experiência com os Acampamentos, chegou à conclusão de que a melhor forma de buscar uma alternativa à estrutura educativa tradicional seria implementar um programa que atendesse às crianças após o horário da escola, incorporando como parte principal do método proposto a hipótese de que o próprio aluno apresentasse seus projetos aos pais e aos estudantes universitários que o acompanhariam no programa.

2.3 O Fab Lab Lima, o projeto da lixeira/brinquedo educativo

O desenho da lixeira/brinquedo educacional é do *designer* e diretor do Fab Lab Lima, Victor Freundt. Uma de suas pesquisas é o desenvolvimento de personagens infantis baseados na cultura popular e o uso da tecnologia pelas crianças de uma forma inteligente e criativa estimulando-as a criarem seus próprios brinquedos e jogos.

A família "Tacho", nome dado pelo *designer* à linha de desenhos trabalhada na oficina, foi escolhida para estimular os alunos para novas formas inusitadas de desenho para um objeto infantil e também para que os alunos se familiarizem com processos de colaboração e personalização.

3. O Projeto piloto Fab Lab Kids - oficina experimental de fabricação digital de brinquedos da Prefeitura de Guarulhos

Partindo da teoria acima exposta e nos guiando pelos estudos de caso já realizados em Barcelona e Costa Rica, surgiu a Oficina Fab Lab Kids. Como metodologia proposta, decidiu-se trabalhar fortemente o conceito de colaboração através da parceria com o *Fab Lab Costa Rica*, a qual participou ativamente e durante todo o tempo da oficina, mostrando seus projetos aos alunos de Guarulhos, ajudando-os com as dificuldades encontradas e fazendo comentários finais aos projetos realizados. O objetivo deste trabalho em rede era atenuar as barreiras geográficas e culturais e que pudessem de alguma maneira, contribuir com um aprendizado mais amplo. Ademais, o grupo de Costa Rica possui ampla experiência com a temática da oficina e de alguma maneira estávamos todos aprendendo com eles. Com relação a Barcelona, a relação foi mais no sentido de entendermos como o projeto é realizado e como pedagogicamente poderíamos envolver os alunos ao tema da fabricação digital e eletrônica, apesar de também termos contado com a participação *online* do coordenador deste laboratório. Por sua vez, a cooperação com o Fab Lab Lima foi no sentido de participar do

projeto⁶ desenvolvido por Victor Freundt neste laboratório, o qual nos cedeu os desenhos base das lixeiras/brinquedos educativos (a qual vamos explicar em detalhes adiante) para que as crianças pudessem personalizá-las e adequá-la para que fosse implementada com o contador digital (também melhor explicado adiante).

O objetivo imediato da oficina foi introduzir a um grupo de 18 crianças entre 7 e 12 anos da cidade de Guarulhos, questões ambientais e sua possível vinculação com o uso de eletrônica e fabricação digital. Por sua vez, pode-se dizer que a oficina teve como propósito principal o estímulo à criatividade, ao pensamento, à inovação e ao intercâmbio de ideias com outras culturas latino-americanas, além de proporcionar vivências práticas de trabalho em grupo.

Por parte dos pesquisadores que realizaram o workshop, a inserção da fabricação digital como parte de políticas públicas na área de educação é um dos objetos de estudo do Grupo de Pesquisa DIGI FAB da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo que investiga, entre outros temas, a implementação de ações educativas e culturais via ferramentas de fabricação digital. A partir da iniciativa do referido grupo de pesquisa, com a colaboração de outros laboratórios da rede internacional Fab Lab e em função do interesse da Prefeitura Municipal de Guarulhos, além de empresas do setor privado, foi possível a realização do projeto piloto. O evento foi realizado em dezembro de 2011 no Centro de Educação Ambiental Virgínia Ranalli, durante um sábado das 9:00h às 18:00h, e contava com facilitadores locais e participantes via skype (monitores e pequenas apresentações).



Figura 1. Pôster de apresentação do Projeto. Fonte: Autores.

⁶ Victor Freundt : <http://fablabbcn.org/2011/10/victor-Freundt-graduado-en-el-fab-academy-barcelona-gana-premios-de-diseno-e-innovacion-en-peru/>

3.1. A lixeira ecológica de madeira reciclada.

O objeto trabalhado pelos alunos foi a "Tacho" uma lixeira/brinquedo de madeira, projeto enviado pelo coordenador do Fab Lab de Lima especialmente para a oficina, a fim de que nesta primeira etapa as crianças pudessem ter acesso a um objeto a ser personalizado e que se utilizasse de técnicas de fabricação digital para fabricação. Como tínhamos um período muito curto para a realização da oficina, as crianças não visualizaram todo o processo de corte das peças, recebendo já as partes cortadas para que fossem personalizadas e montadas. No entanto, durante um dos intervalos, um técnico fabricou uma parte da lixeira em frente aos alunos e respondeu às questões que foram surgindo, demonstrando como foram fabricadas as peças desde o desenho no computador até o envio do arquivo para a fresadora CNC.



Figura 2. Demonstração fresadora CNC. Fonte: Autores.

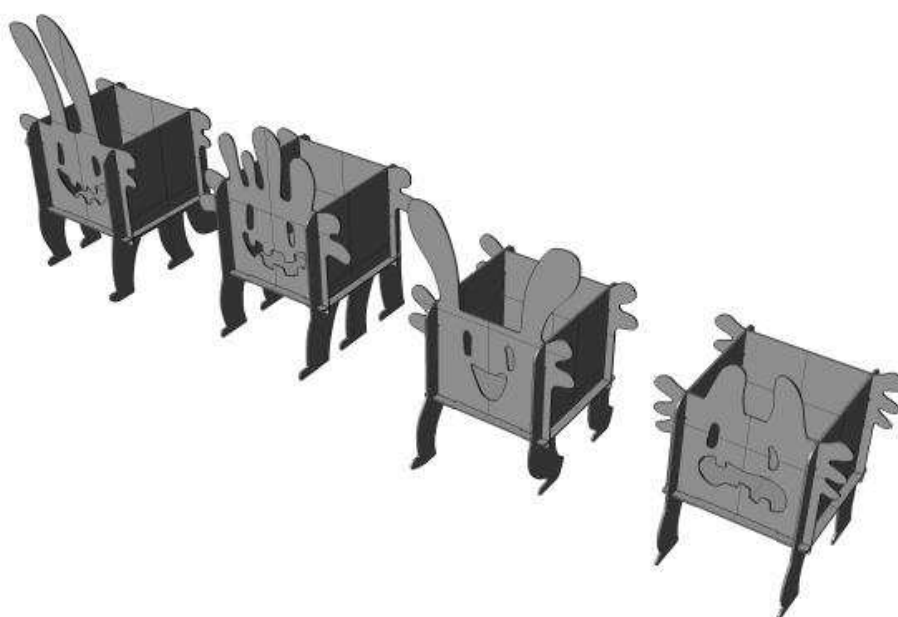


Figura 3. Tipos de lixeiras, desenhadas em Rhinoceros/McNeel (designer Victor Freundt). Fonte: Autores.

A madeira utilizada foi retirada a partir de peças brutas, beneficiadas na Serraria Ecológica da Prefeitura Municipal de Guarulhos e convertidas em chapas. Este processo também foi mostrado às crianças através de fotos.



Figura 4. Serraria Prefeitura de Guarulhos, 2011. Fonte: PMG.

As chapas de madeira foram, posteriormente, entregues à empresa responsável pelo seu corte em fresadora CNC, já na etapa de fabricação digital do produto. Os arquivos digitais contendo os projetos paramétricos das lixeiras ecológicas, para sua fabricação, foram enviados pelo Fab Lab Lima.



Figura 5. Tecnoflexorouters CNC. Fonte: Autores.



Figura 6. Madeira 'bruta' e a lixeira ecológica. Fonte: Autores.



Figura 7. Lixeira montada. Fonte: Autores.

3.2 Os kits de eletrônica do Fab Lab Costa Rica/Lutec

Os kits contendo componentes eletrônicos e placas de circuitos, para serem montados pelas crianças nessa primeira oficina, foram desenvolvidos e enviados pelo Fab Lab Costa Rica /TEC-Tecnológico de Costa Rica – LuTec, sob a supervisão do Prof. Milton Villegas-Lemus. Tais componentes eletrônicos são os mesmos empregados nos Acampamentos de Construção e Aprendizagem desenvolvidos na Costa Rica, conforme já comentado. Os kits constituíam-se de módulos de circuitos com um contador digital e um sensor sensível à luz. Anexos a esses módulos haviam baterias, leds e cabos que as crianças montaram durante a oficina através de soldas e de encaixes simples.

O princípio geral de funcionamento dos componentes eletrônicos instalados na Lixeira Ecológica, após montagem pelas crianças, consistia no acionamento de um contador digital, na medida em que um objeto caía no cesto e o raio de luz entre o LED e o sensor de iluminação era interrompido.

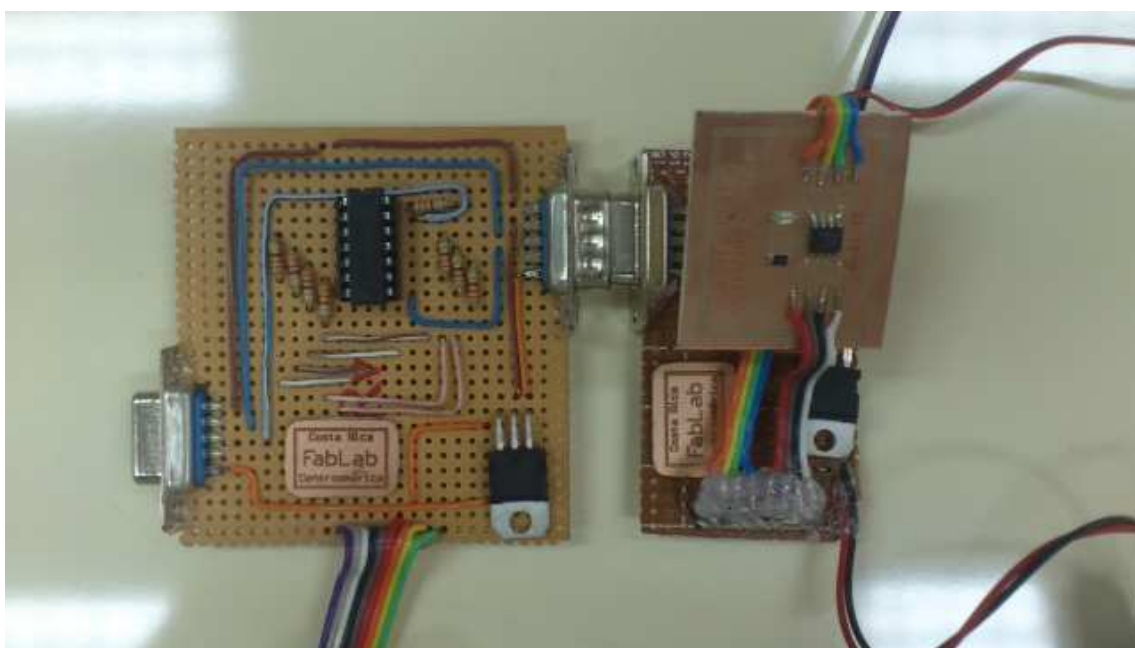


Figura 8. Kits de eletrônica enviados pelo *Fab Lab Costa Rica*. Fonte: Autores.

3.3 A Oficina

Após uma breve apresentação inicial da dinâmica da oficina, realizada por integrantes da Secretaria do Meio Ambiente, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP e do Fab Lab Barcelona, cuja intervenção se deu por meio de vídeo conferência, as crianças iniciaram a personalização de suas Lixeiras Ecológicas. Cada grupo de crianças adotou um tutor na Costa Rica, responsável por sua orientação e acompanhamento por vídeo conferência.



Figura 9. Alunos se apresentando ao Fab Lab Costa Rica. Fonte: Autores.



Figura 10. Personalização da Lixeira/brinquedo ecológica. Fonte: Autores.



Figura 11. Personalização da Lixeira/brinquedo ecológica. Fonte: Autores.



Figura 12. Personalização da Lixeira/brinquedo ecológica. Fonte: Autores.



Figura 13. Apresentação aos tutores do FAB LAB Costa Rica. Fonte: Autores.

Após a personalização do projeto, as crianças montaram as lixeiras e iniciaram a montagem dos componentes eletrônicos. As crianças montaram, soldaram e testaram o funcionamento de cada módulo eletrônico apresentado pela equipe do Lutec da Costa Rica, sob a supervisão dos facilitadores locais. A montagem dos kits teve a participação direta da equipe da Costa Rica, que explicou passo a passo a forma de montagem dos kits por vídeo conferência, assistida por duas câmeras para captar os diferentes ângulos para melhor compreensão da operação. Enquanto isso facilitadores do Grupo DIGI FAB USP e o professor Benito Juarez do Fab Lab Lima, coordenaram cada grupo.



Figura 14. Momento de aprender fazendo - eletrônica. Fonte: Autores.



Figura 15. Momento de aprender fazendo - eletrônica. Fonte: Autores.



Figura 16. Momento de aprender fazendo - eletrônica. Fonte: Autores.



Figura 17. Momento de aprender fazendo - eletrônica, com os módulos funcionando e as lixeiras ao fundo. Fonte: Autores.



Figura 18. Lixeira/brinquedo personalizadas sem os kits eletrônicos. Fonte: Autores.

Para uma melhor compreensão pelos alunos do projeto como um todo, haveria uma discussão em sala de aula em conjunto, sobre a melhor forma de acoplar o dispositivo na

lixeira/brinquedo, no entanto, pelo curto tempo restante e pelo horário avançado da oficina, não houve a junção das partes para a finalização em um projeto único. Houve somente uma breve finalização feita pelos organizadores brasileiros e costarriquenhos.

5. Reflexões sobre o Projeto Piloto

A oficina teve um resultado positivo pois cumpriu seu objetivo principal que era o de experimentar o aprender fazendo, o aprender em rede e o aprender através do uso de novas tecnologias como a fabricação e a eletrônica digital. O projeto também teve uma repercussão positiva junto a municipalidade de Guarulhos, vencendo o primeiro Prêmio de Melhor Tecnologia Cidadã de 2011 pelo Departamento de Tecnologia e Informática da prefeitura de Guarulhos.⁷

Como pontos a serem aprofundados em próximas oficinas podemos dizer que apesar das abordagens nas temáticas propostas: fabricação digital, eletrônica, meio ambiente e ensino através de redes de conhecimento, a experiência demonstrou a nítida importância no aprofundamento das técnicas de inserção da tecnologia no processo criativo, visto que a personalização e montagem dos kits trouxeram aprendizado técnico, mas não cumpriu com as expectativas de um aprendizado criativo aprofundado. CAMPOS (2005 apud CAMPOS, 2008, p.101) nos ensina que:

“Papert busca chamar nossa atenção para o fato de que, se mergulharmos em situações de aprendizagem ao invés de olhá-las a certa distância, se tivermos com elas uma maior conectividade ao invés de estarmos separados, elas se tornarão poderosas para nosso aprendizado. O envolvimento, a aplicação plena àquilo que estamos aprendendo é, em sua teoria, a chave para o verdadeiro aprendizado.”

Em uma avaliação mais aprofundada, a experiência da oficina não foi totalmente completa na medida em que não houve participação direta das crianças no desenvolvimento do objeto, ou seja, se houvesse interação direta oferecendo um problema, ou condições para a descoberta de algum e incentivando sua solução através do ferramental tecnológico, a atividade ofereceria maiores ganhos científicos aos alunos, novamente citando CAMPOS (2008, pp.13-14);

“Vale ressaltar que a ação do formador, perante as dificuldades de seu aprendiz nos ambientes informatizados implica um árduo trabalho de planejamento, baseado na reflexão de todas as etapas, onde o formador/colaborador age diante das indagações dos alunos, favorecendo a autonomia da construção nova do conhecimento em relação ao problema em questão. Queremos dizer que, ao utilizar a tecnologia como mediadora, devemos planejar a sua utilização de uma forma que possibilite ao aluno construir seu conhecimento, não só por

⁷ Site: <http://www.telecidadania.blogspot.com.br/>

meio do computador, mas nas relações estabelecidas com o colega e com o professor e todas as fontes possíveis de conhecimento.”

E em uma reflexão sobre o papel do computador nesse processo, Blikstein (2011, p.11) nos ensina que:

“E diante da complexidade da ciência e da indústria dos nossos dias, quem não souber viver em simbiose cognitiva com as máquinas (e suas redes) não terá muita chance de sobreviver. É exatamente aí que entra o computador na educação. Esqueça o computador como terminal de acesso à internet. Esqueça o computador como máquina multimídia. O verdadeiro valor do computador na educação é permitir que os alunos criem modelos – ou seja, aprendam ciência como se faz ciência hoje em dia.”

Neste contexto teórico e prático de experiências bem sucedidas e salvo comparações estruturais e conceituais, a oficina careceu em não permitir uma maior interação criativa entre os alunos. Porém, estas falhas detectadas nos conduzirão à melhoras para futuras atividades, visto que a pedra fundamental foi lançada e esta acabou por criar um campo aberto para experimentação acerca dos temas acima descritos de maneira muito mais próxima da comunidade, saindo assim do mundo estritamente acadêmico, papel este que entendemos ser o da universidade.

Video 01: [<http://vimeo.com/33193676>]

Video 02: [http://www.youtube.com/watch?v=x8_FiIOjGqs]

Referências

- BLIKSTEIN, P. **O mito do mau aluno e porque o Brasil pode ser o líder mundial de uma revolução educacional**. 2011. Disponível em: <http://www.blikstein.com/paulo/documents/books/Blikstein-Brasil_pode_ser_lider_mundial_em_educacao.pdf>. Acesso: 28 jun. 2012
- CAMPOS, F. **Diálogo entre Paulo Freire e Seymour**: a prática educativa e as tecnologias digitais de informações e comunicação. Tese (Doutorado), Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2008.
- CASTELLS, M. **A Sociedade em rede**. São Paulo: Paz e Terra, 2011.
- GERSHENFELD, N. **FAB**: The coming revolution on your desktop: from personal computers to personal fabrication. Nova Iorque: Basic Books, 2005.
- VILLEGAS-LEMUS, M. Aprendendo com brinquedos. In: **Fab Lab SP**: fabricação digital: para quê e para quem?, São Paulo: 08 dez. 2011. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - Universidade de São Paulo (FAU/USP). [vídeo] Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=Cmw9Myrakvc>>. acesso em: 25 jun. 2012