ALEX GARCIA SMITH ANGELO

**CONSIDERAÇÕES SOBRE UM CAMPO CONCEITUAL
COMUM ENTRE A FORMAÇÃO BÁSICA ESCOLAR,
PROJETO E AS TECNOLOGIAS DIGITAIS DE MODELAGEM
E FABRICAÇÃO**

São Paulo

2015

ALEX GARCIA SMITH ANGELO

**CONSIDERAÇÕES SOBRE UM CAMPO CONCEITUAL
COMUM ENTRE A FORMAÇÃO BÁSICA ESCOLAR,
PROJETO E AS TECNOLOGIAS DIGITAIS DE MODELAGEM
E FABRICAÇÃO**

EXEMPLAR REVISADO E ALTERADO EM RELAÇÃO À VERSÃO ORIGINAL,
SOB RESPONSABILIDADE DO AUTOR E ANUÊNCIA DO ORIENTADOR.
O ORIGINAL SE ENCONTRA DISPONÍVEL NA SEDE DO PROGRAMA

Dissertação apresentada à Faculdade de
Arquitetura e Urbanismo da Universidade
de São Paulo como parte dos requisitos
necessários à obtenção do título de
mestre em Arquitetura e Urbanismo

Área de concentração: Design e Arquitetura

Orientador: Prof. Dr. Paulo Eduardo Fonseca de Campos

São Paulo

2015

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

E-MAIL DO AUTOR: digitalsocialfab@gmail.com

A584c Angelo, Alex Garcia Smith
Considerações sobre um campo conceitual comum entre a formação básica escolar, projeto e as tecnologias digitais de modelagem e fabricação / Alex Garcia Smith Angelo. --São Paulo, 2015.
135 p. + anexo : il.

Dissertação (Mestrado - Área de Concentração: Design e Arquitetura) – FAUUSP.
Orientador: Eduardo Fonseca de Campos

1.Design 2.Crianças em idade escolar 3.CAD/CAM 4.Processos cognitivos 5.Eletrônica digital (Modelagem ; Fabricação) 6.Linguagem 7.Formação básica escolar 8.Habilidades mentais I.Título

CDU 7.05

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: ANGELO, Alex Garcia Smith.

Título: Considerações sobre um campo conceitual comum entre a formação básica escolar, projeto e as tecnologias digitais de modelagem e fabricação.

Dissertação apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de mestre em Arquitetura e Urbanismo

Aprovado em

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Paulo Eduardo Fonseca de Campos
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. Artur Simões Rozestraten
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dra. Roseli de Deus Lopes
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Julgamento: _____ Assinatura: _____

São Paulo, ____ de _____ de 2015

DEDICATÓRIA

A todas as crianças que me permitiram repensar o mundo.

AGRADECIMENTOS

Esta dissertação não teria sido possível sem a confiança do Prof. Dr. Paulo Fonseca de Campos e de sua disposição em acompanhar este processo de aprendizado e de descobertas.

Aos membros da banca de qualificação, Prof. Dr. Artur Rozestraten e Prof. Dra. Roseli de Deus Lopes pelos comentários que permitiram a continuidade deste trabalho.

À Prof. Dra. Gabriela Celani pelo primeiro contato com a fabricação digital e ao prof. Affonso Orciuoli pelo pioneirismo na área e auxílio nas visitas aos laboratórios internacionais de fabricação digital.

Aos companheiros da rede internacional Fab Lab, prof. Milton Villegas-Lemus (Fab Lab Costa Rica), Tomas Diez (Fab Lab Barcelona), Beno Juarez (Fab Lab Lima) e Henrique Monnerat (Designoteca) pelo suporte e entusiasmo na aplicação prática do tema da pesquisa.

À amigas do curso de pós-graduação da USP Juliana Henno, Elisabeth Romani pelas sugestões, conversas e discussões sobre o tema deste trabalho.

Ao Prof. Tomas Guner Sniker e à Arqta. Barbara Villanova pelas sugestões para os trabalhos de campo.

Às amigas Maria Iracema Ferreira, Rejane Alves, Dina Uliana, Isa, Cilda, Cristina e Maria José em nome de todos os funcionários da FAUUSP graduação e pós-graduação, pela atenção e paciência.

Ao Emílio Leocádio Jr. em nome da equipe e dos laboratórios Fab Lab SP e Laboratório de Modelos e Ensaios (LAME), pelo suporte à pesquisa empírica.

Ao Fábio Roberto de Moraes Vieira (Babi), Roberto Marcondes, Luiz Jacometti, Leandro Gramulha e Prof. Dra. Marinilzes Moradillo Mello representando todos os departamentos da Prefeitura de Guarulhos que apoiaram a realização das oficinas.

Ao meu pai Helio Smith e mãe Genny Garcia, pelo apoio incondicional e aos meus irmãos Andrea e Adam pelo suporte em todo esse período de pesquisa.

RESUMO

Produto de uma pesquisa teórica e empírica, esta dissertação aborda um campo conceitual comum entre a área de projeto pertencente à arquitetura e ao design, a formação escolar básica e as tecnologias digitais de modelagem e fabricação. Tal temática pauta-se na contemporaneidade, na medida em que se inserem novos meios de apoio ao ensino e aprendizado na formação escolar básica. Desse modo, o computador até então utilizado como processador de texto e imagens, alia-se à modelagem, à fabricação digital e à comunicação em rede. Como abordado nessa dissertação, o termo "design" é empregado com distintos enfoques no campo da formação escolar básica, o primeiro deles de caráter mais vinculado ao campo das artes, enquanto o segundo insere-se no campo das tecnologias de fabricação e no estudo da cultura material da sociedade contemporânea. Tendo em vista o campo comum dessas ações permeando as áreas de projeto, formação básica escolar e tecnologias digitais, esta investigação considera a partir uma base teórica, um grupo de dezoito pontos de convergência que subsidiou os trabalhos de campo. Esses trabalhos foram estruturados a partir de quatro tipos de oficinas realizadas na periferia da cidade de Guarulhos, região metropolitana de São Paulo, organizadas em um ambiente de livre acesso e que foram detalhadas nesse trabalho.

Essa formulação teórico-prática visa traçar considerações acerca do campo comum estudado em que, tecnologias digitais de modelagem e fabricação têm auxiliado no desenvolvimento de linguagens e habilidades mentais em um público inserido na formação escolar básica. Pretende-se assim avançar no debate sobre a formação do indivíduo na atualidade.

Palavras-chave: 1.Design 2.Crianças em idade escolar 3.CAD/CAM 4.Processos cognitivos 5.Eletrônica digital (Modelagem; Fabricação) 6.Linguagem 7.Formação básica escolar 8.Habilidades mentais

ABSTRACT

The product of a theoretical and empiric research, this paper discusses a common conceptual ground among the project area –which includes the architecture and the design–, basic education, and digital modelling and manufacturing technologies. Its subject is based on the contemporaneity, to the extent that it introduces new means of support for learning and teaching in basic education. In this way, the computer –to that moment used exclusively for text and image processing– allies with modelling, digital manufacturing, and network communication. As herein discussed, the word "design" is used with different meanings in the field of basic education, the first of which has a stronger relation with the field of arts, whereas the second one lies within the field of manufacturing technologies and the studies on the material culture of the contemporary society. Considering the common ground of said activities, which permeate the fields of design, basic education and digital technology, this research take into account a group of eighteen common points of agreement from a theoretical basis that subsided the field studies. Those studies were structured from four types of workshop held in the outskirts of Guarulhos, in the metropolitan region of São Paulo, organized in a free-access environment, and which are herein detailed.

This theoretical and practical formulation has as purpose to address the considerations resulting from the studied common ground, insofar as digital modelling and manufacturing technologies has helped the development of languages and mental skills of such a young audience still in basic education. The aim is to advance the debate on the formation of the individual nowadays.

Keywords: 1. Design; 2. School-age children; 3. CAD/CAM; 4. Cognitive processing; 5. Digital electronics (Modelling; Manufacturing); 6. Language; 7. Basic education; 8. Mental skills.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - O SEGUNDO DOM: AS TRÊS FORMAS SUSPENSAS, O CUBO A ESFERA E O CILINDRO	33
FIGURA 2 - EXEMPLOS DE PROGRAMAS DE EDIFÍCIOS E OS MANUAIS DE JARDIM-DE-INFÂNCIA	34
FIGURA 3 - O DÉCIMO DOM: O PONTO E AS ESTRUTURAS ESPACIAIS	35
FIGURA 4 - SALA DE EXIBIÇÃO PERMANENTE EDUCATIVA	38
FIGURA 5 - CAIXA PEDAGÓGICA DE UTENSÍLIOS DE COZINHA	39
FIGURA 6 - CAIXA PEDAGÓGICA DE UTENSÍLIOS DA DEUTSCHER WERKBUND.....	40
FIGURA 7 - CAIXA PEDAGÓGICA DE UTENSÍLIOS DA DEUTSCHER WERKBUND UTILIZADA POR JOVENS BERLINENSES	40
FIGURA 8 - MUNARI ENSINANDO OS ALUNOS UTILIZANDO FOTOCOPIADORA	52
FIGURA 9 - MUNARI ENSINANDO OS ALUNOS UTILIZANDO PROJETORES	53
FIGURA 10 - PROJETO DE MÁQUINA DE TESTES DE INTELIGÊNCIA DE PRESSEY (1924) ..	69
FIGURA 11 - MÁQUINA DE TESTES E SYDNEY PRESSEY	69
FIGURA 12 - EXPERIMENTO DE SKINNER “BABY IN A BOX”.....	72
FIGURA 13 - ESCALA CUISENAIRE	77
FIGURA 14 - ALUNOS / FAB LAB COSTA RICA – LUTEC; MÓDULO DE ROBÓTICA KROTIC	81
FIGURA 15 - LABORATÓRIOS FABLAB@SCHOOL.....	81
FIGURA 16 - AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM A DISTÂNCIA POR VÍDEO CONFERÊNCIA	88
FIGURA 17 - PARTICIPANTES SOLDANDO E MONTANDO OS MÓDULOS ELETRÔNICOS E O PROF. DO FAB LAB LIMA, BENO JUAREZ, AUXILIANDO OS PARTICIPANTES	89
FIGURA 18 - PERSONALIZAÇÃO DA LIXEIRA/BRINQUEDO ECOLÓGICA.....	89
FIGURA 19 - PROJETO FINALIZADO COM A ELETRÔNICA E A LIXEIRA.....	90
FIGURA 20 - PARTICIPANTES DESENVOLVENDO AS PROPOSTAS COM LÁPIS E PAPEL COM OS TUTORES.....	91
FIGURA 21- EXEMPLOS DE EXPRESSÃO ANÁLISE/SÍNTESE DE UM PROBLEMA E SUA SOLUÇÃO COM SUPORTE DE DESENHO GRÁFICO A MÃO.....	92
FIGURA 22 - ENTREGA DE PARTES DAS PROPOSTAS FABRICADAS EM PLÁSTICO POR UMA IMPRESSORA 3D.....	92
FIGURA 23 - TRABALHO COM AS PARTES DAS PROPOSTAS FABRICADAS EM PLÁSTICO POR UMA IMPRESSORA 3D.	93
FIGURA 24 - GRUPOS TRABALHANDO MODELO FÍSICO REFERINDO AO SUPORTE NO PROCESSO DE TRABALHO (ANÁLISE/SÍNTESE/SOLUÇÃO).....	93
FIGURA 25 - DESENHO COM OS MODELOS IMPRESSOS.....	94
FIGURA 26 - PRANCHA DE APRESENTAÇÃO EM A2 COM VISTAS DO OBJETO E CORTE DESENHADOS A MÃO PELO ALUNO	94

FIGURA 27 - EQUIPAMENTO UTILIZADO NAS OFICINAS – MINI FAB LAB	96
FIGURA 28 - MODELAGEM VIRTUAL COM O SOFTWARE LIVRE SKETCHCHAIR.....	96
FIGURA 29 - ATIVIDADES COM O SKETCHCHAIR O DESENHO POR COMPUTADOR FEITO PELO ALUNO COM O MODELO EM MDF FABRICADO PELA MINIFRESADORA CNC.....	97
FIGURA 30 - INTERESSE PELAS FERRAMENTAS DE DESENHO CAD, CONTROLE CAM E COMPARTILHAMENTO DO CONHECIMENTO.....	97
FIGURA 31 - INTERESSE PELA MÁQUINA CONTROLADA PELO COMPUTADOR.....	98
FIGURA 32 - TRABALHO EM GRUPO NA MONTAGEM DOS MODELOS DAS CADEIRAS EM MDF.....	98
FIGURA 33 - INTERESSE PELAS FERRAMENTAS DE DESENHO CAD E CONTROLE CAM	99
FIGURA 34 - ESTRUTURA DAS ATIVIDADES DO TRABALHO DE CAMPO (2014)	100
FIGURA 35 - TRABALHOS DE ALUNOS – CEU ROSA DE FRANÇA (2014)	102
FIGURA 36 - TRABALHOS DE ALUNOS – CEU DUTRA (2014)	103
FIGURA 37 - TRABALHOS DE ALUNOS – CEU ROSA DE FRANÇA (2014)	104
FIGURA 38 - PARTICIPANTES SOLDANDO E MONTANDO OS MÓDULOS ELETRÔNICOS.....	109
FIGURA 39 - PROJETO ÁGUA LIMPA	111
FIGURA 40 - PROJETO ÁGUA LIMPA – MODELO IMPRESSO NA IMPRESSORA 3D	111
FIGURA 41 - ALUNOS COM PARTES DE SEUS MODELOS	112
FIGURA 42 - ALUNOS DISCUTINDO AS FUNCIONALIDADES DAS PARTES UTILIZANDO OS MODELOS FABRICADOS.	112
FIGURA 43 - TEMAS PERTENCENTES À LINGUAGEM DE PROJETO: ESCALA DO OBJETO E EXPRESSÃO GRÁFICA E MODELAGEM.....	113
FIGURA 44 - DESENHO DE VISTAS ORTOGRÁFICAS E MODELAGEM	114
FIGURA 45 - APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA FINAL EM UMA PRANCHA A2	115
FIGURA 46 - MANIPULAÇÃO DOS MODELOS.	116
FIGURA 47 - EXPLORAÇÕES DE PARÂMETROS DE PROJETO SIMULADOS VIRTUALMENTE	116
FIGURA 48 - MODELOS REALIZADOS POR PARÂMETROS BÁSICOS DE PROJETO – CAD/CAM.....	117
FIGURA 49 - EXPLORAÇÃO DOS PARTICIPANTES DO SOFTWARE SKETCHCHAIR UTILIZADO PARA DESENHO DE OUTRAS PROPOSTAS	117
FIGURA 50 - EXPLORAÇÃO DOS PARTICIPANTES SOBRE O CONCEITO DE FUNCIONALIDADES DE UMA CADEIRA POR MEIO DA MODELAGEM E FABRICAÇÃO DIGITAL CAD/CAM.....	118
FIGURA 51 - MODELAGEM COM O SKETCHCHAIR A PROPOSTA DO ALUNO COM O MODELO EM MDF 3MM FABRICADO PELA MINIFRESADORA CNC	119
FIGURA 52- ESTRUTURA DAS ATIVIDADES DO TRABALHO DE CAMPO (2014).....	120
FIGURA 53 - TRABALHOS DE ALUNO – CEU DUTRA (2014)	122
FIGURA 54 - TRABALHOS DE ALUNO – CEU PARAÍSO ALVORADA (2014)	123

LISTA DE TABELAS

<i>TABELA 1 - QUADRO DE HABILIDADES MENTAIS SEGUNDO MUNARI (2007)</i>	<i>51</i>
<i>TABELA 2 - QUADRO DE HABILIDADES MENTAIS SEGUNDO LAWSON (2011)</i>	<i>56</i>
<i>TABELA 3 - QUADRO SINÓTICO PROJETO (DESIGN) INSERIDO NA GRADE CURRICULAR SEGUNDO ARCHER (1978)</i>	<i>65</i>
<i>TABELA 4 - QUADRO SINÓTICO PROJETO (DESIGN) INSERIDO NA GRADE CURRICULAR SEGUNDO CROSS (2004)</i>	<i>65</i>
<i>TABELA 5 - QUADRO SINÓTICO PRIMEIRO TRABALHO DE CAMPO (2011)</i>	<i>90</i>
<i>TABELA 6 - QUADRO SINÓTICO PRIMEIRO TRABALHO DE CAMPO (2012)</i>	<i>95</i>
<i>TABELA 7 - QUADRO SINÓTICO PRIMEIRO TRABALHO DE CAMPO (2013)</i>	<i>99</i>
<i>TABELA 8 - QUADRO SINÓTICO PRIMEIRO TRABALHO DE CAMPO (2014)</i>	<i>104</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 Colocação do problema	15
1.2 Antecedentes e Justificativas	15
1.3 Objeto e objetivos principais e secundários	18
1.4 Metodologia	19
 2. SOBRE OS FUNDAMENTOS HISTÓRICOS DE UM CAMPO COMUM ENTRE A ÁREA DE PROJETO E A FORMAÇÃO ESCOLAR BÁSICA	 25
2.1 O arquiteto do jardim-de-infância: os “presentes/dons” de Friedrich Froebel	26
2.2 As caixas pedagógicas da Deutscher Werkbund e a promoção do <i>design</i> nas escolas básicas alemãs no início do século XX	35
 3. AS HABILIDADES MENTAIS NA ATIVIDADE DE PROJETO E A FORMAÇÃO BÁSICA ESCOLAR	 42
3.1 O processo de projetar como uma especialização de uma função psíquica superior	43
3.2 As habilidades mentais na formação básica escolar segundo Bruno Munari	46
3.3 As habilidades mentais na atividade de projeto segundo Bryan Lawson	53
3.4 O projeto (<i>design</i>) como uma terceira área da formação escolar básica, segundo Bruce Archer e Nigel Cross	57
 4. APROXIMAÇÕES ENTRE UM CAMPO COMUM ENTRE AS ÁREAS DA FORMAÇÃO ESCOLAR, DE PROJETO E DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS	 67
4.1 As máquinas de ensinar, um preâmbulo	68
4.2 O debate sobre tecnologia e <i>design</i> na educação norte-americana no início dos anos 1990 e de seus possíveis desdobramentos	73
4.3 Os laboratórios de fabricação digital	78

5. DESENVOLVIMENTO DOS TRABALHOS DE CAMPO	87
5.1 Primeiro trabalho de campo (2011): Fab Lab Kids - Oficina de fabricação digital de brinquedos.....	88
5.2 Segundo trabalho de campo (2012): Fab Cidadania socioambiental - Oficina de projetos socioambientais para crianças de escolas públicas através da fabricação digital e eletrônica	91
5.3 Terceiro trabalho de campo (2013): Fab Social – Tecnologias criativas nas práticas sociais	95
5.4 Quarto trabalho de campo (2014): Fab Social – Tecnologias criativas nas práticas sociais	99
 6. CONSIDERAÇÕES RESULTANTES	105
6.1 Rebatimentos dos pontos de convergência abordados na parte teórica sobre os trabalhos de campo	107
6.2 Rebatimentos dos pontos de convergência abordados na parte teórica sobre as ações que utilizam os campos estudados	124
6.3 Considerações finais	129
 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	130
 ANEXO	
A.1 Trabalhos de campo	2
A.2 Visitas técnicas aos laboratórios e a rede Fab Lab	93
A.3 Levantamento de ações educacionais que utilizam os campos estudados.....	94
A.4 Os dez “presentes/dons” do jardim da infância de Friedrich Froebel	104

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho não tem pretensões em fazer apologias de tecnologias digitais e nem de deslumbramentos sobre seus produtos e operacionalidades. No entanto, é fato que, quando uma prefeitura do porte de São Paulo abre um edital¹ para a abertura de doze laboratórios de fabricação digital chamados Fab Labs, o tema se torna relevante na medida em que se problematiza sobre a inserção de tecnologias no ambiente específico da periferia de grandes metrópoles. Tal experiência de se inserir laboratórios de fabricação digital na periferia já tem sido conduzida por este pesquisador como projeto-piloto com o apoio do Departamento de Informática da Prefeitura de Guarulhos desde 2011. Como será apresentado nesta dissertação, a evolução e o acesso à tecnologia digital para modelar e fabricar conduz a paralelos entre a atividade de projetar e o público mais presente nas áreas periféricas das grandes cidades: o de jovens ainda em formação escolar básica.

Diante desse cenário, ou seja, de um público em fase de formação escolar básica e o estudo sobre os impactos das tecnologias digitais de modelagem e fabricação, a pesquisa apontou para um recorte específico de estudo de um campo comum entre a formação básica escolar, o projeto e as tecnologias digitais de modelagem e fabricação em áreas periféricas urbanas.

Dessa forma, o pesquisador visitou laboratórios, interagiu em rede com outros pesquisadores estrangeiros, aprendeu sobre as tecnologias inseridas em um laboratório de fabricação digital, promoveu oficinas, organizou e participou de eventos internacionais, escreveu artigos científicos e desenvolveu teoricamente o assunto.

No entanto, não é tema desta dissertação a análise separada e aprofundada das áreas de projeto e das tecnologias digitais inseridas no contexto da escola ou no currículo escolar, mas sim, trazer à luz sob o viés da atividade de projeto, uma relação comum entre as áreas estudadas em um contexto específico.

Para isso, esta investigação apresenta um grupo de dezoito pontos de convergência a partir de uma base teórica, a qual subsidiou os trabalhos de campo que constituem a parte empírica da pesquisa. Dessa forma, não se subestimaram as origens históricas envolvendo a formação básica escolar e a disciplina de projeto associada à arquitetura e ao *design*, seus desdobramentos sobre as habilidades mentais nos educandos, bem como, a utilização das tecnologias digitais de modelagem e fabricação.

¹ Prefeitura ampliará o programa de inclusão digital com a implementação de "Fab Labs" pela cidade. Disponível em <<http://www.capital.sp.gov.br/portal/noticia/5304>>. Acessado em fev/2015.

1.1 COLOCAÇÃO DO PROBLEMA

Considera-se que a popularização do computador nas escolas a partir dos anos 1990, e em seguida a dos laboratórios de fabricação digital a partir dos anos 2000, propiciou uma abertura na qual, conceitos pertinentes à área de projeto (design) e da tecnologia podem ser abordados como elementos de aprendizagem e promotores de determinadas habilidades mentais nos educandos.

Tal temática se pauta na contemporaneidade na medida em que se inserem novos meios de apoio ao ensino e à aprendizagem no ambiente das escolas de nível básico. O computador, até então utilizado como processador de texto e imagens, alia-se à modelagem, à fabricação digital e à comunicação em rede.

Diante dessa complexidade da prática educativa em todos os níveis de formação escolar, este trabalho trata especificamente de um campo comum entre a atividade de projeto pertencente às áreas da arquitetura e *design*, à área da formação escolar básica e das tecnologias digitais de modelagem e fabricação.

Não se trata nesta investigação especificamente sobre o ambiente escolar, a abordagem é mais ampla, composta também por oficinas de livre acesso, ou seja, no contraturno escolar.

Dessa forma, por intermédio de uma pesquisa teórica e empírica, esta pesquisa investiga os pontos convergentes pertencentes ao campo intermediário entre as áreas da formação básica escolar, de projeto e das tecnologias digitais passíveis de estudos aprofundados e de modo interdisciplinar.

Portanto, pauta-se nesta dissertação a problemática acerca de um campo comum entre as áreas de projeto, formação básica escolar e das tecnologias digitais de modelagem e fabricação, do ponto de vista de um profissional de projeto.

1.2 ANTECEDENTES E JUSTIFICATIVAS

Uma das referências para o ensino fundamental no contexto brasileiro são os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) que foram publicados pelo Ministério da Educação (MEC) em vários volumes e divididos por áreas pertencentes ao currículo escolar. Os PCNs vêm auxiliando o professor na sua tarefa de buscar subsídios à sua prática docente, dessa forma, esses documentos têm caráter de auxílio normativo oficial,

constituindo-se em material fundamental para professores e equipe pedagógica no momento de formular suas propostas curriculares (TROJAN & RODRIGUEZ, 2008, p. 51).

Os PCNs possuem quatro níveis de concretização curricular: são referência nacional para o ensino fundamental; para elaboração das propostas curriculares dos Estados e Municípios; para a elaboração da proposta curricular das escolas e para a da realização da programação das atividades de ensino e aprendizagem na sala de aula. (LESSA, 2012, p. 11)

Portanto, os PCNs são documentos norteadores que provocam reflexões e encaminham mudanças qualitativas na atividade de ensino, apesar das críticas recebidas desde a época de seu lançamento (KEHRWALD, 2009, p. 95).

Especificamente no PCN relativo à Arte (volume seis), encontra-se o termo *design* inserido no contexto de ensino de Artes nos terceiros e quartos ciclos (antigos 5ª a 8ª séries) como parte de conteúdo das “Linguagens Artísticas” (BRASIL, 1998, p. 66). De acordo com esse documento, o *design*, assim como o desenho, pintura, colagem, gravura, construção, escultura, instalação, fotografia, cinema, vídeo, meios eletroeletrônicos, seria uma atividade promotora da “produção artística visual em espaços” (Idem). Em outro momento desse documento, o mesmo termo *design*, assim como a fotografia, cartaz, televisão, vídeo, histórias em quadrinhos, telas de computador, publicações, publicidade e desenho animado, seria uma atividade que deveria promover o “conhecimento e competência de leitura das formas visuais” nos educandos (Ibidem, p. 67). Diante dessa proposta, entende-se que o campo conceitual do design está em meio a diversas expressões artísticas e, como se analisará no capítulo seis desta dissertação, essa interpretação limita o desenvolvimento da atividade do *design* e de suas especificações. Gomes et. al (2008, p. 583-596) ainda afirma em relação ao ensino de arte em geral nas escolas:

A verdade é que a Arte, de uma forma geral, não tem sido valorizada nas escolas como disciplina de importância dentro do processo pedagógico, o que se reflete na contratação de profissionais não ou pouco qualificados, e num certo menosprezo da Arte em relação às outras disciplinas mais tradicionais.

Já em outro contexto, no ano de 2012 o Departamento de Educação do Reino Unido, responsável pela formação básica, executou um projeto-piloto de inserção de impressoras 3D para explorar e enriquecer o ensino de disciplinas como ciência, tecnologia, engenharia, matemática e também o *design*. (DEPARTAMENT FOR

EDUCATION, 2013, p. 3). Nesse ambiente, por meio de uma disciplina chamada *Design e Tecnologia*, o aluno deveria desenvolver habilidades de crítica e avaliação sobre suas próprias ideias e produtos, assim como, sobre as ideias e produtos dos outros colegas de classe. (Idem, p. 180). Em meio a essas ações pertencentes ao currículo escolar, o tema tem sido explorado também por várias instituições não vinculadas diretamente a algum departamento pedagógico escolar, como por exemplo, o programa Fab Lab Kids.

O projeto Fab Lab Kids faz parte de um dos projetos da rede de laboratórios Fab Lab. Fab Lab é uma abreviação para “laboratório de fabricação” em inglês, e esses laboratórios estão presentes em muitos países organizados como uma rede de laboratórios.

Nessa rede, encontram-se alguns projetos colaborativos e uma série de iniciativas de troca de projetos e experiências entre os laboratórios. Esses laboratórios utilizam videoconferências para suas reuniões e treinamentos, e estão regularmente em contato uns com os outros para compartilhar experiências. Cada Fab Lab possui uma ênfase definida de acordo com problemas locais. Na Índia, por exemplo, existem projetos de desenvolvimento de placas eletrônicas que facilitam 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 (ANGELO, et al, 2012).

O Fab Lab Barcelona³, vinculado ao *Institute for Advanced Architecture of Catalonia* – laaC, é hoje um dos principais laboratórios de fabricação digital que tomam parte na rede mundial Fab Lab. Nesse laboratório foi criado o Fab Lab Kids, que originalmente é uma atividade aberta a crianças e jovens de 10 a 16 anos. Nesse 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.

Nessas atividades propõe-se a necessidade de inventar, de criar algo e a expansão de seus “talentos”. Segundo 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

² Fab Lab Central. Disponível em <<http://www.fabfoundation.org/fab-labs/>>. Acessado em fev/2015.

³ FabLab Barcelona. Disponível em <<http://fablabbcn.org/>>. Acessado em fev/2015.

adolescentes com foco em design e fabricação digital.⁴ (Idem)

Diante dessas ações, este pesquisador, com o apoio de pesquisadores da rede Fab Lab, organizou oficinas temáticas em regiões periféricas da cidade de Guarulhos por meio dos espaços de inclusão digital da Prefeitura de Guarulhos.

Em Guarulhos, cidade localizada na região metropolitana de São Paulo, o projeto de inclusão digital é gerido pelo Departamento de Informática e Telecomunicações, o qual define o projeto como um espaço de promoção da “igualdade social e ampliação da cidadania através da alfabetização tecnológica, da popularização da ciência e da manifestação cultural e artística”. Esse projeto, que amplifica o conceito do Telecentro, chama-se “Telecidadania”⁵, que teve início em 2008 e atualmente possui vinte e seis centros ativos espalhados pela cidade e principalmente nas regiões periféricas.

Portanto, com o apoio do Departamento de Informática da Prefeitura de Guarulhos, de pesquisadores do Fab Lab SP/LAME - Laboratório de Modelos e Ensaios da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAUUSP), da rede Fab Lab, assim como de colaboradores locais, este pesquisador executou quatro modelos de oficinas que serviram de aporte empírico para esta pesquisa. Essas atividades estão detalhadas no Anexo à presente dissertação.

Conforme já posto, essa parte empírica, conjuntamente com os dezoito pontos conceituais comuns entre as áreas da formação escolar básica, projeto e tecnologias digitais de modelagem e fabricação abordados na parte teórica, conformam a estrutura da pesquisa.

1.3 OBJETO E OBJETIVOS PRINCIPAIS E SECUNDÁRIOS

O Objeto da dissertação refere-se a um campo comum entre a atividade de projeto (*design*), a formação básica escolar e as tecnologias digitais de modelagem e fabricação.

Posto isso, é proposto o seguinte objetivo principal desta dissertação:

– Reconhecimento de um campo comum entre a atividade de projeto (*design*), a formação básica escolar e das tecnologias digitais de modelagem e fabricação.

Esse objetivo principal se desdobra nos seguintes objetivos secundários:

– Construção de uma base teórica a respeito do tema como possível

⁴ Fab Lab Kids. Disponível em < www.fablabkids.org/programa-2009-2010/ > .Acessado em fev/2015.

⁵ Telecidadania – Centros de Inclusão Digital– Departamento de Informática e Telecomunicações, Prefeitura de Guarulhos, 2013. Disponível em—<<http://telecidadanias.blogspot.com.br/>>.

contribuição ao debate científico entre os grupos interdisciplinares que atuam na área.

- Destaque sobre o aporte comum por meio de “pontos comuns convergentes” dentre essas áreas e de sua relevância perante a formação básica escolar.

- Levantamento de ações similares na área para confronto com a base teórica;

- Realização de atividades de campo para confrontação da base teórica, sob a forma de oficinas voltadas a crianças e jovens;

- Observação e interpretação crítica sobre o uso das ferramentas digitais de modelagem e de fabricação em ações com jovens em formação escolar básica.

1.4 METODOLOGIA

Considerando o objeto da dissertação como o campo comum entre as áreas estudadas, para atingir os objetivos desta dissertação utilizou-se de uma base teórica e uma base empírica que, ao final desta, se rebatem conjuntamente no capítulo seis ou nas considerações resultantes.

Base teórica

Os meios de pesquisa utilizados para a base teórica foram a leitura e o fichamento de livros, *ebooks*, artigos científicos, teses, dissertações, revistas *online* e páginas de internet. Alguns *ebooks* antigos como os manuais *kindergarten* foram obtidos através site de domínio público *Internet archive*⁶. Outros de difícil aquisição foram lidos pelo *googlebooks*.

Para os fundamentos teóricos elegeram-se autores pertencentes às áreas estudadas (formação básica escolar, projeto e tecnologias digitais) para a elaboração de pontos de convergências comuns. Para a elaboração desses pontos norteadores da pesquisa teórica foram propostos três capítulos e o conjunto de autores a seguir:

Sobre os autores utilizados na base teórica

Dos escritos de Friedrich Froebel e dos manuais do jardim-de-infância de Kate Douglas Wiggin e Ernst Steiger, abordaram-se os fundamentos históricos de um campo comum entre a área de projeto e a formação escolar básica. Esses manuais foram essenciais para a sistematização dos “presentes/dons” e de seu entendimento como encadeamento lógico de formas. Já de Froebel foram estudados os conceitos inseridos em cada “presente/dom”.

⁶ Internet archive. Disponível em <<https://archive.org/>>. Acessado em jan/2015.

Para uma abordagem histórico-social da ação pedagógica de Froebel foram lidos teóricos da educação como Alessandra Arce, Francisco Larroyo e Joy A. Palmer.

Autores como Kenneth Frampton, Marc Solitaire e Norman Brosterman foram utilizados para a articulação dos “presentes/dons” com a área de projeto, já os artigos e livros de Anita Cross, Gert Selle, Paulo Betts e Sasha Rossman deram suporte à compreensão da ação pedagógica na escola promovida pela Deutscher Werkbund.

Sobre o conceito de máquinas para ensinar foram utilizados autores como Sydney Pressey e Burrhus F. Skinner e, em seguida, o debate sobre a computação e *design* no ensino foi ancorado por autores como Diane P. Balestri e Idit Harel.

Na área da fabricação digital e a formação escolar foram utilizados autores como Bakhtiar Mikhak, Neil Gershenfeld e Paulo Blikstein. Na articulação das áreas de tecnologia e de projeto, foram utilizados autores como Gui Bonsiepe, Tomás Maldonado e John Chris Jones.

Retomando autores da área pedagógica para se estudar as habilidades mentais nos educandos foram utilizados Newton Duarte, Ligia Marcia Martins, Demerval Saviani e Lev Semenovitch Vygotsky em comentários específicos acerca da função psíquica humana: a imaginação. Na articulação com a área de projeto com as habilidades mentais nos educandos recorreu-se a autores da área de projeto como Bruno Munari, Bryan Lawson.

Na finalização da parte teórica, utilizou-se de autores como Bruce Archer e Nigel Cross que estudaram a inserção da disciplina de projeto na grade curricular da formação escolar básica. No bojo dessa estrutura teórica foram elencados dezoito pontos convergentes e comuns entre as áreas estudadas, que foram rebatidos na parte empírica da pesquisa. A seguir os pontos levantados pela parte teórica e de sua organização ao longo do texto da dissertação.

Dos pontos comuns entre as áreas da formação básica escolar, projeto e tecnologias digitais de modelagem e fabricação

Os pontos comuns convergentes entre as áreas são apresentados nos capítulos dois, três e quatro. Para melhor leitura, cada ponto será indicado por um quadro no texto quando a teoria se referir a ele. O modelo de apresentação será:

Capítulo referente: nome do grupo de pontos comuns

Número do ponto: frase explicativa do ponto

Poderá haver mais de um ponto comum elencado em cada capítulo. A seguir, uma apresentação dos dezoito pontos comuns que foram elaborados na parte teórica nos capítulos dois, três e quatro, e posteriormente rebatidos na parte empírica no capítulo seis.

Capítulo dois: pontos convergentes referentes ao campo de projeto e a pedagogia escolar de Froebel

<i>Primeiro ponto: os “presentes/dons” como um encadeamento lógico de uma linguagem de formas</i>

<i>Segundo ponto: o corpo no ambiente construído</i>
--

<i>Terceiro ponto: a atividade de modelar o ambiente construído</i>

<i>Quarto ponto: o sensório e a manipulação da materialidade</i>
--

<i>Quinto ponto: os programas dos edifícios e os mobiliários</i>
--

Capítulo dois: ponto convergente referente ao campo do projeto e à formação básica escolar

<i>Sexto ponto: a atuação educativa de projetistas nas escolas de formação básica</i>

Capítulo três: pontos convergentes referentes às habilidades mentais pertencentes à área de projeto e à formação básica escolar

<i>Sétimo ponto: a atividade de projeto como uma especialização de uma atividade psíquica humana: a imaginação</i>
--

<i>Oitavo ponto: as habilidades mentais a serem desenvolvidas na formação escolar segundo Bruno Munari: criatividade, fantasia, invenção e memorização</i>
--

<i>Nono ponto: o modo de pensar como projetista e de suas habilidades mentais</i>

<i>Décimo ponto: a área de projeto (design) como uma área específica na formação básica</i>

<i>Décimo primeiro ponto: o projeto (design) como uma área que utiliza linguagens para desenvolver modelos (modelagem)</i>
--

<i>Décimo segundo ponto: a diferença entre a área do Projeto (Design) e a área da Tecnologia</i>
--

<i>Décimo terceiro ponto: quadros sinóticos da área de Projeto (Design) na formação básica escolar segundo Bruce Archer e Nigel Cross</i>

Capítulo quarto: pontos referentes ao campo comum entre a formação básica escolar e as tecnologias digitais

Décimo quarto ponto: máquinas como interface entre ensino e o educando

Capítulo quarto: pontos referentes ao campo comum de projeto, formação básica escolar e tecnologias digitais

Décimo quinto ponto: o projeto (design) como aporte para outras áreas de conhecimento

Décimo sexto ponto: o significado “restrito” de design no contexto da utilização do computador na formação escolar básica

Décimo sétimo ponto: o Fab Lab (laboratório de fabricação digital) e a formação básica escolar

Décimo oitavo ponto: o projeto (design) como interface entre a engenharia e a formação escolar básica

Base empírica

A base empírica da pesquisa teve como objetivo a coleta dos dados primários que são descritos resumidamente no capítulo cinco, analisados no capítulo seis e detalhados no Anexo.

Como direção metodológica escolheu-se a pesquisa-ação na medida em que o pesquisador é um participante observador dos trabalhos de campo. Segundo Thiollent (2012, p. 49) uma pesquisa-ação tem os seguintes objetivos de conhecimento potencialmente alcançáveis:

- A coleta de informações originais acerca de situações ou de atores em movimento;
- A concretização de conhecimentos teóricos, obtida de modo dialogado na relação entre pesquisadores e membros representativos das situações ou dos problemas investigados;
- A comparação das representações próprias aos vários interlocutores, com aspecto de cotejo entre saber formal e saber informal acerca da resolução de diversas categorias de problemas;
- A produção de guias ou de regras práticas para resolver os problemas e planejar as correspondentes ações;
- Os ensinamentos positivos ou negativos quanto à conduta da ação e suas condições de êxito;
- Possíveis generalizações estabelecidas a partir de várias pesquisas

semelhantes e com o aprimoramento da experiência dos pesquisadores.

Posto isso, os métodos qualitativos utilizados para a coleta de dados foram:

- Entrevistas com os participantes das oficinas;
- Observação e análise dos comportamentos com o uso de fotografias, e filmes produzidos durante as oficinas;
- Análise dos documentos produzidos pelos participantes durante a oficina;

E quanto aos métodos quantitativos foram utilizados:

- Gráficos para visualização das variáveis necessárias para a argumentação teórica da investigação.

A base empírica também foi estruturada a partir de visitas aos laboratórios nacionais e internacionais de fabricação digital, interação com a rede Fab Lab, aprendizagens sobre as tecnologias inseridas em um laboratório de fabricação digital, participação e organização de eventos internacionais sobre o assunto. Esses dados estão publicados no Anexo.

O pesquisador organizou e coordenou quatro trabalhos de campo na forma de oficinas com o público-alvo. Ao propor a realização de oficinas em espaços públicos pertencentes à prefeitura de Guarulhos, o pesquisador obteve apoio de diversos setores e funcionários para tal atividade. Dessa forma, houve uma abertura da administração pública para a realização de oficinas em espaços referentes à educação ambiental (primeiro trabalho de campo em 2011), passando por espaços educacionais como os CEUs (segundo, terceiro e quarto trabalhos de campo, nos anos de 2012 a 2014).

Quando o trabalho de campo foi realizado nos CEUs (Centro de Educação Unificada) houve uma grande aceitação dos coordenadores pedagógicos e do público frequentador das salas de informática ou Telecidadanias. Por conta dessa aceitação imediata, o projeto se tornou itinerante nas salas de informática, percorrendo os sete CEUs de Guarulhos localizados nas áreas periféricas da cidade, e cumprindo uma agenda própria.

A partir de então, o projeto inicialmente chamado Fab Lab Kids (2011 e 2012), com vínculos conceituais diretos com a rede Fab Lab, passou a chamar-se Fab Social, possuindo características próprias. O Fab Social é um projeto inserido no ambiente cultural brasileiro o qual alia cooperadores locais como marcenarias, empresas de tecnologias e Universidades ao aspecto social promovido pela Prefeitura de Guarulhos nas áreas periféricas. Longe dos aspectos ligados ao empreendedorismo, negócios,

“talentos locais”, o projeto tem se aproximado de um aspecto de ordem educacional, buscando o debate com os participantes, a maioria em idade escolar, sobre a importância da tecnologia como propulsora do desenvolvimento intelectual ou dos estudos escolares.

O projeto Fab Social ganhou uma menção de destaque no encontro mundial dos Fab Lab em Barcelona, o Fab 10⁷ no ano de 2014, e dá suporte como caso de sucesso à rede latino-americana Fab Lat Kids que, conjuntamente com pesquisadores do México, Colômbia, Equador, Argentina, Costa Rica e Peru, discutem os impactos das tecnologias digitais nas crianças latino-americanas. Em 2015, o Fab Social participou de uma oficina conjuntamente com a rede Fab Lat Kids chamada *Emosilla 2.0* na qual dez crianças de uma ONG da região periférica de Guarulhos interagiram com outras crianças em rede.

O trabalho de pesquisa se restringiu às atividades de 2011 a 2014 e, a seguir, os capítulos da fundamentação teórica (capítulos dois, três e quatro) a seus respectivos pontos comuns, que serão debatidos na parte empírica no capítulo seis.

⁷ Fab 10. Disponível em <<https://www.fab10.org/en/awards>> .Acessado em jan/2015.

2. SOBRE OS FUNDAMENTOS HISTÓRICOS DE UM CAMPO COMUM ENTRE A ÁREA DE PROJETO E A FORMAÇÃO ESCOLAR BÁSICA

O objetivo deste capítulo é a análise das origens de um campo comum entre a disciplina de projeto e a formação escolar básica. Para tanto, considerou-se parte da teoria pedagógica de Friedrich Froebel (1872-1852). Por outra perspectiva e com o mesmo objetivo, analisou-se a ação pedagógica na formação básica promovida pela escola de arquitetura alemã Deutscher Werkbund no início do século XX.

Ao longo do texto, pontos convergentes pertinentes às áreas pesquisadas são apresentados em destaque ao longo do texto por um quadro.

2.1 O ARQUITETO DO JARDIM-DE-INFÂNCIA: OS “PRESENTES/DONS” DE FRIEDRICH FROEBEL

A ideia de Froebel na elaboração de todos esses dons não era, e é necessário frisar, de instruir a criança em abstrações que não pertencessem propriamente à infância, mas para levá-las no início da vida para o conhecimento prático de coisas; inculcar o amor à indústria, utilidade, independência de pensamento e ação, asseio, precisão, economia, beleza, harmonia, verdade e ordem (WIGGIN; SMITH, 1895, p. 172, tradução nossa).

As referências que apontam para um campo comum entre a área de projeto e a formação básica escolar são encontradas nos primórdios do jardim-de-infância e em seu criador: Friedrich Froebel.

Froebel, ou Fröbel, foi um pedagogo alemão que realizou trabalhos nas áreas da agrimensura e arquitetura nos anos de 1803 a 1805. Aos 23 anos mudou-se para Frankfurt (Alemanha) com a intenção de se formar arquiteto. Nessa ocasião, conheceu um diretor de uma escola chamado Anton Gruener que, tornando seu amigo teria dito à Froebel: “[...] meu amigo, você não deveria ser arquiteto, deveria ser um professor de escola. Há uma vaga em aberto na nossa escola e, se quiser, essa vaga será sua.” (BLAKE, 1923, p. 228, tradução nossa). Iniciou-se assim a carreira do educador em uma pequena sala com alunos entre 9 a 11 anos. (ARCE, 2002, pg. 70; PALMER, 2005, p. 121). Após dois anos lecionando, Froebel visitou o Instituto de Johann H. Pestalozzi (1746-1827) em Yverdon (Suíça) e impressionou-se com as brincadeiras e passeios pela natureza que o pedagogo suíço utilizava no processo de aprendizagem de seus alunos (PALMER, 2005, p. 121). Considerando aquela uma pedagogia incompleta, decidiu elaborar um sistema próprio de ensino.

[...] Froebel fazia de tudo para acertar o caminho pedagógico, apesar de não ter lido, até aquele momento, nenhum livro de pedagogia. A solução encontrada por ele era um mergulho nas próprias experiências escolares, das quais trazia tristes recordações que não gostaria que também fizessem parte de vida de seus alunos. Nascia um educador fruto da prática, que produziria toda uma metodologia de trabalho baseada na prática. Blow (1895, p. 37) considera importantíssima esta praticidade, este ‘aprender fazendo’ de Froebel (ARCE, 2002, p. 70).

Considera-se que Froebel foi um dos primeiros pedagogos a observar a atividade de “brincar” como integrante no processo de desenvolvimento infantil (ARCE, 2002, p. 190). Por essa perspectiva, ou seja, a de utilizar o interesse natural da criança em brincar, o pedagogo elaborou uma pedagogia ancorada na metáfora do crescimento biológico e em uma estrutura linear de aprendizagem para o desenvolvimento infantil. Seu método é dividido por estágios que se iniciam do mais simples ao mais complexo, estruturando-se por brincadeiras, ocupações, cânticos, formação das *kindergärtnerin* (jardineiras) e os chamados de “presentes/dons”.

Os “presentes” eram materiais pedagógicos que eram oferecidos aos pupilos para desenvolver os “dons” internos nas crianças; portanto, para esta dissertação, far-se-á referência a essa parte da pedagogia de Froebel como “presentes/dons”.

Os brinquedos criados para este fim foram chamados de dons. Froebel assim chamou esses brinquedos ou materiais educativos porque eles seriam uma espécie de “presentes” dados às crianças, ferramentas para ajudá-las a descobrir os seus próprios dons, isto é, descobrir os presentes que Deus teria dado a cada uma delas. (ARCE, 2002, p.75)

Dessa forma, enfatiza-se que esta dissertação está restrita aos “presentes/dons” e aos seus pontos comuns relativos à atividade de projeto. Foge aos objetivos deste estudo a análise da pedagogia de Froebel, assim como seus estágios, suas aplicações, seus cânticos, suas abordagens na linguagem dos números, o desenvolvimento da fala, a postura das “jardineiras”, os trabalhos em grupos de crianças, os ditados etc. A título de exemplo, um dia no jardim-de-infância segundo Brosterman (1997, p. 39, tradução nossa) seria do seguinte modo:

“Um dia no jardim de infância (geralmente de três horas) normalmente começava com um “bom dia” e um cantar musical relacionado ao clima ou estação do ano ou algum outro foco particular. Depois de um bate-papo com as crianças sentadas em um grande círculo, os alunos dirigiam-se às mesas de trabalho com seu “presente” do dia. Cada criança tinha o seu próprio “presente” e se tivesse mais um outro, esses deveriam ser utilizado com o auxílio de mais professores. Desde a distribuição e a guarda dos “presentes” realizados pelas crianças, a atividade tinha duração de trinta a quarenta minutos. Logo após as atividades sentadas com os “presentes” iniciam-se quarenta e cinco minutos de jogos ativos e

ginásticas simples. Mais meia hora de tarefas de casa e um final de dez minutos com uma música de despedida.”

Em relação aos “presentes/dons” propostos por Froebel, estes são divididos em dez estágios com características, materiais e objetivos diferentes e complementares em seu conjunto. Esses dez estágios dos “presentes/dons” com seus respectivos “presentes/dons” estão representados no Anexo desta dissertação e serão referenciados na medida em que houver aproximações com os objetivos desse capítulo.

Primeiro ponto: os “presentes/dons” como um encadeamento lógico de uma linguagem de formas

Como já exposto, os dez “presentes/dons” eram apresentados às crianças de forma linear, ou um a um, seguindo a metáfora do crescimento biológico adotada pelo pedagogo. Esses materiais pedagógicos eram oferecidos às crianças com o objetivo de promover um encadeamento lógico das relações construtivas com base nos conceitos de harmonia (cores e dimensões), proporção (dimensões), geometrias e programas de edifícios da época como igrejas, galpões e casas (FROEBEL apud WIGGIN; SMITH, 1895, p. 8). Portanto interpreta-se que o método proposto aponta para o ensino de uma “linguagem não verbal” ou de um “alfabeto de formas” que pode instrumentalizar a criança para que esta possa compreender, interferir e agir na organização espacial por meio da simulação da construção utilizando formas geométricas elementares.

Partindo desta perspectiva, é possível verificar uma ação de sentido duplo; isto é, o ambiente construído “ensinando” a criança, e a criança “construindo” ou “modelando” o espaço. Em outras palavras, os elementos de construção do espaço por meio de formas, operações geométricas, programas básicos de edifícios e mobiliários são utilizados como recursos pedagógicos e de aprendizagem nessa formação básica escolar.

Dessa forma, Froebel estruturou essa aprendizagem através de um processo linear, ou seja, do elemento mais simples ao mais complexo. Por exemplo, o método iniciava com as bolas coloridas de lã (primeiro “presente/dom”) chegando até o décimo estágio com o ponto (décimo “presente/dom”) como elemento de construção de estruturas espaciais esbeltas.⁸ Portanto, para o pedagogo, o espaço construído faz parte da formação escolar passando por uma compreensão e aprendizagem de uma ação construtiva, auxiliada por um alfabeto de formas elementares compreendidas de uma

⁸ Para mais detalhes ver Anexo A4.

maneira lógica e encadeada (WIGGIN; SMITH, 1895, p. 178).

Esse objetivo de ensino por uma “linguagem não verbal” ou uma “gramática de formas” encontra-se sugerido nas próprias palavras do pedagogo, sintetizadas a seguir:

A primeira experiência do menino é a importância da vertical, da horizontal e do retângulo que se representa para o exterior pelo equilíbrio dos sólidos seguida da simetria [...]

[...] esta é a retangular, esta a cúbica, esta a forma de uma viga e esta a forma de bloco de tijolo. As condições materiais dessas formações são tanto de empilhar no exterior (construindo) como no desenvolvimento interno (formativo). A construção, a ação de empilhar, está internamente na criança assim como está o desenvolvimento da raça humana e as formas fixas na natureza [...]

[...] e, até mesmo para a descoberta de todas as formas de arquitetura que são possíveis com o material dado a ele [...]

[...] nas superfícies, a pintura, a cor; no lugar do corpóreo empilhado por cubos moldando e formando no real o desenvolvimento corporal das formas cúbicas fundamentais, isto é, moldando e formando. Sem considerar esse treinamento geral do homem, que é evidente e que ativa continuamente o desenvolvimento, avança constantemente do exterior e do corpóreo para o interior e o espiritual [...] (FROEBEL, 1885, p. 206, 207, tradução nossa).

Nesses excertos verifica-se que a atividade de simulação do espaço construído por meio da composição de elementos geométricos e o aprendizado de seu encadeamento lógico promoveriam um aspecto importante para a formação escolar básica.

Por esse viés, os dez “presentes/dons” propostos para desenvolver os “dons” nas crianças podem ser divididos, segundo seus objetivos, em dois grandes grupos: os “presentes/dons” do primeiro ao sexto, ou o grupo de “blocos de três dimensões”, e outro grupo do sétimo ao décimo, ou o grupo das “duas dimensões ao ponto”. De acordo com Karl Froebel (1807 – 1894), pedagogo e sobrinho de Froebel:

À medida que os dons evoluem do primeiro ao sexto, é necessária uma observação ainda mais rigorosa, a relatividade é cada vez mais valorizada, e a oportunidade oferecida para inúmeras manifestações da faculdade construtiva, enquanto impressões se formam o tempo todo na mente que, em seu tempo, colherá os ricos frutos do conhecimento matemático e prático, bem como da cultura estética, pois tanto a noção do belo quanto a de fiel em desenho têm ganhando consistência e poder. (FROEBEL apud WIGGIN; SMITH, 1895, p. 117, tradução nossa, grifo nosso)

Nessa passagem pode-se interpretar uma intencionalidade de ordenação dos “presentes/dons” como um encadeamento lógico do mais simples ao mais complexo,

embasada na intenção construtiva e na disposição de uma linguagem formal.

Isso pode demonstrar que, para ensinar uma linguagem de expressão por meio de formas geométricas e de conceitos elementos pertencentes à área de projeto, Froebel ordenou seu material pedagógico de forma lógica e próxima de uma linguagem ou de um “abecedário de formas geométricas”.

Por essa perspectiva restrita a esta dissertação, considera-se que há uma proposta de ensino dos conceitos elementares pertinentes à área de projeto direcionados à formação básica apontados por essa pedagogia. Portanto, o primeiro ponto convergente relativo às áreas estudadas será a referência aos “presentes/dons”, organizados como um encadeamento lógico de uma linguagem de formas. Seguindo na investigação, partimos para o segundo ponto.

Segundo ponto: o corpo no ambiente construído

Diante de um abecedário de formas, conforme dito anteriormente, a criança também deveria encontrar-se e reconhecer-se no ambiente construído.

Dessa forma, encontrou-se como parte dessa estrutura pedagógica, a compreensão e a ação no ambiente construído como parte das atividades de aprendizagem. Essa compreensão seria desenvolvida pela observação das crianças entre si ocupando o espaço pelos seus sentidos, suas direções e percepções, ou seja, sentindo-se vivas no ambiente construído (FROEBEL, 1904, p. 20).

O corpóreo no espaço, com o qual a formação e o desenvolvimento da representação do espiritual está ligado ao homem, deve necessariamente expressar na forma exterior e trazer em si mesmo a lei e as condições de desenvolvimento interior. (FROEBEL, 1885, p. 207, tradução nossa)

A percepção do ambiente ao redor estaria relacionada com as atividades em grupos oferecidos, como por exemplo, nos jogos e nas brincadeiras entre as crianças. Portanto, considerou-se como segundo ponto convergente *o corpo no ambiente construído*.

Terceiro ponto: a atividade de modelar o ambiente construído

Conforme já anotado, os “presentes/dons” apontam para um objetivo de estimular a vocação da transformação e da investigação utilizando as formas geométricas tridimensionais. O propósito desses “presentes/dons” seria o desenvolvimento das

aptidões para a construção da criança e, em segundo lugar, o desenvolvimento das percepções pela forma, tamanho, número, relações e posição. (WIGGIN; SMITH, 1895, p. 54). Enfatiza-se nesse ponto, que em um catálogo de jardim-de-infância encontram-se atividades relacionadas aos conceitos elementares da área de projeto como por exemplo: a aptidão para a construção e conceitos relacionados à atividade de projeto, como forma, tamanho, número, relações, e posição das formas geométricas.

Todas as crianças têm o instinto de construir; o ‘fazer uma casa’ é uma forma universal de jogo, sem competição. (FROEBEL apud WIGGIN; SMITH, 1895, p. 57, tradução nossa)

A intenção, portanto, seria educar os órgãos sensores da criança em cada experiência com o objetivo de construir um “olhar científico” para que possa captar diferenças após cada ação no método pedagógico proposto (WIGGIN; SMITH, 1895, p. 77). Froebel sugeriu que os “presentes/dons” seriam como “amáveis companheiros” e que seriam utilizados como que despertassem as crianças para uma nova visão lógica de conceitos e julgamentos próprios sobre os objetos externos (WIGGIN; SMITH, 1895, p. 86). Sobre a referência direta à arquitetura e ao ensino da modelagem, no catálogo do jardim-de-infância de Wiggins & Smith (1895, p. 97, tradução nossa) encontra-se:

O triângulo, por sinal, é uma adição valiosa em exercícios de construção, pois, é uma forma fundamental na arquitetura que ocorre muito frequentemente na construção dos objetos. De fato, a nova forma e seus vários usos de montagem constituem a característica mais valiosa desse presente. (WIGGIN; SMITH, 1895, p. 97, tradução nossa, grifo nosso).

Portanto, uma atividade de aprendizado do jardim-de-infância para se compreender o ambiente construído pela manipulação e construção simulada, poderia apontar diretamente à atividade de projeto. Retomando as palavras de Froebel (1905, p. 224, tradução nossa, grifo nosso):

Um tipo bastante peculiar de arquitetura que as crianças gostam muito é aquele que é designado como *art building*. As formas são originadas por operações de separação e agrupamento de peças determinadas pela simetria e proporção, principalmente na extensão da superfície vertical, mas também em ambas extensões: horizontal e vertical, ao mesmo tempo. Essas formações têm, predominantemente, o caráter e a expressão de colunas e da monumentalidade. Com o *art building*, tanto na extensão horizontal e vertical facilmente se constrói Formas de Imagem, ou Formas de Beleza. Essas formas de Beleza podem, no entanto, também ser produzidas pelo processamento de certas formas de vida e arquitetônicas.

Nesse excerto, Froebel cita diretamente o tema da arquitetura como parte de sua pedagogia, ponderando sobre uma formação da percepção humana tanto para a

compreensão do ambiente construído como na direção de um julgamento de beleza por princípios de simetria e proporção. Essa intencionalidade indicaria um conteúdo inerente à utilização de conceitos da disciplina de projeto.

Dessa forma considera-se como o terceiro ponto convergente: *a atividade de modelar o ambiente construído*.

Quarto ponto: o sensório e a manipulação da materialidade

Esse quarto ponto se refere internamente aos “presentes/dons” na medida em que a manipulação das formas pelas crianças como um brinquedo ou um jogo, desenvolveria aspectos motores e sensórios (ver figura 1). Destaca-se que, as transformações geométricas pela manipulação espacial dos “presentes/dons” educariam os olhos, as mãos e o corpo perante as formas geométricas básicas da arquitetura. (SOLITAIRE, 1999, p. 386). Nas palavras do arquiteto Frank Lloyd Wright (1945, p. 17) sobre o jardim-de-infância:

A caixa tinha um mastro sobre o qual estavam pendurados os cubos, esferas e triângulos de madeira que ao serem girados, descobriam-se as formas subordinadas.

Arrisca-se intuir nesse comentário desse arquiteto, uma alusão à interiorização das formas geométricas, ou seja, uma expressividade por uma linguagem formal refletindo um pensamento sobre as formas do mundo e de sua construção. Sobre a influência dessa pedagogia no arquiteto, o historiador Kenneth Frampton comentou sobre a residência de *Oak Park* de Wright como um “(...) estilo Froebel, com propensão geométrica supostamente influenciada pelo impacto dos brinquedos de Froebel em sua educação.” (FRAMPTON, 1997, pg. 63).

FIGURA 1 – O SEGUNDO DOM: AS TRÊS FORMAS SUSPENSAS, O CUBO A ESFERA E O CILINDRO

FONTE: STEIGER, E. *Manual Steiger. Introducción a la enseñanza práctica del sistema de kindergarten jardines de niños según el fundador Federico Fröbel y su discípula Mme. María Kraus-Blte.* Nova York: E. Steiger & co. 1900, p. 28; 141.

Como outro exemplo, o primeiro “presente/dom”, ou o novelo de lã, refere-se ao contato sensório com uma forma “quase esférica”, o conceito de unidade, as cores (primárias e secundárias). Esse “presente/dom” de acordo com Solitaire (1999, p. 136) pode ser encontrado no livro “A viagem do Oriente” (2007) de Le Corbusier.

Em uma carta escrita ao amigo Perrin publicada nesse livro, Corbusier narra os vasos artesanais encontrados em uma venda popular em sua viagem pela Hungria. As características sensórias descritas pelo arquiteto, como tocar “um bojo generoso de um vaso e acariciar seu pescoço frágil”, depois explorar as “sutilezas de seu perfil”, e o uso de palavras como por exemplo a “beleza de uma esfera”, dos “vasos”, de seus “contornos”, “arredondando-se”, “bojo”, “gargalo” podem remeter ao primeiro dom como um *déjà vu* de um sentimento passado da forma “quase” esférica do novelo de lã. (CORBUSIER, 2007, p. 17; SOLITAIRE 1999, p. 136). Nos anos de 1894 a 1895, Le Corbusier, aos três anos de idade, frequentou uma escola com métodos froebelianos (SOLITAIRE, 1999, p. 11; BROOKS, 1999, p. 20). Nas palavras de Wright (1945, p. 17)

Os torneados e lisos blocos de madeira que eram para construir; o sentimento que nunca mais sairia dos meus dedos: a forma tornando-se sensação.

Portanto, o quarto ponto comum refere-se ao *sensório e à manipulação da materialidade*.

Quinto ponto: os programas dos edifícios e os mobiliários

Passando por uma linguagem de formas, pela atividade de modelagem do ambiente construído e pelo aspecto sensório da materialidade, chega-se aos programas

de edifícios propostos pelos manuais de jardim de infância (ver figura 2). Nesses manuais orientadores das atividades escolares, os “presentes/dons” eram oferecidos às crianças com o objetivo de promover um encadeamento lógico de relações construtivas sob conceitos de harmonia (cores e dimensões), proporção (dimensões), geometria e também de programas como igrejas, galpões e casas (FROEBEL apud WIGGIN; SMITH, 1895, p. 8).

FIGURA 2 – EXEMPLOS DE PROGRAMAS DE EDIFÍCIOS E OS MANUAIS DE JARDIM-DE-INFÂNCIA

FONTE: STEIGER, E. *Manual Steiger. Introducción a la enseñanza práctica del sistema de kindergarten jardines de niños según el fundador Federico Fröbel y su discípula Mme. María Kraus-Blte.* Nova York: E. Steiger & co. 1900, p. 41.

Por exemplo, com o oitavo e décimo “presentes/dons” ou a linha e o ponto, as crianças construía estruturas espaciais lineares. Essas estruturas eram materializadas por pedaços de argila, sementes e até por ervilhas que, conjugados com peças de

madeira longitudinais, definiam o espaço por estruturas esbeltas (SOLITAIRE, 1999, p. 232). Com esse material as crianças modelavam carroças, escadas, bancos e outras formas geométricas (ver figura 3).

FIGURA 3 – O DÉCIMO DOM: O PONTO E AS ESTRUTURAS ESPACIAIS

FONTE: KRAUS-BOELTE, M.; KRAUS, J. *The kindergarten guide. An illustrated hand-book, designed for the self-instruction of kindergartners, mothers, and nurses*. Nova York, E. Steiger & co. ;nLondres, A. N. Myers & co. (1877).

Depreende-se, portanto, que o jardim-de-infância de Froebel indicava programas de arquitetura e de mobiliários por seus manuais. Desse modo, o quinto ponto convergente refere-se aos *programas dos edifícios e os mobiliários*.

Esses cinco pontos abordados ser referem particularmente a uma pedagogia escolar que foi analisada sob o viés da área de projeto. O próximo ponto de convergência será uma referência a uma ação direcionada à formação escolar de uma importante escola profissionalizante de arquitetura: a Deutscher Werkbund.

2.2 AS CAIXAS PEDAGÓGICAS DA DEUTSCHER WERKBUND E A PROMOÇÃO DO DESIGN NAS ESCOLAS BÁSICAS ALEMÃS NO INÍCIO DO SÉCULO XX

O período após a renúncia de Bismarck na Alemanha no final do século XIX caracterizou-se por uma atmosfera de grande transformação na sociedade alemã. Nessa época, os produtos industriais alemães eram considerados “baratos e grosseiros” em comparação aos de outras nacionalidades e exclusivamente baseados na concorrência dos preços.

A indústria alemã deveria desistir dos princípios baseados exclusivamente na concorrência de preços e em vez disso, usar a habilidade do operário para apurar o produto e fazê-lo tanto mais intensamente quanto mais esse produto estiver próximo da arte (FRAMPTON, 1997, p. 130).

De acordo com Selle (1973), o debate cultural se centrava na reconstrução dos valores sociais com bases ideológicas no individualismo artístico, racionalismo tecnológico, pensamento comercial e num nacionalismo imperialista. Nesse ambiente, a sociedade alemã da época adotou uma reformulação socioeducativa no seu modo de viver em todos os níveis sociais. A estratégia foi, primeiramente, transformar as estruturas internas da sociedade por meio de associações de caráter educacional e pela indústria, e, após essa consolidação interna, as transformações se estenderiam pelas fronteiras do país. Ambos os movimentos seriam impulsionados pela indústria alemã, que nas palavras de Burdek (1999, p. 24, tradução nossa):

O objetivo comum dessas associações era influir no gosto do fabricante e do usuário do produto em um sentido global, ou nas palavras de Henry Cole, de forma educativa.

Portanto, esse debate protagonizado tanto pela indústria alemã como por uma política nacionalista pangermânica promoveu uma ação educacional tomando o projeto (*design*) como um agente de transformação social, cultural e econômica. (FRAMPTON, 1997). Dentre essas ações, escolas de caráter reformista e educacional que seriam ícones do movimento moderno do século XX, como a *Deutscher Werkbund* (1907) e a *Bauhaus* (1919), foram fundadas. Encontra-se nos objetivos da *Deutscher Werkbund*, no seu estatuto de 1908:

O objetivo da Associação é o enobrecimento do trabalho artesanal em conjugação com a arte, a indústria e os ofícios, através da educação, da propaganda e de uma sólida posição frente aos problemas mais cruciais (SELLE, 1973, p. 104, tradução nossa).

Em um artigo publicado pela *Design Studies*, a pesquisadora Anita Cross (1983) argumenta que tanto a *Werkbund* como a escola a ser fundada em seguida, a *Bauhaus* de Weimar, emergiram de um contexto reformista e revolucionário iniciado pela educação escolar básica. Autores pedagogistas como Jean-Jacques Rousseau (1712-1778), Johann Heinrich Pestalozzi (1746 – 1827), Friedrich Froebel (1782-1852), Maria Montessori (1870-1952) e John Dewey (1859-1952) eram discutidos em debates que promoviam uma reforma no modo de aprendizado dos alunos da escola básica.

Enfatizou-se que os modos de aprendizagem escolares estavam provavelmente influenciando o modo de ensino de profissionais engajados na reforma social da época. Em meio a esse ambiente estavam também as escolas de arquitetura e de projeto. É possível, portanto, encontrar indícios que sugerem que tanto a *Werkbund* como a *Bauhaus* utilizaram métodos pertencentes aos reformistas escolares. (Cross, 1983, p.

48). O papel dessas pedagogias na formação de projetistas não foi de mera transposição literal de métodos de ensino, mas sim utilizados como uma renovação geral da postura educacional. Nas palavras de Anita Cross (1983, p. 48, tradução nossa):

Essencialmente, a mensagem da reforma educacional foi centrada na ideia da 'educação total' ou no ensino da 'pessoa como um todo'. A educação deveria ser não normativa e baseada nas habilidades e temperamentos do estudante. O desenvolvimento do talento deveria ser em uma ativa participação mais no 'fazer' que no 'ouvir passivamente'.

Desse modo, os fundadores da Werkbund foram compostos por uma equipe multidisciplinar de artistas, comerciantes, jornalistas, *designers* e, é claro, de pedagogos sintonizados com as tendências reformistas da época (SELLE, 1973, p. 104). Esse ponto se torna significativo na medida em que projetistas desempenhavam um papel ativo em um ambiente reformista, atuando também em diversos níveis educacionais da sociedade alemã.

Sexto ponto: a ação educativa de projetistas nas escolas de formação básica

A Werkbund, por exemplo, promoveu uma ação no ensino de arte-educação em uma proposta de renovação do senso estético nas escolas básicas alemãs em todos os níveis (Cross, 1983 p. 45). Essa intenção vai de encontro à reformulação ideológica da nova sociedade alemã com novos preceitos estéticos e de uso de novos produtos industrializados baseados no projeto. Conforme já comentado, o interesse em desenvolver um mercado interno apontaria para um objetivo futuro de conquistar o mercado externo. Nas palavras de Selle (1973, p. 105, tradução nossa):

Mais que dominar o mundo, mais que financiá-lo, trata-se de abarrotá-lo com bens e produtos. É preciso dar-lhe uma cara. Somente as pessoas que levarão essa empreitada estarão perto liderar o mundo e a Alemanha deve tornar-se esse povo.

Esse impulso reformista conduzido pela indústria e por ideias educacionais de vanguarda pressionou as escolas tanto para uma nova formação estética da população como para a concepção e qualidade de novos produtos industriais. (CROSS, 1983).

Interessante notar que, mesmo após a Segunda Guerra Mundial (1939 a 1945), o ímpeto da reconstrução criou o ambiente ideal para a retomada das ações educativas promovidas por essas instituições e pela indústria que, naquele momento, eram incentivadas pelo plano Marshall. Por exemplo, mesmo fechada pelos nazistas, a *Werkbund* foi reaberta em 1947 com o mesmo estímulo ideológico de sua fundação em

1907. (ROSSMAN, 2013). A Werkbund, antecessora da Bauhaus, se colocava como a detentora da “forma consciente do novo povo alemão”, mediando uma ação reeducativa das pessoas com os objetos da vida diária. (BETTS, 2004, p. 95).

Essa estratégia tinha um caráter amplo e ia além dos limites da formação de profissionais de projeto na medida em que promovia um intercâmbio de métodos entre as áreas da formação básica em geral.

Por exemplo, uma dessas ações educativas promovida pela *Werkbund* ocorreu em meados dos anos 1950. Nessa ação, estandes em escala real de espaços mobiliados de cozinhas, salas, quartos, objetos do dia a dia, foram abertos para visitas públicas (ver figura 4). Nesses espaços, os visitantes tomavam contato com o *design* e um modo de viver de “elevada qualidade”.

Em cooperação com o prefeito e o centro de arte da cidade, a *Mannheim Werkbund* construiu uma sala de exibição permanente (*Wohnberatungsstelle*) em 1953, a fim de educar o público sobre a importância de objetos e de mobiliários bem desenhados. O objetivo desses estandes eram para enfatizar o valor cultural de projetos de ‘bom gosto’ a fim de cultivar um ‘juízo estético’ e ‘sentimento saudável pela forma’ (BETTS, 2004, p. 98, tradução nossa).

FIGURA 4 – SALA DE EXIBIÇÃO PERMANENTE EDUCATIVA

FONTE: *Werkbund display room, Mannheim, 1953*

NOTA: BETTS, P. *The Authority of Everyday Objects: A Cultural History of West German Industrial Design*. Berkeley: University of California Press, 2004, p. 98.

Na mesma época, e mais especificamente na área da formação básica escolar, Rossman (2013) relata sobre um outro projeto da *Werkbund* chamado de *Die Gute Form*. Esse projeto era composto por caixas “pedagógicas” (ver figura 5, 6 e 7) que percorriam as escolas básicas com utensílios domésticos considerados de bom projeto (*design*).

Por meio do cultivo de uma relação crítica às formas de objetos da vida diária, a *Werkbund* (uma associação livre de arquitetos políticos, projetistas e industriais) esperava construir uma geração de consumidores exigentes. Ponderando a ‘boa forma’ com ‘boas pessoas’, a *Werkbund* conspirava na construção de uma nação de identidade cultural alemã com uma subjetividade que negociaria com os desafios de reconstrução da sociedade do pós-guerra (ROSSMAN, 2013, tradução nossa).

FIGURA 5 – CAIXA PEDAGÓGICA DE UTENSÍLIOS DE COZINHA

FONTE: ROSSMAN, S. *The Postwar Werkbund and the Design of New, West-German Subjects (1948-1968)*. *Technology and the box*

NOTA: Disponível em <<https://room-onethousand.squarespace.com/index/#/transitional-objects/>>. Acessado em jan/2015.

FIGURA 6 – CAIXA PEDAGÓGICA DE UTENSÍLIOS DA DEUTSCHER WERKBUND

FONTE: ROSSMAN, S. *The Postwar Werkbund and the Design of New, West-German Subjects* (1948-1968). *Technology and the box*, 2013

NOTA: Disponível em <https://room-onethousand.squarespace.com/index/#/transitional-objects/>. Acessado em jan/2015.

FIGURA 7 – CAIXA PEDAGÓGICA DE UTENSÍLIOS DA DEUTSCHER WERKBUND UTILIZADA POR JOVENS BERLINENSES

FONTE: ROSSMAN, S. *The Postwar Werkbund and the Design of New, West-German Subjects* (1948-1968). *Technology and the box*, 2013

NOTA: Disponível em <https://room-onethousand.squarespace.com/index/#/transitional-objects/>. Acessado em jan/2015.

Diante disso, verificou-se uma ação pedagógica promovida por uma escola de arquitetura na direção de um público não especializado e, mais especificadamente, da formação escolar básica. Portanto, considerou-se como o sexto ponto como *a ação educativa de projetistas nas escolas de formação básica*.

Nesse primeiro capítulo, foi elaborado um panorama histórico em que pontos convergentes comuns entre a formação escolar básica e a área de projeto foram elencados. Nessa abordagem restrita a esta dissertação, traçaram-se seis pontos convergentes comuns entre as áreas, a seguir:

- ✓ *Primeiro ponto: os “presentes/dons” como um encadeamento lógico de uma linguagem de formas;*
- ✓ *Segundo ponto: o corpo no ambiente construído;*
- ✓ *Terceiro ponto: a atividade de modelar o ambiente construído;*
- ✓ *Quarto ponto: o sensório e a manipulação da materialidade;*
- ✓ *Quinto ponto: os programas dos edifícios e os mobiliários;*
- ✓ *Sexto ponto: a ação educativa de projetistas nas escolas de formação básica.*

No próximo capítulo, a investigação estudou as habilidades mentais requeridas quando se projeta pelo viés da formação escolar básica e de teóricos de projeto.

3. AS HABILIDADES MENTAIS NA ATIVIDADE DE PROJETO E A FORMAÇÃO BÁSICA ESCOLAR

3.1 O processo de projetar como uma especialização de uma função psíquica superior

Projetar é uma forma de pensar, e pensar é uma habilidade. As habilidades podem ser adquiridas e desenvolvidas (LAWSON, 2011).

Segundo Duarte (2014) toda cultura material de uma sociedade seria o produto da atividade da consciência humana sob a matéria e, devido a essa característica, o ser humano se diferenciaria das outras espécies de animais.

Por esse viés teórico, o processo de atividade da consciência humana sobre a matéria estaria protagonizado por uma operação de antecipação da ação pela mente humana, pelas palavras de Saviani (2013):

Ora, antecipar mentalmente é idear, formular em ideia aquilo que se vai fazer na prática. A capacidade de ideação indica que o homem representa em pensamento os fenômenos do mundo em que vive (MARTINS, 2013, pg. XV).

Sob essa égide, a principal diferença entre os seres humanos e os outros animais de outras espécies estaria na capacidade humana de antecipar a ação de sua consciência sobre a matéria produzindo, por essa ação, toda a cultura material da sociedade. Em outras palavras, a cultura material da sociedade seria um produto da consciência dos seres humanos incidida sobre a materialidade do mundo.

Nesse sentido, de acordo com Duarte (2014), a diferença entre os seres humanos e outros animais estaria numa característica intrínseca da atividade humana em incorporar o mundo ao seu redor como objeto de sua própria consciência. Por essa ação, além da transformação da própria matéria produzindo cultura material, essa atividade estaria também modificando a sua própria consciência.

Essa atividade livre e universal, ou seja, o “trabalho humano”, não pertenceria às outras espécies de animais já que esses estariam restritos a suas necessidades biológicas e, assim, limitadas por seus códigos genéticos.

Sétimo ponto: a atividade de projeto como uma especialização de uma atividade psíquica humana: a imaginação

A título de exemplo, para o desenvolvimento desse ponto de convergência, recorreu-se a Duarte (2014), que analisa a produção material do pássaro “joão-de-barro” (*Furnarius rufus*) e a construção de seu ninho. Para esse autor, mesmo que esse ninho fosse construído com certos direcionamentos em relação ao ambiente (sol, ventos etc.),

essa produção material estaria determinada pelas características biológicas e orgânicas do animal. Portanto, a “casa” do joão-de-barro estaria determinada pelas interações dessa espécie com o meio ambiente; em outras palavras, esse animal não faria da construção de sua “casa” uma atividade ou uma ação objetivada e histórico-cultural de sua espécie. Encontra-se a origem dessa análise no pensamento do filósofo alemão Karl Marx (1818-1883):

A abelha envergonha muitos arquitetos ao construir os seus favos, mas o que distingue o pior arquiteto da melhor abelha é que o arquiteto ergue a sua estrutura na imaginação antes de erigi-la na realidade. No final de todo o processo de trabalho, obtemos um resultado que em princípio, já existia na imaginação do trabalhador (MARX apud LAWSON, 2011, p. 27).

Os limites dessa dissertação são impeditivos na exploração do tema, no entanto, deve-se apontar para algumas perspectivas desta dissertação nesse espectro teórico.

Para isso, tomou-se como base Martins (2013), que, a partir dos estudos do psicólogo marxiano bielorrusso Lev S. Vygotsky (1896 – 1934), analisa o desenvolvimento das funções humanas psíquicas superiores como um produto social e, portanto, não somente pertinente à carga biológica do indivíduo. Nas suas palavras:

As transformações das maneiras de adaptação do homem à natureza culminaram em formas supraorgânicas de comportamento, determinadas, sobretudo, pela utilização de ferramentas de comportamento e pelos produtos culturais decorrentes de seu uso. Diante dessas considerações, anunciou uma primeira resposta à interrogação lançada: o desenvolvimento das funções psíquicas superiores corresponde à apropriação dos signos da cultura (MARTINS, 2013, p. 79, grifo nosso).

Nessa abordagem, a autora propôs que a função psíquica superior chamada de imaginação seria desenvolvida por meio da atividade social e histórica, ou seja, pela atividade do trabalho da consciência humana pela apropriação dos signos da cultura. Ainda pelas suas palavras:

Verifica-se, então, que a imaginação é um traço imanente do trabalho, desenvolvido, do ponto de vista histórico, nas atividades que problematizam a relação do homem com a natureza na luta pelo atendimento de suas necessidades. O trabalho – como atividade que encerra uma finalidade precedente ao seu resultado final, cujo produto existe primeiro ‘na cabeça do homem’ - exigiu do psiquismo a especialização da função imaginativa. A atividade vital humana, deixando de ser casual, passa a orientar-se por um projeto ideal que, mesmo não tendo existência concreta imediata, determina e regula seus diferentes atos [...] (MARTINS, 2013, p. 229, grifo nosso).

Nesse excerto, verifica-se uma relação direta entre a imaginação como função psíquica superior e a relação entre o homem e a natureza no atendimento às suas

necessidades.

A primeira e mais ampla expressão da imaginação, na forma de antecipação mental, aponta na direção de algo novo para o indivíduo, baseando-se em informações, esquemas, figuras e descrições verbais que apoiam as operações mentais imaginativas, possibilitando a representação do dado ainda não vivido. Trata-se de uma imaginação representativa, que permite ao indivíduo superar os limites da experiência particular e, ao fazê-lo, participar nos processos de aprendizagem e na compreensão de experiências alheias (Idem, 2013, p. 229).

Já nessa passagem, a autora sugere que a imaginação seria um processo em que se antecipa algo novo “baseando-se em informações, esquemas, figuras e descrições verbais”, superando os limites da individualidade na direção a uma coletividade, ou “participar nos processos de aprendizagem e na compreensão de experiências alheias”. Nesse processo, a imaginação seria uma de suas funções psíquicas superiores e não uma função elementar do indivíduo, pela razão de ter sido desenvolvida, essencialmente, pela atividade cultural e social do ser humano. Ainda pelas palavras de Martins, (2013, p. 230):

De certa forma, toda imaginação ‘cria’ algo novo e exatamente por isso não é, meramente um desdobramento da memória. Se a memória orienta operações mentais a partir do vivido – portanto do passado –, a imaginação orienta as referidas operações à vista do não vivido, portanto do futuro (MARTINS, 2013, p. 230).

Nesse excerto a autora significa a ação de projetar como uma ação da imaginação em direção ao futuro. Por essas considerações, é possível observar um paralelo muito próximo daquilo que fazemos enquanto projetamos, ou seja, na tarefa especializada de projetar. Portanto, o que se explicita aqui são as bases conceituais provavelmente pertencentes à área de projeto (design) e que poderiam ser utilizadas na formação básica escolar. Pretende-se discutir aqui sobre quais funções psíquicas superiores provenientes de uma área especializada de projeto se justificariam na ação na formação básica escolar. Retomando a discussão conceitual do termo “projeto” nas suas bases elementares:

No seu sentido mais amplo e compreensivo, 'projeto' significa antecipação [...] O projeto enquanto antecipação, implica em primeiro lugar uma referência ao futuro como próprio e essencial horizonte de temporalidade. Este exige o valor hoje corrente da ideia, para o qual não há projeto sem futuro, nem é admissível uma referência projetual ao passado ou ao presente [...] Projeto é, pois, uma antecipação do vir-a-ser de algo que, relativamente ao futuro, pode ser qualificado como possível (CALVO, 1992, p. 58).

Ainda sob esse viés, poder-se-ia tomar como base as perspectivas traçadas pelo psicólogo bielorrusso Lev Vigotski (2013, apud MARTINS, p. 233, grifo nosso) e por Martins (2013, p. 233, grifo nosso):

[...] se a atividade do homem se reduzisse a repetir o passado, o homem seria orientado exclusivamente ao ontem e incapaz de adaptar-se a um amanhã diferente. É precisamente a atividade criadora do homem que faz dele um ser projetado para o futuro.

[...] a imaginação ou fantasia são processos mentais nucleares da atividade projetada para o futuro, Vigotski afirmou tratar-se se um grande equívoco tomá-la como sinônimo de algo irreal, que não se ajusta à realidade e, portanto, carente de valor prático. Da mesma forma que o pensamento – bem como as demais funções – a imaginação se manifesta em todas as faces da vida cultural, fundamentando a produção científica, técnica e artística da humanidade.

Seguindo por essas abordagens, poder-se-ia encontrar indícios de paralelos conceituais entre a atividade especializada de projeto (design) relacionada diretamente com algumas atividades psíquicas superiores analisadas por esses autores, como por exemplo a já supracitada imaginação.

Aparte dessas análises iniciais perante o ambiente teórico amplo e complexo desses autores, aponta-se para um pressuposto de que o processo de projeto poderia estar diretamente ligado às funções psíquicas superiores e, portanto, passível de ser ensinado a um público em formação básica com objetivos educacionais específicos.

Por essa perspectiva, elencou-se o sétimo ponto como pertencente à *atividade de projeto como uma especialização de uma atividade psíquica humana: a imaginação*.

Prosseguindo nessa investigação, a seguir, autores que abordaram o assunto aliando a atividade de projeto com o desenvolvimento de algumas habilidades mentais.

3.2 As habilidades mentais na formação básica escolar segundo Bruno Munari

A sociedade do futuro já se encontra em nós, podemos vê-la nas crianças (MUNARI, 2007).

O designer italiano Bruno Munari (1907-1998) foi um aclamado teórico das áreas das artes, design e também de metodologias de processos de projeto. Como autor de livros, foi ganhador de diversos prêmios relacionados à educação, entre os quais destacamos o Prêmio Lego de Criatividade (1986) pela sua dedicação à formação básica do público infantil⁹. Em seu livro *Fantasia* (2007), Munari sustenta que existiria um vínculo

⁹ Autobiografia de Bruno Munari. Disponível em <http://www.brunomunari.it/index_munari.htm>. Acessado em dez/14

direto entre o desenvolvimento da criatividade e o desenvolvimento da personalidade do indivíduo. Por essa relação direta, seria essencial a compreensão da criatividade e das suas formas de desenvolvimento para seu efetivo ensino desde as idades iniciais. Para esse autor, a produção de artefatos educacionais ou brinquedos deveria ser direcionada estritamente para o desenvolvimento da criança.

A pergunta então é: o que pode ser útil ao crescimento do indivíduo em formação que é a criança? Algo que lhe dê, através do jogo, informações que lhe possam servir quando adulto. Sabemos que aquilo que uma criança de terna idade memoriza permanecerá para toda sua vida. É por isso que podemos ajudar criar indivíduos criativos e não repetitivos, indivíduos com uma mentalidade elástica e pronta a resolver todos os problemas que alguém pode ter na vida : desde encontrar um emprego até projetar sua própria casa ou educar os filhos (MUNARI, 2002, p. 234-235).

As argumentações para justificar uma ação sobre a formação elementar foram asseveradas pelo autor quando o mesmo observa o total desinteresse dos adultos pela atividade de leitura de livros.

[...] o que fazer para que essas pessoas percebam que perderam o interesse nos livros apenas porque, na escola, foram obrigadas a lê-los, muitos dos quais aborrecidos e difíceis (MUNARI, 2002, p. 222)?

Portanto, para o autor, aquilo que foi aprendido na infância como, por exemplo, uma “aversão à leitura” por livros “chatos”, seria internalizado e repetido na vida adulta sem muitas modificações (MUNARI, 2002). Munari responsabiliza os educadores pela formação de habilidades mentais menos “flexíveis” e mais condicionados nos educandos que, conseqüentemente, seriam refletidos posteriormente na vida adulta:

Dependerá dos educadores se essa pessoa mais tarde será criativa ou não ou apenas uma repetidora de códigos. Depende destes primeiros anos, da experiência e da memorização de dados, se o indivíduo vai ser livre ou condicionado. Os adultos deveriam tomar consciente dessa grandíssima responsabilidade da qual depende o futuro da sociedade humana (MUNARI, 2007, p. 37).

Em outro livro, o autor comentou que:

Assim, destrói-se na criança a possibilidade de ter um pensamento elástico, pronto a modificar-se segundo a experiência e o conhecimento. É preciso, desde cedo, habituar o indivíduo a pensar, imaginar, fantasiar, ser criativo (MUNARI, 2002, p. 225).

Nesse esteio, Munari argumenta que, caso se interviesse de outra maneira nessa fase específica da formação básica, quando adultas, essas pessoas poderiam ter uma “mentalidade elástica e menos repetitiva”. (MUNARI, 2002, p. 221, 222).

Dessa forma, o projetista propôs uma série de livros com características diferentes dos livros comuns chamados de “pré-livros”¹⁰ e que abarcariam temáticas relacionadas à arte e também ao projeto (*design*), com o propósito de formação de uma mentalidade “elástica”. Nas palavras do autor:

[...] podia-se projetar um conjunto de objetos parecidos com livros, mas todos diferentes, para a informação tátil, material, sonora, térmica; todos do mesmo formato, como os volumes de uma enciclopédia que contem todo o saber, ou pelo menos, muitas e diferentes informações (MUNARI, 2002, p. 224).

Esses livros seriam uma contribuição para sua argumentação embasada pelo conceito de “mentalidade elástica” que é basicamente, um processo de modificar um pensamento fixo ou rígido segundo a experiência e o conhecimento de áreas relacionadas ao projeto. (MUNARI, 2002).

Desse modo, o processo promovido pelo projetista estaria na direção de um desenvolvimento da criatividade em oposição ao pensamento fossilizado e estático anotado pelo autor na fase adulta das pessoas. Nas suas palavras:

A solução desse problema, de aumentar o conhecimento e formar pessoas com mentalidade mais elástica e menos repetitiva, está em nos ocuparmos os indivíduos no período em que se forma sua inteligência – ou seja, segundo Piaget, nos primeiros anos de vida (MUNARI, 2002, p. 223).

É interessante anotar que em uma recente publicação de um artigo científico no *Journal of the American Academy of Neurology* (2014)¹¹, pesquisadores constataram que pessoas cujos empregos exigem um trabalho mais complexo tais como assistentes sociais, advogados, arquitetos ou designers gráficos, apresentaram em idades mais avançadas uma memória mais duradoura e maiores habilidades de pensamento em comparação às outras pessoas com profissões menos complexas. Nesse aspecto, aponta-se ao oitavo ponto comum entre a área de projeto e a formação básica escolar.

Oitavo ponto: As habilidades mentais a serem desenvolvidas na formação escolar segundo Bruno Munari: criatividade, fantasia, invenção e memorização

¹⁰ Para mais detalhes sobre livros objetos ver: ROMANI, Elizabeth. **Design do livro-objeto infantil**. 2011. São Paulo. 144f. Dissertação (Mestrado em Design e Arquitetura). Universidade de São Paulo (FAUUSP), São Paulo, 2011.

¹¹ SMART, E.L.; GOW, A.J. DEARY, J.I. **Occupational complexity and lifetime cognitive abilities**. *Journal of the American Academy of Neurology*, 2285-2291. November 19, 2014. Disponível em <<http://www.neurology.org/content/83/24/2285.full.pdf+html>> . Acessado em jan/2015.

Para Munari, os processos mentais relacionados à criatividade seriam importantes na formação básica do indivíduo para se garantir uma “mentalidade elástica” durante a fase adulta. Verifica-se, portanto, a ênfase do autor no desenvolvimento de uma maneira de pensar que não no produto de uma atividade de projeto.

Em seu livro *Fantasia* (2007), Munari argumenta que quase todas as crianças do mundo pintam as mesmas coisas, ou seja, se não alargarmos os conhecimentos dessas crianças por meio de jogos criativos, elas não poderão criar as relações entre as coisas conhecidas ou o farão de uma maneira muito limitada. Nas escolas e jardins de infância da época, eram oferecidos às crianças guache, canetas de feltro e barro sem qualquer explicação técnica, ficando as crianças abandonadas a si próprias sem qualquer ajuda. (MUNARI, 1992).

Seguindo esse raciocínio, o “conhecimento visual” deveria ser dominado tanto quanto o conhecimento da língua verbal, e assim, desde cedo, o indivíduo teria uma capacidade em se comunicar com clareza e coerência (MUNARI, 2007)

Prosseguindo na argumentação, o autor enfatiza que os principais habilidades mentais para serem desenvolvidos em direção a uma mentalidade elástica seriam a “fantasia”, a “criatividade” e a “invenção”. Essas três habilidades estariam atreladas ao conceito de “mentalidade elástica”. Desse modo, as diferenças entre elas seriam de ordem operacional, ou seja, a *fantasia* seria a operação de “relacionar os dados”, a *criatividade* seria a operação de encontrar “novas utilidades” e a *invenção* seria a operação de “produzir algo no real”.

Com base nessas definições, Munari descreve a *fantasia* como restrita à operação em se relacionar os dados ou as coisas que já são conhecidas pela cultura do indivíduo. A *fantasia* não poderia ser confundida pela *criatividade*, pois esta estabeleceria novos usos ainda não existentes às coisas criadas, já a *invenção* seria a produção da coisa na realidade utilizando as técnicas disponíveis. Portanto, uma pessoa que desenvolvesse habilidades no âmbito da criatividade daria continuidade à cultura de sua comunidade e, portanto, não possuiria uma personalidade “individualista”. Em outras palavras, a formação proposta pelo projetista formaria um caráter de uma personalidade mais coletiva e preocupada com os problemas sociais. (MUNARI, 2007)

Atrelada a essas habilidades mentais, estaria também outra importante operação mental: a memorização dos dados: Nas palavras de Munari:

Tudo o que a criança memoriza permanecerá em sua memória e formará a sua personalidade. Depende de nós, adultos, transmitir às crianças os

dados que as ajudarão a compreender e a viver com os outros de modo criativo [...] (MUNARI, 2007, p. 122)

Nós sabemos que o indivíduo memorizou, desde há mais de três mil anos, pares de contrários, o bem e o mal, a luz e as trevas, o quente e o frio, e assim por diante [...] Estes elementos representam o equilíbrio que todo e qualquer indivíduo faria bem em procurar conservar, corrigindo os desequilíbrios à medida que lhe vão surgindo ao longo da vida (Idem, 2007, p. 40).

O cérebro infantil é como um computador: tudo o que a criança percebe é memorizado para a vida toda. No momento oportuno, seja qual for a idade, perante algo desconhecido, ele tentará estabelecer uma relação com o que já sabe, para facilitar nossa compreensão. (Ibidem, 2002, p. 240)

Nessas passagens, podemos notar que a memorização de dados seria importante no aprendizado, porém, não para a sua repetição, mas como repertório para serem manipulados por meio dos processos que definiu como fantasia, criatividade e invenção. Além disso, na sua perspectiva, os dados não necessariamente deveriam pertencer à linguagem verbal, nas palavras de Munari:

Defini-os como 'livros ilegíveis' pois eram livros sem palavras, porém, de tal como num livro, o leitor visual podia seguir um fato visual mediante uma sequência de cores, de forma ou de matérias. Estes livros eram feitos com páginas de papel diferente, na cor e no peso, com buracos, por exemplo que atravessavam uma ou mais páginas, pelo que, virando a página modificava-se a situação visual (MUNARI, 2007, p. 48).

Nesse excerto, o autor indica que os dados manipulados não necessariamente deveriam ser verbais, mas também pertencentes aos estímulos provocados por conceitos não verbais. Esses dados então memorizados seriam manipulados pelas habilidades mentais como a fantasia, criatividade, e invenção em direção a um desenvolvimento de uma inteligência flexível, sem preconceitos, em contínua evolução e com habilidades em lidar com as inevitáveis transformações da vida (MUNARI, 2007, p. 123).

Pode-se fazer um comentário acerca dessa passagem de Munari que pode ir ao encontro do ponto de vista de Martins (2014) acerca da manipulação dos dados memorizados. De acordo com essa pesquisadora:

[...] o processo de memorização contínua demandando assembleias neurais, repetição, ácidos ribonucleicos, não teve nenhuma alteração na estrutura interna da memória, o que mudou foi a aliança que a memória estabelece com as outras funções, e em especial, ao pensamento (MARTINS, 2014).

Ou seja, nessa perspectiva, os processos mentais necessitam de dados armazenados para serem manipulados, e esses dados deveriam ser gravados pela

memória. Em resumo, as habilidades mentais propostas por Munari seriam resumidas na seguinte tabela:

TABELA 1 – QUADRO DE HABILIDADES MENTAIS SEGUNDO MUNARI (2007)

PROCESSO	SIGNIFICADO CONCEITUAL
<i>Criatividade</i>	Operação em encontrar novas utilidades
<i>Fantasia</i>	Operação em se relacionar os dados
<i>Invenção</i>	Operação em produzir algo no real
<i>Memorização</i>	Armazenamento de dados para serem utilizados pelos processos mentais

FONTE: Autor.

A promoção dessas habilidades mentais, seja por livros objetos ou metodologias de ensino, permitiria que as crianças não crescessem com a mentalidade fossilizada mas sim com uma mentalidade elástica.

Para ilustrar o pensamento metodológico aplicado por esse autor, relataremos uma atividade com crianças do ensino básico de Milão.

Nessa atividade, Munari (2007) distribuiu pedaços de um tecido que em conjunto formaria um desenho de uma árvore estilizada. Esses pedaços de tecidos obedeciam a uma regra de desenho: os galhos teriam uma estrutura em V e também diminuiriam de dimensão até a extremidade. Essa seria a “regra” de montagem da estrutura. Após a distribuição dos pedaços e da explicação das regras, as crianças iniciaram a colocação dos tecidos no chão, desenhando a árvore estilizado por meio de seus galhos de tecido. Ao final do desenho com pedaços de tecido, o modelo foi destruído pelas crianças, pois, para o designer, o que importaria era o entendimento e a interiorização das regras.

Esse método proposto pelo designer tem as seguintes partes básicas: estimular a curiosidade por uma imitação inicial do adulto, internalização das regras, autonomia, exploração, finalização do modelo e destruição final da obra. A destruição seria a prova de que o que importa é o processo, ou, nas palavras do designer, a internalização do “método de projetar com o entendimento das regras através de um jogo”. (MUNARI, 2007 p. 156). Portanto, uma criança a partir dos 3 anos, sob essa perspectiva, deveria estar em contato com suportes educativos apropriados para o desenvolvimento de uma mentalidade elástica dinâmica ou criativa e de certa forma metódica e não isenta de regras internalizadas. Segundo o autor, ensinar sobre o mundo às crianças não é ensinar

pelos olhos dos adultos, ou seja, pelo olhar “artificial dos negócios”, mas pelo contrário, o desenvolvimento passaria por uma compreensão das formas de linguagens verbais e não verbais (visuais) preparando o indivíduo para um comportamento social equilibrado (MUNARI, 2002, p. 245).

Um indivíduo capaz de compreender todas as formas de arte e de comunicar-se verbal e visualmente, tem um comportamento social equilibrado – tudo isso é possível se a criança tiver, logo aos três anos, jogos e brinquedos adequados (MUNARI, 2002, p. 237).

Em outra atividade documentada em vídeo (ver figura 8), Munari (1990) ensina a exploração da linguagem visual a uma turma de crianças utilizando suportes materiais comuns como tintas, pincéis, desenhos, dobraduras e também uma fotocopidora e o próprio computador (ver figura 9). Nessa aula, os alunos tiveram liberdade para explorar os instrumentos, fazer seus trabalhos de acordo com a condução de Munari. O professor explica conceitos simplificados e pertinentes ao processo de projeto gráfico, como por exemplo o desenho, a cor, a forma, a textura, a fotocópia e a colagem, sempre aliando à atividade prática.

FIGURA 8 – MUNARI ENSINANDO OS ALUNOS UTILIZANDO FOTOCOPIADORA

FONTE: Promo "Giocare con l'Arte" Bruno Munari -1990.

NOTA: Disponível em <<http://youtu.be/LCHjmfkBMMA>>. Acessado em jan/2015.

FIGURA 9 – MUNARI ENSINANDO OS ALUNOS UTILIZANDO PROJETORES

FONTE: MUNARI, B. *Fantasia*. Lisboa: Editora 70, 2007. p. 131.

Verifica-se, portanto, que a ação do projetista tinha como objetivo ensinar processos de pensamentos (criatividade, fantasia e invenção) para um público ainda na formação escolar utilizando atividades oriundas da área de projeto (design).

Diante desse quadro propositivo de Munari, elencou-se como *o oitavo ponto de convergência as habilidades mentais a serem desenvolvidos na formação escolar segundo Bruno Munari: criatividade, fantasia, invenção e memorização*.

3.3 AS HABILIDADES MENTAIS NA ATIVIDADE DE PROJETO SEGUNDO BRYAN LAWSON

Devemos ser capazes de demonstrar que, o que é valioso no campo do desenho-projetual também o é para o desenvolvimento de uma pessoa educada (CROSS, 2004, p. 9).

O psicólogo e arquiteto Bryan Lawson dedicou quase quarenta anos ao estudo de como os profissionais de projeto pensam enquanto projetam. Nessa trajetória, publicou três livros *Design in mind* (1994), *What Designers Know* (2004) e *How Designers Think* (2005). Esse último publicado no Brasil pela Editora Oficina de Textos como “Como os arquitetos e designers pensam” (2011).

Para Lawson (2011), o ato de projetar seria uma habilidade complexa e de alto nível que poderia ser praticada, decomposta e, portanto, passível de ser desenvolvida. Diante dos primeiros tópicos relativos aos processos mentais relacionados a atividade de projetar, Lawson (2011, p. 25) sentencia que:

[...] já podemos ver que ela envolve um processo mental sofisticado capaz de manipular muitos tipos de informações, misturando-os num conjunto coerente de ideias e finalmente, gerando alguma concretização dessas ideias.

O autor embasou essa afirmação em uma série de pesquisas empíricas aplicadas com alunos de ciências, projetistas e alunos de escolas não profissionalizantes. Em uma das mais interessantes, alunos do primeiro ano de arquitetura e alunos de pós-graduação em ciência foram desafiados em uma mesma tarefa. O resultado dessa pesquisa de acordo com o autor:

A diferença essencial entre as duas estratégias é que, enquanto os cientistas concentravam a atenção em entender as regras subjacentes, os arquitetos ficaram obcecados pela obtenção do resultado desejado. Portanto, podemos descrever a estratégia dos cientistas como concentrada no problema e a dos arquitetos como concentrada na solução (LAWSON, 2011, p. 50, grifo nosso).

Em outra pesquisa aplicada com um grupo de estudantes antes de entrarem na universidade e com outro grupo do primeiro ano de arquitetura nas mesmas características do anterior, Lawson (2011, p. 5) comenta que:

Os dois grupos foram bem piores na solução de todos os problemas e nenhum deles mostrou alguma estratégia constante em comum. Assim, parecia que a resposta da segunda pergunta seria que é a experiência educacional dos respectivos cursos de graduação, que faz os alunos de ciência e de arquitetura pensarem do jeito como pensam e não um estilo cognitivo inerente.

Diante dessas pesquisas, o autor conclui que, ao invés do cientista que estuda o mundo como ele é, o projetista o vê como ele poderia ser, e que o ‘modo de pensar como projetista’ não é um estilo cognitivo inerente e, portanto, poderia ser ensinado. Dessa abordagem de distinção de habilidades, pondera-se o nono ponto comum.

Nono ponto: o modo de pensar como projetista e de suas habilidades mentais

Desse modo, os processos mentais de um projetista teriam características próprias e que segundo esse autor passariam por problemas mal estruturados, multidimensionais, interativos, e que muitas vezes não se finalizam. (LAWSON, 2011, p. 60). Um processo de projeto não seria tão lógico claro e aberto quanto o método científico:

Projetar é uma atividade confusa que envolve juízos de valor entre alternativas que podem oferecer, ao mesmo tempo, vantagens e

desvantagens. É improvável que haja uma resposta correta ou mesmo ótima no processo de projeto, e é bem possível que não concordemos acerca dos méritos relativos das soluções alternativas (LAWSON, 2011, p. 85).

Sob essa perspectiva, o *raciocínio* e a *imaginação* seriam os principais processos mentais para um projetista. Enquanto o *raciocínio* lidaria com os fins específicos e conceituais, a *imaginação* lidaria com a desestruturação, a criatividade e os devaneios. Ambos os processos atuariam de forma conjunta e/ou alternada compondo um *pensamento produtivo* que tomaria a dianteira quando projetamos.

O *pensamento produtivo* teria duas principais vertentes paralelas: uma de caráter *convergente*, relacionada ao pensamento dedutivo (chegar à resposta correta) e outra relacionada ao pensamento *divergente* ou de abordagem aberta (que não tem respostas certas). Para Lawson (2011), nas escolas de formação básica os alunos são considerados inteligentes quando se destacam somente pela vertente *convergente* do pensamento, indicando uma tendência ao científico, à obediência e a uma aprovação dos mais velhos. Sobre o outro tipo de pensamento, o *divergente*, o autor pondera que:

A estrutura do DNA, como a conhecemos hoje, simplesmente não podia ser deduzida logicamente a partir dos indícios disponíveis para Watson e Crick. Eles tiveram de dar um salto rumo ao desconhecido, em uma demonstração por excelência do pensamento divergente (LAWSON, 2011, p. 148).

Nessa temática sobre a engenharia genética e o aspecto projetual, encontra-se um paralelo com outro teórico de projeto, Gui Bonsiepe (2011, p. 19):

Portanto, já registramos uma zona de contato entre as ciências e projeto, embora não tenhamos, até o momento, uma teoria projetual que abarque todas as manifestações projetuais, como na engenharia genética que, sem dúvida alguma, deve ser considerada uma disciplina projetual científica.

Retomando a perspectiva de Lawson (2011, p. 145), somente com trabalho duro, intenso e deliberado seguido de períodos de relaxamento com as duas vertentes em paralelo (*convergente* e *divergente*) projeta-se, ou faz-se coisas criativas. No entanto, pondera-se que ser criativo não é necessariamente ser original, pelas palavras do autor:

Mas ser criativo ao se projetar não é apenas nem necessariamente uma questão de ser original [...] O famoso arquiteto Robert Venturi disse que, para o projetista, é melhor ser bom do que original (LAWSON, 2011, p. 149).

Um bom projeto seria aquele de soluções inesperadas e pertinentes e não maluquices que se fingem de originalidade. Esse é um aspecto importante pois

costumeiramente confunde-se originalidade com *design* contribuindo ainda mais os problemas de significação da área já anotados em capítulos anteriores.

Já em relação à formação escolar, Lawson (2011) assevera que não se deve esperar que as crianças sejam verdadeiramente criativas sem um reservatório de experiências. Mesmo não explorando diretamente esse assunto, verifica-se que o aporte teórico de Lawson (2011) sobre os processos mentais alinhados à atividade de projeto poderiam servir de base para desenvolvimentos de habilidades mentais dos indivíduo no período de formação escolar básica.

A seguir, um quadro sinótico das propostas de Lawson para as principais habilidades relativas ao modo de pensar que são ativadas enquanto se projeta, segundo este autor:

TABELA 2 – QUADRO DE HABILIDADES MENTAIS SEGUNDO LAWSON (2011)

PROCESSO	SIGNIFICADO CONCEITUAL
<i>Raciocínio</i>	Lida com os fins específicos e conceituais
<i>Imaginação</i>	Lida com a desestruturação, a criatividade e os devaneios
<i>Pensamento produtivo</i>	Pensamento que conjuga o Convergente e o Divergente paralelamente enquanto projetamos.
<i>Convergente</i>	Pensamento dedutivo (chegar à resposta correta)
<i>Divergente</i>	Pensamento <i>divergente</i> ou de abordagem aberta (que não tem respostas certas)

FONTE: Autor.

Por essa perspectiva, o nono ponto de convergência se baseia *no modo de pensar como projetista e de suas habilidades mentais*.

A seguir, investiga-se a inserção do projeto (design) como uma área particular na formação básica pelo ponto de vista dos profissionais de projeto.

3.4 O PROJETO (*DESIGN*) COMO UMA TERCEIRA ÁREA DA FORMAÇÃO ESCOLAR BÁSICA, SEGUNDO BRUCE ARCHER E NIGEL CROSS

A discussão sobre a área de projeto (*design*) inserido na grade curricular da formação escolar básica sob o ponto de vista de pesquisadores e de profissionais de projeto foi promovida desde a década de 1960 na Inglaterra. Destacam-se o movimento *Design Methods* na década de 1960, a formação do *Design Research Society*, em 1967, e a introdução da *Design Studies Journal* em 1979. No entanto, o debate sobre a inserção curricular teve um desenvolvimento maior no *Royal College of Art*, especialmente em seu Departamento de Projeto e Educação, na criação do *National Association for Design Education (NADE)*, assim como no Projeto *General Education* (STABLES *et al.*, 2006, p. 313).

Em 1978, foi publicado pela *Royal College of Art*¹² um livro chamado *Design in General Education* organizado por L. Bruce Archer (1922-2005). Nesse estudo, o engenheiro mecânico e professor de *design* no *Royal Academy* Archer (1978) argumenta que a sociedade democrática industrial depara-se constantemente com diversos problemas relacionados ao seu ambiente construído. Para o autor, problemas pertinentes à ecologia, à qualidade da vida urbana, seriam demandas de uma sociedade industrial que estaria além da literacia (relativo às formas de conhecimento que utilizam a palavra) e da numeracia (relativo às formas de conhecimento que utilizam os números).

Sob esse ensejo, o autor aponta que haveria uma forma de conhecimento distinta das formas de conhecimento convencionais das disciplinas escolares tradicionais e que deveriam pertencer à cultura material da sociedade e, portanto, de conhecimento de todos os seus cidadãos.

É realmente um pouco alarmante que a maioria das pessoas que tomam as decisões de maior alcance sobre questões que afetam a cultura material, como homem de negócios, funcionários públicos superiores, oficiais dos governos locais, membros de conselhos e comissões públicas, para não mencionar membros do parlamento, tiveram contato com as disciplinas mais relevantes até os treze anos de idade [...]

Em face disso, a expressão de ideias por meio de fazer e do criar representam uma faceta distinta de uma cultura, portanto, a transmissão da experiência dessas ações deveriam representar uma área distinta na educação. (ARCHER, 1978, p. 4, p. 5, tradução nossa, grifo nosso)

Por essa perspectiva, o estudo da cultura material de uma sociedade seria um

¹² A Royal College of Art é uma tradicional escola britânica de arte e design: Mais informações em :<<http://www.rca.ac.uk/>>. Acessado em jan/2015.

conhecimento distinto dentre as formas de conhecimento e de aprendizagem fundamentadas pelas palavras e pelos números. Por meio dessa distinção, uma terceira área de atuação do desenvolvimento de habilidades mentais seria composta pelas atividades do “executar e criar” ou seja, representadas pelos artefatos diretamente relacionados à construção da materialidade da sociedade.

Por essa distinção entre as áreas da formação escolar básica, aponta-se para o décimo ponto comum.

Décimo ponto: a área de projeto (design) como uma área específica na formação escolar básica

Uma das justificativas para a existência de tal área estaria no fato de que, quando se estuda uma sociedade, a antropologia e a arqueologia analisam suas artes e ciências e também o legado de sua cultura material, ou seja, de suas construções e artefatos (ARCHER, 1978).

Dessa forma, Archer (1978) aponta por uma ausência de palavras para significar uma área pertencente a essa cultura material na formação básica. Nas palavras do autor:

Nós não temos nenhuma palavra equivalente a Ciência e as Humanidades que signifique a experiência colhida da cultura material (ARCHER, 1978, p. 5).

Esse autor observa que os profissionais de projeto (*design*) como por exemplo os arquitetos, surpreendentemente pouco têm produzido para a compreensão da sensibilidade e compreensão de sua disciplina, ou seja, sobre sua ação inventiva, sobre a teoria da modelagem e de suas habilidades.

Eles dependem da Ciência para os seus fatos e das Humanidades pela sua história e filosofia e progressivamente cada vez menos rigorosos e profundos na aprendizagem de suas habilidades (ARCHER, 1978, p. 7).

Nesse excerto o autor aponta que as bases epistemológicas das Ciências e das Humanidades não abarcariam os aspectos intrínsecos à área do projeto (*design*), a saber, de seus modos de conhecer. Seria necessário, portanto, uma linguagem, uma terminologia própria (ARCHER, 1978, p. 7). Por essa necessidade de uma linguagem própria, anota-se para o décimo primeiro ponto em comum entre as áreas de projeto e da formação básica.

Décimo primeiro ponto: o projeto (design) como uma área que utiliza linguagens para desenvolver modelos (modelagem)

Para Archer (1978), a estrutura básica da linguagem do projeto (*design*) seria a modelagem, ou seja, o ato de modelar abarcaria desde a expressão gráfica, representação por desenho, projeção ortográfica, gráficos e diagramas. Esses elementos principais construiriam a linguagem do projeto como uma área de conhecimento própria.

Nessa mesma linha de pensamento, Cross (2004) definiu uma área específica como relacionada ao tecnólogo, ao construtor e ao fabricante, porém sem ser um correlato da tecnologia em si.

Dessa forma, uma nova área deveria ser afirmada e relacionada à cultura material da sociedade; no entanto, a facilidade em se contrastar as áreas das Ciências com as das Humanidades pelos pares conceituais opostos objetividade x subjetividade, comparação x experimentação, dificultaria a exposição da área de projeto (*design*) como área de conhecimento inserido na formação escolar básica.

Para Archer (1978), essa situação é devido à má formulação conceitual da própria área de projeto (*design*), porém essa condição não invalidaria a área como intrínseca à formação escolar básica:

Em face disso, a expressão de ideias por meio do 'criar e executar' representa uma face distinta de uma cultura, assim a transmissão da experiência recolhida do 'criar e executar' deve representar uma área distinta na educação (ARCHER, 1978, p. 5).

De modo similar a Cross (2006) e a Archer (1978), encontra-se em Bonsiepe (2011) uma clara distinção entre os modos de pensar o projeto (*design*) e o modo de pensar as Ciências. Nas palavras de Bonsiepe (2011, p. 19, grifo nosso):

Enquanto as ciências enxergam o mundo sob a perspectiva da cognição as disciplinas de design o enxergam sob o a perspectiva do projeto. Essas são duas perspectivas diferentes que, oxalá, no futuro acabem por se fundindo. Estou convencido de que no futuro, haverá uma interação frutífera entre o mundo das ciências e o mundo do projeto que, hoje, se dá, no máximo esporadicamente.

Nessa perspectiva, esse autor promoveu o modo de pensar do projetista presente também em outras áreas de conhecimento e, portanto, o ensino de projeto (*design*) em outros ambientes acadêmicos.

Como possibilidade especulativa arriscada, podemos imaginar que no futuro o ensino de projeto será uma disciplina básica para todas as disciplinas científicas [...] Não se pode mais restringir o conceito de projeto

às disciplinas projetuais como ocorre na arquitetura, no design industrial e no design de comunicação visual, pois nas disciplinas científicas também há projeto (BONSIEPE, 2011, p. 19).

Evidenciando a distinção entre as áreas e de suas particularidades, seria necessária uma reivindicação de suas bases de conhecimento. Na abordagem de Archer, (1978) que está circunscrita na grade curricular educacional inglesa, a cultura material deveria reivindicar seus métodos e suas características distintas das duas áreas clássicas da formação escolar, a saber, das Ciências e as Humanidades.

Para esse autor, o principal objetivo de uma atividade científica seria a elaboração de uma teoria e que essa se relacionaria diretamente na produção dessa teoria, fundamentando-se em outras teorias. Não haveria um interesse do cientista na aplicação prática desse conhecimento seja social, econômico, estético ou qualquer outro que não possua um embasamento teórico e generalizável. Nas palavras do autor:

Agora parece consensual entre os filósofos da ciência de que a característica distinta da ciência não é o assunto para o qual o cientista se debruça, mas sim, no tipo de procedimento intelectual que ele desenvolve. A ciência está envolvida com a realização da compreensão por meio da observação, medição, da formulação de uma teoria, de sua análise por outra teoria e experimento. Um cientista pode estudar qualquer fenômeno que ele escolhe, mas o tipo de entendimento vai ser limitado pelas observações que ele pode fazer, as medidas que podem ser aplicadas, a teoria disponível e a testabilidade de suas descobertas (ARCHER, 1978, p. 5, tradução nossa, grifo nosso).

Por outro lado, as Humanidades se interessariam pelos valores humanos e pela expressão do espírito humano, inclinando-se ao estudo da história e da filosofia das ciências, mas sem contribuir diretamente para o seu conteúdo. Portanto, ao se deparar com o “executar e criar” diretamente relacionados à cultura material, as Humanidades somente os estudam, sem contribuir para seu desenvolvimento.

A cultura material compreende as ideias que regem a natureza de cada tipo de artefato produzido, utilizado e valorizado pelo homem. As ideias que tomam a forma de conhecimento científico pertencem à Ciência. As ideias filosóficas e críticas históricas pertencem às Humanidades. O que resta, são os artefatos na sua experiência, sensibilidade, habilidade, produção e utilização. (ARCHER, 1978, p. 5, tradução nossa, grifo nosso).

Nessa perspectiva, as características da cultura material distinguiram das clássicas áreas da formação básica, a saber: das Ciências e das Humanidades. As características da cultura material, portanto, seriam aquelas que se refeririam à operacionalidade ou às ações de “executar e criar”, como por exemplo, a invenção, a produção e o uso de artefatos, assim como as artes aplicadas (pintura, escultura,

trabalhos com madeira e metal). Esses seriam elementos inerentes à área da cultura material e que necessitaria de um campo referencial próprio, Archer (1978, p. 6, tradução nossa, grifo nosso) justificou como:

[...] a nomeação de uma terceira área da educação não está nos indivíduos que não se encaixam facilmente nas Ciências ou nas Humanidades, mas sim, pela existência de um enfoque do conhecimento e de um modo de conhecer que são distintos das Ciências e Humanidades. A Ciência é o corpo recolhido do conhecimento teórico com base na observação, medição, testes de hipótese, as Humanidades é o corpo de conhecimento interpretativo baseado na avaliação, na contemplação crítica já a terceira área é o corpo recolhido de conhecimento prático com base na sensibilidade, invenção, validação e implementação.

Levando em conta os problemas semânticos e lexicais da área, Archer (1978, p. 6) cunhou a terceira área da formação básica referente à cultura material como *Design* com “D” maiúsculo, nesse sentido, afirma:

Um termo bem-aceito, especialmente nas escolas secundárias na Inglaterra é o *Design* com D maiúsculo que é utilizado em um sentido que vai muito além do significado do dia a dia que arquitetos, engenheiros e outros profissionais designers atribuiriam a ele. Assim *Design* no sentido da educação mais geral, seria equiparado às Ciências e às Humanidades, e é definido como a área da experiência humana, habilidade e compreensão que reflete a preocupação do homem com a valorização e adaptação de seu entorno, à luz das suas necessidades materiais e espirituais. (ARCHER, 1978, p. 6, tradução nossa).

Essa terminologia será utilizada também por Nigel Cross (2004) e, considerando o contexto estrito desta dissertação, adotou-se o termo *Design* traduzido como Projeto com “P” maiúsculo.

Desse modo, enquanto as outras áreas clássicas da formação escolar (Ciências e Humanidades) utilizariam predominantemente a numeracia e a literacia aos seus modos de conhecer, o Projeto (*Design*) como uma área distinta, utilizaria a modelagem ou a ação de criar e fazer modelos. Dessa forma, o Projeto (*Design*) auxiliaria na utilização de modelos nas artes, artes aplicadas, tecnologia, para capturar, explorar e transmitir alguma ideia que pertenceria a área.

Sobre como seria uma ação nessa área, a título de exemplo, quando um pintor pinta um quadro ele cria um modelo para representar suas ideias, portanto, o Projeto (*Design*) abarcaria uma área de linguagens como desenhos, diagramas, maquetes, algoritmos e também de símbolos (numeracia) e das palavras (literacia). (ARCHER, 1978). Portanto, nesse viés o décimo ponto aponta para a área de projeto (design) como uma área específica na formação escolar básica e o décimo primeiro ponto como o

projeto (design) como uma área que utiliza linguagens para desenvolver modelos (modelagem). O próximo ponto analisado será sobre a diferença conceitual entre Projeto e Tecnologia.

Décimo segundo ponto: a diferença entre a área do Projeto (Design) e a área da Tecnologia

O termo Tecnologia é um conjunto de conhecimentos sobre o funcionamento e uso de ferramentas. Esse conhecimento estaria relacionado às habilidades inerentes ao ser humano na ação do fazer, inventar e usar ferramentas para a adaptação no seu ambiente.

A atividade de fazer ferramentas e usá-las é o que fez e faz ser possível a escultura, a arquitetura, a agricultura, a indústria, a música, a escrita, a impressão, a computação, a experimentação científica, a cirurgia médica, a comunicação a distância, a gravação, e em um último uso, o conhecimento, a experiência e a expressão (ARCHER, 1992, p. 7, grifo nosso).

Portanto, a diferença entre os campos do Projeto (*Design*) e da Tecnologia se faz necessária pois há objetivos discernentes entre essas áreas quando imersas no contexto da formação escolar básica. Cross (2004) argumenta que, apesar da aparente similaridade de ações entre as áreas, a Tecnologia não abarcaria a totalidade conceitual da terceira área da formação escolar básica que, segundo ele, é pertencente à área dos Projeto (*Design*). Sob essa perspectiva, o Projeto (*Design*) não poderia ser um correlato conceitual da Tecnologia. Para Cross (2004), o Projeto (*Design*) seria uma forma da atividade diretamente ligada à concepção de produtos da cultura material e, como parte do currículo de formação básica escolar, promoveria um relacionamento com o conjunto de experiências com a cultura material da mesma maneira que ocorre com as Ciências e a Humanidades.

O equívoco estaria na associação da área de Projetos (*Design*) a um *modus operandi* técnico e, portanto, tecnicista. Por esse viés, ou seja, do projeto ser um correlato da tecnologia, a área seria como uma aplicação de técnicas ou tecnologias voltadas para a formação vocacional. Essa paridade limitaria a área do Projetos (*Design*) numa utilização de aparatos tecnológicos com objetivos específicos vocacionais e de instrução.

Discerne-se, portanto, os objetivos da formação vocacional ou universitária de uma formação escolar básica ou não técnica e não vocacional. Cross (2004, p. 6, grifo

nosso) esclarece que:

Independentemente do que os ministros de governo ou industrialistas possam pensar ou querer, o objetivo da educação não é o treinamento das pessoas para papéis sociais ou para o trabalho. Não há “um” objetivo para a educação geral [...]

Na formação profissional técnica vocacional o professor primeiro seria um profissional e depois um professor; já na educação geral não vocacional, a ordem seria inversa, prioriza-se a atividade do professor depois a do especialista (Cross, 2004). Ainda nessa abordagem, caso a Tecnologia pudesse ser definida como o “saber como fazer”, o Projeto (*Design*) seria definido como “imaginar aquilo que não existe na realidade” utilizando as ferramentas (tecnologias) e o uso de sua linguagem (processos de análise e modelagem) que seriam, conforme abordado por esta dissertação, características inerentes de faculdades humanas passíveis de serem desenvolvidas, em certo grau, na formação escolar básica. Pelas palavras de Archer (1991, p. 8, tradução nossa, grifo nosso):

A capacidade do ser humano de imaginar coisas; a capacidade de compreender a algo pela tridimensionalidade mesmo quando é visto a partir de apenas um ponto de vista; a capacidade perceber ordem, padrão, conectividade e causalidade em coisas ou sistemas complexos; a capacidade de conceber uma construção ou arranjo que vai atender a uma necessidade; a capacidade de inventar e de imaginar pela mente algo que ainda não existe; a capacidade de capturar tal modelo cognitivo, analisá-lo, e exteriorizar por meio de desenhos, modelos, notação ou linguagem de modo a trazê-lo à realização ou a testar: tais habilidades são comuns a todos os humanos seres, pelo menos em alguma medida.

Nessa passagem, aponta-se a imaginação como uma habilidade mental pertencentes a todos, postura já corroborada por Martins (2013), e que tal habilidade poderia ser desenvolvida por linguagens pertencentes à área de projeto.

No entanto, enquanto a Tecnologia teria sua estrutura baseada na Ciência, o Projeto (*Design*) seria um modo de pensar particular e em direção a uma necessidade na produção de um resultado prático incorporando uma gama de valores e juízos tecnológicos, econômicos, estéticos, ecológicos, humanos, culturais, éticos determinados pela funcionalidade e pelo contexto comercial e social.

A atividade de Projetos (*Design*), portanto, avaliaria e conferiria um peso a esses elementos para compor sua solução final, em contraposição ao processo científico que isolaria um fenômeno de uma complexidade em direção a uma abstração generalizante de princípios nascidos pela observação e pelo experimento. Ao extremo, a Ciência seria

um processo de características predominantemente analíticas e o Desenho predominantemente de síntese.

Em suma, no campo do modo de conhecer pelo Projeto (*Design*), a Tecnologia seria apenas um dos seus elementos qualitativos a serem considerados no processo e sua importância avaliada e ajuizada pelo projetista.

Nesse ponto também chega-se à reflexão de teóricos da área de projeto como Tomas Maldonado (1922), e Gui Bonsiepe (1934). Ambos os autores propuseram que uma das tarefas do projetista seria a de mediação entre a Tecnologia e a sociedade.

Em um artigo publicado, Maldonado (2012, p. 191) analisa a atividade de projeto na atualidade sem desvinculá-la dos avanços da tecnologia.

Peguemos a título de exemplo, o caso dos mais recentes avanços da tecnologia da informática. Ela está de beira de mudar radicalmente os pressupostos que, durante milênios, foram a base das nossas práticas nas vidas econômicas e social. Tais avanços certamente resultam de uma criatividade tecnocientífica e também de uma operosidade projetual sem precedentes. O mesmo se pode dizer de outros importantes avanços da tecnologia moderna, pois uma coisa é óbvia: em um mundo como o nosso, cada vez mais dominado por objetos e processos técnicos, a projetualidade está onipresente.

Sob essa argumentação, o autor ainda sentencia que:

Nesse contexto, a retórica da antiprojetualidade pode ter apenas um sentido: a capitulação acrítica em relação a uma projetualidade que mesmo assim se realiza. (Idem)

A postura acrítica perante a atividade de projeto, segundo esse autor, poderia ser representada pelo personagem do romancista o escritor Daniel Defoe (1660-1731): Robinson Crusoe. Esse personagem, perdido em uma ilha deserta, inicia uma luta pela adaptação a um ambiente hostil e sem uma sociedade estabelecida, tanto tecnologicamente como institucionalmente. A adaptação do personagem ao ambiente utilizando recursos básicos ou “tecnologias pobres” com soluções individualistas para a própria sobrevivência, metaforicamente, não seria um modelo para a atividade projetual moderna. Em outras palavras, esse modelo não representaria os saberes tecnocientíficos sofisticados e nem se proporia a criar objetos de alta complexidade estrutural e funcional para o benefício de uma coletividade, qualidades pertencentes a uma atividade de projeto (Maldonado, 2012).

Portanto, sob esse viés teórico, desvincula-se as áreas de Projeto (*Design*) da área da Tecnologia, porém salientando uma simbiose entre as áreas pelo viés da solução de problemas na coletividade.

Por essas argumentações, elencou-se o décimo segundo ponto de comum como a diferença entre a área do Projeto (Design) e a área da Tecnologia.

Décimo terceiro ponto: quadros sinóticos da área de Projeto (Design) na formação básica escolar segundo Bruce Archer e Nigel Cross

A seguir, o quadro sinótico (ver tabela 3 e 4) de uma disciplina de Projeto (Design) em uma estrutura curricular de formação básica baseada nas considerações dos autores analisados.

TABELA 3 – QUADRO SINÓTICO PROJETO (DESIGN) INSERIDO NA GRADE CURRICULAR SEGUNDO ARCHER (1978)

Área	Linguagem	Método	Modo de conhecer
Ciência	Símbolos, especialmente os números	Observação; Medição; Hipótese; Teste	Habilidades analíticas, integridade intelectual que o cientista representa.
Humanidades	Escrita, especialmente a língua mãe.	Interpretação; Contemplação; Crítica; Julgamento avaliação; Discurso.	Habilidades discursivas, valores espirituais que o humanista representa.
Projeto (Design)	Modelação, ação de modelar, criar modelos	Sensibilidade; Invenção; Validação; Implementação.	Habilidades dos criadores e dos executores representados pela cultura material

FONTE: Autor.

TABELA 4 – QUADRO SINÓTICO PROJETO (DESIGN) INSERIDO NA GRADE CURRICULAR SEGUNDO CROSS (2004)

Área	Fenômenos de estudo	Habilidades mentais	Valores
Ciências	O mundo natural	Experimentação, classificação e análise.	Objetividade, racionalidade, neutralidade, e preocupação com a verdade.
Humanidades	A experiência humana	Crítica, analogia e avaliação.	Subjetividade, a imaginação, o comprometimento, preocupação com a justiça.
Projeto (Design)	O mundo artificial, construído pelo homem.	Modelagem, formação de padrões e síntese.	Viabilidade, engenhosidade, empatia, e uma preocupação com a adequação.

FONTE: Autor.

Diante desse horizonte teórico e com os devidos recortes referentes às áreas

estudadas, elencou-se o seguinte grupo de pontos de convergência:

- ✓ *Sétimo ponto: a atividade de projeto como uma especialização de uma atividade psíquica humana: a imaginação;*
- ✓ *Oitavo ponto: as habilidades mentais a serem desenvolvidas na formação escolar segundo Bruno Munari: criatividade, fantasia, invenção e memorização;*
- ✓ *Nono ponto: o modo de pensar como projetista e de suas habilidades mentais;*
- ✓ *Décimo ponto: a área de projeto (design) como uma área específica na formação básica;*
- ✓ *Décimo primeiro ponto: o projeto (design) como uma área que utiliza linguagens para desenvolver modelos (modelagem);*
- ✓ *Décimo segundo ponto: a diferença entre a área do Projeto (Design) e a área da Tecnologia;*
- ✓ *Décimo terceiro ponto: quadros sinóticos da área de Projeto (Design) na formação básica escolar segundo Bruce Archer e Nigel Cross.*

O último capítulo da base teórica da dissertação faz referência às três áreas estudadas com o enfoque nas tecnologias digitais de modelagem e fabricação e os laboratórios Fab Labs.

4. APROXIMAÇÕES EM UM CAMPO COMUM ENTRE AS ÁREAS DA FORMAÇÃO ESCOLAR, DE PROJETO, E DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS

Conforme apresentado nos capítulos precedentes, foram elencados treze pontos comuns de convergência pertinentes às áreas estudadas. Neste capítulo estudaremos as três áreas, porém com um enfoque maior nas tecnologias digitais.

Para isso, iniciemos com um preâmbulo sobre as “máquinas de ensinar” do início do século XX, passando pela inserção dos computadores nos anos 1990, pelos laboratórios de fabricação digital no início dos anos 2000, e finalizando na proposta de inserção de laboratórios de fabricação digital e eletrônica nas escolas chamado *FabLab@School*.

Não é tema desta dissertação a análise aprofundada dessas atividades, mas sim trazer à luz sob o viés da atividade de projeto e tecnologia pontos comuns entre as áreas estudadas. Da mesma forma que nos capítulos anteriores, seguiremos na enumeração dos pontos de convergências ao longo do texto da dissertação para um rebatimento final com os trabalhos de campo realizados no capítulo seis.

4.1 As máquinas de ensinar, um preâmbulo

No início do século XX, houve um intenso debate na sociedade norte-americana sobre a produção em massa de máquinas que poderiam ser utilizadas nas salas de aula conjuntamente com professores.

Nessa perspectiva, as primeiras “máquinas de ensinar” aplicadas à pedagogia foram datadas da década de 1920 e foram inicialmente propostas pelo professor de psicologia da educação norte-americano Sidney Pressey (1888-1979). Nas palavras do historiador Larroyo, (1970, p. 897):

Foi Pressey quem primeiro concebeu e realizou a ideia de construir máquinas não só para medir o aprendizado mas para que o aluno, por conta própria, pudesse ser instruído em diversas matérias de ensino. Em 1926 esse pedagogo publicou um artigo intitulado ‘Um aparelho que faz testes quantifica e ensina’, e mais tarde em 1928 na mesma revista *School and Society* publicou outro artigo chamado: ‘Uma máquina de ensino automático’. No ano de 1932 lançou um estudo com a nítida ideia do que significariam estas máquinas no futuro, a saber, uma revolução industrial nos domínios da educação.

Sob esse viés de revolucionar e massificar a educação por meio de “máquinas de ensinar”, Pressey trabalhou obsessivamente em lançar e patentear máquinas para divulgar e concretizar seus novos ideais na educação. Sua primeira patente registrada foi chamada de “Máquina para testes de inteligência” (*Machine for Intelligence Tests*) de 1926 (ver figura 10 e 11).

FIGURA 10 – PROJETO DE MÁQUINA DE TESTES DE INTELIGÊNCIA DE PRESSEY (1924)

FONTE: BENJAMIN, L. T. A History of Teaching Machines. Jr. Texas A&M University. American Psychologist. Setembro de 1988. p. 706.

FIGURA 11 – MÁQUINA DE TESTES E SYDNEY PRESSEY

FONTE: Teaching Machines – Sydney Pressey (1964)

NOTA: Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=n7OfEXWuulg>>. Acessado em jan/2015.

Pelas palavras de Pressey (1933) sobre o problema da massificação da educação:

É um grande problema de massa. Estabelecer que deva haver tanto a educação em massa e a individualização parece apresentar-se como um dilema impossível [...] Metodologias de educação em massa deve ser elaboradas para dar máxima oportunidade para o desenvolvimento da individualidade [...] Na verdade, pode-se dizer que o problema é libertar cada aluno da rotina desnecessária e dar-lhe meios e oportunidades para a autoeducação; na medida em que isso é conquistado, a tarefa do professor será recompensada (PRESSEY apud PETRINA, 2004 p. 328, tradução nossa).

Em um futuro para a formação escolar, Pressey (1933) sustenta que as máquinas auxiliariam o professor e seus alunos a se libertarem da escravidão e da incompetência educacional que observava na época. Nesse ambiente teórico apresenta-se o décimo quarto ponto de convergência relacionado às máquinas como interface entre ensino e o educando

Décimo quarto ponto: as máquinas como interface entre ensino e o educando

Uma das máquinas de Pressey, a chamada “Professor automático” (*Automatic teacher*), promoveu um intenso debate no sistema educacional norte-americano na época de seu lançamento. A argumentação dos críticos era que tais dispositivos perpetuavam o sistema que os originou, ou, em outras palavras, domesticavam os alunos para a “obediência, o silêncio, a convencionalidade que garantiram a eficiência” do sistema. O que estava proposto, de acordo com esses críticos, era uma educação ideal da mais alta eficiência mecânica com o mínimo de contato humano, ou seja, um processo de aprendizagem que pudesse transformar os estudantes alienados e impessoais e que acabaria com a individualidade de cada um. Nas palavras de Petrin (2004, p. 329, tradução nossa):

Um analista cauteloso de educação, Ira Kandel, observou que, os termos mais frequentemente associados aos métodos educacionais progressistas durante os anos 1920 foram autogoverno, autodisciplina, autoconfiança, autodesenvolvimento, auto-expressão e auto-atividade. O cinema, o rádio e outros meios de massa socializaram os alunos, mas não conseguiu os individualizar.

Ao final dos anos de 1930, Pressey apresentando cansaço e desapontamento pelo fracasso comercial de suas propostas, deixou um legado que posteriormente seria

retomado.

Burrhus Frederic Skinner (1904-1990) foi um psicólogo norte-americano que prosseguiu nos trabalhos sobre interface homem, máquina e ensino. Diferentemente de Pressey, Skinner se aprofundou no estudo dos condicionamentos comportamentais, ou nos termos da área da psicologia, o *behaviorismo*¹³. Sua teoria foi batizada de “instrução programada”:

O conceito de instrução programada lançado por Skinner em 1950 era baseado em princípios de condicionamento que desenvolvera no espaço de duas décadas. O aluno seria ativo todo o tempo ao lidar com o material de aprendizagem por ter de responder perguntas e por ser confrontado com a qualidade dessas respostas porque a máquina avaliava automaticamente as reações. O programa pode fazer o aprendiz dirigir-se para diferentes rotas através do material, dependendo da resposta que ele der. Desse modo, a pessoa que der a resposta errada pode ter de voltar para um nível mais elementar, ao passo que uma pessoa que tende a consistentemente a dar respostas certas é levada a excluir algum material. O programa é tal que cada elemento do material de aprendizagem deve ser repetido até avançar para o seguinte (PALMER, 2006, p. 82).

Aparte de discussões mais aprofundadas e complexas sobre esse tema, para a proposta estrita desta dissertação em levantar pontos comuns importantes para a compreensão das áreas estudadas, elencou-se como o décimo quarto ponto de convergência: as máquinas como interface entre ensino e o educando.

Seguindo na investigação, uma das mais interessantes experiências de Skinner sobre a interface homem-máquina foi a “*baby in a box*” (1945), em que o pesquisador concebeu, desenhou e produziu uma cabine-berço para sua filha que respondia automaticamente aos estímulos comportamentais do bebê (ver figura 12).

¹³ Teoria psicológica sobre o comportamento humano. Skinner, ao propor o *behaviorismo* radical, opõe-se a esta visão, responsabilizando o meio ambiente pela conduta humana, trilhando assim caminho semelhante ao da Cibernética. Behaviorismo, disponível em <<http://www.infoescola.com/psicologia/behaviorismo/>> Acessado em jan/2015.

FIGURA 12 – EXPERIMENTO DE SKINNER “BABY IN A BOX”

FONTE: Did B.F. Skinner really put babies into boxes?

NOTA: Disponível em <http://io9.com/5946822/did-bf-skinner-really-put-babies-into-boxes>

Acessado em jan/2015.

Preocupado com sua filha ainda bebê que vivia embrulhada em muitas roupas sem controle térmico e de umidade, Skinner concebeu um projeto (*design*) que permitia a criança estar em um ambiente controlado de acordo com os movimentos da criança, mantendo-a em um nível agradável de temperatura e umidade.

Pode-se avaliar a proposta de Skinner como um projeto (*design*) na medida em que a “baby in a box” seria um mobiliário com uma determinada utilidade, resolvendo um problema específico de um usuário, sintetizando tecnologia e conhecimentos científicos da época para solucionar um problema prático em um só produto. Por esse viés, aponta-se para o décimo quinto ponto referente à disciplina de projeto como aporte às outras áreas de conhecimento.

Na perspectiva desta dissertação, essa proposta poderia aproximar-se de uma definição contemporânea de projeto (*design*), ou seja, o desenho de uma interface entre tecnologia e sociedade segundo teóricos e projetistas como Bonsiepe (2011). Esse mesmo autor sustenta que a disciplina de projeto poderia ser ensinada em outras áreas de conhecimento:

Portanto, já registramos uma zona de contato entre as ciências e projeto, embora não tenhamos, até o momento, uma teoria projetual que abarque todas as manifestações projetuais, como na engenharia genética que, sem dúvida alguma, deve ser considerada uma disciplina projetual científica (BONSIEPE, 2011, p. 19).

Nesse ponto da dissertação pode-se elucubrar sobre as possíveis vantagens do “modo de pensar como projetista” auxiliando o desenvolvimento de outras áreas de conhecimento. Dessa forma, o décimo quinto ponto de convergência refere-se ao projeto (*design*) como aporte para outras áreas de conhecimento. A seguir, apresentam-se pontos relativos às áreas da formação básica, de projeto e das tecnologias digitais nos primórdios dos anos de 1990 aos laboratórios de fabricação digital.

4.2 O debate sobre tecnologia e *design* na educação norte-americana no início dos anos 1990 e de seus possíveis desdobramentos

Pressupõem-se os anos de 1990 como o início da popularização e da inserção nas escolas de tecnologias computacionais (BALESTRI, et al., 1992). Como a bibliografia sobre o assunto é extensa, elegeu-se um estudo de um período específico entre os anos de 1978 e 1988, financiado por um fundo educacional norte-americano (*Fund for Improvement of Postsecondary Education – FIPSE*) pertencente ao Departamento de Educação dos Estados Unidos (*U.S Education Departament*)¹⁴.

Nesse estudo, diversos pesquisadores publicaram artigos com o tema da tecnologia utilizando como tema o *design* como suporte de aprendizado na formação básica escolar dentro do contexto de ensino norte-americano. Sobre a definição de tecnologias de ensino, e mais especificamente sobre o computador, os autores desse estudo estão de comum acordo que:

¹⁴ *Fund for Improvement of Postsecondary Education – FIPSE*. Disponível em <<http://fipsedatabase.ed.gov/fipse/>>. Acessado em jan/15.

O advento e a acessibilidade da computação e telecomunicações tornaram possíveis uma sequência de mudanças dramáticas nas faculdades e escolas a dizer:

1. A proliferação de laboratórios de informática que, quando equipado com o software apropriado e periféricos, podem servir como estúdios de *design* para uma variedade de disciplinas de engenharia e línguas, composição à biologia e música;
2. Aumentar os níveis de '*ação de projetar*' por estudantes em todos estes domínios, e para os mesmos;
3. Uma esperada e importante melhora no formato básico de educação (BALESTRI, et al. 1992, p. xi, tradução nossa).

Nesse excerto, observa-se a argumentação iniciando-se pelo advento da computação e das telecomunicações como protagonistas de “dramáticas mudanças nas escolas” e, logo em seguida, sobre a importância dos estudantes praticarem a “*ação de projetar*”. Portanto, o décimo ponto comum será referente a um conceito “restrito” de projeto utilizado em atividades com computadores na formação escolar básica.

Décimo sexto ponto: o significado “restrito” de design no contexto da utilização do computador na formação escolar básica

Ainda utilizando a referência do Departamento de Educação norte-americano no início dos anos 1990, a importância de se inserir a '*ação de projetar*' no currículo escolar partiu dos próprios docentes e os computadores estariam em condições de atender uma “nova” necessidade.

[...] muitos professores desejavam que os alunos fizessem muito a '*ação de projetar*' o quanto fosse possível, no entanto, várias dificuldades têm impedido ou bloqueado essa atividade em quase todas as disciplinas. Nos últimos anos, os avanços em software e telecomunicações começaram a oferecer recursos que ajudam os professores a superar essas barreiras. Este livro descreve um modelo abrangente do papel que a tecnologia pode desempenhar para que a '*ação de projetar*' como um componente mais viável e mais poderoso do currículo (BALESTRI, et al. 1992, p. xiii, tradução nossa).

Disso, pode-se interpretar que naquela época, a inserção do computador nessa área estava em seu início, e que ninguém sabia como enfrentar esse impulso, a não ser pesquisando, testando e medindo seus resultados conjuntamente com o público-alvo, no caso, os estudantes.

[...] encontramos-nos em aprender com os erros uns com os outros e realizações e à procura de uma maior compreensão do que coletivamente nós estávamos começando a alcançar (BALESTRI, et al. 1992, p. xii, tradução nossa).

Nesse ambiente, encontra-se o *design* tal como proposto por esses pesquisadores, como um produto da tecnologia e que por consequência, deveria ser ensinada. Como por exemplo, Balestri, et al (1992) definiu o termo *design* como uma ação transversal ao currículo, ou seja, uma atividade que perpassaria por muitas disciplinas da grade curricular escolar. Após elencar várias possibilidades de “ação de projetar” na arte, matemática, música e assim por diante, Balestri et al (1992, p. 2, tradução nossa, grifo nosso) define em suas palavras:

Ao construir esta lista, temos propositadamente agregadas atividades que normalmente têm outros títulos como construção, modelagem, composição, investigação, escrita, chamamos os todos de ‘ação de projetar’. Em nossa opinião ‘ação de projetar’ é tanto uma habilidade como um processo de aprendizagem não se limitando às poucas disciplinas tradicionais de projeto como a arquitetura, engenharia, etc., mas, sim, potencialmente comuns a todos.

Nessa passagem, anota-se um desvínculo conceitual da palavra projeto (*design*) de suas disciplinas originárias. Entende-se que o *projeto* proposto aqui seria de uma disciplina transversal assim como um “conceito abrangente” que englobaria toda e qualquer ação em que a tecnologia, e especificamente o computador, poderia ser utilizada para alguma finalidade prática em qualquer disciplina de um currículo escolar.

Nenhum aluno estaria sentado passivamente em uma cadeira e absorvendo a sabedoria dos outros. Em vez disso, todos usariam um processo complexo e altamente pessoal de análise e síntese repletos de tentativas e erros de como se trabalharia para criar um produto. Os alunos atenderiam às questões sutis sobre as expectativas de seu público-alvo, um sentido interno de satisfação ou finalidade. Eles estariam sendo desafiados a perguntar instigantes perguntas como: ‘Qual é meu objetivo?’; ‘São as minhas ideias e materiais mais eficientes para a tarefa?’; ‘Essa minha criação é bonita?’ ‘Será que funcionaria?’. Por serem novatos, teriam algum tipo especial de orientação que os informaria, porém, sem ditar o que se deveria criar (BALESTRI, et al, 1992, p. 2, tradução nossa, grifo nosso).

Nesse excerto verifica-se que esses pesquisadores apontaram para a liberdade dada ao processo de criação como algo “pessoal de análise e síntese repletos de tentativas e erros”. Por essa definição, o projeto abarcaria um significado amplo e livre, transferindo os conceitos da disciplina para o ponto de vista particular do aluno, sendo esse ainda em formação básica escolar. Nesse processo de transferência, o aluno e seu

repertório seriam os repositórios dos parâmetros conceituais do projeto que, conforme já exposto, estariam alheios às suas áreas originárias, tais como algumas engenharias e, especialmente, a arquitetura.

O processo de projeto ou *design*, na postura daqueles autores, encontra-se em um patamar de caráter pessoal, pertencente ao conhecimento tácito do aluno, que, em outras palavras, estaria aparte dos desenvolvimentos históricos e metodológicos da disciplina. Nesse ambiente a ‘ação de projetar’ seria um aporte às disciplinas escolares de modo transversal, o que de fato o projeto é em si: interdisciplinar; porém, por aquele viés, o projeto não teria nenhuma estrutura de significado além da manipulação da tecnologia e um embasamento relacionado ao conhecimento tácito do aluno. Interpreta-se, portanto, que o conceito de projeto seria determinado de modo discricionário e limitado. Pelas palavras de Bonsiepe (2011, p. 224):

No processo de popularização do termo ‘design’ nos anos de 1990 e sua consequente banalização, o ‘design’ afastou-se da categoria do projeto, tendo hoje uma existência independente.

Retomando as análises desses autores, apresenta-se como exemplo a atividade proposta por Harel (1999) em que se utiliza o *design* de software como uma ferramenta de aprendizado. Nessa atividade os alunos projetariam utilizando o computador e uma metodologia, ou seja: um software para se “explicar alguma coisa sobre as frações matemáticas.”

A nossa intenção foi em ‘virar a mesa’, dando ao aluno a postura ativa do professor / explicador, em vez de o receptor passivo de conhecimento, bem como a posição de designer / produtor e não consumidor de software. Essa ideia está em consonância com a construção de metáforas da teoria chamada de Construcionismo, que é uma nova elaboração da antiga ideia do aprender-fazendo, [...] (HAREL, 1992, p.38, grifo nosso).

Nessa passagem verifica-se o *corpus* teórico passando pelo Construcionismo de Papert (1928), com referências à educação bancária de Paulo Freire (1921 — 1997) e considerando como tabula rasa o “aprender fazendo” de John Dewey (1859 – 1952). Portanto, esse *corpus teórico* indica uma metodologia ativa na aprendizagem em que o aluno se torna coautor de seu aprendizado. Seguindo na investigação sobre o conceito de projeto nesse ambiente de ensino de aprendizado, Harel (1992, p. 36, tradução nossa) aponta que:

Neste caso, podemos sobrepor as técnicas de ensino que utilizam materiais como os blocos de Cuisenaire, as barras de fração, ou os blocos padrões. No entanto, o *design* de software vai muito além das manipulações físicas envolvidas no uso desses materiais. Para o ditado ‘você aprende melhor fazendo’, o construcionismo acrescenta: ‘nada melhor que pensar e falar sobre o que você faz’. Sem negar a importância do ensino, o construcionismo indica uma inovação educacional, menos no desenvolvimento de melhores métodos de ensino, e mais no desenvolvimento de ‘coisas melhores para fazer formas mais poderosas para pensar sobre o que você está fazendo’.

Esse excerto, indica que a virtualização dos modelos seria um substituto das ferramentas mais “concretas” e pedagógicas de ensino (ver figura 13), como, por exemplo, as barras criadas pelo professor belga Georges Cuisenaire Hottelet (1891-1980).

FIGURA 13 – ESCALA CUISENAIRE

FONTE: VILUBRINQUEDOS

NOTA: Disponível em <<http://www.vilubrinquedos.com.br/pedagogicos/matematica/escala-cuisenaire>> Acessado em jan/2015.

Pode-se interpretar desse excerto que a materialidade estaria em segundo plano diante da virtualização da realidade. Prosseguindo na investigação, nessa atividade descrita por Harel, (1999) os jovens desenvolveram um software abordando uma matéria escolar (frações) por uma linguagem de programação (Logo) em um ambiente virtual.

Esse software foi projetado pelos alunos desde a concepção até a sua implementação.

Finalmente, a criança-produtora que está projetando uma lição com o computador deve aprender sobre o conteúdo, tornar-se um tutor, um

designer da lição, um tomador de decisão pedagógica, um avaliador, um artista gráfico, e assim por diante (HAREL, 1999, p. 68, tradução nossa).

Portanto, a autora sustenta que a ação de projetar seria uma atividade generalista que perpassaria por uma participação ativa do aluno na operação de uma ferramenta computacional na direção de uma concepção e formatação de um produto final. Conforme já exposto, o ato de projetar (*design*) por essa perspectiva, seria uma plataforma que abarcaria a utilização da computação de modo transversal às disciplinas escolares, porém, sem qualquer referência pertencente às áreas relacionadas ao desenvolvimento de sua metodologia. Os desdobramentos desse conceito de *design* de “significado restrito” podem ser encontrados na recente popularização de tecnologias digitais de fabricação e eletrônica aplicadas na formação escolar básica.

Portanto, o décimo sexto ponto refere-se ao significado “restrito” de design no contexto da utilização do computador na formação escolar básica.

4.3 Os laboratórios de fabricação digital

As tecnologias digitais de modelagem e fabricação estão presentes nas áreas industriais desde a década de 1950 (GROOVER, 1984; ZEID, 1991). Somente a partir dos anos 2000, essas tecnologias vêm se popularizando e, assim como os computadores, vêm se inserindo como suportes para a aprendizagem. Como exemplo dessa popularização têm-se os laboratórios de fabricação digital ou os Fab Labs.

Nos anos de 1998, no laboratório CBA (Center for Bits and Atoms) do MIT, o pesquisador e físico Neil Gershenfeld se surpreendeu ao se deparar com quase cem alunos inscritos de várias áreas e formações acadêmicas para o seu curso chamado: “Como fazer (quase) qualquer coisa” (*How to make (almost) anything*) (GERSHENFELD, 2005). Após verificar o sucesso desse curso até então restrito aos estudantes do MIT, o professor ampliou-o em uma escala maior, estruturando-o como uma espécie de ensino a distância com atividades por videoconferência e presenciais nos laboratórios locais.

Este pensamento levou ao lançamento de um projeto para criar um campo chamado de Fab Lab, para explorar as implicações e aplicações da fabricação personalizada em partes do mundo que não conseguiriam vir ao MIT (GERSHENFELD, 2005, p. 12).

Analogamente a um computador, que é um conjunto de peças como processadores, placas, teclados, um laboratório de fabricação ou Fab Lab seria como um conjunto de máquinas disponíveis no mercado constituído por partes interligadas de

softwares e processos para fazer as coisas. (GERSHENFELD, 2005). Tal tipo de laboratório somente seria possível pela disponibilidade de insumos, máquinas e processos antes exclusivos à indústria, que estariam acessíveis ao consumidor comum e não especializado. O potencial desse laboratório estaria na disponibilização de processos até então da área industrial ao público em geral. Nas palavras de Gershenfeld (2005, p. 103):

Agora, graças à convergência da computação com a fabricação, é possível movimentar-se entre bits e os átomos, entre representações físicas e digitais de um objeto, utilizando os *in-put* e out-put tridimensionais e dispositivos que podem digitalizar e imprimir objetos em vez de apenas operar imagens.

Portanto, essa manipulação entre os processos de representação e de fabricação possibilitariam a emergência da chamada “fabricação personalizada.” Por meio da fabricação personalizada, as comunidades poderiam fabricar suas próprias ferramentas para solucionar seus problemas locais.

Desse modo, o ambiente técnico e tecnológico para isso se chamaria Fab Labs (Laboratório de Fabricação), ou seja, um espaço que aglutinaria uma coleção de ferramentas para projeto, modelagem, prototipagem, fabricação, instrumentação, teste e documentação para uma ampla gama de aplicações em educação formal e informal, saúde, monitoramento do meio ambiente, bem como o desenvolvimento econômico e social (MIKHAK et al., 2002). Sobre a argumentação teórica de um “futuro” baseado na fabricação personalizada, Gershenfeld (2005, p. 8) aponta que:

Tal futuro realmente representa um retorno às nossas raízes industriais, antes a arte foi separada dos artesãos, quando a produção era feita por algumas pessoas e não pelas massas. A vida sem a infraestrutura que nós temos hoje exige a invenção como uma questão de sobrevivência e não como uma profissão especializada. O *design*, a produção e a utilização de artefatos de engenharia (agricultura, implementos, artigos de casa) serão produzidos localmente. E o propósito de trazer de volta para casa as ferramentas de produção não é para recriar as dificuldades da vida... Pelo contrário, é recolocar o controle da criação de tecnologia de volta nas mãos de seus usuários.

Uma das primeiras experiências entre a formação escolar básica e os Fab Labs foi a associação entre dois projetos do MIT: o Fab Lab conduzido por Neil Gershenfeld e o *Grassroots Invention Group's* conduzido pelo professor Bakhtiar Mikhak. Nesse ambiente, o décimo sétimo ponto de convergência refere-se ao Fab Lab e à formação básica escolar.

O Fab Lab e o Movimento *Grassroots*

Um dos primeiros vínculos entre a estrutura de um Fab Lab e a educação básica ocorreu em 2001 uma experiência entre o Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) e o grupo *Grassroots Invention Group's/Media Lab MIT*, coordenado pelo também físico e pesquisador do MIT Bakhtiar Mikhak.

Em uma ação nas escolas da área rural da Costa Rica, os alunos do Instituto Tecnológico (TEC), com o apoio do recém-inaugurado Fab Lab Costa Rica, desenvolveram protótipos educacionais no reforço escolar para o ensino de temáticas como química e física aos alunos do ensino médio dessas regiões (MIKHAK et al., 2002).

O projeto ainda se encontra em atividade com o apoio do Fab Lab Costa Rica/LUTEC (Luthiers de la Tecnología), coordenado pelo professor Milton Villegas-Lemus. Tal projeto ainda auxilia outros Fab Labs a coordenar projetos educacionais que aliam eletrônica e disciplinas escolares (Ver no Anexo, o primeiro e segundo trabalhos de campo).

Um dos recentes projetos desse Fab Lab é a construção de um kit de robótica de baixo custo chamado Krotic (ver figura 14).

[...] Krotic utiliza da robótica para criar módulos facilmente programáveis e que no mercado são vendidos a um custo elevado [...]

[...] Krotic procura criar módulos com a utilização de material descartável para reduzir custos, e estão disponíveis ao público para a montagem de estruturas simples com motores econômicos (VILLEGAS-LEMUS, apud ACUÑA, 2009).

FIGURA 14 – ALUNOS / FAB LAB COSTA RICA – LUTEC; MÓDULO DE ROBÓTICA KROTIC
FONTE: FAB LAB COSTA RICA

NOTA: Disponível em < <http://cba.mit.edu/events/05.01.fab/milton.ppt> > Acessado em jan/2015.

Na perspectiva desta dissertação, os laboratórios de fabricação digital trazem uma importante contribuição no que tange à inserção da temática da tecnologia e do projeto (*design*) no currículo escolar. Porém, para discussão acerca da utilização do termo “projeto” (*design*) nesse ambiente de tecnologias digitais, indica-se outro projeto exemplar: o Fab Lab @ School (ver figura 15).

Iniciado em 2008 na Universidade norte-americana *Stanford*, o projeto *FabLab@School* é um modelo que vem sendo desenvolvido como protótipos de laboratórios para serem inseridos e adaptados nas escolas k-12 (referentes ao ensino básico até os 12 anos) em todo o mundo¹⁵.

FIGURA 15 – LABORATÓRIOS FABLAB@SCHOOL

FONTE: *FabLab@School*

NOTA: Disponível em < <http://fablabatschool.org> > Acessado em nov/13.

Baseando-se em princípios de teóricos da educação e da tecnologia como John

¹⁵ *FabLab@School*. Disponível em <<https://tltl.stanford.edu/project/fablabatschool>> acessado em jan/2015.

Dewey (1859 – 1952), Seymour Papert (1928-) e Paulo Freire (1921-1997), tais laboratórios utilizam a fabricação digital e dispositivos eletrônicos como plataformas para se repensar e reestruturar o currículo e a formação básica escolar. Nas palavras de Paulo Blikstein (2013, p. 2);

Fabricação digital e o *making* poderia ser um novo e importante capítulo desse processo em trazer ideias poderosas, letramentos e ferramentas expressivas para as crianças. Hoje, a gama de conhecimentos aceitos nas disciplinas se expandiu para incluir não só a programação, mas também a engenharia e o *design*.

Para esse autor, o ensino de linguagens de programação como o *LOGO* alia-se, agora, com a fabricação digital. O paralelo conceitual seria que, enquanto a linguagem *LOGO* estimulou a matemática e a programação nas escolas a fabricação digital estimularia a engenharia e o *design*. (BLIKSTEIN, 2013). A argumentação teórica proposta por Blikstein baseia-se na observação de que as habilidades de manipulação do computador, antes priorizadas na época do *LOGO*, agora seriam conjugadas com uma “fluência computacional” ou uma “literacia tecnológica” desenvolvidas em laboratórios de fabricação digital. Nesses laboratórios os estudantes desenvolveriam seus próprios projetos utilizando tecnologias digitais de modelagem e fabricação já disponíveis.

Em conjunto, não somente a ideia de ensinar programação às crianças foi adotada, mas sim, uma maior visão dos estudantes que participaram de atividades sofisticadas que antes eram restritas aos profissionais especializados tais como a robótica, sensoriamento ambiental, análise de dados, ciência avançada, e projetos de engenharia (BLIKSTEIN, 2013, p. 3).

Tal visão corrobora com o *corpus* teórico do autor embasado em teóricos da educação, como o pedagogo brasileiro Paulo Freire:

Freire também foi um defensor da educação como uma forma de empoderamento, ele argumentou que os alunos deveriam partir da ‘consciência do real’ para a ‘consciência do possível’, ou seja como eles perceberiam as ‘novas alternativas viáveis’ para além das ‘situações limitantes’ (Freire, 1974). Portanto, os projetos dos alunos deveriam ser profundamente conectados com problemas significativos quer em nível pessoal ou comunitário, e as suas soluções projetadas para esses problemas tornariam tanto educacionais como de empoderamento (BLIKSTEIN, 2013, p. 5).

Com os equipamentos disponibilizados nesses laboratórios, uma grande e variada gama de projetos seria passível de exploração pelos estudantes de projetos tais como: a criação de tecidos interativos, bijuterias eletrônicas, jogos participativos e videogames, o *design* de softwares, o *design* de sistemas robóticos virtuais, a construção

de novos tipos de criaturas cibernéticas, as explorações na ciência ambiental e sistemas de informação geográfica (Blikstein, 2013). Ainda sobre os projetos, Blikstein comenta que:

Eles mostraram que era possível envolver as crianças em usos complexos de tecnologia, que essas mesmas crianças poderiam construir ativamente com a tecnologia em vez de apenas consumir produtos tecnológicos. Eles revelaram como as ideias e as paixões intelectuais das crianças poderiam ser poderosas e geradoras, e que as dificuldades sentidas nesses projetos foram devidos a uma dificuldade no *design* em vez de deficiências cognitivas dos alunos. Em vez de desenvolvimentos aleatórios, estas novas tecnologias, materiais, e ferramentas foram profundamente influenciados pelas construções teóricas apresentadas por Dewey, Papert e Freire, sobre usos construtivos da tecnologia, educação cultural, aprendizagem experiencial, e currículos orientados por interesses dos alunos (BLIKSTEIN, 2013, p. 6, grifo nosso).

Nessa passagem, compreende-se que o autor conceitualiza o termo *design* em meio ao contexto de utilização da tecnologia na produção de produtos em um ambiente de ensino escolar direcionado às disciplinas afins da área da engenharia. Nesse aspecto, elabora-se o décimo oitavo ponto como o projeto (design) como interface entre a engenharia e a formação escolar básica.

Décimo oitavo ponto: o projeto (design) como interface entre a engenharia e a formação escolar básica

Cabe aqui uma ressalva; estabelece-se um ponto de vista restrito ao elaborado teoricamente por esta dissertação e balizado pelo ponto de vista de um projetista.

Prosseguindo na investigação, para corroborar o décimo oitavo ponto, a seguir, apresenta-se uma dinâmica de aprendizagem em um FabLab@School. O projeto a ser analisado chamou-se “A Montanha Russa de cabeça para baixo, ou o Poder do Desespero” e foi publicado pelo autor no artigo “*Digital Fabrication and ‘Making’ in Education: The Democratization of Invention*” em 2013. Nas primeiras palavras do autor sobre esse projeto:

Antes de vir para uma das oficinas de fabricação digital, John, Tyler, e Bob encontraram-se para um *brainstorming* sobre o que construiriam. Uma de suas ideias mais estranhas foi a construção de uma montanha-russa para ser montada em seu quintal (BLIKSTEIN, 2013, p. 10, tradução nossa).

Iniciou-se assim o projeto desses três garotos com vários desafios, tais como: qual o desenho dos trilhos: como seriam as curvas? Desenhariam a mão livre? Utilizariam as Curvas Bezier? Arcos perfeitos? Após um dia de debates, escolheram os

arcos perfeitos para o primeiro teste e ,em seguida, o descartaram, pois esse tipo de curva diminuía a velocidade do carro. Recomeçaram o projeto escolhendo as curvas mais amplas que pareciam funcionar melhor. O próximo problema foi o projeto do carro, seria com ou sem rodas? Ao lado ou em cima da pista? Depois de várias tentativas como cabos a reboque, ímãs, baterias, hélices e diversos problemas ao anexarem esses dispositivos no carro, desistiram da ideia e se perguntaram: por que a pista não ficaria presa ao carro? Assim, finalizaram o projeto construindo uma estrutura em acrílico em que a pista se movimentaria em um carro fixo em sua parte superior. A seguir, transcrevemos enxertos dos comentários de Blikstein (2013) sobre o projeto:

Este episódio ilustra a dinâmica de trabalho em um laboratório de fabricação digital ou '*maker space*' ao longo de suas muitas dimensões. Primeiro, promoveu-se um encontro contextualizado com o conhecimento científico e lexical. Durante as duas semanas do projeto, os alunos foram desafiados com vários problemas de física, alguns dos quais eles conheciam, mas que nunca tinham visto na vida real [...] Física, engenharia e solução de problemas foram organicamente interligados em um processo contínuo, que é o que acontece quando engenheiros profissionais trabalham em projetos [...]

Esses alunos foram capazes de experimentar, na prática, um projeto de engenharia em um espaço em que puderam experimentar, testar mantendo uma forte motivação para alcançar a própria ideia [...]

Em última análise, o seu profundo sentimento de conquista foi uma consequência do seu envolvimento visceral na construção da montanha-russa, e a originalidade de seu projeto só foi possível por causa do apoio técnico e emocional que eles tinham, a fim de suportar a frustração prolongada, levantar-se e voltar para a prancheta (BLIKSTEIN, 2013, p. 13. tradução nossa, grifo nosso).

Nessas passagens, verifica-se um enaltecimento dos conceitos de engenharia por uma atividade de projeto. Em que pese a perspectiva do autor em enfatizar o “projeto de engenharia”, e observando o contexto no qual esta dissertação vem até o momento traçando, os processos relacionados ao ato de projetar (*design*) não se limitam à manipulação de tecnologias, tampouco aos parâmetros das áreas das ciências, artes ou até das matemáticas.

O ponto de vista aqui é que a ação de projetar não deve ser confundida com a arte, com a ciência ou com a matemática. É uma atividade híbrida que depende, para o sucesso de sua execução, uma combinação adequada de todos os três não identificada com nenhuma delas (JONES, 1992, p. 12, tradução nossa, grifo nosso).

Ademais, acredita-se que na atividade descrita quando os alunos reorientaram toda a concepção da montanha-russa para chegar a uma solução final de um protótipo,

eles não estavam sendo somente “originais” ou “criativos”, mas sim, imersos em um processo de pensamento pertencente à área de Projeto (*Design*). Pelas palavras de Jones (1992, p. 12, tradução nossa grifo nosso):

Por meio da mudança de um problema a fim de encontrar uma solução é a parte mais desafiadora e a parte mais difícil do *design*, e é justo dizer que a matemática é útil apenas para a otimização, ou seja, encontrar a melhor solução para um problema que já foi bem definido. Quando um problema de design pode ser indicado matematicamente ele pode ser resolvido automaticamente dentro de um computador, sem intervenção humana.

Nesse esteio, a experiência relatada a partir de uma atividade utilizando um laboratório de fabricação e modelagem, aparentemente, não contextualizou a prática de Projeto (*Design*) e de seus conceitos, ou seja, não especificou os processos pertinentes dessa área aos alunos. Pelas palavras de Bonsiepe (2011, p. 230)

O designer observa o mundo a partir da perspectiva da projetualidade. O cientista, ao contrário observa a partir da cognoscibilidade. Trata-se de diferentes maneiras de ver, com conteúdos próprios de inovação: o cientista é o pesquisador que produz novos conhecimentos. O designer possibilita novas experiências na vida cotidiana numa sociedade – experiências no uso de produtos, signos e serviços, inclusive experiências de caráter estático que, por sua vez dependem de uma dinâmica sociocultural.

Constata-se, portanto que as bases do projeto (*design*) foram tratadas ao nível da “criatividade”, “originalidade” dos estudantes e, portanto, desde o seu conhecimento tácito com enfoques do modo de ver do cientista e não do projetista. Tal atividade, em relação ao traçado por essa dissertação, está em paralelo ao que Balestri *et al.* (1992) define o processo de “ação de projetar” como algo “pessoal de análise e síntese repletos de tentativas e erros”. Diante do exposto, o décimo oitavo ponto elaborado foi o projeto (*design*) como interface entre a área da engenharia e a formação escolar básica.

Diante dos campos da formação escolar básica, projeto e tecnologias digitais, apresenta-se o seguinte grupo de ponto de convergências abordados nesse capítulo:

- ✓ *Décimo quarto ponto: máquinas como interface entre ensino e o educando.*
- ✓ *Décimo quinto ponto: o projeto (design) como aporte para outras áreas de conhecimento;*
- ✓ *Décimo sexto ponto: o significado “restrito” de design no contexto da utilização do computador na formação escolar básica;*
- ✓ *Décimo sétimo ponto: o Fab Lab (laboratório de fabricação digital) e a formação básica escolar;*
- ✓ *Décimo oitavo ponto: o projeto (design) como interface entre a engenharia e a formação escolar básica.*

No próximo capítulo cinco, faz-se um relato sobre os trabalhos de campo e, no capítulo seis, um rebatimento dos dezoito pontos abordados da parte teórica na parte empírica do trabalho.

5. DESENVOLVIMENTO DOS TRABALHOS DE CAMPO

O objetivo deste capítulo é apresentar um panorama dos trabalhos de campo executados durante a pesquisa. Os relatórios detalhados de cada trabalho de campo estão publicados no Anexo e a análise dos resultados com o rebatimento teórico será analisada no capítulo seguinte.

5.1 Primeiro trabalho de campo (2011): Fab Lab Kids - Oficina de fabricação digital de brinquedos

O objetivo desse trabalho de campo foi a coleta de dados sobre experimentações relativas à fabricação digital, em especial a eletrônica, em uma oficina aberta com alunos em formação escolar. Esse primeiro trabalho de campo ocorreu no dia 03 de dezembro de 2011 com um grupo de quinze escoteiros de Guarulhos com idades entre oito e quinze anos. A atividade foi programada para uma duração de oito horas (com paradas para lanches) e foi conduzida por atividades expositivas por videoconferências com tutores do Fab Lab Costa Rica e por atividades práticas em sala de aula (ver figura 16).

FIGURA 16 – AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM A DISTÂNCIA POR VÍDEO CONFERÊNCIA
FONTE: Autor.

Por meio de princípios de eletrônica, os participantes montaram, testaram e aplicaram em uma lixeira-brinquedo um dispositivo que acendia *leds* e fazia uma contagem com um sensor de presença (ANGELO, *et al.*, 2012). Esse sensor tinha como função contar cada objeto que ia sendo jogado no cesto da lixeira-brinquedo; o número de objetos era mostrado por um pequeno display digital acoplado na placa enviada pelo Fab Lab Costa Rica para a oficina (ver figura 17).

FIGURA 17 – PARTICIPANTES SOLDANDO E MONTANDO OS MÓDULOS ELETRÔNICOS E O PROF. DO FAB LAB LIMA, BENO JUAREZ, AUXILIANDO OS PARTICIPANTES

FONTE: Autor.

As lixeiras-brinquedos foram cortadas previamente por uma CNC e pintadas pelos alunos com materiais escolares. As madeiras foram doadas pela Secretaria do Meio Ambiente de Guarulhos e eram de árvores caídas da cidade (ver figuras 18 e 19).

FIGURA 18 – PERSONALIZAÇÃO DA LIXEIRA/BRINQUEDO ECOLÓGICA.

FONTE: Autor.

FIGURA 19 – PROJETO FINALIZADO COM A ELETRÔNICA E A LIXEIRA

FONTE: Autor.

Durante as atividades, houve uma demonstração de uma máquina de corte CNC e palestras por videoconferência¹⁶. A seguir, um quadro sinótico da atividade.

TABELA 5 – QUADRO SINÓTICO PRIMEIRO TRABALHO DE CAMPO (2011)

OBJETIVOS DA OFICINA	METODOLOGIA	TECNOLOGIAS
<p>Aliar conceitos de reutilização de material reciclado (madeira) com tecnologias de fabricação digital;</p> <p>Conceitos básicos de eletrônica aplicados ao ensino;</p> <p>Ensino à distância;</p> <p>Intercâmbio cultural latino-americano.</p>	<p>Aulas expositivas e práticas;</p> <p>Demonstração de máquinas e dispositivos eletrônicos.</p>	<p>Computadores, internet e projetores;</p> <p>Uma Máquina router CNC;</p> <p>Dispositivos de eletrônica; básica (baterias, leds, resistores, solda);</p> <p>Placa microcontroladora de ensino de robótica (Fab Lab Costa Rica)</p>

FONTE: Autor.

Em resumo, os participantes em um dia de atividades assistiram palestras por videoconferência sobre a utilização de tecnologias de um Fab Lab, testaram e montaram uma na lixeira-brinquedo com placas microcontroladoras e madeira reciclada.

¹⁶ Informações detalhadas sobre os trabalhos de campo ver Anexo.

5.2 Segundo trabalho de campo (2012): Fab Cidadania Socioambiental - Oficina de projetos socioambientais para crianças de escolas públicas através da fabricação digital e eletrônica

O objetivo desse trabalho de campo foi a coleta de dados referentes à utilização das tecnologias de fabricação digital (impressora 3D) por alunos da rede municipal de ensino, na resolução de problemas por meio de projetos.

A abordagem de resolução de problemas apontou para laboratórios que promovem oficinas utilizando tecnologias e os incentivando a desenvolverem soluções de problemas do interesse do aluno. Esse trabalho não teve a intenção de replicar um modelo de oficina, mas sim adaptar as temáticas com os recursos disponíveis para a coleta de dados para a pesquisa.

Esse segundo trabalho ocorreu durante o mês de agosto de 2012 com um grupo de nove alunos de uma escola municipal de Guarulhos com idades entre sete e dez anos. A atividade foi programada para um mês com atividades aos sábados e duração de duas horas. A oficina foi conduzida por atividades expositivas por videoconferências e atividades práticas de desenho à mão livre, fabricação digital, princípios de eletrônica com *arduino*¹⁷ e interação com o Fab Lab Costa Rica.

Os alunos foram previamente escolhidos pelos professores da escola e divididos em duplas para desenvolver os projetos. Primeiramente, desenharam o problema e sua solução (ver figuras 20 e 21).

FIGURA 20 – PARTICIPANTES DESENVOLVENDO AS PROPOSTAS COM LÁPIS E PAPEL COM OS TUTORES

FONTE: Autor.

¹⁷ Arduino é uma placa microeletrônica. Mais informações: <<http://www.arduino.cc/>>. Acessado em fev/15

FIGURA 21 – EXEMPLOS DE EXPRESSÃO ANÁLISE/SÍNTESE DE UM PROBLEMA E SUA SOLUÇÃO COM SUPORTE DE DESENHO GRÁFICO A MÃO

FONTE: Autor.

Após a elaboração das propostas, o pesquisador, tomando por base os desenhos, redesenhou pelo computador e fabricou com o auxílio de uma impressora 3D partes das propostas dos alunos. O objetivo foi de oferecer um suporte físico incompleto para os grupos continuarem a explorar e reconstruírem suas criações em um modelo tridimensional. Para a reconstrução do modelo, utilizaram materiais escolares como EVA, cola e papéis (ver figuras 22 e 23).

FIGURA 22 – ENTREGA DE PARTES DAS PROPOSTAS FABRICADAS EM PLÁSTICO POR UMA IMPRESSORA 3D.

FONTE: Autor.

FIGURA 23 – TRABALHO COM AS PARTES DAS PROPOSTAS FABRICADAS EM PLÁSTICO POR UMA IMPRESSORA 3D.

FONTE: Autor.

Após o modelo pronto, houve uma discussão sobre as propostas. Então, os alunos retornaram para as pranchetas e desenharam a proposta final em uma folha A2. O pesquisador, após a finalização da proposta, imprimiu os modelos finais (ver figura 24).

FIGURA 24 – GRUPOS TRABALHANDO COM O AUXÍLIO DO MODELO FÍSICO COMO SUPORTE NO PROCESSO DE TRABALHO (ANÁLISE/SÍNTESE/SOLUÇÃO)

FONTE: Autor.

FIGURA 25 – DESENHO COM OS MODELOS IMPRESSOS .

FONTE: Autor

Nessa atividade, os alunos tiveram uma vivência sobre o conceito de escala do objeto (ver figura 25) e, na figura a seguir, uma apresentação elaborada pelo aluno com as vistas do objeto e um corte simplificado de sua máquina (ver figura 26).

FIGURA 26 – PRANCHA DE APRESENTAÇÃO EM A2 COM VISTAS DO OBJETO E CORTE DESENHADOS A MÃO PELO ALUNO

FONTE: Autor

A seguir, um quadro sinótico da atividade.

TABELA 6 – QUADRO SINÓTICO PRIMEIRO TRABALHO DE CAMPO (2012)

OBJETIVOS DA OFICINA	METODOLOGIA	TECNOLOGIAS
Abordagens sobre a linguagem relacionadas à área de projeto;	Aulas de desenvolvimento de bases para a expressão da linguagem gráfica.	Computadores, internet, projetores;
Resolução de problemas por meio de projetos, desenhos, modelagem e apresentação final da proposta;	Aulas expositivas sobre tecnologias de fabricação e básico de eletrônica;	Impressora de três dimensões;
Utilizar tecnologias de fabricação digital (impressora 3D) em uma atividade de projetos com crianças de escola municipal.	Aulas por videoconferência pelos tutores do Fab Lab Costa Rica.	Material escolar para o desenvolvimento dos projetos.
Intercâmbio cultural latino-americano.		

FONTE: Autor.

Em resumo, os alunos propuseram um problema de seu interesse relacionado ao meio ambiente, desenvolveram a solução por meio de desenhos à mão livre e maquetes impressas por uma impressora de três dimensões. Durante esse processo, tiveram contato com conceitos relacionados à área de projeto, tecnologias digitais e utilizaram repertórios da sua formação escolar.

5.3 Terceiro trabalho de campo: Fab Social – Tecnologias criativas nas práticas sociais (2013)

O objetivo desse trabalho de campo foi a coleta de dados relativos aos aspectos relacionados à linguagem de projeto (design), especificamente a modelagem e a fabricação digital. Os trabalhos de campo foram executados no formato de oficinas de livre acesso durante o primeiro semestre de 2013 em sete CEUs (Centros de educação unificada) de Guarulhos. Com o auxílio de um software de simulação, modelagem e fabricação de código aberto e gratuito chamado *Sketchchair*¹⁸, o pesquisador investigou sobre a possibilidade de um desenvolvimento de habilidades pertinentes à área de projeto (design) com participantes ainda em formação escolar. A habilidade específica principal explorada foi a da visualização em três dimensões de um objeto por meio da modelagem virtual e a fabricação dos modelos criados pelos participantes em MDF (ver

¹⁸ Sketchchair é um software de código aberto de modelagem de cadeiras. Disponível em <<http://www.sketchchair.cc/>>. Acessado em jan/15.

figuras 27, 28 e 29).

FIGURA 27 – EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NAS OFICINAS – MINI FAB LAB

FONTE: Autor

FIGURA 28 – MODELAGEM VIRTUAL COM O SOFTWARE DE CÓDIGO ABERTO E GRATUITO - SKETCHCHAIR

FONTE: Autor

FIGURA 29 – ATIVIDADES COM O SKETCHCHAIR O DESENHO POR COMPUTADOR FEITO PELO ALUNO COM O MODELO EM MDF FABRICADO PELA MINIFRESADORA CNC

FONTE: Autor.

Nessa atividade, os alunos exploraram parâmetros de projeto com o auxílio do software e as potencialidades do desenho e da fabricação por computador (CAD/CAM). Pode-se apontar para um novo entendimento dos processos computacionais pelo público-alvo, ou seja, de um novo patamar que pode aliar fabricação personalizada e processos de aprendizagem (ver figura 30).

FIGURA 30 – INTERESSE PELAS FERRAMENTAS DE DESENHO CAD, CONTROLE CAM E COMPARTILHAMENTO DO CONHECIMENTO

FONTE: Autor.

FIGURA 31 – INTERESSE PELA MÁQUINA CONTROLADA PELO COMPUTADOR

FONTE: Autor.

Durante as oficinas, houve grande interesse dos participantes sobre as máquinas, sua operacionalidade e funcionamento (ver figura 31).

FIGURA 32– TRABALHO EM GRUPO NA MONTAGEM DOS MODELOS DAS CADEIRAS EM MDF

FONTE: Autor.

A finalização e montagem dos modelos se fez, muitas vezes, de forma natural e coletiva, possivelmente pelas características de sociabilidades que ainda se preservam nas periferias urbanas (ver figuras 32 e 33).

FIGURA 33 – INTERESSE PELAS FERRAMENTAS DE DESENHO - CAD E CONTROLE – CAM

FONTE: Autor.

A seguir, um quadro sinótico da atividade.

TABELA 7 – QUADRO SINÓTICO - PRIMEIRO TRABALHO DE CAMPO (2013)

OBJETIVOS DA OFICINA	METODOLOGIA	TECNOLOGIAS
Abordagem dos conceitos relacionados à área de projeto de mobiliários como modelagem e fabricação do modelo.	Aulas expositivas sobre projeto, desenho e fabricação digital de forma simplificada e por meio de exemplos; Aulas de manipulação do software <i>Sketchchair</i> .	Computadores, internet e Projetores; Software de desenho de código aberto <i>Sketchchair</i> ; Máquina CNC de corte de MDF.

FONTE: Autor.

Em resumo, os participantes modelaram, testaram e fabricaram seus modelos de mobiliários em MDF. Nessa atividade, tiveram a vivência de projeto desde a concepção, testes até a fabricação.

5.4 Quarto trabalho de campo: Fab Social – Tecnologias criativas nas práticas sociais (2014)

O objetivo desse último trabalho de campo foi a coleta de dados relativos ao aprofundamento do estudo de aspectos relativos à linguagem de projeto ou à modelagem (virtual e no desenho a mão livre) e à fabricação digital. Os trabalhos de campo foram executados na forma de oficinas de livre acesso durante o primeiro semestre de 2014 em quatro CEUs (Centros de educação unificada) de Guarulhos.

Nesse trabalho de campo associou-se a modelagem virtual à exploração do

desenho manual como forma de fixação de conceitos pertinentes à linguagem de projeto, e a atividade foi desenvolvida em seis fases com os participantes (ver figura 34).

ATIVIDADE 01 - DESENHO LIVRE DE UMA CADEIRA

ATIVIDADE 02 - DESENHO COM SKETCHCHAIR

ATIVIDADE 03 – FECHAMENTO DO ARQUIVO PARA FABRICAÇÃO DIGITAL

ATIVIDADE 04 - FABRICAÇÃO DO MODELO

ATIVIDADE 05 - MONTAGEM DO MODELO

ATIVIDADE 06 – DESENHO LIVRE DO MODELO FABRICADO

FIGURA 34 – ESTRUTURA DAS ATIVIDADES DO TRABALHO DE CAMPO (2014)

FONTE: Autor.

Em resumo, as atividades executadas foram:

Atividade 1. Desenho a mão livre com o tema "cadeira"

Nessa atividade, o próprio aluno constataria suas habilidades de se expressar graficamente um objeto tridimensional utilizando o próprio repertório expressivo. Também será utilizado pelo pesquisador como dado inicial.

Atividade 2. Modelagem guiada por software de três dimensões

Nessa atividade, o pesquisador ensinaria o aluno a modelagem, simulação e manipulação de objetos em três dimensões por meio do desenho auxiliado por computador.

Atividade 3. Preparo do arquivo para fabricação

Nessa atividade, o aluno desmembraria as peças do modelo para serem fabricadas.

Atividade 4. Fabricação do modelo e montagem

O aluno, em posse de seu arquivo, o enviaria à cortadora de papel, acompanharia sua fabricação em papel triplex e, sem seguida, montaria seu modelo.

Atividade 5. Desenho livre do modelo

Com o modelo em mãos, os alunos desenhariam à mão livre.

A seguir, exemplos de trabalhos dos alunos (ver figuras 35, 36 e 37).

FIGURA 35 – TRABALHOS DE ALUNOS – CEU ROSA DE FRANÇA (2014)

FONTE: Autor.

FIGURA 36 – TRABALHOS DE ALUNOS – CEU DUTRA (2014)

FONTE: Autor.

Entre o “primeiro desenho” e o “desenho após o modelo fabricado”, presenciou-se, em um curto espaço de tempo de uma oficina, uma ampliação do repertório gráfico do aluno na direção de uma expressividade projetual, ou seja, no pensar sobre a cultura material de seu entorno pela linguagem gráfica objetivando o projeto.

FIGURA 37 – TRABALHOS DE ALUNOS – CEU ROSA DE FRANÇA (2014)

FONTE: Autor.

A seguir, um quadro resumo da atividade.

TABELA 8 – QUADRO SINÓTICO PRIMEIRO TRABALHO DE CAMPO (2014)

OBJETIVOS	PROCESSOS	TECNOLOGIAS
Abordagem de conceitos relativos à atividade de projeto por meio da modelagem, desenho à mão e fabricação digital.	Aulas expositivas sobre projeto, desenho e fabricação digital de forma simplificada; Aulas de modelagem com o software <i>Sketchchair</i> .	Máquina de corte de papel; Impressora; Material escolar de desenho.

FONTE: Autor

Diante desse panorama dos trabalhos de campo, no próximo capítulo os dados coletados serão confrontados com a base teórica representada pelos pontos comuns desenvolvidos ao longo dos capítulos dois, três e quatro. Os detalhes de cada trabalho de campo abordado encontram-se publicados no Anexo desta dissertação.

6. CONSIDERAÇÕES RESULTANTES

Neste capítulo, apresenta-se uma análise dos dados empíricos coletados à luz dos pontos comuns entre as áreas estudadas e desenvolvidas na investigação teórica. Para isso, segue-se a lista dos pontos elencados pertencentes ao campo comum entre a área de projeto, formação básica e tecnologias digitais, desenvolvidos nos capítulos dois, três e quatro.

Pontos comuns referentes ao campo de projeto e a pedagogia escolar de Froebel

- ✓ *Primeiro ponto: os “presentes/dons” como um encadeamento lógico de uma linguagem de formas;*
- ✓ *Segundo ponto: o corpo no ambiente construído;*
- ✓ *Terceiro ponto: a atividade de modelar o ambiente construído;*
- ✓ *Quarto ponto: o sensorio e a manipulação da materialidade;*
- ✓ *Quinto ponto: os programas dos edifícios e os mobiliários.*

Ponto comum referente ao campo do projeto e à formação básica escolar

- ✓ *Sexto ponto: a ação educativa de projetistas nas escolas de formação básica.*

Pontos comuns referentes às habilidades mentais pertencentes à área de projeto e à formação básica escolar

- ✓ *Sétimo ponto: a atividade de projeto como uma especialização de uma atividade psíquica humana: a imaginação;*
- ✓ *Oitavo ponto: as habilidades mentais a serem desenvolvidos na formação escolar segundo Bruno Munari: criatividade, fantasia, invenção e memorização;*
- ✓ *Nono ponto: o modo de pensar como projetista e de suas habilidades mentais;*
- ✓ *Décimo ponto: a área de projeto (design) como uma área específica na formação básica;*
- ✓ *Décimo primeiro ponto: o projeto (design) como uma área que utiliza linguagens para desenvolver modelos (modelagem);*
- ✓ *Décimo segundo ponto: a diferença entre a área do Projeto (Design) e a área da Tecnologia;*
- ✓ *Décimo terceiro ponto: quadros sinóticos da área de Projeto (Design) na formação básica escolar segundo Bruce Archer e Nigel Cross.*

Pontos comuns ao campo comum entre a formação básica escolar e as tecnologias digitais

✓ *Décimo quarto ponto: máquinas como interface entre ensino e o educando.*

Pontos comuns ao campo comum de projeto, formação básica escolar e tecnologias digitais

- ✓ *Décimo quinto ponto: o projeto (design) como aporte para outras áreas de conhecimento;*
- ✓ *Décimo sexto ponto: o significado “restrito” de design no contexto da utilização do computador na formação escolar básica;*
- ✓ *Décimo sétimo ponto: o Fab Lab (laboratório de fabricação digital) e a formação básica escolar;*
- ✓ *Décimo oitavo ponto: o projeto (design) como interface entre a engenharia e a formação escolar básica.*

6.1 REBATIMENTOS DOS PONTOS DE CONVERGÊNCIA ABORDADOS NA PARTE TEÓRICA SOBRE OS TRABALHOS DE CAMPO

No primeiro trabalho de campo (2011), segundo trabalho de campo (2012), terceiro trabalho de campo (2013) e quarto trabalho de campo (2014), ou seja, em todos os trabalhos de campo, encontram-se três pontos: o sexto, décimo segundo, décimo quarto e o décimo sétimo. A seguir, suas justificativas.

Sexto ponto: a ação educativa de projetistas nas escolas de formação básica

Em todos os trabalhos de campo, houve a ação intencional de levar uma infraestrutura (minilaboratório Fab Lab de fabricação digital) para próximo do público-alvo, ou seja, para dentro da comunidade. Portanto, a ação realizada nos trabalhos de campo abarcou esse ponto teórico.

Décimo segundo ponto: a diferença entre a área do Projeto (Design) e a área da Tecnologia

Em todos os trabalhos de campo, houve a contraposição entre a área de projeto e as tecnologias digitais de suporte ao aprendizado. De acordo com os trabalhos de

campo, houve uma intensificação maior nesse ponto quando os participantes desenvolviam seus próprios projetos. Portanto, esse ponto foi mais destacado no segundo, terceiro e quarto trabalhos de campo.

Décimo quarto ponto: máquinas como interface entre ensino e o educando

Em todos os trabalhos de campo, houve a utilização de máquinas de fabricação digital e computadores como interface homem, máquina e o aprendizado.

Décimo sétimo ponto: o Fab Lab (laboratório de fabricação digital) e a formação básica escolar

As atividades de todos os trabalhos de campo foram baseadas e/ou auxiliadas por Fab Labs pertencentes à rede mundial de laboratórios e, especificamente, com aqueles que desenvolvem ações na área da educação escolar, como por exemplo, o Fab Lab Costa Rica.

Por fim, elencados esses quatro pontos teóricos pertinentes aos quatro trabalhos de campo, a seguir, segue uma análise de cada trabalho de campo e de seus respectivos rebatimento teóricos.

Primeiro trabalho de campo: Fab Lab Kids (2011) - Oficina de fabricação digital de brinquedos

Em um ponto de vista geral, este primeiro trabalho de campo ofereceu uma vivência com as tecnologias de comunicação, de fabricação digital e eletrônica aos alunos. Sobre essa perspectiva e em uma análise dessa atividade, Angelo *et al.* (2012):

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, [...]

Desse modo, neste trabalho de campo teve paralelos com o sétimo e décimo oitavo pontos elencados da parte teórica. A seguir, suas justificativas.

Sétimo ponto: a atividade de projeto como uma especialização de uma atividade psíquica humana: a imaginação

Nesta atividade, os alunos pintaram, montaram, deram nomes aos seus projetos e colocaram os dispositivos eletrônicos na lixeira-brinquedo. Como não havia uma solução fixa para a customização e colocação dos dispositivos eletrônicos, cada grupo desenvolveu suas próprias soluções. Portanto, considerou-se a utilização da imaginação para finalizar o projeto.

Décimo oitavo ponto: o projeto (design) como interface entre a engenharia e a formação escolar básica

Nas atividades desse trabalho de campo houve a intenção de oferecer aos participantes uma vivência em tecnologias digitais de fabricação e eletrônica pertencentes às áreas de engenharia. Os alunos não participaram do desenvolvimento e da fabricação do objeto, apenas a customizaram, montaram e testaram seus dispositivos eletrônicos. Portanto, a oficina ofereceu uma vivência entre elementos básicos de eletrônica na intenção de despertar o interesse para disciplinas escolares como a matemática (ver figura 38).

FIGURA 38 – PARTICIPANTES SOLDANDO E MONTANDO OS MÓDULOS ELETRÔNICOS

FONTE: Autor.

Finalizada essa análise, a seguir, o próximo trabalho de campo e seus rebatimentos teóricos.

Segundo trabalho de campo (2012): Fab Cidadania socioambiental – Oficina de projetos socioambientais para crianças de escolas públicas por meio da fabricação digital e eletrônica

Diferentemente do trabalho de campo anterior em que o aluno tinha um certo nível de passividade nas atividades, neste trabalho, promoveu-se uma maior atividade dos alunos do início ao fim do processo. Basicamente, o aluno propôs um problema, desenhou à mão livre um produto para sua solução, montou uma maquete e o apresentou ao final da atividade. Sobre esse trabalho Angelo *et al* (2012, p. 385):

Para a segunda edição do projeto, o objetivo foi propor às crianças uma reflexão sobre o tema socioambiental e estimular a criação e representação de soluções às problemáticas a ele vinculadas, por meio de um projeto (síntese) conformando ao final uma proposta para resolução das questões levantadas pelas próprias crianças, executada com auxílio de ferramentas de fabricação digital (impressão 3D) e eletrônica (microcontroladores) [...]

Dessa forma, nesse trabalho encontram-se o terceiro, quarto, quinto, sétimo, oitavo e décimo sexto pontos elencados na parte teórica. A seguir, suas justificativas.

Terceiro ponto: a atividade de modelar o ambiente construído

O tema proposto foi a elaboração de uma solução para um problema socioambiental, ou seja, uma solução para um problema inserido na questão ambiental e na comunidade. Houve várias propostas de máquinas que, inseridas no ambiente, solucionariam o problema proposto pelo aluno. Um dos alunos propôs uma edificação que por meios de sensores localizava e recolhia resíduos de um rio poluído (ver figuras 39 e 40). Portanto, considera-se essa atividade inserida nesse ponto na medida em que os alunos modelaram um objeto no ambiente construído promovendo uma reflexão na cultura material de sua comunidade.

FIGURA 39 – PROJETO ÁGUA LIMPA

FONTE: Autor.

FIGURA 40 – PROJETO ÁGUA LIMPA – MODELO IMPRESSO NA IMPRESSORA 3D

FONTE: Autor.

Quarto ponto: o sensorio e a manipulação da materialidade

As propostas dos alunos foram fabricadas em plástico (PLA) por uma impressora de três dimensões. Desse modo, os participantes tiveram contato sensorio com suas propostas, facilitando a compreensão daquilo que estavam projetando à mão livre. Considera-se importante para essa fase escolar o aspecto sensorio e tátil das coisas para a aprendizagem nessa fase escolar (ver figura 41).

FIGURA 41– ALUNOS COM PARTES DE SEUS MODELOS

FONTE: Autor.

Quinto ponto: os programas dos edifícios e os mobiliários

Como as soluções dos participantes resultaram em objetos, os alunos tiveram uma vivência com os pontos sobre funcionalidade e programas. As discussões foram guiadas nos objetos, principalmente sobre a forma e função (ver figura 42).

FIGURA 42 – ALUNOS DISCUTINDO AS FUNCIONALIDADES DAS PARTES UTILIZANDO OS MODELOS FABRICADOS.

FONTE: Autor.

Sétimo ponto: a atividade de projeto como uma especialização de uma atividade psíquica humana, a imaginação

Conforme já dito, quando se projeta, utiliza-se também a imaginação para criar alguma coisa que ainda não existe. Dentre as propostas dos participantes encontraram-se máquinas imaginadas como a “Transformáquina”, “Suga suga fumaça” e a “Água limpa”, respectivamente com as seguintes funcionalidades: uma máquina automática de reciclagem, um filtro para ar poluído e um sistema de detecção de objetos em águas poluídas. Portanto, pode-se constatar a atividade imaginativa dos participantes na medida em que a habilidade mental está sendo utilizada para um fim prático e específico, a de projetar na cultura material da sociedade.

Nono ponto: o modo de pensar como projetista e as habilidades mentais

Um dado principal dessa atividade foi a associação entre algumas ferramentas elementares de projeto como as de desenho e fabricação de modelos, com o objetivo de desenvolvimento de habilidades de pensamento como a análise/síntese/solução de um problema, assim como o estímulo ao desenvolvimento da linguagem de representação espacial do objeto. Aponta-se, portanto, para elementos básicos da disciplina de projeto aplicados no desenvolvimento de habilidades específicas no público-alvo dessa pesquisa por meio do modo de pensar como projetista (ver figura 43).

FIGURA 43 – TEMAS PERTENCENTES À LINGUAGEM DE PROJETO: ESCALA DO OBJETO E EXPRESSÃO GRÁFICA E MODELAGEM.

FONTE: Autor.

Décimo primeiro ponto: o projeto (design) como uma área que utiliza linguagens para desenvolver modelos (modelagem)

Este trabalho de campo se tornou fundamental na pesquisa por constatar a possibilidade de uma vivência com o público-alvo no objetivo de modelar um objeto e explorar a base da linguagem da atividade de projetar. Nesta atividade os participantes foram orientados a expressarem-se com seus próprios conhecimentos de desenho, no sentido de serem coerentes na sua linguagem gráfica com um objetivo específico de modelar um produto. É possível inferir que houve um estímulo aos participantes desenvolverem suas linguagens gráficas na medida em que seus desenhos iriam ser fabricados por uma impressora de três dimensões. Nesse aspecto, aponta-se para a tecnologia como estímulo no desenvolvimento da linguagem do aluno.

Um alcance máximo descoberto nessa atividade foi quando um aluno, ao ver a manipulação de um *software* apresentado pelo pesquisador modelando por três vistas ortográficas do objeto, o mesmo desenhou por si só as quatro vistas do seu objeto (um carrinho) à mão livre, sem qualquer abordagem prévia sobre o assunto (ver figura 43).

FIGURA 44 – DESENHO DE VISTAS ORTOGRÁFICAS E MODELAGEM

FONTE: Autor

Esse ponto será mencionado mais adiante também no quarto trabalho de campo. Considera-se uma conquista dessa pesquisa em mencionar a possibilidade no ensino de linguagens pertencentes ao projeto para o desenvolvimento de habilidades mentais como a imaginação, pensamento convergente, divergente, invenção e outras conforme

abordados no capítulo terceiro.

Décimo quinto ponto: o projeto (design) como aporte para outras áreas de conhecimento

As propostas de projetos trazidas pelos participantes claramente espelharam os repertórios escolares aos quais os alunos pertenciam. Portanto, seus esboços e propostas passaram por disciplinas escolares como as ciências, a matemática e o português. Assim, esse ponto esteve presente na medida em que houve a utilização de várias áreas de conhecimento dos participantes para justificar e realizar seus projetos, ou seja, o projeto como uma aporte às outras áreas de conhecimento escolar (ver figura 45).

FIGURA 45 – APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA FINAL EM UMA PRANCHA A2

FONTE: Autor

Terceiro trabalho de campo (2013): Fab Social – Tecnologias criativas nas práticas sociais

Neste trabalho, objetivou-se uma vivência com a modelagem, linguagem pertencente à área de projeto, assim como explorações das habilidades pertencentes ao modo de pensar do projetista por meio da fabricação digital. Portanto, encontrou-se nesta atividade o quarto, quinto, sétimo e décimo sexto pontos. A seguir, suas justificativas.

Quarto ponto: o sensório e a manipulação da materialidade

Nessa atividade os alunos fabricaram em MDF seus modelos de mobiliários

tomando contato com a materialidade da proposta até então modelada virtualmente. Portanto, considerou-se esse quarto ponto nessa atividade (ver figura 46).

FIGURA 46 –MANIPULAÇÃO DOS MODELOS.

FONTE: Autor

Quinto ponto: os programas dos edifícios e os mobiliários

Os alunos modelaram com o auxílio de um software de mobiliário chamado *Sketchchair* que operacionaliza de forma simplificada parâmetros pertencentes ao projeto como funcionalidade, escala, estabilidade e ergonomia. Portanto, a atividade inseriu-se nesse ponto na medida em que os alunos tiveram contato com parâmetros básicos de projeto de mobiliário (ver figura 47 e 48) .

FIGURA 47 –EXPLORAÇÕES DE PARÂMETROS DE PROJETO SIMULADOS VIRTUALMENTE

FONTE: Autor

FIGURA 48 –MODELOS REALIZADOS POR PARÂMETROS BÁSICOS DE PROJETO – CAD/CAM

FONTE: Autor

Sétimo ponto: a atividade de projeto como uma especialização de uma atividade psíquica humana: a imaginação

Durante as atividades, alguns alunos exploraram mais que os outros as funcionalidades do software de modelagem, utilizando a imaginação e os limites oferecidos pelas ferramentas digitais de modelagem e fabricação. A seguir, alguns exemplos sobre esse ponto (ver figura 49 e 50):

FIGURA 49– EXPLORAÇÃO DOS PARTICIPANTES DO SOFTWARE SKETCHCHAIR UTILIZADO PARA DESENHO DE OUTRAS PROPOSTAS COMO UM “CARRINHO” E UMA “CASINHA”

FONTE: Autor.

FIGURA 50 – EXPLORAÇÃO DOS PARTICIPANTES SOBRE O CONCEITO DE FUNCIONALIDADES DE UMA CADEIRA POR MEIO DA MODELAGEM E FABRICAÇÃO DIGITAL CAD/CAM

FONTE: Autor.

Na figura acima, a aluno propôs um tipo de mobiliário com duas funcionalidades; isso pôde comprovar que as tecnologias CAD/CAM podem auxiliar na formação de consumidores mais conscientes de seus produtos na medida em que propõe atividades direcionadas a uma reflexão sobre a cultura material da sociedade e de sua projetualidade.

Décimo primeiro ponto: o projeto (design) como uma área que utiliza linguagens para desenvolver modelos (modelagem)

Os alunos modelaram e criaram vários arquivos de suas propostas de projeto. Nesses arquivos, encontra-se uma exploração das ferramentas oferecidas pelo software de modelagem e, portanto, de parâmetros relacionados ao projeto (ver figura 51).

FIGURA 51 – MODELAGEM COM O SKETCHCHAIR A PROPOSTA DO ALUNO COM O MODELO EM MDF 3MM FABRICADO PELA MINIFRESADORA CNC

FONTE: Autor.

Desse modo, inseriu-se nessa atividade o sexto ponto referente ao projeto (*design*) como uma área que utiliza linguagens para desenvolver modelos (modelagem).

Quarto trabalho de campo (2014): Fab Social – Tecnologias criativas nas práticas sociais

Este último trabalho de campo teve as mesmas características do trabalho anterior, porém, com maior ênfase no desenvolvimento da atividade de modelar como uma linguagem pertencente à área de projeto. Para isso, a atividade foi dividida em seis partes, iniciando pelo desenho livre de uma cadeira qualquer, passando pela atividade de modelagem virtual, fabricação digital e depois, o desenho à mão livre de uma nova cadeira.

Os resultados foram surpreendentes na medida em que, nos desenhos finais dos alunos, encontram-se indicativos de internalizações dos conceitos pertinentes à área de projeto (*design*), como por exemplo: vistas ortográficas, partes estruturais proporcionais, forma e função, desenvoltura no traçado, ergonomia, antes não encontradas na bagagem da linguagem gráfica do primeiro desenho desenvolvidos por eles.

Portanto, compreendeu-se nesta atividade as mesmas justificativas do trabalho de campo anterior, no entanto, com ênfase maior no décimo primeiro ponto relativo ao projeto (*design*) como uma área que utiliza linguagens para desenvolver modelos (modelagem).

ATIVIDADE 01 - DESENHO LIVRE DE UMA CADEIRA

ATIVIDADE 02 - DESENHO COM SKETCHCHAIR

ATIVIDADE 03 - FECHAMENTO DO ARQUIVO PARA FABRICAÇÃO DIGITAL

ATIVIDADE 04 - FABRICAÇÃO DO MODELO

ATIVIDADE 05 - MONTAGEM DO MODELO

ATIVIDADE 06 - DESENHO LIVRE DO MODELO FABRICADO

FIGURA 52- ESTRUTURA DAS ATIVIDADES DO TRABALHO DE CAMPO (2014)

FONTE: Autor.

A figura acima ilustra as fases de trabalho durante a oficina.

Atividade 1. Desenho à mão livre com o tema "cadeira"

Nessa atividade, o próprio aluno constataria suas habilidades de expressar graficamente um objeto tridimensional utilizando o próprio repertório expressivo. Também será utilizado pelo pesquisador como dado inicial.

Atividade 2. Modelagem guiada por software de três dimensões

Nessa atividade, o pesquisador ensinaria ao aluno a modelagem, simulação e manipulação de objetos em três dimensões por meio do desenho auxiliado por computador.

Atividade 3. Preparo do arquivo para fabricação

Nessa atividade, o aluno desmembraria as peças do modelo a serem fabricadas.

Atividade 4. Fabricação do modelo e montagem

O aluno, de posse de seu arquivo, enviaria à cortadora de papel, acompanharia sua fabricação em papel triplex e, sem seguida, montaria seu modelo.

Atividade 5. Desenho livre do modelo

Com o modelo em mãos, os alunos desenhariam à mão livre.

A seguir, alguns resultados dessas atividades.

FIGURA 53 – TRABALHOS DE ALUNO – CEU DUTRA (2014)

FONTE: Autor.

Nesse trabalho, percebe-se entre o primeiro desenho e o desenho seguinte ao modelo fabricado, uma intenção de tridimensionalidade não acusada inicialmente no repertório gráfico do aluno.

FIGURA 54– TRABALHOS DE ALUNO – CEU PARAÍSO ALVORADA (2014)

FONTE: Autor.

Nesse trabalho acima, percebe-se, entre os desenhos antes e após a atividade, um alargamento da expressão gráfica em direção à análise de forma e função de um objeto. Consideram-se, na abordagem dessa dissertação, parâmetros relacionados à linguagem de projeto, compreendidos pelos participantes em um curto espaço de tempo.

A tecnologia seria assim um meio para se chegar a um fim, referente ao desenvolvimento de certas habilidades na formação básica escolar.

6.2 REBATIMENTOS DOS PONTOS DE CONVERGÊNCIA ABORDADOS NA PARTE TEÓRICA SOBRE AS AÇÕES QUE UTILIZAM OS CAMPOS ESTUDADOS

As ações similares que permeiam os campos estudados foram divididas em dois blocos: o primeiro referente às propostas pertinentes às estruturas curriculares escolar, e o segundo referente às ações não vinculadas às escolas.

Para a abordagem do primeiro bloco, foram escolhidos dois contextos, um brasileiro por meio dos Parâmetros Curriculares Nacionais publicados pelo Ministério da Educação (MEC), e outro pertinente ao Departamento de Educação do Reino Unido.

Para o segundo bloco, elegeram-se para uma análise geral as ações da União Internacional dos Arquitetos, UIA, de museus como o MoMa e o Aalto Museum e do projeto Fab Lab Kids. Portanto, a seguir, o primeiro bloco.

O contexto brasileiro por meio dos Parâmetros Curriculares Nacionais publicados pelo Ministério da Educação (MEC) – Arte

Uma das referências para o ensino fundamental no contexto brasileiro, são os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), que foram publicados pelo Ministério da Educação (MEC) em vários volumes e divididos por áreas pertencentes ao currículo escolar. Os PCNs vêm auxiliando o professor na sua tarefa de buscar subsídios à sua prática docente, dessa forma, esses documentos têm caráter de auxílio normativo oficial, constituindo-se em material fundamental para professores e equipe pedagógica no momento de formular suas propostas curriculares (TROJAN & RODRIGUEZ, 2008, p. 51). Dentre os objetivos do ensino fundamental, à luz desses documentos, estão o ensino de capacidades nos alunos em conhecer as dimensões materiais, sociais e culturais, assim como o desenvolvimento cognitivo e estético para perceber-se como agente transformador do ambiente (Brasil, 1998, p. 7).

Para atingir esse objetivo, esse documento indica a utilização de diferentes linguagens (verbal, musical, matemática, gráfica, plástica e corporal) como meio para produzir, expressar e comunicar suas ideias, interpretar e usufruir das produções culturais, em contextos públicos e privados. Além dessas linguagens, o documento também propõe a utilização das tecnologias para, conjuntamente com as linguagens:

- questionar a realidade formulando-se problemas e tratando de resolvê-los, utilizando para isso o pensamento lógico, a criatividade, a intuição, a capacidade de análise crítica, selecionando procedimentos e verificando sua adequação (Brasil, 1998, p. 7, grifo nosso).

Portanto, encontra-se uma referência à cultura material, linguagens gráficas, tecnologias e o desenvolvimento de habilidades mentais como o pensamento lógico, criatividade, intuição, capacidade de análise crítica. Destaca-se nesse documento o desenvolvimento da função da imaginação no ensino fundamental:

A faculdade imaginativa está na raiz de qualquer processo de conhecimento, seja científico, artístico ou técnico. A flexibilidade é o atributo característico da atividade imaginativa, pois é o que permite exercitar inúmeras composições entre imagens, para investigar possibilidades e não apenas reproduzir relações conhecidas [...] (Brasil, 1998, p. 34, grifo nosso)

Além disso, desenvolvem potencialidades (como percepção, observação, imaginação e sensibilidade) que podem contribuir para a consciência do seu lugar no mundo e para a compreensão de conteúdos das outras áreas do currículo (Idem, p. 43, grifo nosso).

Ao perceber e criar formas visuais, está-se trabalhando com elementos específicos da linguagem e suas relações no espaço (bi e tridimensional). Elementos como ponto, linha, plano, cor, luz, volume, textura, movimento e ritmo relacionam-se dando origem a códigos, representações e sistemas de significações [...] (Idem, p. 64, grifo nosso).

Nesse excerto aponta-se novamente para conceitos referentes às habilidades mentais e à linguagem, muito próximos dos desenvolvidos nos capítulos anteriores e, por conseguinte, referentes à área de projeto. Prosseguindo na investigação do documento, encontra-se o termo “*design*” se referindo à produção artística do aluno:

A produção artística visual em espaços diversos por meio de: desenho, pintura, colagem, gravura, construção, escultura, instalação, fotografia, cinema, vídeo, meios eletroeletrônicos, design, artes gráficas e outros (Brasil, 1998, p. 66, grifo nosso)

E, mais a frente, o encontra-se o “*design*” referindo-se como um tipo de conhecimento para capacitar o aluno a “ler” as produções visuais:

Conhecimento e competência de leitura das formas visuais em diversos meios de comunicação da imagem: fotografia, cartaz, televisão, vídeo, histórias em quadrinhos, telas de computador, publicações, publicidade, design, desenho animado etc. (Idem, p. 67, grifo nosso).

Nesse esteio, mesmo que apontando por conceitos pertinentes à área de projeto por meio da cultura material, habilidades mentais e linguagens, as diretrizes do documento tendem a uma generalidade de ações que minam o desenvolvimento da

atividade de design como projeto.

As artes visuais, além das formas tradicionais — pintura, escultura, desenho, gravura, arquitetura, objetos, cerâmica, cestaria, entalhe —, incluem outras modalidades que resultam dos avanços tecnológicos e transformações estéticas do século XX: fotografia, moda, artes gráficas, cinema, televisão, vídeo, computação, performance, holografia, desenho industrial, arte em computador. Cada uma dessas modalidades artísticas tem a sua particularidade e é utilizada em várias possibilidades de combinações entre elas, por intermédio das quais os alunos podem expressar-se e comunicar-se entre si e com outras pessoas de diferentes maneiras (Brasil, 1998, p. 63, grifo nosso).

Nesse parágrafo, tratam-se as diferenças entre as atividades, e entende-se, portanto, uma limitação na utilização do design ou do projeto como suporte pedagógico, em que pese as indicações conceituais propostas no documento.

No entanto, verificam-se alusões aos pontos desenvolvidos nos capítulos anteriores, como por exemplo, o oitavo ponto, referindo-se às habilidades mentais, e o décimo primeiro ponto, referindo-se ao design como uma disciplina que utiliza linguagens.

Diferentemente dessa perspectiva, contrapõe-se a proposta do Departamento de Educação do Reino Unido.

Projeto e Tecnologia no currículo do Departamento de Educação do Reino Unido (Estágios 01 e 02, idades de 5 a 11 anos)

A disciplina Projeto e Tecnologia tem a seguinte direção, estabelecida pelo seu Departamento de Educação (2013, p. 180, tradução nossa, grifo nosso):

Projeto e Tecnologia é um tema inspirador, rigoroso e prático. Usando a criatividade e a imaginação os alunos projetam produtos para resolver problemas reais e relevantes dentro de uma variedade de contextos. Nesses contextos consideram-se as suas próprias necessidades, desejos e valores próprios assim como a dos outros.

Nessa passagem, verifica-se uma relação entre as áreas de Projeto (*Design*) e Tecnologia como um tema para o desenvolvimento de processos de pensamento (criatividade e imaginação) aplicados de uma forma prática e social. Destaca-se o Projeto e Tecnologia como uma atividade de construção social, ou seja, uma disciplina que estuda a cultura material com base nos valores próprios e dos outros. Ainda por esse documento:

Os alunos adquirirão uma ampla gama de conhecimentos sobre o assunto e a percorrerão por disciplinas como matemática, ciências, engenharias, computação e arte. Eles aprenderão a assumir riscos, tornando-se

cidadãos valiosos, inovadores, empreendedores e capazes. Por meio da avaliação do passado e do presente da área da tecnologia e do projeto, eles desenvolverão uma compreensão crítica de seu impacto sobre a vida diária e do mundo. Projeto e tecnologia de alta qualidade faz uma contribuição essencial para a criatividade, cultura, riqueza e bem-estar da nação (Department for Education, 2013, p. 180, tradução nossa).

Desse parágrafo pode-se inferir que a proposta pretende uma formação direcionada a uma compreensão crítica em relação à cultura material desenvolvida por uma disciplina transversal ao currículo escolar.

Portanto, o contexto dessa disciplina se insere no estudo da cultura material e de seus problemas pela formação de seus cidadãos, ou seja, uma proposta de reconstrução social de caráter coletivo que se inicia desde as bases mais elementares da formação escolar. Retomando as propostas dessa disciplina, encontra-se sobre seus alcances pedagógicos:

O currículo nacional de Projeto e Tecnologia visa garantir que todos os alunos:

- Desenvolvam a habilidades de ser criativo, técnico e prático para realizar todos os dias as tarefas com confiança participando com sucesso em um mundo cada vez mais tecnológico
- Construir e aplicar um repertório de conhecimento, compreensão e habilidades a fim de conceber os protótipos e produtos de elevada qualidade para uma vasta gama de utilizadores
- desenvolver a crítica, avaliar e testar suas ideias e produtos assim como o trabalho dos outros. (Department for Education, 2013, p. 180, tradução nossa, grifos nossos).

Nesse parágrafo, destaca-se a abordagem de desenvolvimento das habilidades, o enriquecimento de repertório pela cultura material, assim como o projeto como uma construção coletiva.

Dessa forma, o objetivo não estaria no produto final tecnológico ou na formação vocacional, mas sim no desenvolvimento de habilidades e processos de pensamento nos educandos envolvidos na atividade projetual.

Destaca-se a habilidade de “desenvolver a crítica, avaliar e testar suas ideias e produtos, assim como o trabalho dos outros.” Dessa forma, esse currículo aponta para uma questão fundamental dessa dissertação, que é o debate sobre quais ganhos a atividade de Projeto (*Design*) poderiam oferecer aos alunos na formação escolar básica.

Diante da especificidade dessas diretrizes, essa proposta foi a que mais se aproxima da maioria dos pontos comuns de convergência abordados na parte teórica

dessa investigação. A tabela sinótica dessa proposta do Departamento de Educação do Reino Unido está traduzida e publicada no Anexo.

Em suma, analisou-se uma proposta generalista que coloca o design no patamar das atividades artísticas e, sob outra perspectiva, uma proposta que coloca o design como aporte ao currículo da formação escolar básica para o desenvolvimento dos educandos nas suas habilidades e linguagens.

A seguir, o segundo bloco de ações e as considerações finais da pesquisa.

A ação de outras instituições não vinculadas diretamente à formação escolar básica

Numa análise geral, as ações de instituições não pertencentes diretamente à formação básica escolar que utilizam o projeto (*design*) e a tecnologia nas suas atividades, geralmente, valorizam uma área de acordo com as suas vocações.

Por exemplo, a UIA (União Internacional de Arquitetos) faz referência à proposta de inclusão do tema da arquitetura nas escolas básicas como:

Não é uma questão de introduzir uma nova disciplina, mas de colocar em prática um conjunto de iniciativas criativas, integradas e educativas para dar uma perspectiva sobre o que é a arquitetura. (UIA, 2008, p. 4, tradução nossa)

Para isso, nas diretrizes dessa instituição, há um quadro (ver Anexo) onde se sugerem paralelos entre temáticas pertencentes à área profissional da arquitetura e um currículo escolar.

Pelo ponto de vista desta dissertação, a proposta dessa ação se torna restrita a uma divulgação da arquitetura e de suas áreas, ou seja, pela vocação da instituição em representar a arquitetura como um tema, por si só relevante na formação escolar básica.

Por outro lado, outras instituições como museus também promovem programas de divulgação da cultura arquitetônica e de *design* com o público em formação escolar. Essas instituições, como o *MoMA* de Nova York e o *Aalto Museum* na Finlândia, promovem atividades com o público tendo acesso ao acervo dessas instituições paralelamente com oficinas temáticas.

Há também ações que privilegiam uma vivência nas tecnologias digitais de fabricação e eletrônica, como as promovidas pela rede Fab Lab com o programa *Fab Lab Kids*, já expostas em alguns de seus exemplos nesta dissertação.

Diante desse horizonte de ações e pela perspectiva traçada por essa dissertação, percebe-se que todas as atividades que permeiam esses campos

privilegiam um ou outro aspecto de acordo com a vocação da instituição.

No entanto, destaca-se uma postura mais completa pela ação promovida pelo Departamento de Educação do Reino Unido analisada no primeiro bloco. Arrisca-se dizer que esse grau de maturidade em relação ao conceito de projeto como disciplina tem sido construído conjuntamente com debates na sociedade desde a década de 60 com o movimento *Design Methods*, conforme já exposto no capítulo terceiro desta dissertação.

6.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo desse estudo, foram considerados pontos comuns pertencentes à área da formação básica, projeto e tecnologias digitais de modelagem e fabricação, assim como trabalhos de campo com as temáticas envolvidas, com um público específico de jovens em formação escolar básica da periferia urbana.

Por esse viés, quais questões poderiam contribuir para uma reflexão sobre o tema na atualidade e ser objeto para futuras pesquisas?

Uma delas é, sem dúvida, a relação entre a disciplina de projeto (*design*) perante as outras áreas de conhecimento. É necessário um aporte teórico-empírico que aproxime a disciplina de projeto às outras áreas de conhecimento e que, portanto, essa disciplina não esteja restrita aos círculos dos profissionais e universitários da área. Em largos traços, a disciplina de projeto e sua metodologia devem estar acessíveis ao grande público e às outras áreas de conhecimento por suas reais contribuições ao conhecimento humano.

Outra questão é quando o projeto, com suas especificidades e características próprias, é inserido em outro contexto como a formação escolar básica. Nesse caso, é necessário pontuar quais as áreas de desenvolvimento humano serão abordadas pela disciplina, de modo a aliar a sua metodologia e seu papel nesse contexto.

Portanto, as questões abordadas nestas considerações finais e outras que possam surgir da leitura desta dissertação têm a intenção, tanto na teoria como na prática, em avançar no debate sobre a formação do indivíduo na atualidade.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACUÑA, J.F. **Proyecto LUTEC, al jugar se aprende**. Boletín n. 83. 2009. Disponível em <<http://www.conicit.go.cr/boletin/boletin83/lutec.html>> Acessado em jan/15.
- ANGELO, A. G. S.; CAMPOS, P. E. F.; NEVES, H. M. D.; **Fab Lab Kids: oficina experimental de fabricação digital de brinquedos educativos**. São Carlos: VIRUS, n.7,julho2012. Disponível em: <<http://www.nomads.usp.br/virus/virus07/?sec=4&item=4&lang=pt>>. Acessado em set/ 2013.
- ANGELO, A. G. S.;CAMPOS, P. E. F.; NEVES, H. M. D. **Fab Lab kids - oficina de projetos socioambientais para crianças de escolas públicas através da fabricação digital e eletrônica**.SIGraDi 2012 Proceedings of the 16th Iberoamerican Congress of Digital Graphics Brasil. 2012. pp. 383- 387. Disponível em <http://cumincades.scix.net/data/works/att/sigradi2012_404.content.pdf>. Acessado em set/ 2013.
- ANGELO, A. G. S.; CAMPOS, P. E. F.; HENNO, J. H; **Projeto Fab Social: introdução à programação em um curso livre aplicado na periferia de Guarulhos**. Anais do Congresso Alice Brasil. 2013.
- ARCE, A. **A pedagogia na era das revoluções : uma análise do pensamento de Pestalozzi e Froebel**. Campinas: Autores Associados, 2002.
- ARCHER.B. **Monograph, Time for a Revolution in Art and Design Education**. London: Royal College of Art, 1978.
- ARCHER, B.; BAYNES, K.; ROBERTS,P.H.; **The nature of research into Design and Technology education**. Loughborough: Loughborough University, 1992. Disponível em <<https://dspace.lboro.ac.uk/2134/1687>>.
- BALESTRI,D. (Ed.); EHRMANN, S.C. (Ed.).FERGUNSON, D.L.(Ed.). **Learning To Design, Designing To Learn: Using Technology To Transform The curriculum**. London: Routledge, 1992.
- BAKHTIAR,M.; GERSHENFELD,G.; LYON,C.; GORTON,T.; McENNIS,C.; TAYLOR,J. **Fab Lab: an alternate model of ICT for development** . Bangalore ThinkCycle, 2002. Disponível em <<http://cba.mit.edu/events/03.05.fablab/fablab-dyd02.pdf>>.
- BENJAMIN,L.T. **A History of Teaching Machines**. American Psychologist. September 1988.
- BETTS,P. **The Authority of Everyday Objects: A Cultural History of West German Industrial Design**. Berkeley: University of California Press, 2004.
- BLIKSTEIN,P. **Digital Fabrication and 'Making' in Education: The Democratization of Invention**. In WALTER-HERRMANN,J. ; BUCHING C. (Eds.), **FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors**. Bielefeld: Transcript Publishers,2013.
- BONSIEPE, G. **Design, Cultura e Sociedade**. São Paulo: Blucher, 2011.
- BOUTIN, G; GOYETTE, G; HEBERT-LESSARD M. **Investigação qualitativa. Fundamentos e práticas**. Lisboa: Piaget, 1990.
- BRADLEY,M. **Paradise of Childhood**. Springfield: Milton Bradley Co, 1923.

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais: arte / Secretaria de Educação Fundamental.** Brasília: MEC / SEF, 1998.

BROOKS, H. A. **Le Corbusier's Formative Years: Charles-Edouard Jeanneret at La Chaux-de-Fonds.** London: The University of Chicago Press Ltd, 1997.

BROSTERMAN, N. **Inventing Kindergarten.** New York: Harry N. Abrams, Inc., 1997. Disponível em : <http://wiki.math.yorku.ca/index.php/Inventing_Kindergarten_by_Norman_Brosterman> . Acessado em jan/2015.

BROSTERMAN, N. **Fröbel and the Gifts of Kindergarten.** Childhood Winter, Issue 9 2002/03. Disponível em <<http://cabinetmagazine.org/issues/9/brosterman.php>> . Acessado em jan/2015.

BURDEK, B. **Diseño: Historia, teoría y práctica del diseño industrial.** Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1999.

CALVO, F. **Projecto.** In: Enciclopédia Einaudi, v. 25. Lisboa: Imprensa Nacional Casa da Moeda, 1992.

CELANI, G. (Ed.). **LAPAC 2006-2013 laboratório de automação e prototipagem para arquitetura e construção.** Campinas,: Biblioteca Central Cesar Lattes, 2013. Disponível em <<http://issuu.com/pabloherrera/docs/livro-lapaca4hr/41>> .

CORBUSIER, L. **Viagem do Oriente.** São Paulo: Cosac Naif, 2007.

_____. **Por uma Arquitetura.** São Paulo: Perspectiva; Ed. da Universidade de São Paulo, 1973.

CROSS, A. **The educational background to the Bauhaus.** Design Studies, V.4, n.01 January, 1983. Disponível em < https://andrestellez.files.wordpress.com/2010/09/cross-1985_the-educational-background-to-the-bauhaus.pdf> .

CROSS, N. **Designerly Ways of Knowing.** London: Springer-Verlag, 2006.

_____. **Desenhante: Pensador do Desenho.** Organização e tradução de Ligia Medeiros. Santa Maria: sCHDs Editora, 2004.

DEPARTMENT FOR EDUCATION. **The national curriculum in England Key stages 1 and 2 framework document.** 2013. Disponível em <https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/335133/PRIMARY_national_curriculum_220714.pdf> . Acessado em Jan/2015.

DEPARTMENT FOR EDUCATION. **3D printers in schools: uses in the curriculum . Enriching the teaching of STEM and design subjects.** 2013. Disponível em < https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/251439/3D_printers_in_schools.pdf> Acessado em Jan/2015.

DESHAIES, B. **Metodologia da investigação em ciências humanas.** Lisboa : Instituto Piaget. Lisboa. 1992.

DUARTE, N. **Leituras de Marx.** Aula em vídeo disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=P7kg9S4QR4A>> Acessado em jan/2015.

DUARTE, J.P. **Customizing mass housing : a discursive grammar for Siza's Malagueira houses.** (PhD Thesis). Massachusetts Institute of Technology, 2001.

_____. **Personalização da Habitação em Série: uma gramática discursiva para as casas da Malagueira do Siza.** Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2007.

ELETROLUX. **The father of industrial design, Peter Behrens (1868-1940).**

Disponível em <<http://www.aeg.com/en/About-AEG/History/>>. Acessado em jan/2015.

FRAMPTON, K. **História Crítica da Arquitetura Moderna.** São Paulo: Martins Fontes, 1997.

FROEBEL, F. **Pedagogics of the Kindergarten.** Tradução de Josephine Jarvis. London: Edward Arnold, 1904.

_____. **The education of man.** tradução de Josephine Jarvis. New York: A. Lovell & co., 1885.

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

GOODMAN, K. SIMON, K. **Buckminster Fuller: Thinking out loud,** New York: Zegeist Films. 1986. Disponível em <http://www.bernazzanipito.com/yahoo_site_admin/assets/docs/Fuller_US_Pavilion.30995234.pdf>. Acessado em jan/2015.

GOMES, K. B.; NOGUEIRA, S.M.A. **Ensino da Arte na escola pública e aspectos da política educacional: contexto e perspectivas.** Ensaio: aval. pol. públ. Educ., Rio de Janeiro, v. 16, n. 61, p. 583-596, out./dez. 2008.

GRIMA, J.; Domus 970. **A matter of scale - Rem Koolhaas.** 2013. Disponível em <http://www.domusweb.it/en/design/2013/07/4/a_matter_of_scale.html>. Acessado em jan/2015.

GROOVER, M ; ZIMMERS E. **CAD/CAM: Computer-Aided Design and Manufacturing.** New Jersey: Prentice Hall, 1984.

HERTZBERGER, H. **Lições de arquitetura.** São Paulo: Perspectiva, 1999.

INTERNATIONAL UNION OF ARCHITECTS. **Built Environment Education Guidelines - 2nd edition UIA Architecture & Children Work Programme.** 2008. Disponível em <http://uia-architecture-children.bak.de/downloads/uia_bee_en.pdf>. Acessado em jan/2015.

JESUS, R. **Design Guidelines for Montessori Schools.** 1987. (Master thesis). Publications in Architecture and Urban Planning, University of Wisconsin Milwaukee.

JONES, J.C. **Design Methods, 2nd Edition.** John Wiley & Sons, 1992.

KEHRWALD, M. I. P. **Ensino de arte e as astúcias da intertextualidade: pedagogias do olhar.** 2009. 180f. Tese(Doutorado). Faculdade de Educação .Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2009.

KILPATRICK, W. H. **Froebel's Kindergarten principles.** New York: The Macmillan Company, 1916.

KINCHIN, J; O'CONNOR A. **Century of the Child: Growing by Design, 1900–2000**. New York: The Museum of Modern Art, 2012.

KISHIMOTO, T. M. **Froebel e a concepção de jogo infantil**. Revista da Faculdade de Educação, v.22, n.1, p.145-68, 1996.

KLINKHAMMER, B. **After Purism: Le Corbusier and Color**. National Council for Preservation Education (NCPE), Preservation Education & Research Volume Four, 2011.

KOWALTOWSKI, D. (org.). **O processo de projeto em arquitetura: da teoria à tecnologia**. São Paulo: Oficina de textos, 2011.

KRAUS-BOELTE, M.; KRAUS, J. The kindergarten guide. **An illustrated hand-book, designed for the self-instruction of kindergartners, mothers, and nurses**. London: E. Steiger & co, 1877.

LARROYO, F. **História Geral da Pedagogia**. São Paulo: Editora Mestre Jou, 1982.

LAWSON, B. **Como Arquitetos e Designers pensam**. Trad. Maria Beatriz Medina. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

LESSA, P.B. **Os PCN em materiais didáticos para a formação de professores**. 2012. 236f. Tese (Doutorado em Educação)–Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2012.

LURIA, A. R. **Pensamento e Linguagem: as últimas conferências de Luria**. Porto Alegre: Artes médicas, 1986.

MALDONADO, T. **A “idade projetual” e Daniel Defoe**. In Cultura, Sociedade e Técnica. São Paulo: Blucher, 2012.

MARTINS, L. M. **O desenvolvimento do psiquismo e a educação escolar: contribuições à luz da psicologia histórico cultural e da pedagogia histórico-crítica**. Campinas: Autores Associados, 2013.

_____. **Fundamentos psicológicos teoria prática na educação**. Aula em vídeo disponível em <www.youtube.com/watch?v=astMnYHOJPs> Acessado em dez/2014.

MCARTER, R. **Frank Lloyd Wright: Critical Lives**. London: Reaktion Books, 2006.

MUNARI, B. **Fantasia**. Lisboa: Editora 70, 2007.

_____. **Das Coisas Nascem Coisas**. Tradução José Manuel de Vasconcelos. 2ªEd. São Paulo: Ed. Martins Fontes, 2002

_____. **Giocare con l'Arte -1990**. Aula em vídeo disponível em <<http://youtu.be/LCHjmfkBMMA>>

OLIVEIRA-FORMOSINHO, J. **Pedagogias na Infância: dialogando com o passado: construindo o futuro**. Porto Alegre: Artmed, 2007.

PALMER, J.A. **50 Grandes Educadores Modernos de Confúcio a Dewey**. São Paulo: Contexto, 2006.

_____. **50 Grandes Educadores Modernos de Piaget a Paulo Freire**. São Paulo: Contexto, 2006.

PETRINA, S. **Sidney Pressey and the Automation of Education, 1924–1934**. The Johns Hopkins University Press: Technology and Culture april 2004 vol. 45. Disponível em : <http://historyofeducationaltechnology.weebly.com/uploads/5/3/5/1/5351637/module6_petrina_sidney_pressey.pdf>. Acessado em dez/2014.

POLIÃO, M. V. **Da arquitetura**. Tradução: Marco Aurélio Lagonegro. São Paulo, Hucitec/Annablume, 1999.

ROSSMAN, S. **The Postwar Werkbund and the Design of New, West-German Subjects (1948-1968)**. Technology and the box, 2013. Disponível em < <https://room-onethousand.squarespace.com/index/#/transitional-objects/>>. Acessado em dez/2014.

SAHA, B. **Porosity and Participation: The Architecture of the Canadian Institute of Design**. 2005. (Master thesis). School of Architecture Carleton University Ottawa. Disponível em <<https://curve.carleton.ca/system/files/theses/29911.pdf>>

SELLE, G. **Ideología y utopía del diseño: contribución a la teoría del diseño industrial**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili AS, 1973.

SERRA, G.G. **Pesquisa em arquitetura e Urbanismo: guia prático para o trabalho de pesquisadores em pós-graduação**. São Paulo: Mandarim, 2006.

SIEDEN, S. **A Fuller view: Buckminster Fuller's vision of hope and abundance for all**. United States of America: Divine arts, 2011.

SMART, E.L.; GOW, A.J. DEARY, J.I. **Occupational complexity and lifetime cognitive abilities**. Journal of the American Academy of Neurology, 2285-2291. November 19, 2014. Disponível em <<http://www.neurology.org/content/83/24/2285.full.pdf+html>> . Acessado em jan/2015.

SKINNER, B. F. **Tecnologia de ensino**. São Paulo: Edusp, 1972.

SOLITAIRE, M. **Le Corbusier: le don de Jeanneret ou les Dons de Froebel**. Zurich: L'Ecole Polytechnique Fédérale, 1999.

STABLES, K.; KIMBELL, R.; **Unorthodox methodologies: approaches to understanding design and technology**. In: DEVRIES, M.; MOTTIER, I.; (Eds.). International handbook of technology education: Reviewing the past twenty years. Sense Publishers, pp. 313-330.

STEIGER, E. **Introducción á la enseñanza práctica del sistema de kindergarten jardines de niños segun el fundador Federico Fröbel y su discípula Mme. María Kraus-Blte**. Nueva York: E. Steiger & co. 1900.

STINY, G. **Kindergarten grammars: designing with Froebel's building gifts**. Environment and Planning B 7(4) 409 – 462. 1980.

TROJAN, R. M.; RODRIGUEZ, J.R. **Os PCN e os materiais didáticos para o ensino da arte: o que propõem?** Revista Linhas v. 9, n. 1. Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC. 2008. Disponível em <<http://www.revistas.udesc.br/index.php/linhas/article/view/1397/0>> Acessado em fev/2015.

THE INTERNATIONAL UNION OF ARCHITECTS (UIA). **Guidelines for Built Environment Education**. Disponível em <<http://tinyurl.com/l56ovev>> /> Acessado em nov/ 2013.

THIOLLENT, M. Metodologia da pesquisa-ação. São Paulo: Cortez, 2011.

VILLEGAS-LEMUS M; WAN LAN, Y. **Costa Rica Fab Lab-LUTEC**. Apresentação disponível em <<http://cba.mit.edu/events/05.01.fab/milton.ppt>>. Acessado em dez/ 2014.

ZEID, I. **CAD/CAM Theory and Practice**. McGraw-Hill, 1991.

ZEVI, B. **Saber ver arquitetura**. 5.ed. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

WIGGIN,K.D.; SMITH,N.A. **Freebel's Gifts**. Boston and New York: Houghton Mifflin Co,1895.

WRIGHT, L.F. **An Autobiography**. London: Faber & Faber Limited, 1945.

_____. **A Testament**. New York: Horizon Press, 1957.

ANEXO

A. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

Os trabalhos de campo com o público-alvo estão publicados nesse anexo, assim como, as visitas técnicas aos laboratórios, levantamento de ações na área, participações na rede Fab Lab e estudos aprofundados sobre os “presentes/dons” de Friedrich Froebel.

A.1 Trabalhos de campo com o público-alvo

A.1.1 Sobre a Metodologia de coleta dos dados primários

Os objetivos dos dados primários coletados nos trabalhos de campo foram adaptados seguindo as sugestões propostas por Boutin et al. (1992, p. 207):

- Coleta de informações de forma livre para se familiarizar com o domínio, a situação e as pessoas;
- Registro de um material comportamental;
- Escolha de indicadores para a pesquisa.

Desse modo, os trabalhos de campo executados tiveram como objetivos:

- Familiarizar o pesquisador no campo da investigação;
- Coleta e registro do máximo de material de cada trabalho de campo;
- Apontar possíveis indicadores que contribuam com os objetivos da pesquisa.

Posto isso, optou-se por um formato básico de sistematização dos relatórios dos trabalhos de campo que será relatado a seguir.

A.1.2 Sobre o formato geral dos relatórios dos trabalhos de campo

Os trabalhos de campo foram sistematizados a partir de um modelo chamado “publicação de um relatório de experiência” proposto por Deshaies (1992, p. 407). Por esse modelo, os trabalhos foram formatados em uma estrutura comum, evidenciando-se os indicadores descobertos em cada atividade. O modelo base de apresentação dos trabalhos terá o seguinte formato:

- Título do trabalho de campo;
- Objetivos do trabalho de campo;

- Principais colaboradores envolvidos;
- Colaboradores secundários (apoiadores);
- Local e data;
- Participantes;
- Cronograma das atividades;
- Descrição geral das atividades;
- Descrição das atividades desenvolvidas;
- Tecnologias e materiais para a execução dos trabalhos;
- Apresentação dos resultados;
- Conclusões e possíveis rebatimentos para a pesquisa;
- Análise prévia do material documental da oficina.

A.1.3 Relatórios dos trabalhos de campo

Foram realizados os seguintes trabalhos de campo:

- Primeiro trabalho de campo: Fab Lab Kids - Oficina de Fabricação Digital de Brinquedos (2011).
- Segundo trabalho de campo: Fab Cidadania socioambiental-Oficina de projetos socioambientais para crianças de escolas públicas através da fabricação digital e eletrônica (2012).
- Terceiro trabalho de campo: Fab Social – Tecnologias criativas nas práticas sociais (2013).
- Quarto trabalho de campo: Fab Social – Tecnologias criativas nas práticas sociais (2014).

A seguir os relatórios de cada trabalho de campo supracitado.

A.1.3.1 Fab Lab Kids (2011) - Oficina de fabricação digital de brinquedos

Título

Fab Lab Kids – Oficina de Fabricação Digital de Brinquedos (2011).

Objetivos do trabalho de campo

- Verificar o uso da fabricação digital em ações de aprendizagem por meio de realizações de oficinas públicas para crianças e adolescentes.
- Verificar o uso de ferramentas de videoconferências no auxílio da aprendizagem.
- Verificar os alcances de utilização das tecnologias como suporte de

aprendizagem e de coletas de dados para a investigação.

Principais colaboradores envolvidos

Secretaria do Meio Ambiente da Prefeitura de Guarulhos, Grupo de escoteiros *Guaru*, DIGIFAB (Grupo de Pesquisa Tecnologias digitais de fabricação aplicadas à produção do Design e Arquitetura Contemporâneos)¹, Laboratório de Fabricação Digital de Lima (FAB LAB Lima)², Laboratório de Fabricação Digital de Costa Rica – FAB LAB Costa Rica (por palestra por videoconferência)³, Laboratório de Fabricação Digital de Barcelona – FAB LAB Barcelona (por palestra por videoconferência)⁴, e Prof. Paulo Blikstein (por palestra por videoconferência)⁵.

Colaboradores secundários (apoiadores)

Extras Supermercados (doação de alimentos para a oficina), Tecnoflexo CNC (suporte na fabricação digital e demonstração de máquinas CNC) e Valentine's Centro Cultural (tradução simultânea do espanhol para o português).

Local e data

Centro de Educação Ambiental Virgínia Ranali, no dia 03 de dezembro de 2011 das 8:45 h às 18:30 h, na cidade de Guarulhos.

Participantes

As atividades tiveram a participação de quinze escoteiros com idades entre oito e quinze anos.

Cronograma das atividades

A atividade foi realizada em um sábado das 08h45min às 18h20min com a seguinte agenda:

¹ O grupo de pesquisa DIGIFAB está cadastrado no CNPQ, mais informações, < <http://tinyurl.com/kgjvspp> > Acessado em nov/2013.

² FabLab Lima se localiza em Lima, Peru mais informações <<http://www.fablablima.com/>> Acessado em nov/2013.

³ Mais informações sobre os trabalhos do Fab Lab Costa Rica: <<http://cba.mit.edu/events/05.01.fab/milton.ppt>> Acessado em nov/2013.

⁴ FabLab Barcelona se localiza em Barcelona, Espanha mais informações <<http://www.fablabbcn.org/>> Acessado em nov/2013.

⁵ Mais informações sobre professor Paulo Blikstein < <http://www.blikstein.com/paulo/> > Acessado em nov/2013.

TABELA 1 – CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

HORA	ATIVIDADE
08h45min	Apresentação Geral – Café
09h00min	Secretário do Meio Ambiente – Biólogo Fabio Babi
09h15min	Universidade de São Paulo – Prof. Paulo Fonseca
09h30min	FABLAB Barcelona (Espanha) – Tomas Diez (videoconferência)
09h45min	FABLAB Lima (Peru) – Benito Juarez
10h00min	FABLAB Costa Rica – Milton Villegas-Lemus (videoconferência)
10h15min	Oficina
12h00min	Almoço
13h00min	Oficina
15h00min	Lanche
15h30min	Oficina
18h00min	FabLab@School Stanford (USA) – Paulo Blikstein (videoconferência)
18h20min	Encerramento

FONTE: Autor.

FIGURA 1 – PÔSTER DE APRESENTAÇÃO DO PROJETO

FONTE: Autor.

Descrição geral das atividades

A preparação anterior à da oficina: a pré-fabricação das lixeiras e as placas microcontroladoras.

FIGURA 2 – EXEMPLOS DO SUPORTE DA OFICINA LIXEIRAS-BRINQUEDO, DESENHADAS POR VICTOR FREUNDT COM O SOFTWARE RHINOCEROS/MCNEEL.

FONTE: Autor.

O desenho do modelo para a atividade, uma lixeira/brinquedo de madeira, foi elaborado pelo *designer* e diretor do Fab Lab Lima, Victor Freundt⁶. A família “Tacho”, nome dado pelo *designer* a essa linha de brinquedos, foi escolhida como suporte para introduzir processos de colaboração, fabricação e personalização de objetos aos participantes da oficina⁷.

FIGURA 3 – ASPECTO DA LIXEIRA FABRICADA E MONTADA ANTES DO INÍCIO DA OFICINA, DIMENSÕES APROXIMADAS DE 40CMX30CMX30CM (ALTURA, LARGURA E PROFUNDIDADE)

FONTE: Autor.

O material para a fabricação das lixeiras foi doado pela serraria ecológica da Prefeitura de Guarulhos, esse material foi proveniente de árvores doentes e tombadas da cidade.

⁶ Victor Freundt é atualmente um dos diretores do Fab Lab Lima. Informações em <<http://fab.pe/en>>. Acessado em nov/ 2013.

⁷ 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: 17 Nov/2013.

FIGURA 4 – SERRA ECOLÓGICA MANUAL DA SERRARIA ECOLÓGICA PREFEITURA DE GUARULHOS, 2011

FONTE: PMG.

Na fabricação das lixeiras foi utilizada uma fresadora CNC cedida pela empresa apoiadora Tecnoflexo routers de Guarulhos ⁸.

FIGURA 5 – MADEIRA REUTILIZADA E PREPARADA NA MARCENARIA DA PREFEITURA DE GUARULHOS E FABRICAÇÃO DAS LIXEIRAS NA EMPRESA TECNOFLEXO ROUTERS

FONTE: Autor.

Os kits contendo componentes eletrônicos foram desenvolvidos e enviados pelo Fab Lab Costa Rica /TEC-Tecnológico de Costa Rica, sob a supervisão do Prof. Milton Villegas-Lemus.

⁸ Sobre a empresa parceira da oficina mais informações em < www.tecnoflexo.com.br >>, acessado em 20 de nov/2013.

FIGURA 6 – PACOTE DE ENVIO DAS PLACAS MICROCONTROLADORAS RECEBIDAS PELOS CORREIOS E OS MÓDULOS DE CIRCUITOS MONTADOS

FONTE: Autor.

Tais componentes eletrônicos são utilizados na proposta pedagógica das atividades dos “Acampamentos de Construção e Aprendizagem”, projeto conduzido pelo Fab Lab Costa Rica nas regiões periféricas da cidade de Cartago, na Costa Rica ⁹.

Os kits constituíam-se de módulos de circuitos com um contador digital e um sensor sensível à luz. Anexos haviam baterias, LEDs¹⁰ e cabos que os participantes da oficina soldaram e montaram por encaixes.

O princípio geral de funcionamento dos componentes eletrônicos instalados na lixeira/brinquedo, após montagem pelos participantes, consistia no acionamento de um contador digital, na medida em que, quando um objeto caía no cesto o feixe de luz emitido do LED até o sensor de iluminação era interrompido.

Essa atividade foi elaborada para verificar as possibilidades de aprendizado dessa temática via videoconferência e o nível de dificuldade dos participantes perante o manuseio de peças eletrônicas.

Descrição das atividades desenvolvidas

A oficina teve início com uma breve apresentação realizada por integrantes Secretaria do Meio Ambiente, por professores da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP, professor do Fab Lab Barcelona (por videoconferência) e dos tutores do Fab Lab Costa Rica.

Nesse início de atividades da oficina foi apresentada aos participantes uma

⁹ Mais informações sobre os Acampamentos de aprendizagem e construção no site: <<http://cba.mit.edu/events/05.01.fab/milton.ppt>>, acessado em nov/2013.

¹⁰ LED é um diodo emissor de luz. Mais informações < <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/103725/ETC/383-2UBC-C470.html>>>, acessado em nov/2013.

breve explicação sobre a rede colaborativa de conhecimento e de fabricação digital chamada “Fab Lab”¹¹. Também foi explicado aos participantes, sobre quais ferramentas tecnológicas tornaram possível o envio do arquivo desenvolvido pelo integrante do Fab Lab Lima, localizado no Peru, para ser fabricado na atividade em Guarulhos.

Com o auxílio de tecnologias de projeção e de comunicação por videoconferência, foi organizado um ambiente em que os participantes permaneceram durante toda atividade em contato com os tutores do Fab Lab Costa Rica ¹².

FIGURA 7 – Ambiente virtual de aprendizagem à distância por vídeo conferência

FONTE: Autor.

Após uma apresentação individual dos participantes aos tutores de Costa Rica foi demonstrado o funcionamento de uma *router* fresando uma peça de madeira ¹³.

¹¹ A rede Fab Lab é uma rede de laboratórios de fabricação digital. O site oficial dessa rede é < <http://fab.cba.mit.edu/>>, acessado em nov/2013.

¹² A tradução simultânea foi feita pela professora prof. Juliana Melo da escola apoiadora Valentine's Cultural Center mais informações < <http://www.valentines.com.br/>> acessado em nov/2013.

¹³ A empresa apoiadora Tecnoflexo routers gentilmente fez a apresentação para os participantes. Informações < <http://www.tecnoflexo.com.br/>> acessado em nov/2013.

FIGURA 8 – APRESENTAÇÃO DE UMA FRESADORA CNC PELA EMPRESA TECNOFLEXO ROUTERS DURANTE A OFICINA

FONTE: Autor.

Prosseguindo com as atividades e por sugestão do prof. Milton Villegas-Lemus de Costa Rica, os alunos iniciaram a personalização de suas lixeiras/brinquedo com materiais escolares (lápiz de cor, giz, papel colorido) e sugeriram nomes às suas criações. Cada grupo utilizou materiais escolares espontaneamente e de forma livre, sem a interferência dos tutores.

FIGURA 9 – PERSONALIZAÇÃO DA LIXEIRA/BRINQUEDO ECOLÓGICA.

FONTE: Autor.

Após a finalização das lixeiras/brinquedo e com o auxílio de uma tradutora da língua espanhola para o português, os participantes apresentaram para os tutores do Fab Lab Costa Rica as suas criações.

FIGURA 10 – APRESENTAÇÃO DOS TRABALHOS PARA OS TUTORES E OS RESULTADOS DOS GRUPOS

FONTE: Autor.

Dando continuidade às atividades programadas, deu-se início a montagem dos módulos de eletrônica. Essa atividade foi guiada pelos tutores do Fab Lab Costa Rica por videoconferência e presencialmente pelos tutores.

FIGURA 11 – PARTICIPANTES SOLDANDO E MONTANDO OS MÓDULOS ELETRÔNICOS E O PROF. DO FAB LAB LIMA, BENO JUAREZ, AUXILIANDO OS PARTICIPANTES

FONTE: Autor.

Os participantes se divertiram bastante com os LEDs e os contadores eletrônicos mesmo com alguns não funcionando corretamente. A atividade teve certo grau de sucesso, na medida em que, a maioria dos grupos manuseou os componentes e os conectaram sem dificuldades.

Observou-se que, a eletrônica despertou mais interesse dos participantes que a atividade de montagem e personalização da lixeira/brinquedo de madeira. Esse dado pode indicar que as atividades que envolvem tecnologias como a eletrônica, causam uma interação espontânea com os dispositivos para esse

público específico.

FIGURA 12 – PROJETO FINALIZADO COM A ELETRÔNICA E A LIXEIRA

FONTE: Autor.

Tecnologias e materiais para a execução da oficina

Para a oficina foram utilizados os seguintes materiais: três notebooks conectados na internet, dois projetores de multimídia, materiais de eletrônica (LEDs, fios de cobre, estanho, ferros de solda e módulos pedagógicos enviados pelo Fab Lab Costa Rica), caixa de som, microfones, materiais escolares para pintura e colagem e cinco conjuntos de peças da lixeira/brinquedo.

Apresentação dos resultados e conclusões parciais

A oficina cumpriu seu objetivo principal que era o de comprovar a possibilidade de se executar ações de aprendizagem, por meio de realizações de oficinas para crianças e adolescentes.

O projeto também teve uma repercussão positiva com a municipalidade de Guarulhos e com as empresas locais apoiadoras vencendo o primeiro Prêmio de Melhor Tecnologia Cidadã de 2011 promovido pelo Departamento de Tecnologia e Informática da Prefeitura de Guarulhos ¹⁴.

Em relação aos recursos de aprendizagem por videoconferência, esses se tornaram essenciais para demonstrar a potencialidade da troca de informações entre os participantes, porém, foram limitadores nas atividades práticas com a

¹⁴ Prêmio Tecnologia Cidadã de 2011, informações < <http://telecidadanias.blogspot.com.br/2012/06/2-encontro-tecnico-tecnologia-cidada.html> > acessado em nov/2013.

eletrônica.

A oficina não teve a intenção de medir a habilidade dos participantes, pois não foi estruturada previamente para tal finalidade. No entanto, podemos enquadrá-la como uma atividade em que os participantes tiveram contatos com os seguintes tópicos:

- Aprendizagem à distância com professores de outras culturas;
- Trabalhos básicos com eletrônica (soldagem, módulos, funcionamento de sensores, e de um contador eletrônico);
- Atividade lúdica de montagem e personalização de um brinquedo;
- Informações sobre uma máquina controlada por computador (fresadora CNC);
- Informações sobre o projeto ecológico do município a respeito do reuso da madeira tombada da cidade.

Análise prévia do material documental da oficina (fotográfico e vídeo)

Analisando os documentos fotográficos, podemos sugerir alguns aspectos comportamentais durante as atividades.

O desafio proposto aos participantes foi o de montar uma lixeira/brinquedo com um sensor e também apresentar seus progressos para os tutores de Costa Rica.

FIGURA 13 – TRABALHO EM GRUPO DE PERSONALIZAÇÃO DO PROJETO

FONTE: Autor.

Durante a apresentação das equipes para os tutores estrangeiros observou-se um sentimento de responsabilidade entre os participantes, na medida em que a fala dos mesmos ser traduzidos e apresentados para pessoas de fora do país.

FIGURA 14 – APRESENTAÇÃO DOS TRABALHOS PARA OS TUTORES DE COSTA RICA POR VIDEOCONFERÊNCIA

FONTE: Autor.

Esse fato ganha importância na medida em que, tal prática pode ser utilizado em atividades com grupos que se necessita de estímulos externos à própria atividade de aprendizagem.

Outro comportamento percebido foi o entusiasmo dos participantes ao animar os dispositivos com o auxílio da placa microcontroladora enviada pelos tutores de Costa Rica. Os participantes ficaram entusiasmados quando tais dispositivos causaram entusiasmo entre os participantes quando esses iniciaram seus funcionamentos como acender o LED. Como se fosse uma brincadeira com os dispositivos os participantes iniciaram uma breve investigação das possibilidades de interação com os módulos de eletrônica.

Os registros em vídeo foram feitos durante a oficina e também pela Secretaria de Comunicação da Prefeitura. Diante disso, o material coletado tem características diferentes, um com o propósito de documentação da oficina e outras direcionadas por para um canal institucional. Tais entrevistas foram sistematizadas seguindo as sugestões de autores como Boutin et al. (1992, p. 162), em que, um método de investigação em uma entrevista pode ser classificado em dois grandes grupos:

- A entrevista do tipo orientada para a resposta;
- A entrevista do tipo orientada para a informação.

Na análise dos vídeos coletados durante a oficina foi possível notar os dois tipos de entrevistas, que serão relatados a seguir:

Entrevista do tipo orientada para a resposta, o vídeo Institucional da Prefeitura de Guarulhos ¹⁵.

Nesse vídeo, duas participantes da oficina foram entrevistadas por uma equipe da prefeitura de Guarulhos. Embora não se tenha conhecimento sobre o conteúdo da pergunta do entrevistador, responderam de forma similar, ou seja, expressaram opiniões semelhantes sobre a importância da “reciclagem de materiais e da ecologia”. Isso pode nos indicar que, as participantes foram direcionadas a responderem para uma equipe da Prefeitura de acordo com o protocolo de um evento patrocinado institucionalmente pela Secretaria do Meio Ambiente.

Podemos notar que esse é uma entrevista do tipo orientada para a resposta, que, de acordo com Boutin et al. (1992, p. 162), o entrevistador tem o controle da situação, não abrindo possibilidades de expressão dos participantes.

FIGURA 15 – SITUAÇÃO DE ENTREVISTA ORIENTADA PARA RESPOSTA

FONTE: Autor.

Essa informação foi importante para os futuros trabalhos, na medida em que, ao se colherem dados por meio de uma entrevista, verificam-se interferências do entrevistador no entrevistado, que devem ser consideradas. Já na atividade de apresentar os projetos aos tutores de Costa Rica por videoconferência, (captada por vídeo pelo autor) verificou-se uma postura mais descontraída dos participantes da oficina. Com a lixeira/brinquedo em mãos, os participantes explicaram seus raciocínios sobre a escolha das suas cores, significados, esquemas de montagem e também se divertiram em vê-los projetados na parede pelos projetores de multimídia.

Nessa entrevista podemos classificar, de acordo com Boutin et al. (1992, p.

¹⁵ Vídeo sobre o projeto publicado pela prefeitura de Guarulhos: <<http://tinyurl.com/l5r2t4c>>, acessado em nov/2013.

163), como uma entrevista do tipo orientada para a informação.

A.1.3.2 Fab Cidadania socioambiental (2012)

Título

Fab Cidadania socioambiental – Oficina de projetos socioambientais para crianças de escolas públicas através da fabricação digital e eletrônica.

Objetivos do trabalho programado

Objetivos principais

- Investigar uma ação educacional com parceria com uma escola municipal pública e com alunos cursando o quinto ano do fundamental I;
- Verificar os resultados de um modelo de oficina no contra turno escolar.

Objetivos secundários

- Promoção de uma atividade com a temática de projeto
(Análise/síntese/solução de problemas);
- Utilização de uma impressora de três dimensões (RepRap) ¹⁶ como suporte de aprendizagem;
- Utilização de princípios de eletrônica (servos e Arduino) ¹⁷ aplicados em projetos;
- Atividades em grupo de aprendizagem utilizando como suporte a videoconferência.

Colaboradores principais envolvidos

Secretaria de Educação da Prefeitura de Guarulhos, Secretaria do Meio Ambiente da Prefeitura de Guarulhos, DIGIFAB (Grupo de Pesquisa Tecnologias digitais de fabricação aplicadas à produção do Design e Arquitetura Contemporâneos)/Fab Lab SP, Laboratório de Fabricação Digital de Costa Rica (FAB LAB Costa Rica, por videoconferência).

Colaboradores secundários (apoidores)

EXTRA Supermercados (doação de alimentos para a oficina), Lopes Supermercados (doação de alimentos para a oficina), *Tecnoflexo Routers* (suporte para a fabricação digital).

¹⁶ RepRap é uma impressora de três dimensões. Mais informações em < <http://reprap.org/wiki/RepRap>> acessado em nov/2013.

¹⁷ Servo motor é um simples de baixo custo e de alta qualidade. Mais informações em < <http://www.labdegaragem.org/loja/36-motores-afins/servo-motor-pequeno.html> >. *Arduino* é uma placa microcontroladora de baixo custo. Mais informações <<http://arduino.cc/>> Acessados em nov/ 2013.

Local e data

Local: Escola Municipal Chico Mendes: End. Rua Dom Silvério. Guarulhos.

CEU Paraíso Alvorada: End. R. Iati, 55 Jardim Oliveira. Guarulhos.

Participantes

Os alunos foram previamente selecionados da Escola Municipal Chico Mendes pelos professores e pelos coordenadores da oficina.

O cronograma de atividades

Atividades prévias à oficina:

- Fabricação de um quebra-cabeça de madeira para distribuição aos alunos;
- Atividade com os professores para a apresentação da oficina e escolha dos projetos/grupos de alunos;
- Reunião com os tutores da oficina para acompanhamento dos grupos de alunos.

A oficina e as atividades após a oficina que foram:

- Apresentações dos projetos dos alunos na escola Chico Mendes;
- Apresentação dos projetos na 2ª Semana da Ciência e Tecnologia, Inovação e Desenvolvimento de Guarulhos ¹⁸.

Descrição geral das atividades

Atividades prévias à oficina

- Fabricação do quebra-cabeça para os alunos

Com o objetivo de introduzir a fabricação digital na primeira atividade, foi fabricado um quebra-cabeça inspirado em um brinquedo educativo de madeira projetado pelo designer italiano Enzo Mari (1932).

¹⁸ Semana da Ciência e Tecnologia, Inovação e Desenvolvimento de Guarulhos de Ciências, disponível em <<http://semcitec.ifspguarulhos.edu.br/>>. Acessado em jan/2015.

FIGURA 16 – BRINQUEDO EDUCATIVO DE ENZO MARI ANIMALI PUZZLE (1957)

FONTE: Stardust

NOTA: Disponível em < <http://www.stardust.com/enzomarianimli.html>>. Acessado em nov/2013.

A madeira para a fabricação do quebra-cabeça foi cedido Serraria ecológica da Prefeitura de Guarulhos. Todo o processo de fabricação do brinquedo foi documentado e exposto no primeiro dia de atividade.

FIGURA 17 – FABRICAÇÃO DOS KITS NA EMPRESA PARCEIRA TECNOFLEXO ROUTERS

FONTE: Autor.

A intenção do brinquedo foi a de introduzir os participantes sobre as potencialidades em se fabricar um objeto utilizando a fabricação digital.

FIGURA 18 – QUEBRA CABEÇA FINALIZADO

FONTE: Autor.

Também foi construída uma pequena maleta de papelão, utilizando a máquina de corte a laser do Fab Lab SP ¹⁹. As maletas foram utilizadas para a entrega dos certificados aos participantes no final da oficina. O processo utilizado na construção da maleta foi explicado aos alunos como parte do aprendizado.

FIGURA 19 – PROJETO E FABRICAÇÃO DAS MALETAS DE PAPELÃO PARA ENTREGA FINAL DOS CERTIFICADOS DE PARTICIPAÇÃO

FONTE: Autor.

¹⁹ O Fab Lab SP se localiza na FAUUSP, site do laboratório: <www.fablabsp.org> Acessado em nov/2013.

FIGURA 20 – PROJETO E FABRICAÇÃO DAS MALETAS DE PAPELÃO PARA ENTREGA FINAL DOS CERTIFICADOS DE PARTICIPAÇÃO

FONTE: Autor.

- *A atividade com os professores para a apresentação da oficina*

Agenda da atividade:

Data : 08 de agosto de 2012.

Local : Escola Municipal Chico Mendes.

Carga horária: aproximadamente sessenta minutos em um dia de atividade.

Para a escolha dos participantes da oficina, foi organizada uma reunião com os professores para a explicação dos objetivos do projeto.

A atividade com os professores se iniciou com uma breve apresentação de exemplos de ações e de oficinas na área.

Primeiramente, foi apresentado o projeto Fab Lab Kids realizado pela Prefeitura em 2011, seguido por ações semelhantes como o Fab Lab Kids de Barcelona ²⁰ e os “Acampamentos de construção e aprendizagem de Costa Rica” ²¹. Também foram mencionados de projetos exemplares que utilizaram temáticas de tecnologia e ciência como o projeto “Cidade que a gente quer” ²², e a escola de educação científica da Associação Alberto Santos Dumont de Natal ²³.

A intenção dessa introdução foi a de instigar os professores a incentivar os

²⁰ Mais informações sobre o Fab Lab Kids Barcelona < <http://fablabkids.org/> > acessado em nov/2013.

²¹ Mais informações sobre os trabalhos do Fab Lab Costa Rica:

<<http://cba.mit.edu/events/05.01.fab/milton.ppt>> acessado em nov/2013.

²² O projeto “A cidade que a gente quer” foi realizado em parceria com a Secretaria Municipal de Educação de São Paulo e laboratório MediaLab do MIT e ocorreu entre 2001 a 2004 mais informações: <<http://www.blikstein.com/smesp/>> acessado em nov/2013.

²³ O projeto da Associação Santos Dumont de apoio à pesquisa se localiza em Natal-RN. Mais informações sobre o projeto: <http://www.natalneuro.org.br/associacao/index.asp> Acessado em nov/2013.

alunos no desenvolvimento projetos utilizando tecnologias disponíveis. Após essa apresentação, foi proposto o desafio, pelos professores em aula, aos estudantes do quinto fundamental (6 a 10 anos) para que esses investigassem soluções socioambientais para melhorar a vida na cidade.

O convite aos alunos foi de livre adesão e os escolhidos acompanhariam as atividades da oficina e fariam uma apresentação dos resultados na 1ª Semana Municipal de Ciência, Tecnologia, Inovação e Desenvolvimento de Guarulhos²⁴.

O termo para um projeto “socioambiental” foi sugerido pelos apoiadores da Secretaria do Meio Ambiente e se refere a uma dimensão social e ambiental conjuntamente. A apresentação dos trabalhos, pelos alunos, seria por meio de técnicas livres sendo o único requisito a elaboração de uma problemática e uma indicação de sua solução. O prazo estipulado foi de duas semanas para a exposição final e escolha dos trabalhos.

- Reunião de seleção dos trabalhos com os professores

Data: 20 de agosto de 2012

Local: Escola Municipal Chico Mendes

Carga horária: aproximadamente 60 min em um dia de uma hora de duração.

FIGURA 21 – REUNIÃO NA HORA ATIVIDADE COM OS PROFESSORES PARA A ESCOLHA DOS PROJETOS E DOS GRUPOS

FONTE: Autor.

Na reunião de escolha dos projetos observou-se algumas reações diversas

²⁴ 1º Semana de ciências, tecnologia e desenvolvimento de Guarulhos, mais informações em <<http://semcitech.ifspguarulhos.edu.br>> acessado em nov/ 2013.

dos professores. Alguns atuaram ativamente com os alunos e trouxeram diversas propostas, outros encararam como uma atividade escolar comum - trazendo maquetes dos alunos de edifícios da cidade ou de robôs em latas de refrigerante - e também houve uma docente que prejudicou as propostas dos alunos não trazendo nenhuma proposta, justificando que todas as propostas não eram “executáveis”.

FIGURA 22 – EXEMPLOS DE TRABALHOS DE ALUNOS NA REUNIÃO DE ESCOLHA DOS PROJETOS

FONTE: Autor.

Para organizar a atividade final de seleção dos alunos, cada professor enunciou as propostas que foram catalogadas na lousa. A partir desse quadro geral das propostas, foi possível agrupar temas semelhantes. Após isso, foram selecionadas cinco propostas em conjunto com os professores, tendo-se em conta três critérios preestabelecidos: criatividade, exequibilidade, e conter a temática da sustentabilidade. A seguir todas as propostas elencadas pelos professores:

TABELA 2 – QUADRO DE PROPOSTAS DOS ALUNOS DA ESCOLA

PROFESSOR	ALUNOS	TEMA PROPOSTO PELO ALUNO
Iracema	Jailson	Lixeira mecânica
	Nicolas	Sistema de irrigação por placa solar
Amanda	Giovanna	Bateria para carros solares
	Gabriel	Filtros para chaminés
Simara	Luiz	Material reciclado para fazer asfalto
	Maria	Tratamento de água – motor
Rafael	Juliana	Lixeira mecânica
	Eriadny	Maquina de reciclagem
	Alef	Avião sustentável
	Caic	Ônibus com energia solar
Rosângela	Vitória	Lavadora de plantas com energia solar
	Pedro	Máquina de pequeno porte para despoluição
	Gean	Carro elétrico
	Felipe	Planta sempre úmida

Silvana	Felipe	Robô reciclador
Juliana	Larissa	Máquina de reciclar brinquedo
	Thiago	Máquina de reciclar brinquedo
Marcos	Marcos	Provada que fecha a tampa após a descarga
	Evelin	Chuveiro com sensor
	Gabriel	Chuveiro com sensor
	Gabriel Silva	Escova que dispersa pasta
Sara	Quésia	Robô reciclador
	Beatriz	Triturador de compostos
	Beatriz Gonçalves	Bengalas com sensor
Meire	Igor	Bolha acústica para casas
	Kathelen	Boneca que separa lixo
	Julia	Máquina geradora de energia por fumaça
Zuleica	Tali	Rádio energizado pelo vento
	Jaqueline	Privada com descarga por sensor
	Lujan	Robô que limpa o parque a energia solar
	Thiery	Pilhas recarregáveis por energia solar
	Renan	Computador a energia solar

FONTE: Autor.

Após o agrupamento das propostas semelhantes, e algumas adequações o quadro final de participantes se estabeleceu como apresentado a seguir:

Projeto 01 : Suga Suga Fumaça

Autores: Gabriel Artur Ferreira e Julia Rebeca Nunes de Souza

Descrição: Máquina que suga fumaça poluída e a filtra.

Projeto 02: Transformáquina

Autores: Luis F. Rodrigues Ribeiro e Eriadny Aparecido C. Silva

Descrição: Máquina que recicla brinquedos usados.

Projeto 03: Chuva regadora

Autores: Felipe Maciel dos Santos e Endreus Aparecido C. Silva

Descrição: Sistema de captação de água de chuva para jardins.

Projeto 04: Água Limpa

Autores: Carolina Leite Gonçalves e

Walter Marcondes Gomes

Descrição: Sistema de despoluição de rios.

Projeto 05: Chuveiro com sensor

Autor: Gabriel

Descrição: Chuveiro para economia de água.

Projeto 06: Recicla Natura

Autora: Beatriz A. Figueredo.

Descrição: Sistema de compostagem de lixo.

- Reunião com os tutores da oficina

Datas: 30 de julho e 13 de agosto de 2012.

Local: CEA Centro de educação ambiental Chico Mendes.

Carga horária: aproximadamente 120 min em dois dias de uma hora de duração. Para a organização das atividades na oficina foram realizadas reuniões com os interessados em atuarem como tutores no acompanhamento direto dos alunos nas atividades. Os convidados não pertenciam à rede municipal de educação, mas sim, à Secretaria do Meio Ambiente. Os professores foram convidados a participar como tutores, porém não houve interessados.

A atribuição dos tutores, durante a oficina, foi a de dar suporte aos alunos sem interferir diretamente individuais nos processos de trabalho.

Descrição das atividades desenvolvidas na oficina

- Primeiro dia de atividade (08 de setembro de 2012):

Os alunos foram organizados em duplas e unidos por propostas semelhantes. Após isso, a primeira atividade foi o de nomear o projeto e em seguida desenvolvê-lo através do ferramental gráfico manual disponível (lápiz de cor e giz).

FIGURA 23 – PARTICIPANTES DESENVOLVENDO AS PROPOSTAS COM MATERIAL ESCOLAR DISPONÍVEL LÁPIS E PAPEL COM O AUXÍLIO DO PROFESSOR DE DESIGN TOMAS G. SNIKER

FONTE: Autor.

Cada grupo foi orientado a organizar e expressar suas ideias, pelo suporte do desenho a mão livre (análise/síntese/solução).

FIGURA 24 – PARTICIPANTES DESENVOLVENDO AS PROPOSTAS COM LÁPIS E PAPEL

FONTE: Autor.

Os tutores foram orientados para cooperarem no processo de expressão dos participantes ajudando-os a se organizarem, sem interferir nos projetos individuais.

FIGURA 25 – EXEMPLOS DE EXPRESSÃO ANÁLISE/SÍNTESE DE UM PROBLEMA E SUA SOLUÇÃO COM SUPORTE DE DESENHO GRÁFICO

FONTE: Autor.

Aqui se faz uma digressão na investigação sobre prováveis indicadores

importantes: os exemplos de expressão análise/síntese de um problema e de sua solução com o desenho gráfico manual.

Tendo em vista os desenhos elaborados pelos participantes pode-se supor que, há fortes indícios de que o suporte de desenho manual como ferramental de análise/síntese de uma problemática, é de fácil assimilação pelas crianças.

Essa constatação nos trabalhos empíricos aponta para a disciplina de projeto em sentido amplo, ou seja, poderia auxiliar no desenvolvimento de habilidades de análise/síntese e solução de problemas, utilizando o suporte de desenho manual e, portanto, a expressividade individual, enquanto linguagem.

FIGURA 26 – EXEMPLOS DE EXPRESSÃO ANÁLISE/SÍNTESE DE UM PROBLEMA E SUA SOLUÇÃO COM SUPORTE DE DESENHO GRÁFICO

FONTE: Autor.

Esse tema foi aprofundado nas fundamentações teóricas dessa dissertação.

Após a análise/síntese/solução das propostas desenvolvidas pelo suporte de desenho a mão, os participantes apresentaram os trabalhos para os tutores de Costa Rica via videoconferência ²⁵.

Os tutores do Fab Lab Costa Rica comentaram sobre o diário de bordo e a importância da documentação das ideias, de um processo bem documentado e com o mínimo de coerência.

Para atingir esse objetivo os tutores de Costa Rica fizeram comentários e acompanharam os grupos durante toda a oficina. Esse acompanhamento tinha a intenção de desenvolver a coerência das propostas pelos grupos provocados pelo diálogo.

²⁵ A tradução simultânea para o espanhol foi feita pela professora Edna Andrade Santos, do Centro Cultural Valentine's apoiadora da oficina, mais informações < <http://www.valentines.com.br/> > acessado em nov/2013.

FIGURA 27 – OS TUTORES DE COSTA RICA VIA VÍDEO CONFERÊNCIA E OS PARTICIPANTES SE APRESENTANDO PARA OS TUTORES DO FAB LAB COSTA RICA

FONTE: Autor.

Ao final da atividade desse dia, foi distribuído aos participantes um exemplo de objeto fabricado em uma máquina de controle numérico na forma de um quebra-cabeça. Todo processo de construção do brinquedo, desde a escolha dos materiais e do processo de sua fabricação, utilizando uma fresadora de controle numérico, foi explicado em aula.

FIGURA 28 – ENTREGA DO QUEBRA CABEÇA DE MADEIRA DA SERRARIA ECOLÓGICA

FONTE: Autor.

Em resumo, os objetivos do primeiro dia de atividade foram:

- Objetivos gerais da atividade do dia:

Apresentações gerais, formação dos grupos, introdução do conceito de rede colaborativa de conhecimento, princípios de fabricação digital e reuso de materiais.

- Objetivos específicos

Desenvolvimento da prática do desenho como ferramenta de análise/síntese de uma problemática e de sua solução.

Verificação do uso de tecnologias de comunicação por via conferência com o objetivo de aprendizagem à distância.

- **Segundo dia de atividade (15 de setembro de 2012)**

A partir dos desenhos a mão feito pelos alunos, esses foram escaneados e redesenhados utilizando o software CAD *Rhinoceros*²⁶ de modo a torná-las aptas para a fabricação na impressora *RepRap*²⁷.

Em seguida, com o auxílio de uma impressora de três dimensões foram fabricadas as partes das peças de cada proposta em plástico PLA de modo a serem distribuídas no início da atividade do dia.

FIGURA 29 – APRESENTAÇÃO DA IMPRESSORA DE TRÊS DIMENSÕES

FONTE: Autor.

A atividade do dia iniciou-se pela apresentação do funcionamento da

²⁶ *Rhinoceros* é um software proprietário de desenho por computador, mais informações: <<http://www.rhino3d.com/>> acessado em nov/ 2013.

²⁷ A impressora utilizada foi uma RepRap adquirida pela empresa brasileira Metamáquina, mais informações: <www.metamaquina.com.br> acessado em nov/ 2013.

impressora 3D aos participantes. Em seguida, foi entregue aos grupos partes incompletas dos modelos das propostas. O objetivo foi de oferecer um suporte físico incompleto para os grupos continuarem a explorar suas propostas.

FIGURA 30 – ENTREGA DE PARTES DAS PROPOSTAS FABRICADAS EM PLÁSTICO POR UMA IMPRESSORA 3D – PROJETO CHUVEIRO COM SENSOR

FONTE: Autor.

FIGURA 31 – ENTREGA DE PARTES DAS PROPOSTAS FABRICADAS EM PLÁSTICO POR UMA IMPRESSORA 3D.

FONTE: Autor.

FIGURA 32 – TRABALHO COM AS PARTES DAS PROPOSTAS FABRICADAS EM PLÁSTICO POR UMA IMPRESSORA 3D – PROJETO CHUVEIRO COM SENSOR.

FONTE: Autor.

FIGURA 33 – TRABALHO COM AS PARTES DAS PROPOSTAS FABRICADAS EM PLÁSTICO POR UMA IMPRESSORA 3D – PROJETO CHUVEIRO COM SENSOR.

FONTE: Autor.

Tendo em mãos partes incompletas das propostas, cada grupo com a ajuda dos tutores, continuaram suas investigações finalizando um modelo final com o auxílio de materiais escolares de papel, lápis, eva e cola.

FIGURA 34 – GRUPOS TRABALHANDO COM O SUPORTE – MODELO – DA IMPRESSORA 3D

FONTE: Autor.

O objetivo da atividade foi a interação entre os participantes e os modelo físico e os possíveis ganhos no processo de análise/síntese/solução de um problema.

FIGURA 35 – GRUPOS TRABALHANDO MODELO FÍSICO REFERINDO AO SUPORTE NO PROCESSO DE TRABALHO (ANÁLISE/SÍNTESE/SOLUÇÃO)

FONTE: Autor.

Após criarem seus modelos com materiais escolares foram introduzidos conceitos básicos de movimentação de servos motores com o auxílio de uma placa microcontroladora (*Arduino*). O objetivo foi a demonstração de mais uma ferramenta que poderia ser incorporada aos modelos finais.

FIGURA 36 – DEMONSTRAÇÕES DE SERVO MOTORES COM ARDUINO

FONTE: Autor.

Ao final da atividade, os participantes apresentaram seus modelos, propostas e seus progressos aos tutores do Fab Lab Costa Rica por videoconferência.

FIGURA 37 – APRESENTAÇÃO PARA OS TUTORES DE COSTA RICA DAS MAQUETES A PARTIR DAS PEÇAS FABRICADAS

FONTE: Autor.

Essas apresentações tinham o objetivo de promover a coerência dos processos de trabalho das propostas de cada grupos.

Em resumo, os objetivos do primeiro dia de atividade foram:

- Objetivos gerais da atividade do dia

Introdução a uma impressora de três dimensões, demonstração de desenho e fabricação CAD/CAM, introdução ao movimento de um servo motor com uma placa microcontroladora.

- Objetivos específicos da atividade

Finalização do modelo de cada grupo com o uso de materiais escolares.

- Terceiro dia de atividade (22 de setembro)

Antes da atividade, as propostas foram novamente redesenhadas tendo como base os modelos físicos elaborados com materiais escolares. Também se fabricou um modelo em miniatura de cada proposta, para um exercício de escala de objeto.

No início do terceiro dia, com o auxílio de um brinquedo, foi explicado aos participantes o conceito básico de escala. Após isso, foi entregue aos grupos modelos em miniaturas representando a proposta como um todo.

*FIGURA 38 – EDUCADOR AMBIENTAL ROBERTO MARCONDES APRESENTANDO.
NOÇÕES DE ESCALA COM MODELO DE PROJETO*

FONTE: Autor.

Com o modelo em miniatura da proposta em mãos foi pedido aos participantes desenharem, no caderno de atividades, como seria o tamanho de uma pessoa ao lado da proposta. Sobre essa atividade se esperou dos participantes a compreensão na prática do conceito de escala.

FIGURA 39 – NOÇÕES DE ESCALA COM MODELO DE PROJETO

FONTE: Autor.

FIGURA 40 – EXPLORAÇÕES DO ALUNO DAS VISTAS DO OBJETO

FONTE: Autor.

Após a atividade de escala de objeto, foi proposto um exercício em conjunto com a rede de cooperação *Fab Lab*, chamada *Fab Teletransportation*²⁸. Com o uso do *plugin Grasshopper (Rhinceros)*²⁹, o pesquisador e os participantes modificaram os parâmetros de um copo enviado por arquivo pelo *Fab Lab Servilla*³⁰. Em conjunto com o pesquisador, as crianças escolheram os parâmetros do copo (altura, largura e profundidade) e logo em seguida o código foi enviado para a impressora de três dimensões. Durante esse processo todos os passos foram explicados em linhas gerais às crianças, desde o projeto em rede internacional de cooperação, o

²⁸ Sobre o projeto criado pelo *Fab Lab* de Servilha "Fabteletransportation": < <http://htca.us.es/blogs/fabteletransportation/>> acessado em nov/2013.

²⁹ Grasshopper é um *plug-in* de desenho paramétrico do software proprietário Rhinceros, mais informações: < <http://www.grasshopper3d.com/>> acessado em nov/2013.

³⁰ Para mais detalhes, ver: <http://htca.us.es/blogs/fabteletransportation/>.

desenho paramétrico *Grasshopper*(*Rhinoceros*), assim como a geração do *Gcode*³¹ para a impressora de três dimensões.

FIGURA 41 – PARTICIPAÇÃO DA ATIVIDADE NO PROJETO EM REDE DE FAB LABS: “FAB TELETRANSPORTATION”

FONTE: Autor.

A seguir dessa atividade, foi proposto aos participantes desenharem a mão livre a apresentação da proposta final em uma folha de sulfite tamanho A2.

FIGURA 42 – APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA FINAL EM UMA PRANCHA A2. ALUNO DESENHANDO AS VISTAS DO OBJETO.

FONTE: Autor.

³¹ Para a geração do Gcode foi utilizado o pacote de softwares livre *Printun*, mais informações:< <http://reprap.org/wiki/Printrun>> acessado em nov/2013.

FIGURA 43 – APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA FINAL EM UMA PRANCHA A2.

FONTE: Autor.

Em resumo, os objetivos do primeiro dia de atividade foram:

- Objetivos gerais do dia

Finalizar a apresentação final da proposta.

- Objetivos específicos

Aprendizagem por rede de conhecimento, introdução de conceito de parâmetros de objetos no desenho CAD/CAM;

Ênfase no estudo das disciplinas da escola para compreensão e uso da tecnologia;

Análise/síntese/solução do projeto pelo desenho a mão livre;

Trabalho com escala de objeto.

A seguir os documentos finais das propostas de cada grupo:

Projeto 01 : Suga Suga Fumaça

Autores: Gabriel Artur Ferreira e Julia Rebeca Nunes de Souza

Descrição: Máquina que suga fumaça poluída e a filtra.

FIGURA 44 – DESENHO COM OS MODELOS IMPRESSOS .

FONTE: Autor

FIGURA 45 – PRANCHA DE APRESENTAÇÃO EM A2.

FONTE: Autor

Projeto 02: Transformáquina

Autores: Luis F. Rodrigues Ribeiro e Eriadny Aparecido C. Silva

Descrição: Máquina que recicla brinquedos usados.

FIGURA 46 – PRANCHA DE APRESENTAÇÃO EM A2 COM VISTAS DO OBJETO E CORTE DESENHADOS A MÃO PELO ALUNO

FONTE: Autor

FIGURA 47 – MODELO PROPOSTO PELOS ALUNOS E MODELO FINALIZADO IMPRESSO

FONTE: Autor

Projeto 03: Chuva regadora

Autores: Felipe Maciel dos Santos e Endreus Aparecido C. Silva

Descrição: Sistema de captação de água de chuva para jardins.

FIGURA 48 – PRANCHA DE APRESENTAÇÃO EM A2

FONTE: Autor

FIGURA 49 – MODELO PROPOSTO PELOS ALUNOS E MODELO FINALIZADO IMPRESSO

FONTE: Autor

Projeto 04: Água Limpa

Autores: Carolina Leite Gonçalves e

Walter Marcondes Gomes

Descrição: Sistema de despoluição de rios.

FIGURA 50 – PRANCHA DE APRESENTAÇÃO EM A2

FONTE: Autor

FIGURA 51 – MODELO DO ALUNO IMPRESSO

FONTE: Autor

Projeto 05: Recicla Natura

Autora: Beatriz A. Figueredo

Descrição: Sistema de compostagem de lixo.

FIGURA 52 – PRANCHA DE APRESENTAÇÃO EM A2

FONTE: Autor

FIGURA 53 – MODELO PROPOSTO PELOS ALUNOS E MODELO FINALIZADO IMPRESSO

FONTE: Autor

Atividades após a oficina

- Quarto dia de atividade (09 de outubro). Apresentação final na escola Municipal Chico Mendes.

Os alunos foram convidados para apresentar os trabalhos finais com seus desenhos e modelos aos colegas de classe.

FIGURA 54 – APRESENTAÇÃO DOS PROJETOS NA ESCOLA CHICO MENDES

FONTE: Autor

FIGURA 55 – APRESENTAÇÃO DOS PROJETOS NA ESCOLA CHICO MENDES

FONTE: Autor

- Quinto dia de atividade (19 de outubro).

Na 1ª Semana Municipal de Ciência, Tecnologia, Inovação e Desenvolvimento" - SEMCITEC os participantes fizeram uma apresentação para outros alunos da rede municipal tendo os tutores de Costa Rica por videoconferência.

FIGURA 56 – APRESENTAÇÃO DOS PROJETOS NA SEMANA MUNICIPAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GUARULHOS

FONTE: Autor

Observou-se nessas apresentações uma postura de autonomia nos alunos perante seus projetos e suas descobertas. Verificou-se que a oficina proporcionou uma segurança aos alunos em seus processos de trabalhos, na medida em que, foram seguros diante de uma plateia e apresentaram todo o processo de aprendizado.

Tecnologias e materiais para a execução dos trabalhos

Para essa oficina foram utilizados dois notebooks conectados na internet, um projetor de multimídia, uma caixa de som, microfones, uma impressora 3D (*RepRap*), uma placa microcontroladora (*Arduino*) servos motores, LEDs, baterias e materiais escolares de desenho.

Apresentação dos resultados / Análise prévia do material

Os objetivos principais do trabalho programado foi verificar uma ação educativa em um ambiente público no contra turno escolar.

Diante desses objetivos principais, verificou-se uma receptividade positiva dos professores e diretores em relação a essa proposta, porém não houve interesse dos mesmos em acompanhar a oficina.

Em relação à oficina no contra turno escolar (aos sábados) a mesma foi bem-sucedida, na medida em que as propostas iniciais foram executadas ao final da oficina.

Diante dos objetivos secundários, verificou-se o fácil entendimento do instrumental de desenho a mão livre como análise/síntese/solução de um problema.

Também foi notado, a sua conjugação com modelos físicos auxiliando no desenvolvimento das propostas e no processo de aprendizado. Como se pode verificar no exemplo a seguir:

FIGURA 57 – PRANCHA DA “TRANSFORMÁQUINA” EM VISTAS ORTOGRÁFICAS (FRENTE, LATERAL, CIMA E ABAIXO) E CORTE DO OBJETO

FONTE: Autor

FIGURA 58– PRANCHA DA “TRANSFORMÁQUINA” EM VISTAS ORTOGRÁFICAS (FRENTE, LATERAL, CIMA E ABAIXO) E CORTE DO OBJETO

FONTE: Autor

O participante que desenvolveu a “Transformáquina” (Figura 63) desenhou as vistas ortográficas do objeto e corte do objeto, por si só, sem nenhuma instrução dada para desenvolver esse tipo de representação.

Presume-se que, em determinado momento da oficina quando foi apresentada a interface do software *Rhinoceros*, que contempla as quatro vistas ortográficas, o participante iniciou por conta própria a exploração pelo desenho a mão livre como visto na tela do computador. Também, foi constatado o uso do modelo miniatura em mãos fabricado pela impressora de três dimensões, como

auxílio no desenho das vistas pelo participante.

FIGURA 59– INTERFACE DO SOFTWARE RHINOCEROS – ROBERT MCNEEL & ASSOCIATES.

FONTE: Autor

Portanto, é provável que, o uso dessa impressora na atividade tenha gerado estímulos alguns participantes a utilizassem o desenho a mão livre de forma mais organizada e voltadas ao projeto ³². Essa constatação norteará os próximos trabalhos de campo em que apontará para o estímulo ao desenvolvimento da habilidade de desenho a mão por meio das tecnologias digitais de modelagem e fabricação.

Diante disso, presumimos que a investigação atingiu aspectos positivos no uso das ferramentas manuais e virtuais no estímulo no processo de análise/síntese/solução pelos participantes.

Em relação à utilização de servos e microcontroladores na oficina, alguns participantes aceitaram a sua utilização em suas propostas, como a proposta da ducha automática (mover a abertura e o fechamento da vazão de água) e a recicla natura (mover o sistema de moagem do lixo).

³² A interação entre desenho a mão livre, desenho por computador e modelos fabricados é um dado que se repetiu no terceiro trabalho programado a ser detalhado a seguir.

FIGURA 60– TRABALHOS UTILIZANDO O ARDUINO: DUCHA AUTOMÁTICA E RECICLA NATURA
FONTE: Autor

Já nas atividades em grupo com os tutores, constatou-se interferências diretas dos adultos no processo de trabalho de alguns grupos.

Analisando o material fotográfico da oficina, presumiu-se que, a posição espacial dos tutores entre os participantes influenciou por uma postura mais ativa ou mais passiva dos mesmos na proposta final dos participantes. Verificou-se, portanto que, quando o tutor esteve localizado entre os dois participantes houve uma postura mais ativa do mesmo no processo.

FIGURA 61 – POSIÇÃO ATIVA DOS TUTORES NO PROCESSO DE TRABALHO NOS GRUPOS
FONTE: Autor

FIGURA 62 – POSIÇÃO ATIVA DOS TUTORES NO PROCESSO DE TRABALHO NOS GRUPOS

FONTE: Autor

Já quando os tutores se localizaram ao lado dos participantes, houve uma postura mais passiva dos tutores privilegiando a ação dos participantes em desenvolverem seus processos de trabalhos de forma mais livre e autêntica.

FIGURA 63 – POSIÇÃO PASSIVA DOS TUTORES NO PROCESSO DE TRABALHO NOS GRUPOS

FONTE: Autor

FIGURA 64 – POSIÇÃO PASSIVA DOS TUTORES NO PROCESSO DE TRABALHO NOS GRUPOS
FONTE: Autor

Embora, comparativamente, os trabalhos daqueles com participação mais ativa e mais passiva dos tutores, se diferem na questão do acabamento dos modelos, não é possível afirmar se isso comprometeu o aprendizado e a independência dos participantes.

Em relação às atividades com videoconferência tendo a participação dos tutores de Costa Rica, essas causaram um grande interesse e novamente corroborando o modelo que é funcional para a troca de conhecimentos sendo a mesma, limitado para uma atividade prática em conjunto.

FIGURA 65 – AMBIENTE DE APRENDIZAGEM COM VÍDEO CONFERÊNCIA .

FONTE: Autor

Conclusões e possíveis rebatimentos para a pesquisa

O trabalho de campo levantou algumas questões e análise prévias que auxiliaram nos rebatimentos e na argumentação teórica da pesquisa.

O dado principal foi a associação entre algumas ferramentas de projeto, como as de desenho e fabricação de modelos com o desenvolvimento de possíveis habilidades de pensamento como a análise/síntese/solução de um problema assim como o estímulo ao desenvolvimento da linguagem de representação espacial do objeto.

Aponta-se, portanto, para elementos básicos da disciplina de projeto aplicados no desenvolvimento do público-alvo dessa pesquisa.

A.1.3.3 Fab Social – Tecnologias criativas nas práticas sociais (2013)

Título do trabalho de campo

Fab Social – Tecnologias criativas nas práticas sociais (2013)

Objetivos do trabalho de campo

- Verificação e utilização de softwares gratuitos de animação e lógica de programação (Scratch e Alice) ³³ na geração de indicadores para a pesquisa;

³³ Alice é um software de ensino de programação de computadores por animações em três dimensões. O software é gratuito e desenvolvido pela Carnegie Mellon University. Mais informações <<http://www.alice.org/index.php>> e <<http://www.alicebrasil.com.br/>>. Scratch é um software de ensino de programação de computação. O software é gratuito e desenvolvido pelo MediaLab. Mais informações <<http://scratch.mit.edu/>> acessado em nov/2013.

- Verificar a utilização do software de código aberto de modelagem *Sketchchair* ³⁴ como suporte de introdução no desenho auxiliado por computador associado à fabricação digital;
- Utilização de uma fresadora portátil CNC como suporte de iniciação à fabricação digital;
- Verificar o interesse sobre a continuidade da ação entre os parceiros públicos.

Colaboradores principais envolvidos

Departamento de Informática e Telecomunicações da Prefeitura de Guarulhos, Secretaria de Educação da Prefeitura de Guarulhos.

Colaboradores secundários (apoiadores):

O laboratório de fabricação digital Fab Lab SP.

Locais e datas

Os trabalhos de campo foram executados no formato de oficinas de livre acesso durante o primeiro semestre de 2013 em seis CEUs (Centros de educação unificada) de Guarulhos. Esses centros são coordenados pela Secretaria da Educação de Guarulhos.

Participantes

Os participantes foram os frequentadores dos CEUs (Centro de educação unificada) selecionados por uma inscrição no local e sem pré-requisitos.

Compareceram para cada atividade da programação, uma média de dez participantes.

Cronograma das atividades:

- CEU Centro de Educação Unificado Pimentas, realizado nos dias 25, 26 de fevereiro e 1 de março. Endereço: Estrada do caminho velho, n. 351. Bairro Pimentas. Guarulhos – SP
- CEU Centro de Educação Unificado Presidente Dutra realizado nos dias 11, 12 e 16 de março. Endereço: Rua Maria Paula Motta, S/N. Bairro Presidente Dutra. Guarulhos – SP
- CEU Centro de Educação Unificada Paraíso Alvorada realizado

³⁴ Sketchchair é um software de código aberto utilizado para a modelagem e fabricação de modelos de cadeiras, mais informações: < <http://www.sketchchair.cc/> > acessado em nov/2013.

nos dias 1, 2 e 6 de abril. Endereço: Rua Dom Silvério S/N. Vila Paraíso. Guarulhos - SP

- CEU Centro de Educação Unificada Bambi realizado nos dias 29, 30 e 3 de maio. Endereço: R. Benedicto Thieso, s/n. Parque Residencial Bambi -Guarulhos – SP
- CEU Centro de Educação Unificada Ottawa realizado nos dias 20,21 e 25 de maio. Endereço: Av. Morada Nova, 208 Jardim Ottawa – Guarulhos – SP.
- CEU Centro de Educação Unificada Parque São Miguel realizado nos dias 17,18 e 21 de junho. Endereço: Rua Joaquim Moreira, s/nº – Pq. São Miguel Guarulhos - SP
- CEU Centro de Educação Unificada Jardim Rosa de França realizado nos dias 26 a 30 de agosto. Endereço: Rua Sergipe, s/nº – Jd. Rosa de França Guarulhos – SP

FIGURA 66 – MAPA DA LOCALIZAÇÃO DOS CEUS EM GUARULHOS – 2014

FONTE: PMG

Descrição geral das atividades

As oficinas foram realizadas nos CEUs (Centro de Educação Unificada) utilizando-se da infraestrutura básica dos Telecidadanias³⁵, que são espaços coordenados pelo Departamento de tecnologia e telecomunicações de Prefeitura de Guarulhos e utilizados para cursos gratuitos de ensino básico de informática.

A estrutura das oficinas foi adaptada para cada local da atividade. Inicialmente, as mesmas foram de acesso limitado pela idade, no entanto, pela demanda de interesse, escolheu-se pelo livre acesso.

Descrição das atividades desenvolvidas

TABELA 3 – GRADE HORÁRIA DO TERCEIRO TRABALHO DE CAMPO (2011)

HORÁRIOS	SEGUNDAS E TERÇAS FEIRAS	SÁBADOS
9:30h-12:00h	Atividade de animação e linguagem básica programação de computadores (Softwares: <i>Scratch</i> e <i>Alice</i>)	Acesso livre, escaneamento 3D com o Kinect e fabricação digital com uma impressão de três dimensões e uma fresadora portátil.
14:00h-16:00h	Desenho CAD e fabricação por computador (Softwares <i>Sketchchair</i> e uso de uma minifresadora CNC)	

FONTE: Autor.

FIGURA 67 – CARTAZ DE DIVULGAÇÃO DAS OFICINAS NOS CEUS

³⁵ Telecidadanias são centros de inclusão digital de livre acesso organizados pelo Departamento de Informática e Telecomunicações, Prefeitura de Guarulhos, 2013.

FONTE: PMG

Tecnologias e materiais para a execução dos trabalhos

As tecnologias utilizadas

As atividades foram divididas em duas partes, a primeira sobre animação e princípios de lógica de programação e a segunda sobre a fabricação digital. Nas atividades de animação e lógica de programação por computador, foram selecionadas dois softwares gratuitos: o *Scratch* e o *Alice*.

FIGURA 68 – Telas de trabalho dos participantes: Scratch – MIT Lab

FONTE: Autor.

FIGURA 69 – Telas de trabalho dos participantes: Alice - Carnegie Mellon University.

FONTE: Autor.

Conforme dito anteriormente, o objetivo de se usar esses softwares foi o de coletar algum dado relevante para a pesquisa.

FIGURA 70 – AMBIENTES VIRTUAIS CONSTRUÍDOS PELOS PARTICIPANTES DAS OFICINAS RESPECTIVAMENTE COM O SCRATCH E O ALICE

FONTE: Autor.

Um possível dado relevante foi a verificação sobre a habilidade dos participantes em associarem a lógica de programação com a manipulação de ambientes de virtuais tanto de duas dimensões com o *Scratch*, como o de três dimensões com o *Alice*. Verifica-se que softwares contemporâneos de engenharia e de arquitetura utilizam, por exemplo o conceito de estrutura em árvore que é utilizada no software *Alice*. (ANGELO, et. al., 2013)

Já para as atividades de fabricação digital, foi escolhido o software de código aberto e gratuito, *Sketchchair*³⁶ que além de simular a estabilidade e ergonomia do modelo, o mesmo prepara o arquivo para a fabricação digital e permite uma relação com o traço manual.

³⁶ Os modelos de cadeiras foram fabricados com aproximadamente 200mmx100mcmx50mcm (alturaXlarguraXprofundidade). Fonte: Autor.

FIGURA 71 – TELA DE TRABALHO DO SKETCHCHAIR E UM TRABALHO DE ALUNO FABRICADO COM O AUXÍLIO DA MINI FRESADORA CNC NO MATERIAL MDF

FONTE: Autor.

O indicador principal para a pesquisa dessa atividade foi analisar a desenvoltura da linguagem de desenho dos participantes com o uso do computador.

Dos materiais e máquinas utilizados

Para as duas atividades de animação e de fabricação digital, foram utilizados seis computadores desktop com a distribuição gratuita sistema operacional Guarux³⁷, dois notebooks, uma mini fresadora CNC, placas de MDF de 3mm, uma impressora de três dimensões (Rep Rap), um projetor de multimídia e um *Kinect* (para uma atividade demonstrativa de escaneamento digital).

As oficinas foram itinerantes, portanto as máquinas foram transportadas para cada local que ocorreriam as oficinas.

FIGURA 72 – EQUIPAMENTO UTILIZADO NAS OFICINAS TRANSPORTADAS POR UM VEÍCULO DA MARCA KOMBI

FONTE: Autor.

³⁷Guarux é uma distribuição gratuita de sistema operacional da Prefeitura de Guarulhos, mais informações < <http://guarux.guarulhos.sp.gov.br/> > acessado em nov/ 2013.

FIGURA 73 – EQUIPAMENTO UTILIZADO NAS OFICINAS TRANSPORTADAS POR UM VEÍCULO DA MARCA KOMBI

FONTE: Autor.

Apresentação dos resultados

Os resultados serão relatados para cada atividade tendo em vista determinados aspectos relevantes para a pesquisa.

- Atividade no CEU Centro de Educação Unificado Pimentas, realizado nos dias 25, 26 de fevereiro e 1 de março de 2013.

Nessa primeira atividade realizada foi possível verificar um impacto positivo da proposta das oficinas nos primeiros participantes.

FIGURA 74 – ATIVIDADE COM O SKETCHCHAIR E FABRICAÇÃO DIGITAL

FONTE: Autor.

Constatou-se que a turma da tarde sempre obteve um número maior de participantes que a turma da manhã presumindo-se que poderia ser por um conflito com o horário escolar.

Pela primeira vez nos centros de educação unificada de Guarulhos foi promovida uma atividade com programação e animação utilizando o *Scratch*. A receptividade foi positiva e ao longo das oficinas vários participantes se destacaram tanto pelas suas animações, como na cooperação em sala, ajudando outros participantes com dúvidas.

FIGURA 75 – OFICINA DE SCRATCH E UM DOS ALUNOS AUXILIANDO NAS DÚVIDAS DOS COLEGAS

FONTE: Autor.

Essas atitudes espontâneas foram estimuladas nas atividades seguintes com bastante sucesso.

As atividades com a impressora de três dimensões foram de caráter de

demonstração do equipamento e de apresentar as possibilidades da fabricação digital.

- CEU Centro de Educação Unificado Presidente Dutra realizado nos dias 11, 12 e 16 de março.

Essa oficina contou com maior número de participantes. Tendo em vista o interesse dos participantes em movimentar a máquina pelo computador, foi testada a possibilidade de interação direta entre as máquinas e os participantes. Durante essa operação aproveitou-se para enfatizar as disciplinas escolares, como a matemática, para se entender o movimento espacial dos motores.

FIGURA 76 – PARTICIPANTES OPERANDO A MINIFRESADORA PELO COMPUTADOR

FONTE: Autor.

Um dado interessante foi o fascínio de alguns participantes sobre o a leitura das coordenadas do software LinuxCAM ³⁸ ao movimentar a fresadora. (ver figura

³⁸ LinuxCNC é um software gratuito de controle de máquinas por computador (CAM), mais informações < <http://www.linuxcnc.org/>> acessado em nov/2013.

66)

FIGURA 77 – INTERESSE PELO LINUXCNC SOFTWARE LIVRE DE CAM (MANUFATURA AUXILIADA POR COMPUTADOR)

FONTE: Autor.

Durante a oficina de fabricação digital foi utilizado o software *Sketchchair*. Não houve dificuldades dos participantes em manipular sua interface e projetarem seus modelos de cadeiras a partir de formas livres e orgânicas.

No entanto, todo o processo de fechamento de arquivo foi operacionalizado pelo pesquisador em todas as oficinas. Essa atividade no próximo trabalho de campo será desenvolvido pelos próprios alunos. Após a atividade os alunos levaram os seus modelos para casa.

FIGURA 78 – PARTICIPANTES NA MONTAGEM DE SEUS MODELOS DE CADEIRAS

FONTE: Autor.

FIGURA 79 – INTERESSE PELA MÁQUINA CONTROLADA PELO COMPUTADOR

FONTE: Autor.

Nessa oficina também houve uma atividade extra de escaneamento digital dos participantes por meio do *Kinect* e software de código aberto *Skaneect*³⁹.

FIGURA 80 – ATIVIDADE DE ESCANEAMENTO EM TRÊS DIMENSÕES

FONTE: Autor.

Essa atividade foi repetida em mais um CEU (Centro de Educação

³⁹ *Skaneect* é um software gratuito de escaneamento utilizando o Kinect, mais informações em <http://skaneect.mancti.com/> acessado em nov/2013

Unificada), porém, com o pouco interesse dos participantes a atividade foi cancelada.

- CEU Centro de Educação Unificada Paraíso Alvorada realizado nos dias 1, 2 e 6 de abril.

Nessa oficina houve a participação de egressos do segundo trabalho programado, e portanto, evidenciou-se uma cooperação maior entre os participantes nas atividades.

FIGURA 81 – TRABALHO EM GRUPO NA MONTAGEM DOS MODELOS DAS CADEIRAS EM MDF
FONTE: Autor.

As atividades com o *Scratch* ocorreram normalmente com alguns participantes desenvolvendo jogo interativos com perguntas e respostas.

FIGURA 82 – ATIVIDADES COM O SCRATCH
FONTE: Autor.

- CEU Centro de Educação Unificado Bambi realizado nos dias 29, 30 e 3 de maio.

O parque residencial Bambi é uma das áreas mais periféricas da cidade de Guarulhos. As atividades tiveram a participação de crianças e adolescentes e também de adultos.

FIGURA 83 – ATIVIDADES COM O SKETCHCHAIR E COM O SCRATCH COM A PRESENÇA DA MÃE DO PARTICIPANTE

FONTE: Autor.

Nessa atividade um dos participantes se destacou pela facilidade na manipulação de um software modelagem e na concepção de novas propostas inusitadas com o software *Sketchchair*. Presenciou-se uma grande alegria desse participante durante as suas criações.

FIGURA 84 – ATIVIDADES COM O SKETCHCHAIR A PROPOSTA DO ALUNO COM O MODELO EM MDF 3MM FABRICADO PELA MINIFRESADORA CNC

FONTE: Autor.

Nesse CEU, houve muito interesse dos participantes e dos não

participantes pela movimentação das máquinas por meio do computador.

FIGURA 85 – INTERESSE PELAS FERRAMENTAS DE DESENHO CAD E CONTROLE CAM

FONTE: Autor.

FIGURA 86 – INTERESSE PELAS FERRAMENTAS DE DESENHO CAD, CONTROLE CAM E COMPARTILHAMENTO DO CONHECIMENTO

FONTE: Autor.

Notou-se que em alguns locais as crianças e adolescentes foram mais participativos na realização da oficina, cooperando na montagem, limpeza da máquina, documentação e até na desmontagem da oficina.

FIGURA 87 – PARTICIPAÇÃO NA REALIZAÇÃO DA OFICINA E RESULTADOS FINAIS DOS MODELOS

FONTE: Autor.

- CEU Centro de Educação Unificado Ottawa realizado nos dias 20,21 e 25 de maio.

Essa oficina se destacou pela participação de senhoras adultas e o interesse em desenvolver produtos com o auxílio de máquinas.

FIGURA 88 – PARTICIPAÇÃO DE ADULTOS E A AJUDA NA REALIZAÇÃO DA OFICINA PELOS PARTICIPANTES

FONTE: Autor.

Essa interação entre várias faixas etárias foi um dado importante na medida em que o compartilhamento de conhecimentos e ajuda ocorreu de forma bem natural. Outros destaques de participantes na exploração do desenho pelo

computador de alguns participantes.

FIGURA 89 – ATIVIDADES COM O SKETCHCHAIR O DESENHO POR COMPUTADOR FEITO PELO ALUNO COM O MODELO EM MDF FABRICADO PELA MINIFRESADORA CNC

FONTE: Autor.

FIGURA 90 – ATIVIDADES COM O SKETCHCHAIR O DESENHO POR COMPUTADOR FEITO PELO ALUNO COM O MODELO EM MDF FABRICADO PELA MINIFRESADORA CNC

FONTE: Autor.

A impressora de três dimensões foi utilizada somente para despertar a curiosidade dos participantes e explanações sobre a fabricação digital.

FIGURA 91– O LABORATÓRIO DA OFICINA DE FABRICAÇÃO E A CURIOSIDADE PELA IMPRESSORA 3D

FONTE: Autor.

- CEU Centro de Educação Unificado Parque São Miguel realizado nos dias 17,18 e 21 de junho

Nessa oficina, foi experimentado pela primeira vez o software *Alice*. Em comparação com o *Scratch*, o software *Alice* proporciona a construção de um ambiente em três dimensões no espaço virtual.

FIGURA 92 – AULA COM O ALICE

FONTE: Autor.

Outra característica interessante é a interface do Alice em “estrutura de dados” ⁴⁰, o que foi possível introduzir na atividade o conceito de algoritmo e também a apresentação de softwares e engenharia que utilizam árvore de dados como o *CATIA* e o *Solidworks* ⁴¹ (ANGELO, et ali, 2013).

⁴⁰ ANGELO,A; CAMPOS,E,F,P; HENNO, H,J. Projeto Fab Social: uma introdução à programação em um curso livre aplicado na periferia de Guarulhos. São Paulo: Alice Brasil, 2013.

⁴¹ CATIA é um software paramétrico de engenharia. Mais informações< <http://www.3ds.com/products->

FIGURA 93 – AMBIENTE VIRTUAL DE TRÊS DIMENSÕES COM O SOFTWARE ALICE

FONTE: Autor.

Houve destaques de participantes explorando livremente o *Sketchchair* em novas propostas como um modelo de carro de brinquedo e de uma “casinha”.

FIGURA 94 – EXPLORAÇÃO DOS PARTICIPANTES DO SOFTWARE SKETCHCHAIR UTILIZADO PARA DESENHO DE OUTRAS PROPOSTAS COMO UM “CARRINHO” E UMA “CASINHA”

FONTE: Autor.

Nessa oficina houve a participação de pais e foi verificado um entusiasmo em acompanhar o desenvolvimento do filho durante a oficina. Notou-se uma autoestima em conceber, modelar e realizar um objetos pela fabricação.

services/catia/> Solidworks é um software paramétrico de design de produtos e engenharia. Mais informações< <http://www.solidworks.com/> >. Acessado em nov/ 2013.

FIGURA 95 – AUTOESTIMA DOS PARTICIPANTES AO FINAL DA OFICINA

FONTE: Autor.

- CEU Centro de Educação Unificado Jardim Rosa de França realizado nos dias 26 a 30 de agosto de 2013

Nessa última oficina do trabalho programado, foi utilizado o software conjuntamente com a rede de compartilhamento *Youtube*.

O objetivo foi introduzir a internet como uma ferramenta de publicação de trabalhos, estimulando uma postura mais ativa dos participantes em relação à internet. O software *Alice* possibilita a publicação da animação na rede *Youtube* de uma maneira muito fácil.

Já na oficina de fabricação digital houve grande participação de meninas interessadas na fabricação digital de objetos.

FIGURA 96 – OFICINA DE FABRICAÇÃO DIGITAL E PARTICIPAÇÃO DE MENINAS.

FONTE: Autor.

FIGURA 97 – OFICINA DE FABRICAÇÃO DIGITAL E PARTICIPAÇÃO DE MENINAS.

FONTE: Autor.

Um dos destaques foi uma das participantes que com o auxílio do computador iniciou espontaneamente a produzir desenhos em seu caderno. Essa oficina não teve a intenção de trabalhar com desenho a mão, mas sim diretamente no computador, para verificar a aceitabilidade de tal ferramenta.

FIGURA 98 – OFICINA DE FABRICAÇÃO DIGITAL E PARTICIPAÇÃO DE MENINAS

FONTE: Autor.

No entanto, verificou-se que a ferramenta manual poderia ser, conjuntamente com o computador, um promotor da expressividade pessoal dos participantes, assim como, ser mais um suporte de análise/síntese de um problema.

Essa constatação foi anotada no segundo trabalho de campo e será desenvolvida no próximo trabalho de campo mais profundamente.

Outro destaque da oficina foi outra participante que elaborou um modelo de cadeira com duas funcionalidades, o que nos demonstrou um princípio de reflexão mais aprofundada sobre o problema proposto.

FIGURA 99 – PARTICIPANTE DEMONSTRANDO SEU MODELO DE CADEIRA COM DUAS FUNCIONALIDADES E USOS DISTINTOS (“CADEIRA NORMAL E DE PRAIA”)

FONTE: Autor.

Conclusões e possíveis rebatimentos para a pesquisa

Diante do quadro teórico de possíveis rebatimentos dos trabalhos de campo primeiro e segundo, esse terceiro trabalho programado reforçou os indícios encontrados destacando-se:

Análise prévia do material documental do trabalho de campo

O terceiro trabalho programado explorou conteúdos programáticos para as ações educacionais e de aprendizagem. Os recursos de softwares utilizados nas oficinas foram de manuseio intuitivo que estimularam a troca de experiências independente das idades dos participantes.

As fases mais difíceis da oficina de fabricação, foram as de preparo de

arquivos para a fabricação, e manuseio dos softwares de CAD e CAM. Tais atividades foram conduzidas pelo pesquisador e explicadas de forma simples para os participantes.

As máquinas que foram utilizadas nesse trabalho programado foram uma impressora de três dimensões e uma minifresadora que serão analisadas a seguir.

Sobre a impressora de três dimensões

Durante o semestre, foi investigado, sem sucesso, um software de desenho livre ou de código aberto, intuitivo o bastante para que os participantes, sem nenhuma experiência, pudessem desenvolver modelos para fabricar na impressora de três dimensões. Por essa razão a máquina foi utilizada somente para demonstrações. Mesmo assim, a máquina causou muito interesse dos participantes tanto dos jovens como dos adultos.

Sobre a fresadora portátil CNC

A fresadora de área útil 300 mm x 400 mm foi mais versátil na fabricação dos modelos pelos participantes, se comportando bem no seu manuseio pelos participantes. No entanto, são necessários cuidados especiais com o material excedente durante a execução da fresagem das peças. O pó de MDF é considerado tóxico e durante a execução em salas fechadas foi necessário que os participantes usarem máscaras (tipo PFF 01) durante a oficina.

Análise prévia do material documental da oficina

A oficina foi avaliada por cento e oito participantes que responderam uma avaliação depois do término da atividade. Para a coleta desses dados foi escolhida uma plataforma virtual de questionário utilizando um recurso *online* disponibilizado pelo *googledocs*. Os resultados dessa avaliação foram tabulados nos gráficos a seguir:

TABELA 4 – GRÁFICOS QUANTITATIVOS DO TRABALHO DE CAMPO (2013)

--

Escolaridade

Idade

Origem

Utilidade do Aprendizado

Entendimento das Atividades

Avaliação sobre o curso

FONTE: Autor

A.1.3.4 Fab Social – Tecnologias criativas nas práticas sociais (2014)

Quarto trabalho de campo: Fab Social – Tecnologias criativas nas práticas sociais 2014.

Objetivos do trabalho de campo

Objetivo principal

O objetivo principal desse trabalho programado o desenvolvimento da habilidade de representação tridimensional pelo desenho a mão. Esse ponto foi recorrente nos segundos e terceiros trabalhos de campo. Utilizou-se softwares de modelagem e de fabricação digital.

Objetivos secundários

- Utilização de uma cortadora de papel portátil como suporte para a fabricação digital dos modelos;

Colaboradores principais envolvidos

Departamento de Informática e Telecomunicações da Prefeitura de Guarulhos, Secretaria de Educação da Prefeitura de Guarulhos.

Locais e datas

Os trabalhos de campo foram executados no formato de oficinas de livre acesso durante o primeiro semestre de 2014 em quatro CEUS (Centros de educação unificada) de Guarulhos. Esses centros são coordenados pela Secretaria da Educação de Guarulhos.

Participantes

Os participantes foram os frequentadores dos CEUs (Centro de educação unificada) selecionados por uma inscrição no local e sem pré-requisitos.

Cronograma das atividades:

CEU Centro de Educação Unificado Presidente Dutra realizado 13 a 17 de janeiro de 2014. Endereço: Rua Maria Paula Motta, S/N. Bairro Presidente Dutra. Guarulhos – SP. Janeiro/2014 – CEU Presidente Dutra.

CEU Centro de Educação Unificada Jardim Rosa de França realizado nos dias 3 a 7 de fevereiro de 2014. Endereço: Rua Sergipe, s/nº – Jd. Rosa de França Guarulhos – SP. Fevereiro/2014 CEU Rosa de França

CEU Centro de Educação Unificada Paraíso Alvorada realizado na primeira quinzena de abril de 2014. Endereço: Rua Dom Silvério S/N. Vila Paraíso. Guarulhos - SP

CEU Centro de Educação Unificada Ottawa realizado na primeira quinzena de junho de 2014 Endereço: Av. Morada Nova, 208 Jardim Ottawa – Guarulhos – SP.

Descrição geral das atividades

O trabalho de campo se integrou com parte das atividades do projeto de inclusão digital da Prefeitura de Guarulhos. As oficinas foram realizadas nos CEUs (Centro de Educação Unificada) utilizando-se da infraestrutura básica dos Telecidadanias. A estrutura das oficinas foi adaptada para cada local da atividade.

TABELA 5 – DESCRIÇÃO DA GRADE HORÁRIA DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS (2014)

	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA	SÁBADO
9:00h -12:00h	Pedagógico	Pedagógico	Pedagógico	Pedagógico	Pedagógico	Apresentação dos trabalhos
14:00h-16:00h	Animação em 3D e programação com SCRATCH	Animação em 3D e programação com SCRATCH	Animação em 3D e programação com SCRATCH	Animação em 3D e programação com SCRATCH	Animação em 3D e programação com SCRATCH	Animação em 3D e programação com SCRATCH
16:00h-18:00h	Desenho e Fabricação com computador	Desenho e Fabricação com computador	Desenho e Fabricação com computador	Desenho e Fabricação com computador	Desenho e Fabricação com computador	Desenho e Fabricação com computador

Fonte: Autor.

Para explorar as constatações acerca do estímulo ao aprendizado da expressão gráfica utilizando modelagem e fabricação digital, esse trabalho

programado estruturou-se em seis fases:

1. Desenho a mão livre com o tema "cadeira" sem auxílio prévio

Nessa atividade o próprio aluno constataria suas habilidades de se expressar graficamente um objeto na realidade. Também será utilizado pelo pesquisador como dado inicial.

2. Modelagem guiada por software de três dimensões

Nessa atividade o pesquisador ensinaria o aluno a modelagem, simulação e manipulação de objetos em três dimensões por meio do desenho auxiliado pelo computador.

3. Preparo do arquivo para fabricação

Nessa atividade o aluno desmembraria as peças do modelo para serem fabricadas.

4. Fabricação do modelo

O aluno de posse de seu arquivo enviaria à cortadora de papel e acompanharia sua fabricação.

5. Montagem do modelo em escala

Com as peças fabricadas o aluno montaria seu modelo.

6. Desenho do objeto a mão livremente

Com o modelo a frente do aluno, esse tentaria desenhá-lo sem qualquer ensino prévio.

Em resumo, pelas imagens a seguir:

ATIVIDADE 01 - DESENHO LIVRE DE UMA CADEIRA

ATIVIDADE 02 - DESENHO COM SKETCHCHAIR

ATIVIDADE 03 - ARQUIVO PARA FABRICAÇÃO DIGITAL

ATIVIDADE 04 - FABRICAÇÃO DO MODELO

ATIVIDADE 05 - MONTAGEM DO MODELO

ATIVIDADE 06 – DESENHO LIVRE DO MODELO FABRICADO

FIGURA 100 – ESTRUTURA DAS ATIVIDADES DO TRABALHO DE CAMPO (2014)

FONTE: Autor.

Tecnologias e materiais para a execução dos trabalhos

Das tecnologias utilizadas

As atividades foram divididas em duas partes, a primeira vinculada uma de animação e princípios de lógica de programação e a segunda sobre a fabricação digital. Nas atividades de animação e lógica de programação por computador, foram utilizados o software *Scratch*. *No trabalho de campo em 2013 utilizamos o software Alice, porém esse mostrou limitado nas atividades pela não tradução na língua portuguesa. (ANGELO, 2013, p. 27)*

Para as atividades de fabricação digital, foi escolhido o software de código aberto e gratuito, *Sketchchair* que além de simular a estabilidade e ergonomia do modelo virtual de cadeira. Também se utilizou o software de código aberto *Inkscape*⁴², em que os alunos prepararam os arquivos para enviar à máquina cortadora de papel. O indicador principal para a pesquisa dessa atividade foi analisar a desenvoltura da linguagem de desenho dos participantes com o uso do computador desde a modelagem até o preparo do arquivo para a fabricação.

Dos materiais e máquinas utilizados

Para as atividades com o SCRATCH e de fabricação digital, foram utilizados seis computadores *desktop* com a distribuição gratuita do sistema operacional Guarux⁴³, dois notebooks, *miniplotter* de recorte *Silhouette CAMEO* (31 cm de largura). O material para fabricação dos modelos de cadeiras foram o papel *triplex*.

As oficinas foram itinerantes, portanto as máquinas foram transportadas para cada local que ocorreriam as oficinas.

Apresentação dos resultados

CEU Centro de Educação Unificado Presidente Dutra realizado 13 a 17 de janeiro de 2014.

⁴² Inkscape é um software de código aberto de desenho vetorial: <<https://inkscape.org/pt/>>. Acessado em jan/2015.

⁴³ Guarux é uma distribuição gratuita de sistema operacional da Prefeitura de Guarulhos, mais informações < <http://guarux.guarulhos.sp.gov.br/> > Acessado em jan/2015.

ATIVIDADE 01 - DESENHO LIVRE DE UMA CADEIRA

ATIVIDADE 02 - DESENHO COM COMPUTADOR

ATIVIDADE 03 - MONTAGEM DO MODELO

ATIVIDADE 04 – DESENHO LIVRE DO MODELO FABRICADO

FIGURA 101 – ESTRUTURA DAS ATIVIDADES DO TRABALHO DE CAMPO – CEU DUTRA (2014)

FONTE: Autor.

A seguir trabalhos selecionados de alunos.

FIGURA 102 – TRABALHO DE ALUNO – CEU DUTRA (2014)

FONTE: Autor.

FIGURA 103 – TRABALHO DE ALUNO – CEU DUTRA (2014)

FONTE: Autor.

FIGURA 104 – TRABALHO DE ALUNO – CEU DUTRA (2014)

FONTE: Autor.

CEU Centro de Educação Unificada Jardim Rosa de França realizado nos dias 3 a 7 de fevereiro de 2014.

A seguir trabalhos selecionados de alunos.

FIGURA 105 – TRABALHO DE ALUNO – CEU ROSA DE FRANÇA (2014)

FONTE: Autor.

FIGURA 106 – TRABALHO DE ALUNO – CEU ROSA DE FRANÇA (2014)

FONTE: Autor.

FIGURA 107 – TRABALHO DE ALUNO – CEU ROSA DE FRANÇA (2014)

FONTE: Autor.

FIGURA 108 – TRABALHO DE ALUNO – CEU ROSA DE FRANÇA (2014)

FONTE: Autor.

CEU Centro de Educação Unificada Paraíso Alvorada realizado na primeira quinzena de abril de 2014. Endereço: Rua Dom Silvério S/N. Vila Paraíso. Guarulhos – SP

A seguir trabalhos selecionados de alunos.

FIGURA 109 – TRABALHO DE ALUNO – CEU PARAÍSO ALVORADA (2014)

FONTE: Autor.

FIGURA 110 – TRABALHO DE ALUNO – CEU PARAÍSO ALVORADA (2014)

FONTE: Autor.

FIGURA 111 – TRABALHO DE ALUNO – CEU PARAÍSO ALVORADA (2014)

FONTE: Autor.

FIGURA 112 – TRABALHO DE ALUNO – CEU PARAÍSO ALVORADA (2014)

FONTE: Autor.

CEU Centro de Educação Unificada Ottawa realizado na primeira quinzena de junho de 2014 Endereço: Av. Morada Nova, 208 Jardim Ottawa – Guarulhos – SP.

A seguir trabalhos selecionados de alunos.

FIGURA 113 – TRABALHO DE ALUNO – CEU OTTAWA (2014)

FONTE: Autor.

FIGURA 114 – TRABALHO DE ALUNO – CEU OTTAWA (2014)

FONTE: Autor.

A.2 Visitas técnicas aos laboratórios e a rede Fab Lab

Tendo em vista o campo de estudos, a pesquisa foi ao encontro de simpósios internacionais sobre o assunto como o Simpósio Internacional de Fabricação Digital em Lisboa ⁴⁴ e ao encontro mundial de Fab Labs FAB 7 ⁴⁵ ambos em 2011. Em Lima no além de conhecer o laboratório Fab Lab Lima ⁴⁶, verificou-se um grande número de temas abordados pela rede de laboratórios Fab Lab, passando desde a temática de educação ⁴⁷ até áreas especializadas como próteses médicas⁴⁸.

Também se visitou os laboratórios de fabricação digital como o VitruviusLab da Universidade ISCTE-UTL de Lisboa ⁴⁹, o Opolab do Porto ⁵⁰, Fab Lab Barcelona ⁵¹ e o laboratório LAPAC ⁵² vinculado à Universidade Estadual de Campinas

⁴⁴ O simpósio internacional de Fabricação digital ocorreu em setembro de 2011, mais informações <<http://digitalfabricationiscte.wordpress.com/>> acessado em nov/2013.

⁴⁵ O Fórum internacional de Fab Lab, FAB7 ocorreu em 2011 em Lima no Peru, mais informações:< <http://cba.mit.edu/events/11.08.FAB7/>> acessado em nov/2013.

⁴⁶ Laboratório de fabricação digital de Lima – Peru. Disponível em <<http://fab.pe/>> acessado em jan/2015.

⁴⁷ Fablab@school é um projeto de inserção de laboratórios de fabricação nas escolas. Disponível em <<https://titi.stanford.edu/projects/fablabschool>> acessado em jan/2015.

⁴⁸ Mais informações: <<https://www.waag.org/nl/project/fablab-prothese-programma>>, acessado em jan/2015.

⁴⁹ Laboratório VitruviusLab se localiza em Portugal. Disponível em <<http://vitruviusfablab.iscte-iul.pt/>> acessado em jan/2015.

⁵⁰ O laboratório Opolab se localiza no Porto em Portugal, mais informações <<http://www.opolab.com/>>acessado em nov/2013.

⁵¹ O FabLab Barcelona se localiza em Barcelona, Espanha mais informações <<http://www.fablabbcn.org/>> acessado em nov/2013.

⁵² O LAPAC se localiza na Unicamp em Campinas mais informações < <http://lapac.fec.unicamp.br/>>

(Unicamp) e a Associação Alberto Santos Dumont para Apoio à Pesquisa (AASDAP) Natal ⁵³.

Em 2012 acompanhamos a inauguração e instalação do Fab Lab SP localizados na FAU-USP e também visitamos o CTI – Centro Tecnológico Renato Archer localizado em Campinas ⁵⁴ e o Garagem Lab localizado em SP.

Após essas visitas ocorridas durante a pesquisa, verificou-se a existência de uma grande gama de disciplinas na grade curricular da arquitetura, urbanismo e *design* que poderiam ser aplicadas os processos de fabricação digital.

No entanto, devido a trabalhos conjuntos com alguns laboratórios da rede Fab Lab, como o Fab Lab Costa Rica e Fab Lab Lima direcionados a um público-alvo de com jovens, a pesquisa acabou por tomar essa linha de investigação, ou seja, envolvendo um público ainda em formação escolar.

Em 2014, o Fab Social, base desse trabalho empírico, recebeu uma menção no encontro mundial de Fab Labs em Barcelona o Fab 10 ⁵⁵ e desde o mesmo ano cooperamos no desenvolvimento de atividades com a rede latino-americana Fab Lab Kids com a participação de países como México, Equador, Argentina, Peru e Bolívia.

A.3 Levantamento de ações educacionais que utilizam os campos estudados

acessado em nov/2013.

⁵³ A Associação Alberto Santos Dumont para Apoio à Pesquisa (AASDAP) <<http://natalneuro.org.br/associacao/index.asp>> acessado em jan/2015. .

⁵⁴ O CTI Centro Tecnológico Renato Archer localiza-se em Campinas. Disponível em <<http://www.cti.gov.br/>>

⁵⁵ O Fab10 ocorreu em Barcelona em julho de 2014. Disponível em <<https://www.fab10.org/en/awards>>.

Projeto e Tecnologia no currículo do Departamento de Educação do Reino Unido (Estágios 01 e 02, idades entre 5 e 11 anos)

TABELA 5 – QUADRO SINÓTICO PROJETO (DESIGN) INSERIDO NA GRADE CURRICULAR SEGUNDO DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO – INGLATERRA (2013)

	Estágio 01	Estágio 02
Idade	5 – 7	8-11
Período (anos)	1 – 2	3-4
Projetar (<i>Design</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Projetar com propósito e funcionalidade produtos atraentes para si e para outros usuários com base em critérios de <i>design</i>; • Gerar, desenvolver, modelar e comunicar as suas ideias por meio de conversas, desenho, modelos, maquetes e, quando apropriado, informação e comunicação e tecnologia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar a pesquisa e desenvolver critérios de projeto para a concepção de soluções inovadoras, funcionais para produtos atraentes que são adequados à finalidade, visando a indivíduos ou grupos particulares; • Gerar, desenvolver, modelar e comunicar as suas ideias por meio da discussão, comentada por esboços, diagramas transversais e explodidos, protótipos, peças de padrão e desenho auxiliado por computador.
Fazer (<i>Make</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Selecionar e usar uma variedade de ferramentas e equipamentos para realizar tarefas práticas [por exemplo, cortar, modelar, juntar e dar acabamento], • Selecionar e usar uma vasta gama de materiais e componentes, incluindo a materiais de construção, tecidos e outros componentes de acordo com as suas características. 	<ul style="list-style-type: none"> • Selecionar e usar uma ampla gama de ferramentas e equipamentos para realizar tarefas práticas [por exemplo, ccortar, modelar, juntar e dar acabamento], com precisão • Selecionar e usar uma ampla gama de materiais e componentes incluindo materiais de construção, tecidos e outros componentes de acordo com as suas propriedades funcionais e qualidades estéticas.

Avaliar (<i>Evaluate</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Explorar e avaliar uma gama de produtos existentes; • Avaliar suas ideias e produtos com base em critérios de <i>design</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar e analisar uma variedade de produtos existentes • Avaliar suas ideias e produtos contrapondo seus próprios critérios de projeto e considerar a pontos de vista dos outros, para melhorar o seu trabalho; • Entender como os eventos e as pessoas da área de projeto e tecnologia moldaram o mundo.
Conhecimento Técnico (<i>Technical knowledge</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Construir estruturas, explorando como essas podem ser construídas mais fortes, mais rígidas e mais estáveis; • Explorar e utilizar mecanismos [por exemplo, alavancas, controles deslizantes, rodas e eixos], em seus produtos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar o seu entendimento de como fortalecer, enrijecer e reforçar estruturas complexas. • Compreender e utilizar sistemas mecânicos em seus produtos [por exemplo, engrenagens, polias, cames, alavancas e ligações] • Compreender e utilizar sistemas elétricos em seus produtos [por exemplo, circuitos em série, interruptores incorporando, bulbos, campainhas e motores]; • Aplicar sua compreensão de computação para o programar o monitor e controlar os seus produtos.

FONTE: Autor.

Architecture and Children da União Internacional de Arquitetos (UIA) e suas derivações

A UIA (União Internacional de Arquitetos) ⁵⁶ desde 1999 conduz um programa em âmbito internacional chamado UIA *Built Environment Education Network Architecture and Children* – UIA BEE ou *Architecture and Children* ⁵⁷.

Esse programa tem ramificações em trinta países, por exemplo, Austrália, Finlândia, Hong Kong, Costa Rica e Itália, e propõe a inserção de temáticas de arquitetura na estrutura curricular para a educação de crianças e adolescentes.

A escola, segundo o programa da UIA (2008) ⁵⁸, é o elemento central de ensino das leis e valores sociais. Portanto, essa instituição seria o melhor caminho para envolver as futuras gerações nos valores de um meio ambiente bem construído e sustentável. Essas futuras gerações, a longo prazo, seriam responsáveis por construir um ambiente sustentável para se viver.

Posto isso, o programa referido propõe aos profissionais de arquitetura em conjunto com os professores das escolas, a promoção de temáticas de arquitetura utilizando as disciplinas do currículo escolar.

Trata-se de atividades interdisciplinares de forma “imaginativa, integrada e educativa em direção a uma perspectiva sobre o que é a arquitetura” (UIA, 2008, p. 4). Em uma parte dedicada a esse processo interdisciplinar, o documento elabora a seguinte estratégia de ação para se implantar o projeto:

- Ação conjunta entre professores e arquitetos para a escolha dos recursos da aula (materiais impressos, filmes, sites, jogos etc..);
- Considerar o contexto local da escola como, por exemplo: a política pública, estrutura administrativa, currículo escolar, condição social, econômica e financeira dos alunos, pressões e demandas do sistema de ensino;

⁵⁶ Tal instituição internacional fundada em 1947 reúne vinte e sete delegações em diversos países e representa de forma global os interesses dos arquitetos. Mais informações sobre o programa em <http://tinyurl.com/mowarzv> acessado em nov/ de 2013.

⁵⁷ Mais informações sobre o programa em <<http://tinyurl.com/meaduet>> acessado em nov/ de 2013.

⁵⁸ UIA BEE Guidelines: *The International Union of Architects (UIA) Guidelines for Built Environment Education*. Mais informações em< <http://tinyurl.com/l56ovev> /> Acessado em nov/ 2013.

- Verificar quem são os alunos, suas faixas etárias e habilidades;
- Quanto tempo será disponibilizado para as atividades;
- Quais questões arquitetônicas e ambientais são enfrentadas pela comunidade;
- Quais aulas de outras disciplinas escolares poderão ser usadas? Quais seriam as conexões com outras disciplinas?
- Incentivar a atividade de se conhecer uma construção, um construtor, um arquiteto e desenhos de arquitetura;
- Aprender com atividades lúdicas ou com exercícios intelectuais rigorosos, propondo recursos pedagógicos que envolvam as inteligências (verbal-linguísticas, lógico-matemáticas, corporal-sinestésica, etc.);
- Relacionar com as próprias experiências do aluno;
- Boas representações dos trabalhos;
- Respeito ao direito autoral dos colegas de grupo; (UIA, 2008)

Em relação ao conteúdo das atividades propostas, o documento da UIA sugere, (quadro resumido a seguir) uma estrutura conceitual passível de temas para serem desenvolvidos nas atividades conjuntas com as disciplinas escolares:

TABELA 6 – QUADRO REPRESENTATIVO DO PROGRAMA ARCHITECTURE AND CHILDREN DA UIA

Tema	Conteúdos relacionados nas disciplinas escolares
Arquitetura e ambiente	Relação entre a paisagem natural e o ambiente construído; significado da cidade e do campo, sustentabilidade, pegada ecológica.
Arquitetura e história	Continuidade e mudança na estrutura e na forma de edifícios e assentamentos; edifícios históricos, como prova de seu período; desenvolvimento de diferentes tipos de construção.
Arquitetura e sociedade	A cultura de construção, a influência da economia, política sistema, tecnologia e condições sociais na arquitetura;
Arquitetura e função	Requisitos funcionais de atividades, num edifício, uso e experiência da arquitetura, as implicações para o tipo de construção;
Arquitetura e habitação	Habitação como necessidade básica; várias formas de habitação; sócio-espacial qualidades, alterando modos de vida.
Arquitetura e estrutura	Construção como uma pré-condição da arquitetura, os princípios gerais do Estrutura, estruturas e técnicas de construção tradicional e moderna.
Arquitetura e tecnologia	Matemática, ciências naturais, materiais e tecnologia
Arquitetura e estética	A função ideal de arquitetura, estética, percepção e forma dos edifícios; formas e significados
Arquitetura e processo de design	A tarefa de projeto arquitetônico, o objetivo dos planos, desenhos e modelos, os atores do processo de design

FONTE: UIA BEE Guidelines: The International Union of Architects (UIA) Guidelines for Built Environment Education. Tradução nossa.

NOTA: Mais informações em < <http://tinyurl.com/l56ovev> /> Acessado em nov/ 2013.

Portanto, o programa acima propõe um paralelo entre temas de arquitetura e design e possíveis reatamentos nas disciplinas do currículo escolar.

Partindo dessa proposta de ação educativa, investigou-se ações vinculadas a esse programa e, a seguir faz-se uma breve descrição de algumas ações encontradas em alguns países.

TABELA 7 – QUADRO REPRESENTATIVO DO PROGRAMA ARCHITECTURE AND CHILDREN DA UIA NA ASSOCIAÇÃO DE ARQUITETOS DA AUSTRÁLIA

FICHA RESUMO	Ações educativas
	<i>Australian Institute of Architects</i>
PAÍS	Austrália
TIPO DE INSTITUIÇÃO	Associação de arquitetos
NOME DA ATIVIDADE	Sustainability at School
PÚBLICO	Crianças e adolescentes
OBJETIVOS GERAIS	Vinculado ao UIA Architecture & Children Work Programme
SITUAÇÃO ATUAL DO PROJETO	em andamento
MATERIAL DISPONIBILIZADO	Plano pedagógico
SITE	http:// http://tinyurl.com/kp4qasj

FONTE: Autor

Esse programa sob a direção da Associação de Arquitetos da Austrália em parceria com o governo australiano privilegia a temática da sustentabilidade do ambiente nas escolas. O programa disponibiliza material didático *online* para consultas de alunos e professores.

TABELA 8 – QUADRO REPRESENTATIVO DO PROGRAMA ARCHITECTURE AND CHILDREN DA UIA NA ASSOCIAÇÃO DE ARQUITETOS INGLATERRA

FICHA RESUMO	Ações educativas
	<i>Royal Institute of British Architects</i>
PAÍS	Inglaterra
TIPO DE INSTITUIÇÃO	Associação de arquitetos
NOME DA ATIVIDADE	Workshop variados temas relacionados à Arquitetura
PÚBLICO	Crianças e adolescentes
OBJETIVOS GERAIS	Várias temáticas Children Summer Sessions
SITUAÇÃO ATUAL DO PROJETO	em andamento
MATERIAL DISPONIBILIZADO	Programa e fotos de atividades
SITE	http://www.architecture.com/Home.aspx

FONTE: Autor

Esse programa sob a direção da Associação de Arquitetos da Inglaterra, promove uma série de *workshops* para as crianças com temas sobre a arquitetura inglesa.

TABELA 9 – QUADRO REPRESENTATIVO DO PROGRAMA ARCHITECTURE AND CHILDREN DA UIA NA ASSOCIAÇÃO DE ARQUITETOS DA IRLANDA

FICHA RESUMO	Ações educativas
	Royal Institute of the Ireland Architects
PAÍS	Irlanda
TIPO DE INSTITUIÇÃO	Associação de arquitetos
NOME DA ATIVIDADE	Architecture & Young People
PÚBLICO	Crianças e adolescentes
OBJETIVOS GERAIS	Várias temáticas
SITUAÇÃO ATUAL DO PROJETO	não informado
MATERIAL DISPONIBILIZADO	Plano pedagógico
SITE	http://www.riai.ie/education/architecture_young_people/

FONTE: Autor

Esse programa sob a direção da Associação de Arquitetos da Irlanda disponibiliza um material didático para *download* para os professores e alunos da escola.

TABELA 10 – QUADRO REPRESENTATIVO DO PROGRAMA ARCHITECTURE AND CHILDREN DA UIA NA ASSOCIAÇÃO DE ARQUITETOS DA CHINA

FICHA RESUMO	Ações educativas
	Honk Kong Institute of Architects
PAÍS	China
TIPO DE INSTITUIÇÃO	Associação de arquitetos
NOME DA ATIVIDADE	UIA Architecture & Children Work Programme
PÚBLICO	Crianças e adolescentes
OBJETIVOS GERAIS	Workshops de arquitetura
SITUAÇÃO ATUAL DO PROJETO	em andamento
MATERIAL DISPONIBILIZADO	Fotos das atividades
SITE	http://tinyurl.com/kcx72o3

FONTE: Autor

Esse programa, sob a direção da Associação de Arquitetos de Honk Kong , patrocina atividades com os alunos das escolas como competições, *tours* e *workshops*.

Para o contínuo incentivo dessas ações educacionais em outros países, a UIA patrocina um concurso global com diversos temas e que, até março de 2014, haverá a seleção das seguintes categorias:

- Escolas (diretores, professores, estudantes)
- Instituições (organizações, instituições, museus...)

- Imprensa escrita (livros, revistas, ferramentas educacionais não audiovisuais)
- Audiovisuais (filmes, material didático audiovisual, sites ...) ⁵⁹

Durante a investigação sobre esse quadro geral de ações educativas vinculadas ao programa da UIA, foi encontrado paralelamente, diversas instituições que desenvolveram ou desenvolvem atividades não relacionadas diretamente ao contexto escolar. A seguir uma breve descrição de algumas dessas ações.

MoMA – THE MUSEUM OF MODERN ART

TABELA 11 – QUADRO REPRESENTATIVO DAS AÇÕES DE APRENDIZAGEM EM DESIGN DO MoMA – THE MUSEUM OF MODERN ART

FICHA RESUMO	Ações de aprendizagem
	MoMA – The Museum of Modern Art
PAÍS	Estados Unidos
TIPO DE INSTITUIÇÃO	Museu
NOME DA ATIVIDADE	Department of Education at The Museum of Modern Art
PÚBLICO	Crianças e adolescentes
OBJETIVOS GERAIS	Workshops e leituras sobre de temáticas de Arquitetura e Design
SITUAÇÃO ATUAL DO PROJETO	Em andamento
MATERIAL DISPONIBILIZADO	Plano pedagógico
SITE	http://www.moma.org/visit/calendar/events/19336

FONTE: Autor.

Essa ação de aprendizagem é promovida pelo MoMA, museu de arte moderna de Nova York. Esse museu, por seu departamento educacional, disponibiliza uma programação de aulas sobre temáticas de arquitetura e design assim como material didático *online* para educadores e alunos.

⁵⁹ Mais informações sobre o concurso < <http://uia-architecture-children.bak.de/awards-en.html>>. Acessado em nov/2013.

AALTO MUSEUM

TABELA 12 – QUADRO REPRESENTATIVO DAS AÇÕES DE APRENDIZAGEM EM DESIGN DO AALTO MUSEU – FINLÂNDIA

FICHA RESUMO	Ações de aprendizagem
	Aalto Museum
PAÍS	Finlândia – Helsinki
TIPO DE INSTITUIÇÃO	Aalto Museum
NOME DA ATIVIDADE	Museu
PÚBLICO	6 a 16 anos
OBJETIVOS GERAIS	Temas de arquitetura
SITUAÇÃO ATUAL DO PROJETO	em andamento
MATERIAL DISPONIBILIZADO	Plano pedagógico, programa e material
SITE	http://www.alvaraalto.fi

FONTE: Autor.

Alvar Aalto (1898-1976) foi um importante arquiteto finlandês e o museu dedicado ao seu legado localizado em Helsinque promove uma ação de aprendizagem e dedicado à arquitetura finlandesa. O site disponibiliza material pedagógico para os educadores.

ARQKIDS

TABELA 13 – QUADRO REPRESENTATIVO DAS AÇÕES DE APRENDIZAGEM EM DESIGN ARQKIDS – ESPANHA

FICHA RESUMO	Ações de aprendizagem
	Arqkids: Observa, cria, imagina e aprende algo novo.
PAÍS	Espanha
TIPO DE INSTITUIÇÃO	Privado
NOME DA ATIVIDADE	Arquitetura educativa
PÚBLICO	Crianças
OBJETIVOS GERAIS	Oficinas sobre estruturas, luz e sombras, sobre espaço construído. Capacitação modelo finlandês
SITUAÇÃO ATUAL DO PROJETO	Em andamento
MATERIAL DISPONIBILIZADO	Programa, método e fotos
SITE	http://arquikids.com/ e http://www.cdl.cat/formacio-permanent

FONTE: Autor.

A 4. Os dez “presentes/dons” do jardim da infância de Friedrich Froebel

O PRIMEIRO PRESENTE: A BOLA DE NOVELO DE LÃ

Eu gostaria de encontrar as formas corretas para despertar os sentidos superiores da criança, e qual o símbolo que uma bola poderia oferecer a uma criança? O da unidade! (FROEBEL apud WIGGIN; SMITH, 1895, p. 06, tradução nossa)

FIGURA 115 – O PRIMEIRO PRESENTE: A BOLA DE NOVELO DE LÃ

FONTE: Froebel gifts.

NOTA: Disponível em < <http://www.froebelgifts.com/gift1.htm>>. Acessado em Jan/2015

Para analisar os presentes este estudo baseou-se em três fontes relacionados ao método de ensino de Froebel: dois catálogos da pedagogia ⁶⁰ e uma página de internet especializada nesse método ⁶¹.

Há uma discordância entre os catálogos nos números e nos tipos de presentes principalmente a partir do nono presente. No entanto, tais discordâncias são referentes às etapas e a extensão de conteúdos da pedagogia e não limitarão o desenvolvimento dos objetivos dessa dissertação.

O primeiro presente é oferecido pela forma de uma “bola”. O termo “bola” pode ser compreendido como uma forma não exata de uma esfera, já que o material “lã” não permitiria a manutenção de uma esfera exata. Esse presente na forma de bola seria a forma mais fácil de ser compreendida em todas as suas direções e, portanto iniciaria o método. Essa geometria é representada pelo presente por seis novelos de lã nas cores vermelha, azul, violeta, laranja, amarela e verde e, portanto compostas pelas primárias (vermelho, azul e amarelo) e as secundárias (violeta, laranja e verde). A manipulação desse presente ensinaria ou

⁶⁰ WIGGIN, D. K.; SMITH, A. N. Froebel's Gifts. Boston and New York: Houghton Mifflin Co. 1895. STEIGER, E. Manual Steiger. Introducción á la enseñanza práctica del sistema de kindergarten jardines de niños según el fundador Federico Fröbel y su discípula Mme. María Kraus-Blte. Nueva York: E. Steiger & co. 1900.

⁶¹ Froebel gifts. Disponível em: <http://www.froebelgifts.com/gift1.htm>. Acessado em Jan/2015

despertaria na criança os dons das primeiras noções de Forma, Cor, Direção, Unidade, Material e Posição espacial. O conceito embarcado nesse presente estaria na abstração da cor pela forma, na medida em que as formas são iguais, porém suas cores são diferentes. (WIGGIN; SMITH, 1895, p. 07).

O SEGUNDO PRESENTE: O CUBO, A ESFERA E O CILINDRO.

A partir da bola como um símbolo de unidade, passaremos em seguida para a multiplicidade das formas do cubo. (FROEBEL apud WIGGIN; SMITH, 1895, p. 31, tradução nossa)

FIGURA 116 – O SEGUNDO PRESENTE: O CUBO, A ESFERA E O CILINDRO

FONTE: Froebel gifts

NOTA: Disponível em < <http://www.froebelgifts.com/gift2.htm>>. Acessado em Jan/2015.

No segundo presente, um cubo, uma esfera e um cilindro de madeira estão pendurados por um cordão em um pequeno pórtico. Enquanto no primeiro presente, o novelo de lã, era um só tipo de geometria diferenciada por cores, nesse segundo presente, o propósito seria no contraste das formas pelas suas peculiaridades.

No primeiro presente trabalhou-se o conceito de unidade, as suas semelhanças e nas cores, já nesse segundo presente, sugere-se os conceitos de multiplicidade e o contraste das formas. A esfera e o cubo são formas contratantes e o cilindro seria um derivado dessas duas formas. Essa transformação de duas formas em uma derivada sugeriria a operação de fusão de características formais (WIGGIN; SMITH, 1895, p. 31).

Com esse presente, presume-se que a criança desenvolveria o dom da manipulação geométrica das formas e também das possibilidades de suas transformações, ou seja, na criação de novas formas a partir de outras.

O cilindro é o primeiro exemplo que Froebel oferece de

intermediação entre as formas, conectando oposições, explicando o plano básico da Natureza e de suas leis de contrastes e de suas conexões, ou seja, a lei do desenvolvimento harmônico e da indústria criativa é fundamentada. (WIGGIN; SMITH, 1895, p. 33, tradução nossa)

Nesse ponto apresenta-se uma observação sobre o encadeamento lógico dos presentes e de seus dons. Pode-se supor que esse método seria análogo ao ensino de uma linguagem, ou seja, por meio de um alfabeto de formas (presentes) se ensinam os significados relacionados que, encadeados logicamente, os alunos poderiam se expressar utilizando conceitos elementares pertencentes à área de projeto.

OS PRESENTES DE CONSTRUÇÃO: *THE BUILDING GIFTS*

Os presentes a seguir têm objetivos de estimular a vocação da transformação e da investigação utilizando as formas geométricas tridimensionais. Os primeiros e segundos presentes demonstrados anteriormente consistiram em unidades indivisíveis relacionando um com os outros ou com uma classe de objetos. Já os próximos presentes do terceiro ao sexto, têm o significado na relação das partes para a formação de um “todo”.

O propósito desses presentes apontaria para o desenvolvimento das aptidões para a construção da criança. Em segundo lugar está no fato das percepções da Forma, Tamanho, Número, Relações e Posição. (WIGGIN; SMITH, 1895, p. 54).

O TERCEIRO PRESENTE: O CUBO

FIGURA 117 – O TERCEIRO PRESENTE: O CUBO

FONTE: Froebel gifts

NOTA: Disponível em: < <http://www.froebelgifts.com/gift3.htm>>. Acessado em Jan/2015.

Todas as crianças têm o instinto de construir, o "fazer uma casa" é uma forma universal de jogo, sem competição. (FROEBEL apud WIGGIN; SMITH, 1895, p. 57, tradução nossa)

O terceiro presente é constituído por oito cubos menores formando um único cubo de cinco centímetros de altura, largura e profundidade. Nesse presente apresenta-se o conceito da divisibilidade da forma em contraste com os primeiros presentes que eram formas sólidas indivisíveis. Os dons do terceiro presente são: a abstração da forma por suas dimensões, acréscimo e decréscimo de matéria, relatividade (parte e todo) e a ilustração de operações numéricas. (WIGGIN; SMITH, 1895, p. 58). Nas palavras de Froebel sobre a composição desse presente:

Algo firme, que pode ser facilmente separadas pela força da criança, e assim como facilmente montado novamente. Então também deve ser algo que é simples, mas multiforme; e o que deveria se isso, depois de termos percebido até o momento e tendo em vista o mundo que nos rodeia, se não um cubo dividido pelo centro por três planos perpendiculares um ao outro, como o terceiro presente das crianças. (WIGGIN; SMITH, 1895, p. 118, tradução nossa)

Esse presente é o mais famoso do método e inaugura as referências diretas ao projeto. As relações mais profundas desses presentes e o desenho de projeto serão tratados no próximo capítulo.

O QUARTO PRESENTE: O PRISMA RETANGULAR

FIGURA 118 – O QUARTO PRESENTE: O PRISMA RETANGULAR

FONTE: Froebel gifts

NOTA: Disponível em: < <http://www.froebelgifts.com/gift4.htm> >. Acessado em Jan/2015.

O novo dom propõe um presente em que o comprimento, a largura, e a espessura de um corpo sólido devem ser diferenciados um do outro pelos tamanhos. Esse dom vai abrir os olhos de crianças para as três dimensões do espaço, e servirá também como um meio de reconhecer e interpretar as múltiplas formas e estruturas com as quais ele está constantemente em contato. (WIGGIN; SMITH, 1895, p. 76, tradução nossa)

O quarto presente consiste em um cubo de cinco centímetros dividido por prismas retangulares de cinco (5 cm) por dois e meio (2,5 cm) e um e vinte e cinco centímetros (1,25 cm), ou seja, obedecendo a proporção de um, metade e um quarto. Esse presente se assemelha ao terceiro na medida em que se tem a divisão da forma de cubo, no entanto as formas do quarto presente não se assemelha ao todo. Os principais dons desse presente são as diferentes dimensões dos eixos e seus acoplamentos no espaço, assim como, as leis de equilíbrio, de movimento e de propagação das forças.

A intenção seria educar os órgãos sensores da criança em cada experiência, com o objetivo de construir um “olhar científico” para que possa captar diferenças após cada ação no método (WIGGIN; SMITH, 1895, p. 77). Froebel sugeriu que os blocos seriam como “amáveis companheiros” e que seriam utilizados como que despertassem as crianças para uma nova visão lógica de conceitos e julgamentos próprios sobre os objetos externos (WIGGIN; SMITH, 1895, p. 86).

Observa-se um paralelo muito próximo sobre essa proposta de Froebel do meio do século XIX com os computadores e derivados na formação escolar no início do século XXI. Retomaremos esse tema no capítulo terceiro.

O quinto presente: os cubos e os prismas triangulares

A linha oblíqua será a proposta desse novo presente, antes apenas indicada, agora será uma característica permanente do material. (WIGGIN; SMITH, 1895, p. 89, tradução nossa).

FIGURA 119– O QUINTO PRESENTE: OS CUBOS E OS PRISMAS TRIANGULARES

FONTE: Froebel gifts

NOTA: Disponível em:< <http://www.froebelgifts.com/gift5.htm>>. Acessado em Jan/2015.

O quinto dom é um cubo de sete centímetros e meio dividido igualmente duas vezes em cada dimensão produzindo vinte e sete cubos de dois centímetros e meio. Três desses cubos serão divididos em metades por um corte diagonal, e três outros por dois cortes de diagonais cruzadas. O total de peças será de trinta e nove peças sendo vinte e uma do mesmo tamanho que as do terceiro presente. Os dons desse presente serão as dimensões dos blocos e os seus tipos de divisões, a dizer, em terços, nonos e vinte sétimos em vez de metades, quartos do presente anterior. Essas divisões, assim como a introdução da linha inclinada e do prisma triangular (plano inclinado), abrirão o campo para o ensino de números e as formas arquitetônicas:

O triângulo, por sinal, é uma adição valiosa em exercícios de construção, pois, é uma forma fundamental na arquitetura que ocorre muito frequentemente na construção dos objetos. De fato, a nova forma e os seus vários usos de montagem constituem e característica mais valiosa desse presente. (WIGGIN; SMITH, 1895, p. 97, tradução nossa).

Esse presente também corresponde com o aumento do poder de análise pois oferece uma maior complexidade para satisfazer os poderes crescentes de criação, e menos materiais sugestivos, no objetivo em manter a individualidade do desenvolvimento. (Idem, p. 90-91, tradução nossa)

O SEXTO PRESENTE: OS BLOCOS DE CONSTRUÇÃO

Froebel dizia que os objetivos desse presente seria levar a criança

para as grandes épocas arquitetônicas do mundo, do Egito a Roma. (WIGGIN; SMITH, 1895, p. 117, tradução nossa)

FIGURA 120 – O SEXTO PRESENTE: OS BLOCOS DE CONSTRUÇÃO

FONTE: Froebel gifts

NOTA: Disponível em: < <http://www.froebelgifts.com/gift6.htm> >. Acessado em Jan/2015.

O sexto presente é um cubo de sete centímetros e meio dividido por vários cortes no total de trinta e seis peças. Dessas peças dezoito são paralelepípedos retangulares, doze são formados pelo corte de seis desses paralelepípedos na sua metade, e as seis colunas ou colunas de base quadrada (prismas) são formadas pelo corte de três paralelepípedos pela metade. (WIGGIN; SMITH, 1895, p. 112,113).

Os dons desse presente apontam para os conceitos de irregularidade na divisão das formas, a introdução da peça “coluna”, a limitação do espaço por formas simétricas, a introdução por meio de sólidos simples à arquitetura ao projeto e às formas naturais.

As crianças vão construir sozinhas objetos comuns tais como mobiliários domésticos e utensílios, igrejas, cercas, vedações muradas e torres, aproveitando com prazer as possibilidades de montagem com a coluna, esse é, principalmente, o traço distintivo desse presente. (WIGGIN; SMITH, 1895, p. 116, tradução nossa)

Nesse excerto evidencia-se que os objetivos dos blocos geométricos apontam para criar nas crianças uma habilidade em explorar e compreender programas de edifícios assim como de mobiliários.

Nesse próximo segundo bloco de presentes, as formas serão organizadas pela predominância de duas dimensões (planos e linhas) até o último presente simbolizado pelo ponto.

O SÉTIMO PRESENTE: TABULETAS COLORIDAS

As propriedades do número, da forma, da dimensão, do conhecimento de espaço, da natureza das potências, dos efeitos do material, começam a se revelar. Cor, ritmo, tom, e figura apresentam-se como uma possibilidade construtiva com valor individual. A criança já começa a distinguir com precisão a natureza e o mundo da arte e olha, com certeza, para o mundo externo como separado de si mesmo. (FROEBEL apud WIGGIN; SMITH, 1895, p. 124, tradução nossa)

FIGURA 121 – O SÉTIMO PRESENTE: TABULETAS COLORIDAS

FONTE: Froebel gifts

NOTA: Disponível em: < <http://www.froebelgifts.com/gift7.htm> >. Acessado em Jan/2015.

O sétimo dom consiste em tabuletas de formas quadradas, triangulares (triângulos isósceles, equilátero e escaleno), losangos e circulares (círculo e meio círculo). Essas formas estão em várias cores e com um dos lados ou diâmetro na menor medida de dois centímetros e meio (WIGGIN; SMITH, 1895, p. 124).

A intenção desse presente é a transição do sólido composto por superfícies (presentes um ao sexto) para o trabalho com as superfícies planas propriamente ditas. O tema do “todo e as partes” será por meio das figuras individuais planas que irão compor as superfícies. A criança até este momento tem visto a superfície como parte dos sólidos, e nesse sétimo presente a superfície será separada do sólido abstraindo o conceito de superfície como um todo ou um indivíduo. Esse dom também enfatizará a cor e as diversas formas triangulares, além de transmitir a ideia para o desenhar, ou a representação de objetos por meio de superfícies planas. Esse presente aguçar a observação e preparação para o senso de forma, senso de cor e sentido de número. (WIGGIN; SMITH, 1895, p. 125)

As principais características serão a formação de figuras na forma de mosaicos ou parquet, assim como o estudo das cores. Nessa ação de construção com as figuras geométricas, as crianças desenvolverão o sentido artístico

descobrimo por si mesmas as singularidades das formas na composição de uma unidade equilibrando os extremos (conceitos de dimensões superiores e inferiores e de suas laterais). A descoberta da linha e dos ângulos das formas será internalizada na experimentação da criança, e a harmonia das cores na formação do todo (WIGGIN; SMITH, 1895, p. 138-140).

O OITAVO PRESENTE: A LINHA RETA

A base do conhecimento de cada forma está na linearidade; as formas são vistas e reconhecidas pela intermediação da linha reta. (FROEBEL apud WIGGIN; SMITH, 1895, p. 142, tradução nossa)

FIGURA 122 – O OITAVO PRESENTE: A LINHA RETA

FONTE: Education resources to help your child smarten up

NOTA: Disponível em: <<http://smarten-up.com/blog/2012/9/11/the-origins-kindergarten>>. Acessado em Jan/2015.

O oitavo presente é composto por pequenas barras de madeira de diferentes comprimentos e cores. Cada peça tem uma seção quadrada de dois milímetros e meio e com dois tipos de formas, uma representando a linha retilínea e outra a linha curva. Enquanto os outros presentes anteriores representaram o volume e as formas planas, esse presente tem a intenção principal em ilustrar a linha. Os dons desse presente seriam referentes às propriedades da linha, como o ângulo e o comprimento e de suas possibilidades construtivas.

PRESENTE NONO: A LINHA CURVA

FIGURA 123 – O NONO PRESENTE: A LINHA CURVA

FONTE: Froebel gifts

NOTA: Disponível em: < <http://www.froebelgifts.com/gift8.htm> >. Acessado em Jan/2015.

Os templos egípcios nos exibem figuras alinhadas e retilíneas, evidenciando suas relações matemáticas. Só nos últimos tempos as linhas de beleza, ou seja, as linhas arqueadas ou circulares apareceram. (FROEBEL apud WIGGIN; SMITH, 1895, p. 159, tradução nossa)

Nos seis primeiros presentes se passaram seguidamente por sólidos e suas divisões, planos e linhas, nesse nono presente, ilustra-se o anel. O nono presente são anéis circulares divididos pela metade e de um quarto nas medidas de sete centímetros e meio, de cinco centímetros e de dois centímetros e meio (medidas aproximadas). Esse presente materializa a curva que é base do cilindro e também da esfera. Com a associação da linha reta com o círculo a criança terá contato com os conceitos geométricos da circunferência, diâmetro, raio, arco, e corda e de suas possibilidades construtivas. Os dons do nono presente está no desenvolvimento da forma geométrica de planos e linhas com o círculo (WIGGIN; SMITH, 1895, p. 159, 170).

O DÉCIMO PRESENTE: O PONTO E AS ESTRUTURAS ESBELTAS

O despertar da mente da criança [...] é conduzido pela divisão regular do corpo material para a contemplação da superfície e da linha em direção ao ponto visível. (FROEBEL apud WIGGIN; SMITH, 1895, p. 176)

FIGURA 124 – O DÉCIMO PRESENTE: O PONTO E AS ESTRUTURAS ESBELTAS

FONTE: Froebel gifts

NOTA: Disponível em: <<http://www.froebelgifts.com/gift9.htm>; <http://www.froebelgifts.com/gift10.htm>>. Acessados em Jan/2015

Antes que a criança complete o seu jardim-de-infância ela deve ter uma percepção da inter-relação de todos os presentes anteriores. O objetivo é a compreensão lógica dos objetos em um processo contínuo de abstração para a ordem do mundo na vida madura (WIGGIN; SMITH, 1895, p. 178).

Portanto, ao percorrer os presentes desde o primeiro ao nono, ou seja, passando por sólidos divididos por planos e linhas, agora chegamos ao ponto. Nessa jornada ao abstrato, o ponto se corporifica por objetos naturais como feijões, ervilhas, seixos, cascas, folhas e brotos de flores, sementes, bem como por pequenas esferas de barro e pedaços de madeira e cortiça. (WIGGIN; SMITH, 1895, p. 175)

O dom desse presente é a manipulação do ponto como um ente construtivo inter-relacionando os presentes anteriormente aprendidos. Por exemplo, com a materialização do ponto e associada às linhas retas já conhecidas pelo presente anterior, as crianças poderiam construir estruturas espaciais com barras estruturadas com ervilhas ou pedaços de barros.