

SARA MORENO ROCHA

Interfaces Abertas:

Dispositivos Programáveis no Ensino de Artes Visuais

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Artes da Escola de Belas Artes da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Artes.

Área de Concentração: Arte e Tecnologia da Imagem.

Orientadora: Prof^a Dr^a Lucia Gouvêa Pimentel

Belo Horizonte

Escola de Belas Artes /UFMG

2012

Moreno, Sara, 1985-

Interfaces abertas [manuscrito] : dispositivos programáveis no ensino de artes visuais / Sara Moreno Rocha. – 2012.

136 f. : il.

Orientadora: Lucia Gouvêa Pimentel.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Belas Artes.

1. Arte – Estudo e ensino – Teses. 2. Arte digital – Teses. 3. Multimídia (Arte) – Teses. 4. Mídia digital – Teses. 5. Arte por computador – Teses. 6. Arte e Tecnologia – Teses. I. Pimentel, Lucia Gouvêa, 1947- II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Belas Artes. III. Título.

CDD: 707



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE BELAS ARTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARTES

Assinatura da Banca Examinadora na Defesa de Dissertação da aluna **SARA MORENO ROCHA** Número de Registro **2010718946**.

Titulo: **INTERFACES ABERTAS: DISPOSITIVOS PROGRAMAVEIS NO ENSINO DE ARTES VISUAIS**

Profa. Dra. Lucia Gouvêa Pimentel – Orientadora - EBA/UFMG

Profa. Dra. Ana Paula Baltazar dos Santos – titular – EA/UFMG

Prof. Dr. Carlos Henrique Rezende Falci - titular – EBA/UFMG

Belo Horizonte, 09 de julho de 2012

Agradeço a todos que me apoiaram no percurso do mestrado:

à Lucia, pelas ricas orientações e por sempre acompanhar e fomentar o meu aprendizado;
ao Cacá e à Ana Paula, pelas valiosas aulas e pela avaliação da qualificação;
ao Henrique, pelas conversas que me fizeram refletir sobre o mestrado e sobre a vida;
aos colegas do Marginalia+Lab, pela convivência e diálogo que contribuíram muito na
concepção deste trabalho.

Agradecimentos especiais aos que me confortaram nesse processo:

ao Carlos, pelo companheirismo, carinho e ajuda em todas as horas;
à minha família, pela segurança e companhia;
à minha mãe que, além de tudo, é minha revisora e consultora.

RESUMO

Esta dissertação reflete sobre o uso de Tecnologias Contemporâneas no contexto do Ensino de Arte, focando no processo de ensino/aprendizagem de Artes Visuais com tecnologias digitais. Através de um panorama do uso das tecnologias digitais na arte e na educação, traço uma aproximação entre a *Arte/Tecnologia* e o *ensino/aprendizagem de Artes Visuais*, buscando problematizar e destacar aspectos relevantes para o Ensino de Arte implicado na relação crítica e criativa com as tecnologias. Para tanto, exploro a abordagem Construcionista, que ressalta o aprendizado construído na criação em mídias digitais, propondo interlocuções com o Ensino de Arte. Na pesquisa empreendida, analiso recursos para construção de dispositivos programáveis acessíveis a iniciantes, tendo como estudo de caso os recursos para criação em mídias digitais *Cricket* e *Scratch*, e os discuto como *interfaces abertas* no ensino/aprendizagem de Artes Visuais. Relato ainda uma experiência prática realizada com alunos da licenciatura em Artes Visuais da Escola de Belas Artes da UFMG, na qual busquei instigar a elaboração de propostas de ensino usando os recursos analisados.

Palavras-Chave: Ensino de Arte, tecnologias digitais, programação de computadores, dispositivos programáveis, interfaces abertas, Construcionismo.

ABSTRACT

This dissertation reflects on the use of Contemporary Technologies within the context of Art Education, focusing on the process of teaching and learning Visual Arts with Digital Technologies. Throughout the overview of the use of digital technologies within the artistic and educational fields, I draw comparisons between *Media Arts* and *teaching/learning Visual Arts*. I seek to criticize and highlight relevant aspects of digital technologies for Art Teaching contexts, which are intertwined in the critical and creative relation with the technologies. To do so, I explore the Constructionist approach of learning with digital media, proposing dialogues with the Art Education field. I analyze resources that allow building programmable devices by novices, having *Cricket* and *Scratch* as a case study. Therefore, I discuss these resources as *open interfaces* in teaching/learning Visual Arts. I also report on a practical experience performed with Art Education students from the School of Fine Arts at UFMG, which sought to instigate the development of teaching proposals using those resources.

Keywords: Art Education, Digital Technologies, computer programming, programmable devices, open interfaces, Constructionism.

LISTA DE FIGURAS

Diagrama 1 - Mapa das Tecnologias Contemporâneas	16
Diagrama 2 - Linha do tempo das tecnologias digitais na educação	30
Figura 1 - uma das primeiras versões da tartaruga controlada pela linguagem Logo	42
Figura 2 - uma das versões do software Logo, onde a tartaruga está representada graficamente....	43
Figura 3 - programação em uma das versões do software Logo	43
Figura 4 - Bloco Programável	47
Figura 5 - Arduino UNO	66
Figura 6 - programação no Processing.....	67
Figura 7 - Glitchy Square, de Henrique Roscoe (2011)	68
Figura 8 - desenho esquemático do Glitchy Square,.....	68
Figura 9 - Espaço;Processo (2010)	69
Figura 10 - exemplo de programação na interface gráfica do PureData	71
Figura 11 - exemplo de programação na interface gráfica do Alice.....	71
Figura 12 - exemplo de programação na interface gráfica do Scratch	71
Figura 13 - desenho da Gogoboard.....	72
Figura 14 - kit PicoCricket	73
Figura 15 - materiais que compõe o kit PicoCricket.....	73
Figura 16 - sensores e atuadores do kit PicoCricket	74
Figura 17 - dispositivo controlado por um Cricket.....	74
Figura 18 - programação no PicoBlocks	76
Figura 19 - programação no Scratch	76
Figura 20 - Scratch na web.....	78
Figura 21 - folhas de exemplos contidas no PicoCricket.....	80
Mapa conceitual 1: o que é tecnologia / tecnologia no cotidiano	91
Mapa conceitual 2: uso pessoal e profissional da tecnologia pelos participantes	93
Mapa conceitual 3: Tecnologias Contemporâneas nas escolas	95
Mapa conceitual 4: Arte e tecnologias contemporâneas	98
Tabela - projetos executados pelos alunos nos encontros práticos	106

LEGENDA

Os diversos estilos de formatação no texto se referem a:

Corpo do texto

Palavra ou termo definida no glossário

“Depoimento de participante do Mini-Laboratório” (Pseudônimo, PML, 2012)

SUMÁRIO

Introdução.....	8
1 Tecnologias Digitais e Arte/tecnologia	15
Mapa das Tecnologias Contemporâneas e Tecnologias Digitais.....	15
Das <i>Tecnologias de Informação e Comunicação</i> à criação e conhecimento	18
Arte/Tecnologia, Artemídia.....	19
2 Tecnologias digitais na educação.....	28
Tecnologias contemporâneas na educação 1960 - 2012	28
CAI	29
<i>Papert e o Construcionismo</i>	32
Logo.....	40
MUDs e MOOs.....	44
Blocos programáveis	46
3 Ensino de Arte e as Tecnologias Contemporâneas	48
Arte/educação ou Ensino de Arte?	48
Concepções atuais do ensino de arte com tecnologias contemporâneas	50
Interlocuções entre Construcionismo e o Ensino de Arte.....	56
4 Programação de computadores no Ensino de Artes Visuais: interfaces abertas para criação em mídias digitais.....	61
Interfaces como suporte para a criação e para a criatividade	61
interfaces abertas para a criação em mídias digitais	65
<i>Cricketts e Scratch</i>	72
<i>Ensino de Arte e Ciências: Criação no meio digital, empoderamento e liberdade</i>	81
5 Mini-laboratório	87
Encontro geral.....	88
<i>Concepções de tecnologia e envolvimento com a tecnologia no cotidiano</i>	90
<i>Relação dos participantes com as tecnologias contemporâneas no cotidiano</i>	92
<i>Experiência prévia e ideias sobre as Tecnologias na Escola</i>	94
<i>Conhecimento sobre Arte e Tecnologias Contemporâneas</i>	96
<i>Reflexões sobre as tecnologias contemporâneas no ensino de arte</i>	99
<i>Primeiro contato com Cricketts e Scratch</i>	100
Encontros Práticos	102

<i>Encontro prático 1 – Mariana e Júlia</i>	107
<i>Encontro prático 2 - Luciana</i>	107
<i>Encontro prático 3 - Rafael e Priscila</i>	108
<i>Encontro prático 4 - João e Débora</i>	109
<i>Encontro prático 5 - Rodrigo e Gabriel</i>	111
Resultados e Reflexões sobre o mini-laboratório	112
<i>Concepções das tecnologias contemporâneas</i>	113
<i>Concepções do ensino de arte</i>	113
<i>Propostas de ensino de arte com as tecnologias experienciadas</i>	115
<i>Sobre o debugging e papel do professor</i>	116
<i>Sobre os Crickets</i>	117
Considerações finais	120
Glossário	128
Referências	132
ANEXO - Levantamento de recursos que usam a programação de computadores para criação em mídias digitais, podendo ser adequados para o ensino de arte	136

INTRODUÇÃO

Contemporaneamente o desenvolvimento tecnológico, impulsionado tanto pela inovação científica quanto artística, leva a um estágio de utilização de tecnologias cada vez mais ligadas à esfera do digital. Isso só é possível através do desenvolvimento de interfaces que colocam as pessoas em contato com os sistemas digitais e seus bancos de dados, o que torna o conteúdo das mídias digitais passível de ser fruído, manipulado e distribuído.

Nos centros urbanos, e cada vez mais em qualquer lugar que tenha a economia em expansão, cresce o número de pessoas que usa dispositivos digitais para comunicação e acesso à informação, influenciando diretamente em suas atividades diárias. Nesse contexto, crianças e adultos convivem a todo tempo com computadores, *softwares* e redes, usufruindo do seus produtos (por exemplo textos, imagens, músicas e vídeos) e maneiras de produzir, comunicar e sentir. Nesse movimento, as pessoas tornam-se também produtores e replicadores de conteúdo, fazendo isso de forma deliberada ou mesmo sem perceber. Mesmo que muitos ainda não sejam usuários ativos de dispositivos como computadores, *tablets* e *smartphones*, as tecnologias digitais estão cada vez mais presentes no cotidiano das sociedades. Nesse quadro, modificam-se não somente a forma e a velocidade com que a informação, os dados, são distribuídos e compartilhados, mas também a maneira com que lida-se com o conhecimento. Entretanto, é importante ressaltar que a facilidade de acesso à informação não gera instantaneamente conhecimento; é preciso que o relacionamento das pessoas com esses dados seja significativo, gerando significados e sentidos¹.

Arte e tecnologia sempre estiveram interligadas: a arte tem, ao longo de toda a história, se modificado a partir do desenvolvimento de técnicas e do relacionamento com tecnologias, acompanhando o desenvolvimento da humanidade. Algumas vezes técnicas e tecnologias são criadas e desenvolvidas no campo da arte, afetando por sua vez outros campos do conhecimento humano. Outras vezes, a arte apropria, contesta ou recusa as determinações das tecnologias oriundas da ciências. Contemporaneamente, a utilização de dispositivos, meios e redes digitais, e mesmo o questionamento do próprio desenvolvimento

¹ Utilizo o termo “significado” para denotar uma construção de conhecimento concreta e racional, enquanto “sentido” é utilizado como forma de conhecimento que abranja também o estético e o emocional.

tecnológico, modificam as práticas, as formas de se fazer e pensar Arte. E se as tecnologias modificam os modos de viver, perceber, conhecer e relacionar dos indivíduos e das sociedades, diversos artistas estão atentos a esse movimento, explorando as relações entre arte e as tecnologias digitais.

No ensino/aprendizagem² de Arte, com qualquer grupo e em qualquer contexto, é preciso conhecer possibilidades da criação artística, experienciando, contextualizando e criando arte (BARBOSA, 1998). Assim é possível construir saberes e sentidos artísticos, e expandir não só o conhecimento do indivíduo, mas também o conhecimento no campo da Arte. Para tanto, é necessário reconhecer as atuais formas de expressão artísticas e relacioná-las com as formas de outros tempos, contextualizando-as. Longe de promover um conhecimento episódico da arte, em que as formas artísticas se superam e substituem, a formação em arte deve passar pelo conhecimento das práticas artísticas e da tecnologia nelas utilizadas em diversos períodos, sempre se relacionando com o contexto atual - pois as pessoas de um determinado tempo sempre partem de seu conhecimento e visão de mundo contemporâneos para entender o passado, o presente e as possibilidades futuras. Assim, a formação artística hoje deve necessariamente passar pelo entendimento das formas expressivas digitais, relacionando-as com as tecnologias de outros tempos e desenvolvendo novas propostas artísticas.

Mas o que significa apreender a arte e a tecnologia na arte de hoje? As tecnologias digitais trouxeram importantes ferramentas para a criação, o estudo e a disseminação da arte, assim como aconteceu em todas as outras áreas do conhecimento. Hoje é possível visitar museus do mundo inteiro através de um computador conectado à internet; ter acesso a textos e material multimídia sobre arte; participar de fóruns e listas de discussão; acessar *online* galerias de fotos, vídeos e sons; além de experienciar obras de *web art* que foram criadas especificamente para este meio. Também é possível utilizar *softwares* para a criação de imagem, som e vídeo. Todas essas possibilidades são relevantes e vêm sendo usadas por pessoas que buscam cada vez mais uma fluência no mundo digital. A área de Ensino de Arte, que lança mão de todos os recursos disponíveis para construir conhecimentos no campo da

² Uso o termo “ensino/aprendizagem” para se referir ao processo geral, e “ensino/aprendizado” para o processo específico na formação de um indivíduo ou grupo.

arte, faz uso dessas ferramentas. Especificamente para o Ensino de Artes Visuais³, as possibilidades de pesquisa, criação, reelaboração e circulação de experiências artísticas são expandidas quando trabalhadas no meio digital, especialmente em rede (GIRÁLDEZ, 2009).

Mas se o objetivo é criar, fruir, contextualizar e, portanto, aprender a *pensar arte*, construindo conhecimentos neste campo (PIMENTEL, 2002), somente o mero uso dessas ferramentas não garante a aprendizagem em arte. Nesse sentido, afirmo que compreender a arte que faz uso da tecnologia, seja tradicional ou digital, não significa apenas usar suas técnicas, mas entender as características estéticas das tecnologias usadas na arte e as interseções entre esses dois campos. Observo que nas práticas de ensino/aprendizagem ainda é comum o uso do computador para *fazer coisas que o lápis e o papel fazem* – atividades onde o uso do computador como ferramenta tem a contribuição de poupar recursos materiais e por vezes reduzir o tempo da atividade prática, mas sem encontrar ganhos estéticos no processo. Também na arte que tem as tecnologias digitais como meio isso se evidencia, pois embora o acesso à técnica seja ampliada, nem sempre a prática é acompanhada de uma reflexão sobre as possibilidades e implicações daquele meio de criação. Dessa maneira, encobre-se a contribuição que a tecnologia digital traz em sua essência: a possibilidade de programar, experienciar e compartilhar criações no meio digital.

Na minha experiência como educadora e pesquisadora da área de Ensino de Artes Visuais, observei que, em educação, são comuns concepções de que o computador e a internet devem ser integrados nas atividades por serem *atuais* e por isso terem o apelo de *instigar* e *entreter* quem os utiliza. Essa constatação se deu, principalmente, no acompanhamento do percurso de formação de professores de Arte⁴ e em congressos na área⁵. Também foi de fundamental contribuição a pesquisa de Iniciação Científica

³ Considera-se aqui a produção de arte no campo expandido e, embora o foco sejam as Artes Visuais, compreende-se que contaminação entre os meios da arte contemporânea produzem coexistências e os hibridismos entre a arte dita de cunho “tradicional” e a “pós-mídia” (KRAUSS, 2006). Tratando-se de Arte Contemporânea e Arte/Tecnologia, o foco deixa de ser a especificidade de uma mídia para abranger um projeto de criação a partir de imagens, textos, sons e outras formas estéticas.

⁴ Atuei como tutora do Curso de Especialização em Ensino de Artes Visuais (CEEAV) da Escola de Belas Artes da UFMG, dos anos 2009 a 2010, onde observei o relacionamento dos alunos com a tecnologia digital, tanto em aspectos práticos quanto pedagógicos, pois se tratava de um curso de formação de professores na modalidade a distância.

⁵ Congressos da Federação de Arte Educadores do Brasil (XIX e XX Confaeb).

desenvolvida durante a graduação em Licenciatura em Artes Visuais⁶. Nesses momentos, bem como em outros da minha trajetória como estudante de arte, ficou claro a disparidade entre o uso que eu fazia do computador, de dispositivos móveis e da internet nas minhas atividades de pesquisa, criação e ensino, e os exemplos que via circular e serem divulgados como relevantes para o ensino/aprendizagem de arte. No trabalho com projetos culturais de Arte/Tecnologia⁷ pude acompanhar o desenvolvimento de diversos projetos de arte que versaram sobre uma visão crítica da tecnologia, da tecnologia “de ponta” e da prática artística com tecnologias digitais. Essa experiência foi fundamental para a reflexão teórica e prática que permeia a pesquisa aqui relatada, na qual busco discutir como as tecnologias digitais estão sendo apropriadas no processo de ensino/aprendizagem.

Sem ignorar o impacto das tecnologias digitais na construção de subjetividades e na organização das sociedades hoje, esta dissertação se concentra em algumas especificidades das relações entre tecnologia e produção humana, particularmente no campo das Artes, e mais particularmente ainda no campo do Ensino de Artes Visuais. No contexto de ensino/aprendizagem de Artes Visuais, seja em situações formais ou não-formais, considero que os dispositivos, redes e interfaces possibilitados pelas tecnologias digitais tem o potencial de proporcionar diferentes formas de construir, representar e compartilhar o conhecimento, colocando-os em um lugar de destaque na cultura de hoje. Entretanto, argumento que as tecnologias devem permitir ir além da instrumentalização da arte e do seu aprendizado, em direção a um uso criativo e crítico. A relação criativa e crítica com tecnologias digitais é entendida aqui como reflexão e prática que tencionem a percepção e ação do sujeito frente ao mundo, partindo de uma situação de estímulo estético/sensível para gerar uma interferência imaginativa. Nesse sentido, a Arte/Tecnologia é destacada como campo um potente campo de criação e de construção de conhecimento. Esta dissertação compreende o relato de uma pesquisa sobre materiais e usos de mídias digitais que aproveitem as possibilidades do meio digital para se ensinar e aprender arte, de forma interconectada com a produção em Arte/Tecnologia.

⁶ Processos, Procedimentos, Percursos: O aluno artista. Pesquisa realizada de agosto de 2006 a agosto de 2007 na Escola de Belas Artes da UFMG. Autora: Sara Moreno Rocha. Orientadora: Profa. Dra. Lucia Gouvêa Pimentel. Fomento: Pibic/Cnpq.

⁷ *Gambiólogos* e *Gambiociclo* do Coletivo Gambiologia; Interactivos? 10BH e residências 2011 do Marginalia+Lab.

O objetivo da pesquisa de mestrado relatada aqui foi buscar, avaliar e propor materiais para criação artística em mídias digitais que pudessem ser usadas por qualquer grupo de aprendizes, mesmo os que não tem habilidades técnicas prévias com essas mídias. Além disso, questionar como essas tecnologias podem promover no Ensino de Artes Visuais no contexto atual uma relação crítica e criativa com as tecnologias contemporâneas. Para isso, as mídias digitais foram consideradas em seu aspecto expandido e ubíquo, e não restritas a *softwares* determinados para executar criações ou explorações específicas.

Iniciei a pesquisa com o levantamento de referências sobre o assunto, que destacou: os estudos da arte em mídias digitais (GIANETTI 2006; FLUSSER 1985, 2010; DUBOIS 2004; COUCHOT 1993, 2003; MACHADO 1993, 2007), a abordagem Construcionista do ensino de computação (PAPERT 1980, 2008; ACKERMAN 2001; KAFAI; RESNIK 1996) e materiais didáticos para construção de dispositivos programáveis (RESNIK et al 2005; BLIKSTEIN 2002; CAVALLO et al 2004; BLIKSTEIN; SIPITAKIAT 2011; entre outros).

A partir da revisão bibliográfica e da minha experiência nos contextos apresentados anteriormente, busquei formular uma análise crítica do uso das tecnologias contemporâneas de forma *instrumental* no ensino de arte, ressaltando, por outro lado, os *ganhos estéticos* que podem ocorrer na produção artística com o uso dessas tecnologias. Dessa reflexão surgiram os conceitos de tecnologia como *ferramenta* e tecnologia como *meio criativo* no ensino de artes visuais.

A partir de investigações acerca de experiências e materiais que oferecessem uma alternativa para a produção e reflexão em Arte/Tecnologia, foram selecionados dois exemplos, analisados com mais detalhe: a linguagem de programação Scratch e o *kit* de montagem de dispositivos programáveis PicoCricket⁸. Através da reflexão sobre os processos de projeto (BALTAZAR; KAPP 2006) e *design* de interfaces que suportem a criatividade (RESNIK et al 2005), assim como a análise de Crickets e Scratch, busquei propor a utilização desses materiais como *interfaces abertas* para a criação em mídias digitais.

⁸ PicoCricket é o nome comercial de um kit desenvolvido a partir das pesquisas de blocos programáveis, que gerou uma versão menor, apelidada de "Cricket" (grilo, em português). Uso os termos "blocos programáveis" e "crickets" para me referir a esse tipo de *kit*, de maneira geral.

Nesta dissertação, exponho o argumento que tanto Scratch como Crickets propõem uma maneira de se relacionar com a tecnologia digital que vai além da aprendizagem e emprego funcional de suas ferramentas, permitindo que o aprendiz assuma o controle sobre alguns recursos que antes estavam ocultos pela “caixa preta” da tecnologia, conhecendo seus processos e interferindo imaginativamente no mundo. Dessa forma, defendo que o conhecimento em arte pode ser construído a partir da interlocução entre a atividade de criação/reflexão artística e as possibilidades de programação, interação e compartilhamento das tecnologias contemporâneas.

Essa abordagem foi levada para uma experiência prática de ensino/aprendizagem realizada com a participação de alunos da Licenciatura em Artes Visuais da Escola de Belas Artes da UFMG. O mini-laboratório teve dois objetivos principais: explicitar as concepções que os participantes tinham de tecnologia e Arte/Tecnologia; e levantar possibilidades de uso dos Crickets e Scratch em contextos de ensino/aprendizagem, através de sugestões dos participantes. Nessa experiência busquei usar os Crickets como *interface aberta*, entretanto o foco principal foi nas articulações que participantes fizeram do material como proposta de ensino, e não na experiência de aprendizado deles com o material.

No capítulo 1 apresento um mapa de termos como Tecnologias Contemporâneas e Tecnologias Digitais. Discuto a influência das tecnologias digitais na arte, discutindo algumas referências teóricas, e aponto possibilidades de conhecimento na convergência entre técnica e estética.

No capítulo 2 Apresento um panorama histórico das propostas e usos das tecnologias digitais na educação, especialmente o desenvolvimento de computadores e *softwares* educativos, fazendo uma crítica às diferentes abordagens.

No capítulo 3 faço breve distinção entre Ensino de Arte e Arte/Educação. A seguir, apresento as concepções atuais do uso da tecnologia na escola para o ensino/aprendizagem, especialmente no caso do Ensino de Artes Visuais. Traço um paralelo entre o desenvolvimento da arte ligada às tecnologias contemporâneas e a apropriação dessas tecnologias no ensino, chegando ao problema encontrado no Ensino de Artes Visuais: o uso

instrumental da tecnologia, ao invés da utilização da tecnologia com potenciais estéticos e criativos. Discuto algumas relações entre o Construcionismo e o Ensino de Arte.

No capítulo 4 apresento o conceito de *interface aberta* e analiso os exemplos Crickets e Scratch como estudo de caso, discutindo-os como interfaces abertas para o ensino/aprendizagem de Artes Visuais.

No capítulo 5 faço uma análise crítica da atividade prática que foi parte da pesquisa, o Mini-Laboratório, buscando as concepções de arte e tecnologia dos participantes, assim como suas proposições de ensino/aprendizado usando as interfaces exploradas.

Por último, estão apresentadas as Considerações Finais, as Referências e o Anexo, que consta de um levantamento de recursos para programação de computadores direcionados a iniciantes, podendo ser utilizados no ensino /aprendizagem de Artes Visuais.

1 TECNOLOGIAS DIGITAIS E ARTE/TECNOLOGIA

Neste capítulo, delinheiro termos e conceitos relativos às tecnologias contemporâneas, ressaltando a relevância das tecnologias digitais e sua influência na arte. Para tanto, desenho um diagrama especificando as relações entre as tecnologias abordadas na dissertação e discuto alguns termos correntemente utilizados e que ganham uma conotação específica nesta dissertação. A seguir, apresento uma breve reflexão sobre a arte produzida em meios digitais e o conceito de Arte/Tecnologia. Trago contribuições teóricas pontuais de autores como Gianetti, Dubois, Couchot, Flusser e Machado, relevantes para a discussão das possibilidades da Arte/Tecnologia, relacionadas principalmente ao ato criativo em um mundo fortemente regulado pela tecnologia digital. Considerando que esses autores apresentam perspectivas distintas que, em alguns momentos convergem ou divergem, relativizo seus argumentos no contexto discutido. Essa crítica, por sua vez, levará à contextualização do Ensino de Arte em meio às tecnologias contemporâneas.

MAPA DAS TECNOLOGIAS CONTEMPORÂNEAS E TECNOLOGIAS DIGITAIS

Apesar dos termos *novas tecnologias*, *tecnologias digitais* ou *Tecnologias de Informação e Comunicação* (TICs) serem muitas vezes usados como sinônimos, eles expressam concepções diferentes e é importante destacar seus significados. No Diagrama 1 traço um mapa com alguns desses termos.

A escolha pelo termo geral *Tecnologias Contemporâneas* nesta dissertação busca dissociar a ligação das tecnologias exclusivamente com processos comunicacionais, que acontecem através da linguagem, expandindo-a para relações com outras formas de expressão e conhecimento, como é o caso da imagem e da arte⁹. Em se tratando do processo de ensino/aprendizagem, é também importante ressaltar que o objetivo do uso das mídias digitais vai além da circulação e acesso à *informação*, devendo se orientar para a construção de *conhecimento* nas diversas áreas e modalidades. Com relação ao uso do

⁹ Observo que algumas correntes de análise da imagem expandem o conceito de linguagem e comunicação para abarcar os processos artísticos, outras ainda reduzem a Arte à produção e recepção de mensagens imagéticas. Nesta dissertação não utilizo essas abordagens, considero a Arte como campo distinto do campo da comunicação.

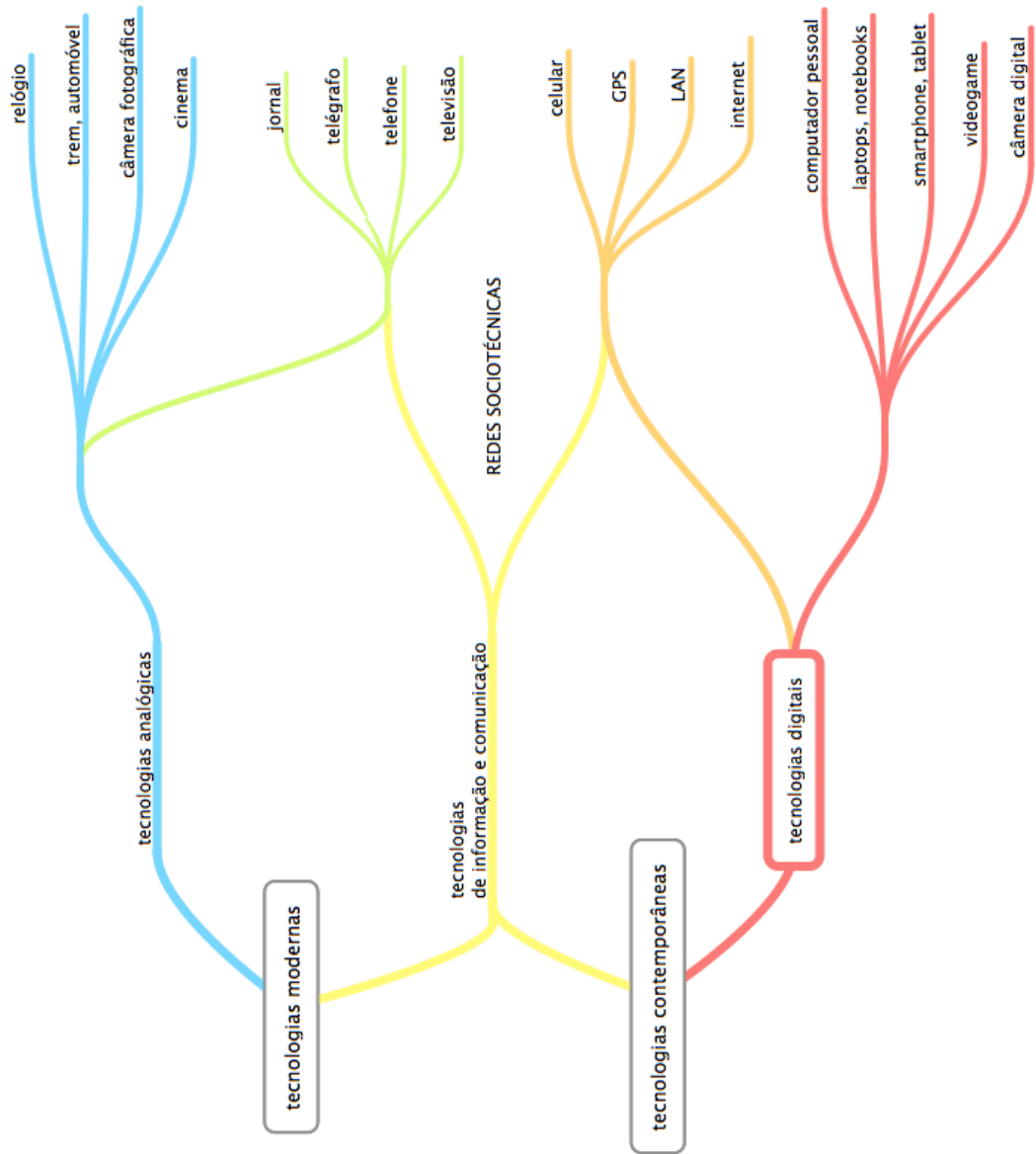


Diagrama 1 – Mapa das Tecnologias Contemporâneas

termo *novo*, como em *novas mídias* e *novas tecnologias*, evito uma relação temporal ou de exaltação da novidade ao preferir o termo *contemporâneo*, ou seja, presente e representativo do tempo atual em que escrevo esta dissertação.

Dentro dessa classificação geral das Tecnologias Contemporâneas, exploro especificamente o eixo das Tecnologias Digitais, que são as tecnologias oriundas da invenção dos processos de digitalização, ou seja, da transformação de informações em impulsos quantificados numericamente segundo a lógica binária. O dispositivo exponencial dessas tecnologias é o computador, e podemos entender vários outros dispositivos digitais (videogame, smartphone, GPS, microcontrolador) como espécies de computadores, mesmo que eles a princípio não se assemelhem aos computadores pessoais que reconhecemos através de sua interface que contém uma torre, monitor, mouse e teclado.

O mapa evidencia que as chamadas *Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC)*, que não são exclusivas do momento atual, se desenvolvem contemporaneamente a partir da contaminação pelas *tecnologias digitais*, oriundas da invenção do computador. Já as *Tecnologias Contemporâneas* não se restringem aos processos básicos de comunicação e Informação, mas as *tecnologias digitais* muitas vezes estão ligadas à elas, como os exemplos de *dispositivos digitais* apresentados (computador, *smartphone*, *videogame* etc.). Estes representam frutos de tecnologias contemporâneas, digitais, que são usados para diversos fins, incluindo a produção imagética/artística e o aprendizado. Esses usos das tecnologias podem ser mediatizados e inseridos em eixos comunicativos, mas não são necessariamente representativos desses processos.

Uma característica que afeta fortemente as tecnologias contemporâneas é a possibilidade de troca de dados entre aparelhos, sistemas e usuários, através de *redes sociotécnicas*, caracterizadas pela crescente velocidade e acesso à informação. Essas redes modificam a relação do indivíduo com outras pessoas, com a informação disseminada por essas pessoas e com o meio em que vivem. Entretanto, essas relações não se dão sem atritos, como veremos adiante.

DAS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO À CRIAÇÃO E CONHECIMENTO

É possível dizer que as tecnologias digitais têm um alcance global, pois mesmo em sociedades que não têm uma grande presença de dispositivos digitais nas mãos das pessoas comuns, grande parte das atividades humanas estão organizadas através dessas tecnologias. Se, por um lado, o acesso aos produtos tecnológicos não atinge diretamente a totalidade de pessoas no mundo, o que acontece devido à barreiras econômicas e políticas, por outro lado, mesmo em locais onde a população não tem contato direto com esses dispositivos, grande parte dos fluxos humanos e sociais são regidos com o uso das tecnologias. Assim, no aspecto subjetivo as tecnologias afetam o modo de pensar, ser e agir das pessoas, mas também no aspecto intersubjetivo há influências.

Para Almeida e Valente

a evolução das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) tem um papel fundamental no processo de globalização, provoca mudanças nos modos de ser e estar no mundo, reconfigura as relações comunicacionais e faz surgir uma nova ordem social [...] (2011, p. 6)

Entretanto essa nova ordem social não significa necessariamente uma sociedade mais harmônica e melhor distribuída. A metáfora do mundo globalizado como um mundo sem fronteiras, possibilitado pelas tecnologias, não se concretizou. Massey (2006) ressalta que as desigualdades e distâncias não diminuíram em consequência das tecnologias (sejam tecnologias de informação e comunicação ou de transporte, saneamento etc.) e pelo contrário, as desigualdades parecem aumentar.

Embora seja notável que a cada dia cresce o número de pessoas que usa computadores e outros dispositivos digitais para comunicação e acesso à informação, é preciso relativizar o discurso corrente que defende o meio digital possibilita a todos exercer sua liberdade, aprender e compartilhar abertamente, refletindo assim sobre os efeitos das tecnologias digitais na sociedade contemporânea. A suposta *democratização*, ou a *livre* comunicação, por meio das redes sociotécnicas, encontra filtros, bloqueios e mediações por parte de instâncias reguladoras (seja para o controle ético, como no caso dos crimes pela internet, ou para a supressão dos direitos de expressão, como em regimes políticos autoritários). Além de relativizar essa liberdade de *acesso*, é também possível relativizar a liberdade de *criação*. Muito do que se produz nos meios tecnológicos contemporâneos nada

mais é do que reprodução de conteúdos, opiniões e *formas de fazer* já estabelecidas, mostrando que os usuários comuns das tecnologias contemporâneas ainda não tem as competências necessárias para assumir de fato as possibilidades criativas desses meios. Portanto, o crescente acesso e uso das TIC não significa necessariamente que mais conhecimento ou liberdade seja conquistado pelas pessoas.

ARTE/TECNOLOGIA, ARTEMÍDIA

A história da imagem técnica, ou seja, a imagem gerada a partir de aparatos técnicos, remonta à câmara escura, à fotografia, ao cinema, ao vídeo, à TV. Cada meio tem suas especificidades e possui diferentes qualidades quando utilizados na arte ou como mídias de massa, tendo gerado modificações e repercussões nas esferas artística e social. Desde os anos 1960, com a crescente utilização de computadores, *softwares*, redes e toda uma gama de aparatos digitais, a tecnologia digital entrou nas discussões que abarcam a imagem técnica e vem também consolidando-se como um campo específico da produção e estudo da arte.

A arte que faz uso e reflete sobre as tecnologias digitais recebeu muitos nomes, que fazem alusão aos conceitos e questões explicitados na teoria e prática artística: Arte Computacional, Arte Digital, Arte Numérica, Arte Cibernética, *Media Art*, Artemídia, Arte/Tecnologia etc. Nesta dissertação utilizo o termo *Arte/Tecnologia* para me referir às manifestações artísticas que não somente fazem uso, mas se constroem em relação interdisciplinar com as tecnologias contemporâneas, em especial as tecnologias digitais, programáveis. Nesse contexto, muitas obras de arte vão além da produção de imagens visuais com recursos tecnológicos digitais, elas tomam partido das possibilidades de programação de computadores para controlar ambientes ou dispositivos, podendo comportar sistemas de interação, imersão e rede.

Embora a imagem digital em si não seja objeto da pesquisa aqui relatada, a arte feita com as mídias digitais é um eixo relevante nas articulações entre as tecnologias contemporâneas e o Ensino de Arte. Considero a Arte/Tecnologia como um campo

consolidado de produção e pesquisa, embora não homogêneo ou consensual¹⁰. Ressaltarei portanto a relação da arte com a tecnologia, sem discorrer sobre as características da imagem técnica ou o uso de técnicas e tecnologias específicas na arte.

As tecnologias eletrônicas e digitais que deram origem à informática, à telemática, à cibernética, e à inteligência artificial, entre outras, se desenvolvem sob conceitos como interação, imersão e rede, comuns aos campos das ciências, humanidades e artes, que se influenciam mutuamente. Nesse contexto, Gianetti explicita como os artistas participaram ativamente da construção de conhecimento, tanto de forma prática quanto com contribuições para a teoria da arte.

Em estreita sintonia com as transformações ocorridas nos mais distintos âmbitos, resultantes da revolução digital e biotecnológica, o artista assume a difícil tarefa de gerar novas ferramentas conceituais a partir das novas ferramentas técnicas. Ambas são imprescindíveis para tratar, criativamente, esses processos de mudança radical experimentados pela sociedade e o indivíduo contemporâneo. (GIANETTI, 2006, p. 100)

Além de não estar dissociada de outros campos do conhecimento, a arte que faz uso e reflete sobre as tecnologias contemporâneas não é uma corrente autônoma, mas faz parte do contexto da arte contemporânea. Gianetti, que usa o termo *media art*¹¹ para definir essa produção, diz que “o fato de empregar o termo *media* é um recurso para diferenciá-lo (e não afastá-lo) das manifestações artísticas que utilizam outras ferramentas que não as baseadas nas tecnologias eletrônicas e/ou digitais”(2006, p. 14).

É necessário ressaltar que não é a primeira vez na história da arte que o desenvolvimento técnico ou tecnológico participa da criação artística. Em seu tempo, a invenção da perspectiva linear, da impressão, da tinta óleo e da solda de metais - entre tantas outras técnicas, aparatos, tecnologias - representaram mudanças significativas para a

¹⁰ Além da produção de artistas e teóricos dedicados à Arte/Tecnologia, temos no Brasil instituições e eventos especializados nesse campo, como: FILE (Festival Internacional de Linguagens Eletrônicas); Emoção Art.Ficial (Bienal de Arte e Tecnologia do Itaú Cultural); Vivo ARTE.MOV (Festival de Arte em Mídias Móveis); FAD (Festival de Artes Digitais); Instituto Sérgio Motta; MIS (Museu da Imagem e do Som); entre outros.

¹¹ Apesar de considerar a relação da arte com os meios (*media* ou mídias) comuns às esferas da comunicação de massa, não usarei o termo *media art* para não restringir os processos artísticos, principalmente a criação e fruição artísticas, à processos comunicativos. Nesta dissertação não se considera a Arte como linguagem, mas como ambiência estética, imaginativa e metafórica (DEOUD, 2005). As relações de determinadas correntes artísticas com a Informação e Comunicação, como é o caso da arte cibernética, que se baseou em conceitos comunicativos, são tomadas como particularidade e não como teoria estética.

arte, alterando as possibilidades da produção artística e os próprios conceitos da arte, e consequentemente seu impacto no mundo. Em vez de buscar na história da imagem técnica uma *evolução* nos meios e métodos da arte, ressalto que não houve a *superação* das formas de se fazer arte. Ainda hoje há, por exemplo, pintores que trabalham com tinta e pincel, bem como outros que projetam formas e cores com o auxílio do computador. Os primeiros não são artistas *anacrônicos*, pois vivem um contexto atual e, assim como os colegas que trabalham com mídias digitais, levam para sua obra as percepções do mundo contemporâneo.

Machado (1993) esclarece como os materiais, os instrumentos, as ferramentas, os procedimentos e as técnicas de produção são fatores importantes na arte, dizendo que a lógica intrínseca do material e os procedimentos que lhe dão forma devem ser considerados numa análise dos objetos culturais de qualquer época.

A história da arte não é apenas a história das ideias estéticas, como se costuma ler nos manuais, mas é também e sobretudo a história dos meios que nos permitem dar expressão a essas ideias. Tais mediadores, longe de configurarem dispositivos enunciadores neutros ou inocentes, na verdade desencadeiam mutações sensoriais e intelectuais que serão, muitas vezes, o motor das grandes transformações estéticas. Por essa razão, é impensável uma época de florescimento cultural sem um correspondente progresso de suas condições técnicas de expressão, como também é impensável uma época de avanços tecnológicos sem consequências no plano cultural. (MACHADO, 1993, p. 11)

Considero que os meios e modos de produção influenciam a produção artística, sem perder de vista que toda técnica tem também uma dimensão estética, que é essencial para a arte (DUBOIS, 2004). Assim, as técnicas de produção e as tecnologias têm um papel essencial no desenvolvimento da arte e da cultura, embora não sejam determinantes destas. Nesse sentido, Couchot (1993, 2003) apresenta contribuições relevantes, pois identifica mudanças estéticas e perceptivas que acompanham o desenvolvimento técnico da imagem.

Couchot (2003) examina a história das imagens (seja na arte ou nos meios de comunicação), considerando como as técnicas e as tecnologias modificam a percepção humana. Para o autor, cada avanço tecnológico que afeta diretamente a produção de imagem - como o surgimento da fotografia, do cinema, do vídeo e da TV - gera um *efeito tecnestésico*, que é a experiência humana através da técnica. Assim, as técnicas não seriam somente modos de produção, seriam também modos de percepção. Para o autor, a experiência humana através da técnica transformaria a percepção de que se tem do mundo,

implicando em um modelo perceptivo coletivo, “um *habitus* comum sobre o qual se elabora uma cultura e da qual a arte se alimenta” (2003, p.16). Dessa forma, Couchot defende que o uso das técnicas na produção de imagens alarga a noção de subjetividade, dividida em duas figuras intercambiantes: o sujeito-NÓS, que tende ao tecnicismo, enquanto o sujeito-EU tenta resistir a essa dependência e redefinir sua própria identidade.

A atividade artística colocaria então em jogo dois componentes do sujeito. Um sujeito-NÓS modelado pela experiência tecnestésica e um sujeito-EU que resgataria a expressão de uma subjetividade irreduzível a todos os mecanismos técnicos e a todo *habitus* perceptivo, singular e móvel, própria ao operador, à sua história individual, a seu imaginário. (COUCHOT, 2003, p. 17).

Nessa perspectiva, a arte de cada período manifestaria diferentes associações distintas desses dois componentes do sujeito. Para Couchot, o efeito tecnestésico afetaria não só a percepção mas também os modos de socialização, gerando redefinições nos sujeitos e na própria arte. A partir da fotografia, que, através do aparato técnico, libera a produção de imagens do gesto humano, os deslocamentos nas figuras de subjetividade se afetariam pelo crescente automatismo no uso das técnicas¹². Para o autor, essa relação chega ao clímax quando a invenção do computador possibilita que todas as técnicas de figuração sejam numerizadas (ou digitalizadas) (COUCHOT, 2003).

Couchot aponta que a arte numérica é uma arte da hibridação, pois, uma vez numerizadas, as imagens permitem todo tipo de flexibilização estética e dos saberes artísticos e técnico-científicos. Porém, o autor ressalta que é necessário que o artista se posicione criticamente frente as tecnologias, e não somente faça um uso previsto de suas possibilidades. Para Couchot, o artista que trabalha com as tecnologias digitais não deve simplesmente utilizar as técnicas numéricas, mas deve negociar com os modelos científico-tecnológicos e transcendê-los, desviando-os de seus objetivos restritos para transformar “as certezas das ciências em incertezas da sensibilidade, em gozo estético, e esse excesso de clareza, em sombra.” (1993, p. 46). O autor destaca ainda que

¹² A automatização é um aspecto importante para determinadas teorias e práticas artísticas, como na Arte Cibernética e na Arte Generativa (GIANETTI, 2006). No entanto, o automatismo a que se refere Couchot (2003) é relativo à evolução das técnicas de figuração, que indica uma crescente automatização dos processos de criação e reprodução da imagem, buscando liberar o olhar e a mão. Em última instância, isso levaria à supressão da liberdade do homem frente à técnica, como também discutido por Flusser (2010).

Uma soma de modelos não resulta em obra de arte. Os modelos numéricos são para o artista meios poderosos e limitadores: ele terá que arrancá-los de sua performatividade científica e técnica, interpretá-los e traduzi-los em seu próprio sistema simbólico. (COUCHOT, 1993, p. 46)

Assim, para Couchot, as técnicas de imagem modelam a percepção e agem sobre o imaginário humano, mas a criação pressupõe a liberdade e autonomia do sujeito frente à técnica, um fator essencial de liberação frente à pressão tecnológica. Sem essa liberdade as descobertas artísticas, tecnológicas e científicas não teriam existido. Essas ideias já estavam presentes no pensamento de Flusser (1985), que tomou como ponto crucial o embate com a automatização que surge no desenvolvimento das tecnologias de imagem.

Flusser (1985) toma a fotografia como modelo para o funcionamento de todos os aparelhos que regulam a sociedade pós-industrial. Para o autor, a câmera fotográfica tem o potencial de ser entendida não como um *instrumento* usado para o trabalho, mas como um *aparelho* destinado ao *jogo*. Entretanto, para Flusser o homem não lida livremente com o aparelho. Toda fotografia, assim como toda imagem técnica, é realização de algumas das potencialidades inscritas no próprio aparelho, através de *programas*. O computador, assim como a câmera fotográfica, é um aparelho produtor de imagens. Enquanto o homem usa o aparelho para produzir imagens, o aparelho visa programar a sociedade através das imagens, aperfeiçoando-se. Quando se usa a câmera ou o computador de maneira funcional, faz-se a permutação com as categorias do aparelho, ou a realização das possibilidades previstas em seu programa. Assim, o homem não possui o aparelho, é possuído por ele, torna-se *funcionário* dele. Os aparelhos, por sua vez, tendem para a automatização, eliminando a intenção humana.

Para Flusser, o nível de penetração da lógica dos programas e aparelhos no mundo é tão grande que, de forma espontânea, estamos “pensando informaticamente, programaticamente, aparelhisticamente, imageticamente. Estamos pensando do modo pelo qual ‘pensam’ computadores” (1985, p. 40). Para o autor, a liberdade do homem residiria não em jogar *com* o aparelho, executando seus programas, mas em jogar *contra* o aparelho. O jogo do homem contra o aparelho revelaria o seu potencial criativo, necessário para se escapar da lógica puramente instrumental a que somos submetidos. Assim, seria necessário apontar para um caminho da liberdade em meio ao ciclo de programação e automatização que vem dominando a sociedade. Essa liberdade residiria no engajamento humano para a

articulação de intenções, desejos, decisões humanas nos programas: “Os programas não devem mais correr dos aparelhos rumo ao homem, mas do homem rumo ao aparelho. Não homens, mas aparelhos devem ser programados, e o devem ser por decisão humana em prol da liberdade humana” (2010, p. 82). Dessa forma o autor defende que, deveríamos nos lançar contra os *gadgets*, que atualmente são brinquedos tolos que nos distraem e dispersam com seu divertimento, e invertê-los em direção da nossa liberdade.

A liberdade, para Flusser, significa a possibilidade de diálogo entre homens através da produção de imagens, o que permitiria inclusive retomar o controle dos aparelhos e direcioná-los aos propósitos humanos. Para o autor, esse seria o significado de democracia na era da informática: através do diálogo sobre e por meio de aparelhos, os homens tomariam decisões dialogicamente, formando uma democracia programadora de aparelhos. “O engajamento em prol da sociedade de programadores (o oposto de ‘democracia programada’) me parece o único engajamento possível” (2010, p. 83).

Na arte, isso traz a reflexão de que a mera manipulação dos aparelhos, das máquinas de imagem, não leva a uma produção que consiga escapar do funcionalismo e da automatização em direção à liberdade. Se Couchot ressalta a liberdade e autonomia do artista frente à técnica, Flusser, por sua vez, vê na compreensão e confronto com a técnica a única possibilidade de uma sociedade democrática contemporânea. De uma e de outra forma, a atividade artística apresentaria exemplos de como a criatividade humana poderia subverter processos aparentemente determinados.

Assim como Flusser, Machado (1993, 2007) considera que o papel do artista não seria o de atuar dentro das possibilidades programadas do aparato técnico que utiliza, mas subverter a lógica industrial das máquinas, se apropriando efetivamente de uma tecnologia e criando para ela novos usos e sentidos. O autor elabora o conceito de *artemídia* para tratar da arte que usaria os meios técnicos como forma de crítica da própria tecnologia. Para Machado, a *artemídia* compreende “formas de expressão artística que se apropriem de recursos tecnológicos das mídias e da indústria do entretenimento, ou intervêm em seus canais de difusão, para propor alternativas qualitativas” (2007, p. 7). Na *artemídia* os parâmetros de criação, de comunicação e relação entre os sujeitos se modificam, criando também novas formas de afeto. Dessa forma, o autor considera a importância dos aspectos

estéticos da Arte/Tecnologia, e não somente seus efeitos ou usos práticos, conforme discutido anteriormente.

Machado ressalta as implicações sociopolíticas da discussão da liberdade artística frente à técnica, pois considera as atuais relações da arte com o meio da indústria cultural que muitas vezes define as características da produção artística e imagética que será conhecida pelo público. Nesse contexto, os meios de comunicação expandidos pela informática se destacam:

A questão principal, enfim, não é saber se o artista se torna mais ou menos livre, menos ou mais criativo trabalhando no coração das máquinas, mas se ele é capaz de recolocar as questões da liberdade e da criatividade no contexto de uma sociedade cada vez mais informatizada, cada vez mais imersa nas redes de telecomunicações e cada vez mais determinada pelas representações que faz de si mesma através da indústria cultural. (MACHADO, 1993, pp 38-39)

Esse autor problematiza a utilização de recursos tecnológicos na arte contemporânea, dizendo que “Em sua acepção própria, a *artemídia* é algo mais que a mera utilização de câmeras, computadores e sintetizadores na produção de arte, ou a simples inserção da arte em circuitos massivos como a televisão e a internet” (MACHADO, 2007, p. 8). Gianetti, por sua vez, diz que “a *media art* não deve se limitar à mera utilização de certas tecnologias, nem ter nas máquinas o único atributo que a caracteriza e, muito menos, o único fim. Pelo contrário, deve ser uma arte que encontra nos meios tecnológicos um caminho de expansão e um vínculo com outras manifestações criativas” (2006, p. 86). Embora os autores aparentem convergir na reflexão sobre o uso de tecnologias na arte, considero necessário distinguir entre a *media art* definida por Gianetti e a *artemídia* de Machado, pois enquanto a primeira ressalta o uso das mídias e dos conceitos explorados interdisciplinarmente pela arte e pela ciência, a segunda ressalta o uso crítico e politizado das mesmas.

Observo que parte da produção atual de arte que faz uso das tecnologias como meio utiliza as mídias digitais muito pelos *efeitos* e *inovações* que estas proporcionam. Dessa forma, a estética tecnológica se encontra apenas na superfície dessa produção artística, enquanto a arte realmente questionadora e inovadora em termos estéticos/tecnológicos não é necessariamente a que possui o formato mais exibicionista da tecnologia, fazendo uso de suas características comerciais e se tornando assim uma vitrine das tecnologias “de ponta”. Entendo que as características do meio digital, que afetam fortemente a maneira

como percebemos e criamos imagens, possibilitariam, no campo da arte, a criação de experiências estéticas diferenciadas. Entretanto isso se não daria somente pelos diferentes efeitos atingidos, mas pelas mudanças conceituais e operativas na arte, assim como no relacionamento entre o artista, a obra, o fruidor e o contexto de produção, que tem dimensões sociais, políticas e culturais que precisam ser observadas.

Embora a Arte/Tecnologia produzida a partir dos anos 1960 mostre exemplos fundadores das possibilidades da criação com a tecnologia digital, muitas reflexões que se desenvolvem no campo conceitual ainda são utópicas no campo prático, que tende a repercutir usos da tecnologia disseminados através da produção industrial e da cultura de massa. Entretanto, entendo que a Arte/Tecnologia aponta para mais do que a mera utilização de meios tecnológicos para compor obras de arte, ou a utilização de técnicas para impressionar o público com efeitos inovadores, embora muitas obras apontem para esses usos instrumentais da tecnologia. A arte tem um importante papel em subverter essas formas de produção e pensamento.

Dessa maneira, é relevante analisar como a arte utiliza as tecnologias de seu tempo, mas na arte não interessam somente o uso da técnica ou da tecnologia, mas as modificações estéticas, sensíveis e políticas que a produção artística acarreta. Nesta dissertação, me afasto de posicionamentos puramente *tecnófilos* ou *tecnófobos*, ponderando os pressupostos dessas visões que podem soar apocalípticas ou redentoras do uso da tecnologia, evitando argumentos de que a técnica exerce um domínio incontrolável sobre o homem, seja para exaltá-la ou para abominá-la. Nos campos tanto da arte quanto da educação, observo que o efeito sedutor das tecnologias, através das mídias digitais, muitas vezes foca numa suposta interatividade sem conteúdo, ou na exploração de *gadgets* que possuem tecnologia cada vez mais avançada, porém descartável. Tanto a *fetichização* da tecnologia como da arte não contribuem para a exploração das possibilidades de conhecimento na convergência entre técnica e estética. Busco nas tecnologias contemporâneas o encontro dos seus potenciais técnicos com suas contribuições estéticas, suscitando contribuições efetivas para a construção de conhecimento na área de Artes Visuais.

Para a pesquisa relatada nesta dissertação, considero que é interessante uma aproximação com o conceito de artemídia que, mesmo que utópico, pode guiar uma

reflexão sobre as contribuições das tecnologias contemporâneas no ensino de artes visuais, indo além do mero uso das tecnologias ou reforço das tendências massificadoras para propor experiências estéticas com as tecnologias. Assim, argumento que a crítica dos próprios meios e das próprias técnicas na arte, através da exploração dos modos de funcionamento das coisas, consegue levar ao mundo uma nova maneira de *perceber*, de *sentir*, de *conhecer* e de *saber*.

2 TECNOLOGIAS DIGITAIS NA EDUCAÇÃO

A área que é hoje chamada de *Tecnologia Educacional* desenvolveu-se sob concepções diversas de quais seriam as possibilidades didáticas e pedagógicas das tecnologias digitais e aplicação de seus recursos nos processos de ensino e de aprendizagem, dentro e fora da escola. Nesse contexto, o computador, entendido como o expoente das tecnologias contemporâneas, foi ora relacionado com a possibilidade de se aprender conceitos matemáticos e científicos, ora como uma ferramenta multimídia que permite a transposição das operações feitas no mundo tangível, geralmente com lápis e papel, para o mundo numérico da simulação. Hoje, a tecnologia digital está cada vez mais presente no nosso cotidiano de forma ubíqua, não se restringindo aos computadores pessoais. Entretanto, o uso educacional das tecnologias digitais se concentra principalmente na busca de informações pela internet e no uso de *softwares* instrumentais. Neste capítulo farei um panorama do desenvolvimento das propostas para o uso do computador na escola, buscando sua repercussão nos dias de hoje.

TECNOLOGIAS CONTEMPORÂNEAS NA EDUCAÇÃO 1960 - 2012

Nos centros de pesquisa durante os anos 1960, quando os computadores ainda eram máquinas calculadoras digitais, gigantes e dispendiosas, pesquisadores já exploravam as relações entre o funcionamento do computador e o da inteligência humana¹³, vislumbrando também as possibilidades do uso dessa tecnologia no aprendizado e na escola. A partir dos anos 1970, com a crescente disseminação de computadores pessoais dotados de interface gráfica humano-computador, essas possibilidades se tornaram mais palpáveis.

Quando as escolas começaram a adquirir computadores, com a popularização do computador pessoal a partir dos anos 1980 nos Estados Unidos, as pesquisas sobre a utilização do computador no aprendizado já tomavam rumos variados. Essas pesquisas derivavam de teorias tanto computacionais quanto cognitivas, incluindo aí as teorias do

¹³ A ideia da máquina como auxiliar (e por certas vezes substituta) da memória ou cognição humanas é anterior à invenção do computador digital moderno. Um exemplo é o MEMEX, sistema pensado por Vannevar Bush em 1945 no artigo *As We May Think*. Deste então, metáforas entre o aprendizado e o processamento de informação se multiplicaram. Nesta dissertação, considero as pesquisas que ocorreram após a invenção do computador digital.

aprendizado, e correspondiam a concepções epistemológicas diversas. Apresentarei a seguir duas perspectivas centrais e distintas: a do computador como ferramenta para instrução do aluno e a do computador como meio para a construção de conhecimento pelo aluno, que, junto com alguns exemplos, fomentarão a discussão sobre as possibilidades atuais dessas tecnologias no ensino/aprendizagem em geral e no Ensino de Artes Visuais especificamente.

A escolha dos exemplos apresentados nesta dissertação é um recorte, considerando as limitações de tempo e escopo da pesquisa. O Diagrama 2 representa uma linha do tempo com as tecnologias escolhidas, com suas ligações e cruzamentos técnicos e conceituais.

CAI

Os primeiros *softwares* de cunho educacional foram elaborados nos anos 1960 conforme o sistema chamado de CAI (*Computer Aided Instruction – Instrução Auxiliada por Computador*). Os conceitos que originaram o CAI, formulados pelo pesquisador Patrick Suppes, surgiram como uma forma de direcionar o ensino do aluno, com um sistema que entregaria lições personalizadas ao mesmo tempo que alimentaria um banco de dados com informações sobre o seu aprendizado. Assim, o aprendizado de diferentes indivíduos poderia ser também quantificado e nivelado. Como o nome indica, esse sistema de cunho *instrucional* busca programar o computador para entregar informações aos alunos e ministrar testes. Esse modelo é baseado na ideia de educação como instrução e transmissão de informações do professor (ou do computador) para o aluno, inspirado nas teorias *behavioristas*, compreendendo a apresentação de fatos, memorização de conteúdos e averiguação de respostas certas e erradas.

Na abordagem instrucionista [do CAI], os conteúdos são apresentados em módulos organizados em ordem crescente de complexidade, seguidos de sequências de exercícios estruturados de acordo com os objetivos comportamentais esperados. Esta abordagem baseia-se nas ideias de Skinner (1972) sobre o uso da máquina de ensinar para atender necessidades, ritmos, capacidades intelectuais e dificuldades individuais, cabendo à máquina avaliar o desempenho do aluno pela medida do alcance dos objetivos em função dos acertos (escores) das respostas emitidas pelo aluno e fornecer feedback como reforço positivo e estímulo ao comportamento desejável. (ALMEIDA; VALENTE, 2011, p. 7)

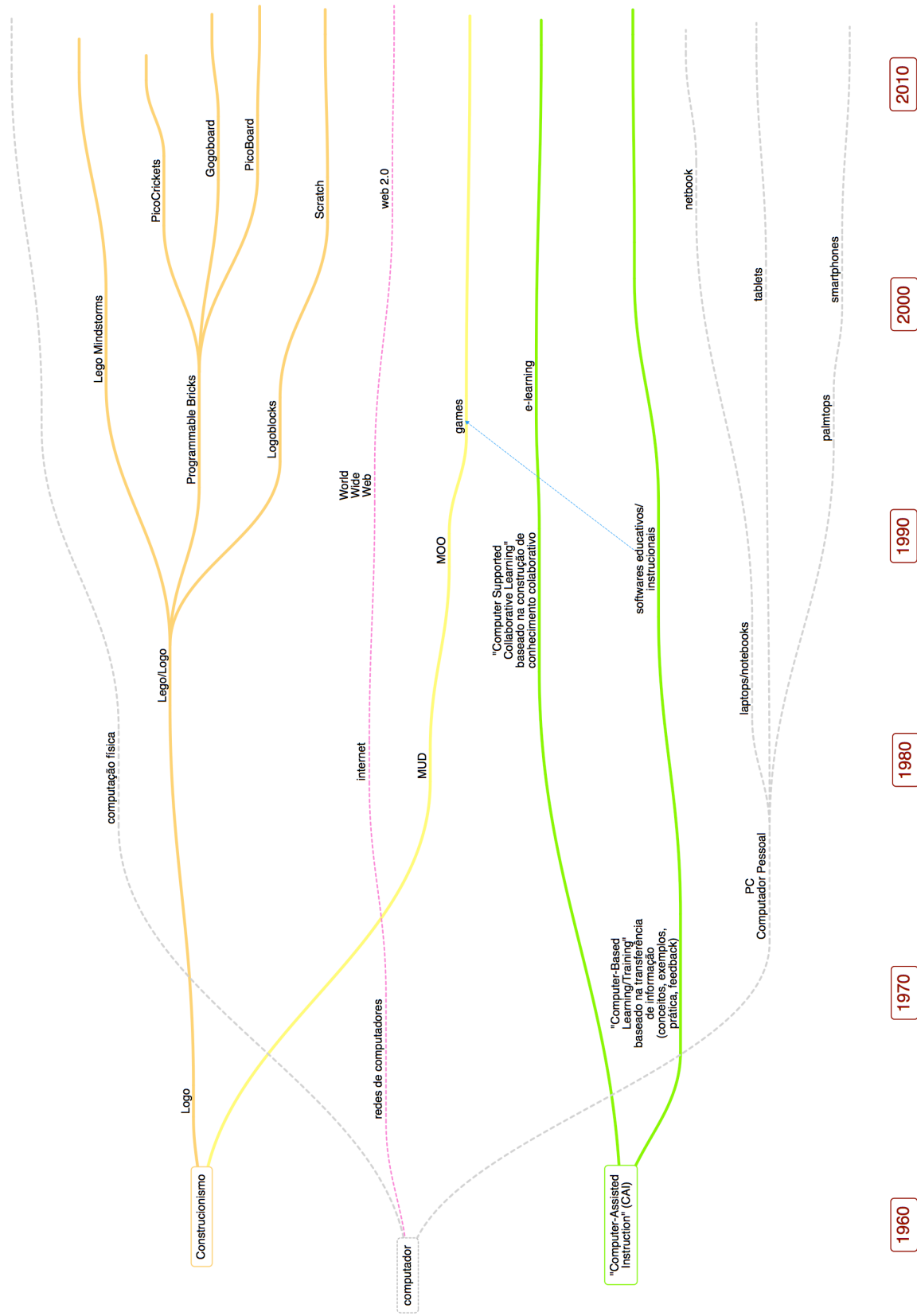


Diagrama 2 - Linha do tempo das tecnologias digitais na educação

As pesquisas que deram início ao CAI apresentavam algumas vantagens desse sistema em relação ao mesmo tipo de instrução realizada por professores em sala de aula: possibilidade de *feedback* imediato (o aluno é informado imediatamente sobre o que errou e por quê, podendo aprender com o erro), instrução individualizada (as perguntas podem ser adaptadas ao nível de competência do estudante e ao seu ritmo de aprendizado) e neutralidade (o computador não está sujeito a interferências subjetivas da relação entre professor e aluno). (PAPERT, 2008, p. 53)

Uma das principais críticas aos objetivos educacionais do CAI, para o foco desta dissertação, é que esse tipo de material didático instrucional faz uso do computador como um substituto dos métodos e materiais tradicionais de ensino, sem questionar como o aluno aprende, o currículo prescrito ou a organização escolar. Assim, livros didáticos de papel são substituídos por informações apresentadas na tela, e as provas de múltipla escolha assinaladas no papel e corrigidas posteriormente pelo professor são então marcadas no computador e processadas, comparando-as instantaneamente com as respostas de seu banco de dados.

Segundo Almeida e Valente (2011) a influência behaviorista nos materiais didáticos atuais ainda é grande:

O ensino por objetivos instrucionais, a instrução programada e o reforço exercem até hoje forte influência no ensino com o uso das TDIC [tecnologias digitais de informação e comunicação], focado em uma perspectiva de currículo limitada ao conteúdo dos *softwares* que entregam informações aos alunos, a quem cabe estudar o conteúdo apresentado, fornecer respostas aos exercícios propostos e, conforme seus acertos, ser direcionado para rever determinado conteúdo ou seguir em frente. (p. 8)

Contemporaneamente, o instrucionismo não é valorizado em uma concepção de educação como processo de construção de conhecimento por meio do ensino/aprendizado, como será discutido adiante. Entretanto, embora a concepção de ensino por meio de um material instrucional possa parecer ultrapassada frente às possibilidades de tecnologias como os *tablets* e a internet, é ainda nessa lógica que muitos materiais didáticos vêm sendo produzidos no mundo todo. A reformulação dos livros-textos tradicionais do papel para os

Ipads¹⁴, por exemplo, utiliza a mesma lógica instrucionista, sendo apenas uma transposição do conteúdo tradicional para o formato digital, com pequenas adaptações que supostamente tornariam o seu uso mais *atrativo* e *interativo*. Muitos benefícios dessa transposição são claros e relevantes, como: o fim dos problemas da materialidade do livro (volume e percibibilidade); a simultaneidade de conteúdo textual e imagético (gráficos, animações e vídeos) na mesma mídia; a possibilidade de busca integrada na mídia (acesso hipertextual à busca textual, glossário e dicionário); atualização automática do conteúdo pelos editores etc. Entretanto, a justificativa de que o conteúdo é *interativo*, nada mais é do que tornar o conteúdo mais *animado*, pois não há possibilidade real de participação pelo aluno, que não modifica o conteúdo nem recebe um material diferenciado, apenas reorganiza o que já está disponível ou inclui comentários que não são compartilhados. Se a transposição para o meio digital torna o conteúdo mais *atrativo* para o aluno de hoje, com certeza isso é um avanço para as escolas e para o envolvimento do aluno com a aprendizagem. Mas, a princípio, as lógicas da escola e do currículo tradicional permanecem, havendo somente a apresentação do conteúdo prescrito em uma mídia diferente. Em alguns aspectos, a passagem da informação veiculada majoritariamente pelo texto escrito para um meio mais visual é positiva, mas isso não garante que as dificuldades de aprendizagem observadas com o currículo tradicional sejam superadas.

PAPERT E O CONSTRUCIONISMO

Seymour Papert foi um pesquisador no campo de computadores e educação, que desafiou pressupostos e propôs mudanças que influenciam até hoje as pesquisas e iniciativas na área¹⁵. Baseando-se nas pesquisas de Jean Piaget, de quem foi aluno¹⁶, Papert

¹⁴ Como apresentado no evento da Apple em janeiro de 2012. A apresentação está disponível em: <http://events.apple.com.edgesuite.net/1201oihbafvpihboijhpihbasdouhbasv/event/index.html> acesso em 23/05/2012.

¹⁵ Dois livros de autoria de Seymour Papert são referenciados nesta dissertação. *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas* é de 1980 e *The Childrens Machine: Rethinking school in the age of the computer* é de 1993 e tem uma edição revisada brasileira de 2008, traduzida por Sandra Costa como *A máquina das crianças: repensando a escolar na era da informática*. As citações de *The Childrens Machine* foram retiradas da edição brasileira, entretanto é importante ressaltar que a data da publicação original é 1993, pois esse lapso temporal é significativo quando tratamos de tecnologia digital. As citações do livro de 1980 são referenciadas sem número de página por essa informação não estar disponível na edição em formato digital.

¹⁶ Papert trabalhou com Piaget em Genebra entre o final dos anos 1950 e início dos anos 1960.

escreveu sobre o modelo da criança como construtor de suas próprias estruturas intelectuais. Com formação em matemática e computação, ele concebia o computador como um importante aliado das crianças na aprendizagem que acontece através da investigação e descoberta. Assim, Papert via o computador como um potencial instrumento de mudança na educação tradicional, baseada na instrução. Para o autor, a educação poderia se beneficiar do computador como um meio ou mídia (PAPERT, 1980).

Papert dedicou-se ao estudo de como as crianças pensam e aprendem e como o computador pode servir a esse processo. A base teórica desses estudos, o Construcionismo, influenciou desde então educadores e pesquisadores que problematizam o papel da tecnologia no aprendizado¹⁷.

O construcionismo é tanto uma teoria quanto uma estratégia para o aprendizado. Foi arquitetado sobre as teorias construtivistas de Jean Piaget, afirmando que o conhecimento não é simplesmente transmitido do professor para o estudante, mas ativamente construído pela mente de quem aprende. Crianças não ‘têm’ ideias, elas ‘formam’ ideias. Além disso, o construcionismo sugere que os aprendizes tem mais facilidade de formar novas ideias quando eles estão ativamente empenhados em fazer algum tipo de artefato – seja um robô, um poema, um castelo de areia ou um programa de computador – o qual eles podem refletir e partilhar com outros. Assim, o construcionismo envolve dois tipos de construção interligados: a construção de conhecimento no contexto da construção de artefatos pessoalmente significativos. (KAFAI; RESNIK, 1996)¹⁸

Ackerman (2001) esclarece as diferenças entre o Construtivismo de Piaget e o Construcionismo de Papert, destacando os pontos principais dessas correntes pedagógicas e trazendo as influências e contribuições para a pedagogia contemporânea. Segundo a autora,

¹⁷ Essas pesquisas tiveram grande impacto nos Estados Unidos, onde foram desenvolvidas, mas também fomentaram iniciativas no resto do mundo. No contexto brasileiro, educadores desenvolveram projetos baseados nas propostas Construcionistas. Paulo Freire esteve a frente do Projeto Gênese de Informática e Educação na cidade de São Paulo em 1990, onde foi utilizada a linguagem de programação Logo aliada a proposta freiriana de educação para democracia e autonomia. O antropólogo Tião Rocha atualmente desenvolve no Centro Popular de Cultura e Desenvolvimento, no vale do Jequitinhonha, um projeto chamado *Fabriqueta de Softwares*. <http://www.cpcd.org.br/> acesso em 23/05/2012.

¹⁸ “Constructionism is both a theory of learning and a strategy for education. It builds on the "constructivist" theories of Jean Piaget, asserting that knowledge is not simply transmitted from teacher to student, but actively constructed by the mind of the learner. Children don't *get* ideas; they *make* ideas. Moreover, constructionism suggests that learners are particularly likely to make new ideas when they are actively engaged in making some type of external artifact--be it a robot, a poem, a sand castle, or a computer program--which they can reflect upon and share with others. Thus, constructionism involves two intertwined types of construction: the construction of knowledge in the context of building personally meaningful artifacts. (KAFAI; RESNIK, 1996)¹⁸”

o Construtivismo de Piaget, de maneira geral, foca nos interesses e visões de mundo das crianças em determinada idade e, conseqüentemente, no que elas *conseguem aprender* em determinado estágio de seu desenvolvimento. Na teoria de Piaget, as crianças formam modelos lógicos próprios para explicar os fenômenos do mundo, que se modificam à medida que elas crescem e se tornam capazes de compreender modelos mais abstratos. Entretanto, para que elas modifiquem um modelo é necessário mais do que a exposição a uma teoria mais avançada. As mudanças conceituais acontecem nas crianças, assim como nos cientistas, como resultado da experiência, acompanhado por processos que equilibram e compensam essa transposição. Desse processo surgiu a concepção de que não só as crianças, mas todas as pessoas nunca são simplesmente *ensinadas*, nem o conhecimento pode ser *transmitido*. Se as pessoas sempre interpretam o que é dito à luz de seu próprio conhecimento e experiência, o conhecimento é *construído* através do *aprendizado* - o que torna o ensino sempre indireto.

Não só Piaget, mas também Vigostsky, Dewey e Freire (apud ACKERMANN 2001), entre outros pesquisadores da pedagogia e da cognição, argumentaram que o conhecimento é necessariamente contextualizado, sendo ativamente construído pelo aprendiz em interação com o mundo, com as pessoas e coisas - e não simplesmente adquirido pela memorização de informações. Segundo essa perspectiva, não faz sentido educar simplesmente passando adiante fatos, ideias e valores – há de se repensar a educação a partir de ambientes, ferramentas e meios que possibilitem as crianças aprender a partir de sua própria experiência e na troca com outros. Entretanto, enquanto as pesquisas de Piaget focaram nos estágios e na evolução do desenvolvimento da criança, elas deixaram de lado o papel do contexto, dos meios, das preferências individuais e dos diferentes estilos no aprendizado.

Já o Construcionismo de Papert tem como ponto de partida a Matemática, *arte de aprender*, termo que o autor cunha em contraposição à Pedagogia, que seria a *arte de ensinar*. Assim, o foco de Papert é em como as pessoas aprendem, e, principalmente, na construção de conhecimento através da elaboração e compartilhamento de artefatos (PAPERT, 1980). Outros pesquisadores, como Vigotsky (apud ACKERMANN, 2001), também estudaram o papel da cultura e de artefatos culturais no aprendizado. Entretanto, nas pesquisas de Papert os aprendizes desenvolviam seus próprios objetos de aprendizagem

(*objects-to-think-with*), assim o foco no processo de *design* era tão importante quanto o processo de descoberta *científica*, que levava em conta também os aspectos estéticos e afetivos envolvidos¹⁹.

Para Ackermann,

Por causa do foco maior no aprendizado através do fazer do que nos potenciais cognitivos gerais, a abordagem de Papert nos ajuda a entender como as ideias são formadas e transformadas quando expressadas em mídias diferentes, quando atualizados em contextos específicos, quando elaborados por mentes particulares. A ênfase muda do aprendiz universal para o particular, em conversação com suas representações, artefatos ou objetos de aprendizagem preferidos. (ACKEMANN, 2001, p. 4)²⁰

Segundo o próprio Papert (1980), na abordagem Construcionista aprende-se enquanto se constrói e reconstrói conhecimento a partir de sua experiência no mundo, especialmente quando a construção de conhecimento demanda que o aprendiz esteja comprometido na produção e compartilhamento de um objeto. Um dos princípios do Construcionismo - além da alusão ao conceito Piagetiano de que o conhecimento não pode ser transmitido, mas sim construído - é de que a construção abstrata (que ocorre “na cabeça” do aluno) ocorre de maneira mais prazerosa quando é apoiada por um tipo de construção concreta (um produto que é realizado “no mundo”) e que pode ser mostrado, discutido, examinado, sondado e admirado. No envolvimento com um projeto de aprendizagem, a própria representação do conhecimento também é construída, estabelecendo significados pessoais para o aprendiz. A construção de conhecimento é, portanto, uma experiência tanto cognitiva quanto afetiva.

Ackermann (2001) relata que as pesquisas sobre o conhecimento *situado* (contextualizado) levaram ao estudo das diferentes formas de relacionamento com o conhecimento e de aprendizado, que mudam de indivíduo para indivíduo, são influenciadas

¹⁹ Conforme será discutido mais adiante, nesta dissertação a concepção construcionista de *design* é entendida como *processo de construção de artefatos*, traçando uma analogia com o processo artístico. Também o processo de pesquisa e descoberta tido pelos construcionistas como *científico* pode ser relacionado com a construção de conhecimento artístico.

²⁰ “Because of its greater focus on learning through making rather than overall cognitive potentials, Papert’s approach helps us understand how ideas get formed and transformed when expressed through different media, when actualized in particular contexts, when worked out by individual minds. The emphasis shifts from universals to individual learners’ conversation with their own favorite representations, artifacts, or objects-to-think with.” (ACKEMANN, 2001, p. 4)

culturalmente e são dependentes do contexto específico em que acontecem. Isso leva à conclusão de que o pensamento formal e abstrato não é necessariamente o mais importante para todos, nem o mais apropriado em todas as situações. Enquanto Piaget e Vigotsky privilegiaram o pensamento abstrato como sendo mais avançado do que o sensório, Papert via o conhecimento como *situado* (baseado na experiência do sujeito em um contexto e na interação com objetos e pessoas) e discordava do argumento de que a cognição evoluiria de um estágio concreto, baseado na percepção, para o abstrato, mental e racional. Papert não hierarquizava as formas de cognição, dizendo que tanto crianças quanto cientistas [e artistas], podem preferir estudar assuntos relacionados aos seus interesses pessoais e culturais, a partir de situações e experiências concretas. Para ele, o computador é um meio que privilegia diferentes tipos de pensamento e estilos de aprendizagem. Logo, as pesquisas de Papert se fundamentaram principalmente no uso de mídias digitais e tecnologias baseadas no computador, principalmente no aprendizado de conceitos científicos e matemáticos.

Na década de 1960 Papert se juntou a pesquisadores do Massachusetts Institute of Technology (MIT) para pesquisar processos de aprendizagem apoiados pelo computador. Lá, a sua formação em matemática computacional possibilitou, em uma época que o computador ainda era uma máquina dispendiosa e restrita a centros de pesquisa avançados, a visão do computador não como uma calculadora gigante, mas como uma máquina versátil que poderia ser o principal aliado das pessoas para o aprendizado de conceitos científicos. Para ele, os computadores seriam máquinas flexíveis que, através da programação, fomentariam um processo de criação e investigação que conectaria os aspectos formais e estéticos da aprendizagem. O autor ressalta que, através da busca e correção por erros em um sistema, como por exemplo uma criação programada no computador, o aprendiz aos poucos corrige por si mesmo a orientação do seu pensamento e constrói modelos mentais mais sólidos. Se, para o Construtivismo, a construção de modelos é vista como a principal matéria do aprendizado, para o Construcionismo, se esses modelos são construídos sobre coisas importantes (pessoalmente significativas) para o aprendiz, a aprendizagem ocorre de maneira mais fácil e prazerosa, sendo uma atividade recompensadora. Para o autor, o prazer em aprender é importante, uma prova das ligações afetivas e cognitivas (PAPERT, 1980). Assim, construindo seus próprios programas de computador, as pessoas poderiam

usar a capacidade de simulação inerente à máquina para fazer testes e criar coisas, aprendendo com a experiência e unindo sua percepção estética do mundo com a formação de modelos mentais abstratos.²¹

Para Papert, através da programação o aprendiz não aprenderia apenas a *comunicar-se com o computador*, mas transformaria sua maneira de *aprender qualquer coisa*. Os computadores contribuiriam com os processos mentais de aprendizado mesmo quando o aprendiz não estivesse usando o aparelho, pois seria a sua *maneira de pensar e aprender* que mudaria. Nesse processo, o erro é considerado um importante fator na construção de sistemas. Para Papert, o conhecimento construído com a experiência criativa incluiria o erro e a prática do *debugging* como fatores importantes, essenciais no processo de aprendizagem e em toda atividade intelectual. O autor afirma que, enquanto o conteúdo do currículo escolar e a mídia do lápis e papel implicam em uma epistemologia que opõe o verdadeiro/falso ou certo/errado, a atividade de programar um computador seria intrinsecamente direcionada à descoberta de possibilidades a partir da construção de modelos. Assim, na programação de computadores, as perguntas que direcionariam o aprendizado não seriam do tipo “isso está certo?” mas “para onde podemos ir a partir daqui?”. Papert ressalta que esse tipo de pensamento não prescinde do computador, sendo comum a vários domínios do trabalho criativo, entretanto “programar no contexto de apoio adequado oferece condições especialmente favoráveis – e mais ainda quanto mais jovem for o descobridor” (2008, p. 162).

Papert foi também um grande crítico do sistema educacional tradicional. Buscou problematizar os pressupostos da organização escolar, do currículo compartimentado e das metodologias de ensino tradicionais, relatando outras formas de aprender que ocorrem “naturalmente” fora da escola e sem instrução formal. Para ele, a escola tradicional coloca as crianças na posição de dependência, de ter que ser “ensinadas”, enquanto a melhor aprendizagem ocorre quando o aprendiz assume a responsabilidade pelo aprender, construindo conhecimento a partir do seu relacionamento com o mundo.

²¹ Contudo, é necessário ressaltar que a dissociação dos processos de pensamento concreto e abstrato é uma construção teórica. Enquanto Papert defende que esses processos acontecem de maneira interconectada, contemporaneamente não se distingue concreto de abstrato como processos separados.

O construcionismo é construído sobre a suposição de que as crianças farão melhor descobrindo [...] por si mesmas o conhecimento específico de que precisam; a educação organizada ou informal poderá ajudar mais se certificar-se de que elas estão sendo apoiadas moral, psicológica, material e intelectualmente em seus esforços. O tipo de conhecimento que as crianças mais precisam é o que as ajudará a obter mais conhecimento. (2008, p. 135)

Assim, *aprender a aprender* é uma habilidade considerada de máxima importância por Papert. Paulo Freire, por sua vez, tinha na *pedagogia da curiosidade* um dos pilares básicos da educação para a autonomia. Papert cita Freire ao criticar as diferenças entre aprender na escola e todas as outras aprendizagens:

Na vida, geralmente o conhecimento é adquirido para ser usado. Todavia a aprendizagem escolar, com maior frequência, encaixa-se na apropriada metáfora de Paulo Freire: nela o conhecimento é tratado como dinheiro, para ser guardado em um banco para o futuro. [...] No caso do conhecimento de computação, a abordagem bancária muitas vezes é justificada pelo argumento de que colocará os alunos em uma posição vantajosa quando crescerem e procurarem empregos que exijam habilidades em computação. [...] O que torna o argumento verdadeiramente ridículo é que a própria ideia de depositar em banco o conhecimento de computação para usar algum dia no trabalho destrói a única 'habilidade em computação' realmente importante: o hábito de usar o computador para fazer exatamente o que se esteja fazendo. (PAPERT, 2008, p. 60)

Paulo Freire e Seymour Papert foram contemporâneos e tiveram contato com ideias um do outro.²² Os dois concordavam com o argumento de que a escola havia adquirido um modelo que não correspondia às expectativas e necessidades de formação das crianças, mas se posicionavam diferentemente a respeito do futuro da escola: Papert acreditava que a escola enquanto instituição deveria ser suplantada, enquanto Freire defendia uma escola diferente, aliada aos ideais de autonomia e consciência política.²³

Hoje, com a internet funcionando como um grande repositório de informações que podem ser acessadas e transformadas a todo momento, a afirmativa de que as pessoas precisam *aprender a aprender* é cada vez mais justificável. A abordagem construcionista

²² Quando assumiu a Secretaria Municipal de Educação de São Paulo, em 1989, Freire reelaborou o projeto político-educacional da cidade e uma das suas preocupações foi a democratização do acesso e uso pedagógico da informática. Em 1990 implantou o projeto Gênese, baseado nas ideias de Papert, porém imbuído de seus ideais políticos. Na metodologia do projeto, a linguagem de programação Logo foi utilizada. (MORAES, 2005)

²³ Ver a discussão entre os dois gravada em vídeo (Paulo Freire & Seymour Papert) *O Futuro da escola e o impacto dos novos meios de comunicação no modelo de escola atual*. TV PUC São Paulo, 1995. Disponível em <http://www.paulofreire.ce.ufpb.br/paulofreire/Controle?op=detalhe&tipo=Video&id=37> acesso em 23/05/2012.

defende que precisamos aprender a orientar nosso pensamento de forma a produzir conhecimento a partir da manipulação dos dados que extraímos do mundo, e que o computador pode ser um grande aliado nesse processo.

Papert (2008) diz que a meta do Construcionismo é ensinar de forma a produzir a maior aprendizagem a partir do mínimo de ensino. Essa dicotomia entre o ensino e a aprendizagem está fundada na contraposição do *ensino*, no sentido de instrução e transferência de conhecimentos, que na metodologia tradicional da escola significa imbuir os aprendizes de uma série de conteúdos divididos em disciplinas, ao *aprendizado* que significa a construção de conhecimentos pelo aluno a partir de experiências de descoberta²⁴. Para Papert, *ensinar* deveria significar a criação de condições para aprendizagem e descoberta, e não um treinamento, outro conceito comum na educação do princípio do século XX. Assim, o autor entende o Construcionismo não como um *método de ensino*, mas como uma *teoria do conhecimento*. O Construcionismo não seria, portanto, uma alternativa metodológica ou tecnológica para o aprendizado de um currículo tradicional, baseado em concepções tradicionais de que o conhecimento pode ser adquirido. Para Papert, o *educador progressista* não só trabalham de uma forma diferente, mas valoriza um tipo diferente de conhecimento. Para ele, a escola tradicional se tornaria incoerente em um paradigma epistemológico diferente.

Acredito que, se quisermos novas formas de aprendizagem, necessitamos de um tipo muito diferente de teoria da aprendizagem. Aquelas até agora desenvolvidas por psicólogos da educação e por psicólogos acadêmicos em geral correspondem a um tipo de aprendizagem que é próprio da Escola. Enquanto esses modos de pensar sobre a aprendizagem forem dominantes, será muito difícil efetuar uma mudança substancial na forma tradicional da escola. (PAPERT, 2008, p. 34)

Para o autor, na escola que se preocupa em ser um lugar de aprender, e não um lugar de instrução, os professores deveriam encorajar e assessorar os alunos a irem até onde for possível na exploração de seus objetos de conhecimento, e os “computadores poderiam ser mediadores entre crianças e ideias” (2008, p. 48). O autor projetava um futuro da educação onde o uso da tecnologia, especialmente o pensamento computacional, proveria

²⁴ No entanto, a concepção contemporânea de ensino/aprendizado parte do princípio de que são formas indissociáveis no processo de construção de conhecimento.

novas formas de aprender e pensar, provocando o crescimento emocional assim como o cognitivo.

No paradigma valorizado por Papert, “os computadores não apenas melhorariam a aprendizagem escolar, mas apoiariam formas diferentes de pensar e aprender” (2008, p. 167). Por ter esse entendimento epistemológico, Papert criticou os métodos instrucionais do tipo CAI que, para ele, utilizam computadores para *treinar os alunos em como responder os testes*, em vez de *os ensinar a pensar e aprender*. O autor se posicionou contrariamente à corrente epistemológica behaviorista associada ao CAI, que via a aprendizagem como um processo exclusivamente cognitivo, “em termos de fatos e habilidades a serem adquiridos; não tinham qualquer interesse explícito quanto a sentimentos, personalidade ou desenvolvimento do indivíduo em um nível que não fosse redutível a essas partículas específicas da aprendizagem” (2008, p. 156). Enquanto os sistemas CAI apontavam os erros nos exercícios como falhas em conhecimentos específicos (que seriam sanadas fornecendo informações específicas aos alunos), Papert via os “erros” como falhas no relacionamento do aluno com o processo de aprendizado. Para ele, somente se o aluno assumisse uma posição ativa na construção de conhecimento, seria capaz de aprender verdadeiramente. E para aprender, o aluno não deveria receber pequenos fatos sobre o assunto, mas engajar-se em fazer conexões entre elementos que já conhece, sejam eles intuitivos ou cotidianos, utilizando estratégias de aprendizagem que já possui, para assim “aquecer” aquela parte do conhecimento que ainda não se consolidou (2008, p. 156). Da mesma forma, os desenvolvedores do CAI não desafiavam os pressupostos ou a organização da Escola tradicional, questão que para Papert era essencial ao se pensar em uma abordagem do ensino em que o computador fosse um instrumento de mudança na forma de aprender.²⁵ Dessa forma, o Construcionismo se opõe à abordagem Instrucionista.

LOGO

A partir dos anos 1970, pesquisadores e educadores buscaram uma direção contrária a dos sistemas de instrução pelo computador como o CAI, procurando maneiras de assimilar o computador à concepção construcionista do aprendizado. Como parte desse grupo,

²⁵ As interlocuções entre o Construcionismo e o Ensino de Arte serão explorados no capítulo 3.

Papert, que participou de pesquisas envolvendo computadores e aprendizado por décadas, considerava que uma das principais vantagens na utilização do computador no aprendizado era sua característica de ser programável. Enquanto a corrente *instrucionista* relacionada ao CAI via o computador como uma ferramenta ou um professor digital que “programa” o aprendizado do aluno, para ele o correto seria o inverso: a criança deveria programar o computador e aprender com isso.

Na maior parte dos contextos educacionais onde as crianças têm contato com computadores, o computador é usado para colocar nívelar o ritmo da criança, para proporcionar exercícios com nível adequado de dificuldade, para fornecer *feedback*, e entregar informação. É o computador programando a criança. No ambiente Logo essa relação se reverte: a criança, mesmo em idade pré-escolar, está no controle. É a criança que programa o computador. Ensinando o computador a pensar, as crianças embarcam em uma exploração sobre como elas mesmas pensam. Essa experiência pode ser inebriante: pensar sobre o pensamento transforma a criança em um epistemologista, uma experiência nem sequer partilhada pela maioria dos adultos. (PAPERT, 1980)²⁶

Para que as crianças pudessem programar o computador, o que até então era feito através de linguagens de programação complexas e difíceis de executar, foi desenvolvida a linguagem de programação Logo, com o princípio de ser acessível a leigos e ao mesmo tempo suportar comandos complexos feitos por usuários mais experientes²⁷. Para Papert, o Logo era mais do que uma linguagem de programação, era parte de uma filosofia da educação, baseada na teoria Construcionista. De fato, o Logo não se restringiu ao desenvolvimento da linguagem de programação, gerando também pesquisas com criações em mídias digitais e experiências didáticas/pedagógicas.

Nas experiências que fomentaram a concepção do Logo, ao longo dos anos 1970, as crianças comandavam uma criatura robótica ligada a um computador, chamada de

²⁶ “MOST contemporary educational situations where children come into contact with computers the computer is used to put children through their paces, to provide exercises of an appropriate level of difficulty, to provide feedback, and to dispense information. The computer programming the child. In the Logo environment the relationship is reversed: The child, even at preschool ages, is in control: The child programs the computer. And in teaching the computer how to think, children embark on an exploration about how they themselves think. The experience can be heady: Thinking about thinking turns the child into an epistemologist, an experience not even shared by most adults.” (PAPERT, 1980)

²⁷ Essas características do *design* de interfaces serão explorados no capítulo 4.

*tartaruga*²⁸ (fig. 1). A tartaruga tinha uma caneta afixada à sua estrutura e, a medida que comandos simples como “para frente 50” ou “para direita 90” eram inseridos no computador, a tartaruga caminhava arrastando a caneta conforme o programa, gerando desenhos geométricos.



Figura 1 – Uma das primeiras versões da tartaruga controlada pela linguagem Logo (PAPERT, 1980)

Também foram criadas tartarugas apresentadas graficamente na tela do computador (fig. 2). Ao lidar com a programação do computador para movimentar a tartaruga (fig. 3), a criança aprenderia conceitos matemáticos ligados à construção de formas simples.

Nos anos 1980 as tartarugas geraram variações chamadas *sprites*, que podiam ser qualquer personagem ou forma representadas por um grupo de comandos, podendo inclusive interagir uns com os outros e gerar simulações e animações gráficas na tela do computador. Em versões posteriores do Logo, outros recursos multimídia foram incorporados. A tartaruga, entretanto, se tornou uma metáfora para a aprendizagem construcionista com Logo, na qual conceitos de matemática e linguagem eram

²⁸ A tartaruga comandada pelo Logo provavelmente se inspirou nos primeiros robôs autônomos eletrônicos, construídos por Grey Walter entre 1948 e 1949. Os dois pequenos robôs parecidos com tartarugas, chamados de Elmer e Elsie, eram equipados com sensores e atuadores e apresentavam comportamentos simples. <http://www.youtube.com/watch?v=ILULRImXkKo> acesso em 23/05/2012.

desenvolvidos através da exploração no ambiente digital, à medida que a criança construía desenhos, animações e outras criações a partir dos seus interesses.²⁹

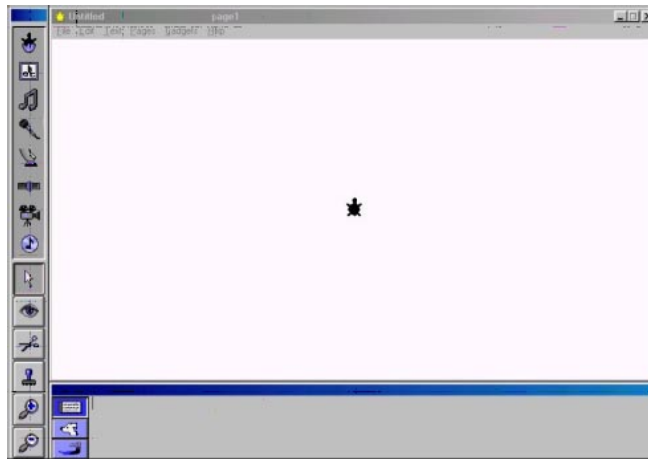


Figura 2 - uma das versões do *software* Logo, onde a tartaruga está representada graficamente.
<http://el.media.mit.edu/logo-foundation/>

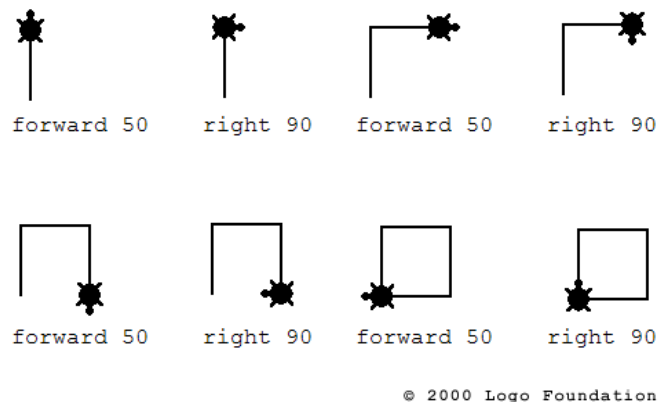


Figura 3 - programação em uma das versões do *software* Logo
<http://el.media.mit.edu/logo-foundation/>

A linguagem de programação Logo foi utilizada por mais de 30 anos em atividades educativas e foi sucedida por diversas outras linguagens e *softwares* para o aprendizado em mídias digitais, sob a abordagem construcionista. O Scratch, que será apresentado no capítulo 4, é o exemplo mais conhecido hoje. Mas não só a linguagem de programação e a interface do Logo foram desdobradas em outros *softwares* e materiais. A teoria

²⁹ Não irei detalhar especificidades da linguagem de programação Logo ou a história de suas versões, que são apresentadas nesta dissertação apenas como um panorama, em detrimento da discussão das propostas e recursos pedagógicos que surgiram a partir dela. Informações detalhadas e vasta documentação podem ser encontradas em <http://el.media.mit.edu/logo-foundation/index.html> acesso em 23/05/2012.

construcionista também gerou outras experiências de aprendizado, como será exposto a seguir.

MUDs E MOOs

Softwares e *games* que, de início, não tinham uma relação explícita com a educação, também foram influenciados pelas teorias do conhecimento e da aprendizagem, em especial o Construcionismo. Os MUDs e MOOs são exemplos de como, ainda no início da utilização de computadores pessoais para o entretenimento, educadores viram as possibilidades desses mesmos recursos no aprendizado.

O primeiro jogo multiusuário *online* foi lançado em 1979 como uma transposição dos jogos de RPG (*Role-Playing Games*) para o ambiente digital. Os jogos de RPG tipo *Dungeons and Dragons* (masmorras e dragões), que envolviam ambientes e personagens fantásticos em histórias de aventura, bastante populares na época, cunharam o termo MUD (traduzido ora como *Multi-User Dungeons*, ora como *Multi-User Domains*). O sistema era baseado na comunicação através de texto, onde os participantes interagiam entre si e com os objetos do jogo através da internet. Assim, esses jogos digitais usavam a programação de computador para o desenvolvimento de uma narrativa/jogo em que o interator tinha um papel decisivo sobre o desenrolar da história (MURRAY, 2003).

O texto digitado por jogadores em qualquer parte do planeta aparecia na tela de cada participante no mesmo tempo em que eles improvisavam as cenas e imaginavam coletivamente mundos fictícios. [...] Esse novo tipo de diversão narrativa para adultos envolve a produção contínua e colaborativa de histórias que misturam o narrado com o dramatizado e que não foram feitas para serem lidas ou ouvidas, mas compartilhadas pelos jogadores como uma realidade alternativa na qual todos vivem. (MURRAY, 2003, p. 55)

Em 1989 surgiu o TinyMUD, que oferecia outras possibilidades de participação no ambiente digital, como a construção do ambiente e dos personagens pelo usuário. Aos poucos essas possibilidades de interação se tornaram mais interessantes que as histórias em si e os enredos de aventuras fantásticas foram sendo deixados de lado, o que fez com que o jogo perdesse seus objetivos e se transformasse em uma comunidade de participantes que interagiam no ambiente *online*. Outro fator importante para essa mudança de orientação foi o aprimoramento da linguagem de programação utilizada para a Linguagem Orientada a Objetos, que abriu novas possibilidades de interação, gerando os MOOs (*MUD Object-*

Oriented, ou seja, MUD Orientado a Objetos). Murray esclarece que “O ambiente MOO é mais fácil de programar, com um formato mais parecido com o da linguagem natural, e ele permite que os usuários criem objetos em categorias e subcategorias” (2003, p. 150), o que possibilitava criar objetos de modo procedimental, especificando não só a aparência, mas o comportamento de cada um. Assim, na década de 1990 os MOOs mudaram o foco do jogo, da construção da narrativa (através de decisões sobre o que fazer em determinado momento, que caminho seguir ou como usar um objeto) para a criação de mundos com características particulares onde a história pudesse se desenrolar. Os participantes não jogavam mais para cumprir os objetivos ou pelo prazer do ambiente narrativo do jogo, mas também para construir seus próprios mundos virtuais.

Logo as possibilidades da utilização desses ambientes com propósitos educacionais foram enfatizadas, como no exemplo da criação de um MOO específico para crianças, baseado em uma linguagem de programação mais simples. MOOSE Crossing era uma comunidade onde crianças poderiam aprender e ensinar uma com as outras, “jogando” através da linguagem de programação MOOSE (*MOO Scripting Environment*), uma Linguagem Orientada a Objetos que possibilitava às crianças escrever comandos simples em inglês para criar e interagir com o ambiente virtual (BRUCKMAN; RESNIK, 1996).

Influenciada pelas ideias de Seymour Papert, Amy Bruckman desenvolveu a ideia dos MOOs como ambientes construcionistas, que seriam contextos para comunidades de pessoas construírem coisas em conjunto. Para a autora, nesse tipo de ambiente, crianças e professores poderiam interagir e se divertir enquanto aprendem juntos. Com essa experiência, Bruckman pesquisou como a internet pode ser usada não somente como um canal de informação, mas como um contexto para o aprendizado através da construção colaborativa de conhecimento.

Posteriormente foram criados outros *softwares* usando a programação orientada a objetos em ambientes que permitem a criação de histórias interativas, por exemplo Alice³⁰,

³⁰ <http://www.alice.org/> acesso em 23/05/2012.

onde são criadas animações interativas com personagens 3D, e Scratch³¹, que será abordado no capítulo 4.

BLOCOS PROGRAMÁVEIS

Nos anos 1990, enquanto os computadores se disseminavam como ferramentas de trabalho, já havia diversas possibilidades para que as pessoas, especialmente as crianças, se envolvessem em atividades de aprendizagem através do computador. Isso poderia acontecer em linguagens de programação, como no caso do Logo (muito usado no aprendizado de matemática e física), em ambientes MOO (geralmente orientados para produção de texto) ou mesmo em *softwares* ou *games* que simulavam cidades, fazendas, máquinas etc., possibilitando o estudo de sistemas complexos.

No Media Lab do MIT, onde foram desenvolvidos os desdobramentos educativos da linguagem Logo, pesquisadores começaram a trabalhar em uma perspectiva que se diferenciava do uso instrumental do computador, remontando à construção da primeira tartaruga robótica: “ao invés de *controlar mundos no computador*, e se as crianças pudessem controlar e manipular *computadores no mundo?*”³². Com a disseminação da computação ubíqua, na qual os computadores se tornam parte invisível dos objetos e situações que nos cercam, já era possível comandar o funcionamento de sistemas eletrônicos através da inserção de *microcontroladores* em objetos ou ambientes. Os pesquisadores desenvolveram então a ideia de usar esses computadores como parte de um jogo de montar, como o Lego, que permitiria que as crianças não só construíssem objetos, mas também programassem neles comportamentos. Assim, os microcontroladores foram inseridos dentro de peças de Lego, que eram usadas junto aos outros blocos e a engrenagens, motores e sensores projetados como parte do *kit* Lego. A programação do comportamento nas criações era realizada em uma versão modificada da linguagem Logo. Essa primeira versão do Lego/Logo se desdobrou em mais pesquisas, buscando solucionar limitações tais como o fio que ligava o computador às criações e a impossibilidade de conectar ao blocos Lego a outros objetos comuns.

³¹ <http://scratch.mit.edu/> acesso em 23/05/2012.

³² “But instead of controlling and manipulating worlds in the computer, what if children could control and manipulate computers in the world?” (RESNIK et al, 1996)

Sucedendo o Lego/Logo, os *Programmable Bricks* (blocos programáveis) (fig.4) foram projetados para serem conectados a objetos e espaços do cotidiano e possibilitar construções mais autônomas e ativas no mundo.

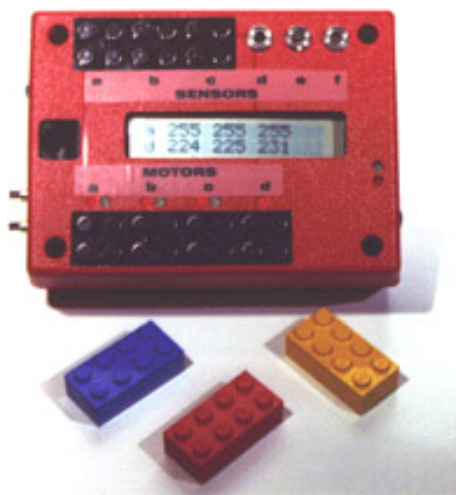


Figura 4 - Bloco Programável
(RESNIK et al, 1996)

Os blocos programáveis deveriam *suportar uma vasta variedade de atividades* (atendendo aos interesses variados de diferentes pessoas, de cientistas a músicos), *conectar-se a uma gama variada de coisas no mundo* (precisando para isso de diversos dispositivos de *output*, como motores, luzes, som, e dispositivos de *input*, como sensores de som, luz, temperatura); *suportar processos variados* (controlar várias ações de *input* e *output* ao mesmo tempo através de processamento paralelo); e agir de forma combinada (um bloco programável interagindo com outro). (RESNIK et al. 1996)

Em décadas de pesquisa com os computadores e a educação, os blocos programáveis e sua linguagem de programação foram aprimorados e deram início a versões diferentes de materiais para construção de dispositivos programáveis. Atualmente os blocos programáveis podem ser encontrados na forma de Lego Mindstorms, PicoCrickets, GogoBoards, entre outros (ver anexo) que, apesar de terem formas distintas, tem o objetivo comum de dar suporte a criação com materiais eletrônicos e digitais. Esses materiais serão analisados no capítulo 4, como interfaces abertas.

3 ENSINO DE ARTE E AS TECNOLOGIAS CONTEMPORÂNEAS

Neste capítulo argumento que, assim como a arte se modificou a partir da exploração das tecnologias ligadas à informática, também no ensino de arte há possibilidades de utilização dessas tecnologias contemporâneas, trazendo consigo mudanças não só nas características das imagens ou experiências exploradas, mas no paradigma de como a arte pode ser ensinada e aprendida. Para isso, em primeiro lugar apresento uma breve distinção entre Ensino de Arte e Arte/Educação, que contextualizará melhor a abordagem adotada na pesquisa. A seguir, apresento as concepções atuais do uso da tecnologia para o ensino/aprendizagem, especialmente no caso do Ensino de Artes Visuais. A partir dessas concepções e do panorama apresentado anteriormente, faço uma crítica ao uso da tecnologia digital de maneira instrumental, confrontando com a possibilidade de ganhos estéticos com as tecnologias. Por fim, trago um diálogo entre a abordagem Construcionista e o Ensino de Arte.

ARTE/EDUCAÇÃO OU ENSINO DE ARTE?

Define-se *Arte/Educação* como a inserção da arte em atividades educativas em geral e *Ensino de Arte* quando o objetivo é construir conhecimento em Arte, tomada como campo do conhecimento humano.

Arte/educação está relacionada com compromisso de formação e mediação, utilizando as artes como meio de valorização das pessoas em determinado contexto social, político, histórico etc. Na *arte/educação*, a educação é feita *através* da arte. Neste caso o objetivo do trabalho com arte pode ser outro que não a própria arte, por exemplo: pode-se ensinar arte com o objetivo de transformar o estado de vulnerabilidade social de um grupo; pode-se usar materiais da arte promovendo a educação ambiental; pode-se fazer mediação em um museu para democratizar o acesso à fruição das obras daquele acervo; pode-se aprender arte para relaxar, estimular a atenção ou a criatividade.

O Ensino de Arte tem seu foco na construção de conhecimentos específicos em de Arte, em suas modalidades de artes visuais, artes cênicas, dança, música, audiovisual etc., considerando o possível hibridismo e o entrecruzamento entre as áreas. O Ensino de Arte entende a Arte como área específica do conhecimento, tendo habilidades e competências

próprias a serem desenvolvidas por quem a aprende. No Ensino de Arte, a arte é o meio em que se desenvolve o aprendizado sobre arte. Assim, a finalidade do Ensino de Arte é o aprendizado de arte, e não a socialização, a mobilização, a coesão social, o relaxamento, a formação cidadã etc., mesmo que essas questões possam ser desenvolvidas de alguma forma.

A Arte, por ser área específica do conhecimento humano, reivindica a sua existência no currículo escolar. Entretanto, pode-se ensinar e aprender arte em situações tanto formais quanto não-formais, desde que o objetivo seja construir conhecimentos em Arte, através do desenvolvimento de suas habilidades e competências específicas. É esse o foco do Ensino de Arte, conforme tratado nesta dissertação.

Entendo que tratar a Arte como área do conhecimento não significa tratá-la como disciplina no sentido de isolá-la de outros campos do conhecimento humano. Nesta dissertação, o foco é no ensino/aprendizagem de Arte enquanto área específica do conhecimento, mais pontualmente as Artes Visuais. Entretanto, considero a Arte não como disciplina isolada, mas como uma área que deve ser desenvolvida em conjunto às outras para a formação do indivíduo. Argumento que temos que considerar os entrecruzamentos entre as áreas ou até mesmo a permeabilidade de diversos conhecimentos, que não precisam pertencer a uma só área. Entretanto, é importante que se destaque a Arte e suas habilidades e competências específicas no processo de ensino/aprendizagem, e não somente inclui-la nas atividades de maneira indiferenciada. Para a pesquisa foi muito importante criar pontes, paralelos e metáforas entre o ensino/aprendizagem de Arte e de outras áreas do conhecimento. Desse processo adquiri a noção de que, quando as habilidades e competências específicas de cada área são desenvolvidas com qualidade, não é necessário recortar o conteúdo entre elas.

Quando falo em ensino/aprendizado, não desejo em princípio fazer uma distinção desse processo dentro ou fora da escola. Entretanto, considerando as duas formas e comparando as metodologias consolidadas pelo ensino formal com o aprendizado que acontece fora do contexto escolar, tem-se contribuições para entender como esse aprendizado acontece e como pode ser orientado, refletindo sobre que mudanças são necessárias na escola em particular, e na educação como um todo. O ensino/aprendizagem

de Arte pode sugerir ligações importantes entre os modos de aprender que acontecem dentro e fora da escola.

CONCEPÇÕES ATUAIS DO ENSINO DE ARTE COM TECNOLOGIAS CONTEMPORÂNEAS

Utilizar as tecnologias contemporâneas vem se mostrando uma urgência no meio educacional, seja pela pressão social que reivindica a formação tecnológica para o mundo do trabalho, seja pela reivindicação da tecnologia digital como um importante meio para o aprendizado, seja pela solicitação de professores e alunos que usam essas tecnologias na execução das suas tarefas diárias. Entretanto, no senso comum, o acesso à informação é confundido com acesso ao conhecimento, e a participação nos meios digitais é confundida com colaboração e interação entre as pessoas. É necessário repensar como a construção de conhecimento pode acontecer efetivamente com o uso dessas tecnologias.

Observo que os professores de Arte, cada vez mais, vêm se apropriando de recursos da *web* (pesquisa, conteúdo multimídia, *games* etc.), assim como de *softwares* instrumentais (para criação e edição de imagens, vídeos, animações etc.) e utilizando-os em sua metodologia, seja como ferramenta ou como material didático.³³ Entretanto, muitas vezes o uso desses recursos tem sido incorporado no ensino, e também no ensino de arte, com o objetivo de inovar, entreter, poupar tempo ou facilitar as atividades – conforme é justificado por educadores e instituições. Outra justificativa comum é que é necessário prender a atenção dos alunos que, cada vez mais, não encontram relação entre o modelo escolar e o “mundo lá fora”, aberto à circulação de informação e de outras maneiras de aprender. Vejo essas afirmações como sintomas de que as tecnologias digitais estão de alguma forma *perturbando* a estrutura consolidada da escola, cuja estrutura, métodos e currículo pouco mudou nos últimos séculos. Mas as promessas de revolução no ensino através das tecnologias precisam ser cuidadosamente analisadas. É preciso questionar se essas justificativas, apesar de verdadeiras em muitos contextos, validam por si só a inserção da tecnologia na sala de aula.

No contexto da educação formal, Giráldez defende que

³³ Como apontam os anais do Congresso Latinoamericano e Caribenho de Arte/Educação (2009) e anais do Congresso Nacional da Federação dos Arte/Educadores do Brasil (2010).

As TIC [...] constituem um elemento-chave no processo de redefinição da escola e da educação. Não obstante, não promovem por si mesmas a mudança. Neste sentido, é necessário situá-las em um contexto e definir previamente qual é a sua função na educação em geral e no ensino de arte em particular, e quais ações devem ser levadas a cabo para sua integração na aula. (GIRÁLDEZ, 2009)³⁴

É preciso, portanto, questionar como as tecnologias contemporâneas estão sendo integradas nos contextos educativos e que benefícios isso traz para o ensino/aprendizagem de arte.

Um exemplo do crescente direcionamento da atenção política para o potencial educativo da arte e da tecnologia é dado pela Organização dos Estados Iberoamericanos (OEI), que traçou metas para o desenvolvimento da educação nesses países até o ano de 2021. No documento *Metas Educativas 2021: la educación que queremos para la generación de los Bicentenarios*, a educação em arte, aliada à cultura e à cidadania, ocupa um papel importante, constituindo uma das linhas de ação da proposta. Também a educação para a tecnologia é vista como essencial em um currículo que acompanhe o desenvolvimento na sociedade da informação e do conhecimento.

Um currículo significativo é aquele que conecta com os interesses dos alunos e com suas formas de vida, que se adapta a seus ritmos de aprendizagem, que estabelece de forma permanente a relação entre o aprendido e as experiências que os alunos vivem fora da escola, que permite a participação dos alunos em trabalhos em grupo, que incorpora de forma habitual a utilização das tecnologias da informação, que inclui de forma relevante e equilibrada o desenvolvimento da educação artística e esportiva, e que garante que todos seus alunos se encontrem bem dentro da instituição educativa e que possam aprender. (OEI, 2010b)³⁵

Em relação à quinta meta geral, “melhorar a qualidade da educação e do currículo escolar”, a meta específica 12 aborda a inserção da arte e da tecnologia no currículo escolar.

META ESPECÍFICA 12. Oferecer um currículo que incorpore a leitura e o uso do computador no processo de ensino/aprendizagem, em que a educação artística e

³⁴ “Las TIC (...) constituyen un elemento clave en el proceso de redefinición de la escuela y la educación. No obstante, no promueven por sí mismas el cambio. En este sentido, es necesario situarlas en un contexto y definir previamente cuál es su función en la educación en general y en la educación artística en particular, y qué acciones deben llevarse a cabo para favorecer su integración en el aula.” (GIRALDEZ, 2009)

³⁵ “Un currículo significativo es aquel que conecta con los intereses de los alumnos y con sus formas de vida, que se adapta a sus ritmos de aprendizaje, que establece de forma permanente la relación entre lo aprendido y las experiencias que los alumnos viven fuera de la escuela, que permite la participación del alumnado y el trabajo en grupo, que incorpora de forma habitual la utilización de las tecnologías de la información, que incluye de forma relevante y equilibrada el desarrollo de la educación artística y deportiva, y que cuida que todos sus alumnos se encuentren bien dentro de la institución educativa y que puedan aprender.” (OEI, 2010b)

a educação física tenham um papel relevante, e estimule o interesse pela ciência, pela arte e pelo esporte entre os alunos. (OEI, 2010b) ³⁶

Assim, apesar de dar mais enfoque à arte/educação para a formação (multi)cultural e cidadã, ou para atender às demandas políticas e mercadológicas por criatividade, inovação e empreendimento (OEI, 2010b, pp 112-113), do que tratar do ensino de arte para a construção de conhecimento específico na área, a inclusão da arte nas metas educativas demanda que os governos assumam o compromisso pela melhora do ensino (formal e não-formal) de arte.

Para Giráldez,

As TIC, e de maneira especial a rede Internet, podem contribuir ao menos de três maneiras nos processos de ensino e aprendizagem de arte: (1) como um recurso para a apreciação de obras artísticas e para a obtenção de dados relacionados com sua história e contexto social e cultural; (2) como recurso para a criação; e (3) como meio de difusão e comunicação. (2009, p. 7) ³⁷

Esses três eixos compreendem a maior parte das iniciativas de incorporação das tecnologias no ensino de arte hoje. Pereira (2008) e Loyola (2009), por exemplo, relatam como o professor pode integrar *softwares*, a *web* e *games* como ferramenta para o aprendizado de arte no ensino formal. Os autores justificam o uso das tecnologias contemporâneas como mais um recurso ou ferramenta possível para as aulas de Arte, ressaltando as vantagens próprias do meio digital. Nas duas propostas, o uso da tecnologia no ensino/aprendizado de Artes Visuais acontece com objetivos de se construir conhecimento em arte e trazem uma contextualização para o uso das ferramentas digitais, mostrando contribuições coerentes que são parte da metodologia de educadores. Essas propostas se encaixam nos eixos destacados por Giráldez e contemplam a abordagem triangular constituída pelos processos de criação, contextualização e fruição (BARBOSA, 1998). Como exemplo da abordagem da tecnologia como ferramenta no Ensino de Arte,

³⁶ "META ESPECÍFICA 12. Ofrecer un currículo que incorpore la lectura y el uso del computador en el proceso de enseñanza y aprendizaje, en el que la educación artística y la educación física tengan un papel relevante, y estimule el interés por la ciencia, el arte y el deporte entre los alumnos." (OEI, 2010b)

³⁷ "Las TIC, y de manera especial la red Internet, pueden contribuir al menos de tres maneras en los procesos de enseñanza y aprendizaje artístico: (1) como recurso para la apreciación de obras artísticas y para la obtención de datos relacionados con su historia y contexto social y cultural; (2) como recurso para la creación; y (3) como medio de difusión y comunicación." (GIRALDEZ, 2009, p. 7)

analisarei as propostas de Pereira e Loyola, buscando extrair delas um crítica dessa abordagem.

Loyola relata experiências bem sucedidas com o uso do computador nas aulas de Arte em escolas públicas. Para ele,

O computador é uma ferramenta de informação e comunicação, assim como um instrumento para a auto-expressão e para a construção do conhecimento. A internet, com o seu desenvolvimento e popularização, assume cada vez mais características de participação e colaboração, com tecnologias que viabilizam a criação e a interação com obras de arte em ambientes virtuais e se configura como mais um espaço para atividades e pesquisas no ensino/aprendizagem. A interatividade propicia a experimentação, favorece a construção de conhecimento e amplia o campo de recursos pedagógicos para o ensino de Arte. (2009, p. 11)

Para o autor, o computador é uma ferramenta importante para as atividades artísticas desenvolvidas na escola, pois “permite o fazer artístico experimentando *softwares* de desenho, de edição de imagens e outros e o uso da *web* proporciona o acesso a informações teóricas, a apreciação de obras de arte e visitas virtuais a *sites* e museus de arte” (LOYOLA, 2009, p. 93). Assim, a *web* e *softwares livres* disponíveis através dela são vistos pelo autor como fonte de *recursos* e *ferramentas* de apoio ao ensino de arte, tanto na criação quanto na fruição e contextualização. O autor ressalta ainda que esses recursos digitais contribuem tanto com o *conteúdo* quanto com *motivação* para as aulas de Arte.

Essa abordagem é interessante para o professor de Arte, pois destaca recursos disponíveis e acessíveis para o ensino/aprendizagem de arte, podendo ainda dinamizar as aulas. Entretanto, o uso desses recursos muitas vezes não se desprende da utilização dos softwares de maneira funcional, executando-se somente o que aquela ferramenta permite. Nesse sentido, as proposições artísticas do educador são de extrema importância, podendo desviar as ferramentas para uma utilização mais interessante ao Ensino de Arte.

Loyola chama a atenção para que, entre os materiais existentes, é preciso que o professor tenha uma formação que o possibilite eleger os materiais e usá-los com objetivos pedagógicos.

(...) não é apenas o conhecimento sobre programas e *softwares* que capacitará o professor para o uso de tecnologias contemporâneas. A capacitação envolve processos contínuos de experimentação das funções dos equipamentos e de senso crítico na escolha dos ambientes virtuais e no planejamento das atividades pedagógicas. (2009 p. 69)

Na educação formal, fica clara a necessidade da formação de professores e da adequação das propostas pedagógicas que envolvem as tecnologias contemporâneas na sala de aula. Giráldez (2009) observa que, quando essa formação acontece, muitas vezes é feita de maneira excessivamente técnica e instrumental, focando no mero uso de determinados *softwares*, e pouco na aplicação didática dessas tecnologias.

Noto que, quando a iniciativa de utilização das tecnologias contemporâneas em sala de aula parte dos próprios professores, que muitas vezes se sentem despreparados frente a alunos que são *nativos digitais*, muitas vezes o uso que fazem das tecnologias é muito próximo ao uso que os próprios alunos fazem delas no seu dia-a-dia, ou seja, um uso instrumental ou de consumo. No meio educacional, é importante buscar um uso das tecnologias contemporâneas que seja diferente do seu consumo cotidiano. Mais uma vez, a utilização pedagógica das tecnologias contemporâneas na sala de aula, com objetivos orientados para a construção do conhecimento, devem ser destacados.

Pereira (2008) desenvolve uma reflexão sobre os ambientes virtuais com fins educacionais, em especial a *web* e os *games* como material didático para o ensino de Artes Visuais. Na análise dos *games*, a autora considera os aspectos afetivos no relacionamento do aluno com a tecnologia e traz reflexões sobre características dos processos interativos nos sistemas de programação. Para a autora, as *ferramentas digitais* propiciam abordagens e estratégias para o ensino/aprendizagem diferentes dos materiais tradicionais usados em contextos educativos e dos produtos de entretenimento disponíveis comercialmente.

[Existe a] possibilidade de uso de instrumentos digitais como material didático, principalmente no que se refere ao uso de *games* para o ensino de artes visuais disponíveis via *web* [...] [propiciando] novas abordagens e novas estratégias para a qualidade do processo de cognição dos indivíduos envolvidos, e não simplesmente dar acesso quantitativo aos produtos gerados pelas tecnologias contemporâneas, sem considerar sua qualidade conceitual e material. (PEREIRA, 2008, p. 27)

Assim, além da abordagem das tecnologias digitais como recurso didático, Pereira enfatiza também o conhecimento processual e crítico do meio tecnológico, como proposto por Machado ao classificar a *artemídia*. A autora ressalta o uso da tecnologia na arte (e no seu ensino) como dispositivo estético e imaginativo:

[...] a função da arte não é somente produzir as obras, mas refletir sobre seus conceitos, críticas, técnicas e meios, reeducando o público e os próprios artistas de modo sensível. Tendo por base tal situação, é possível trabalhar o raciocínio e

a imaginação das pessoas por meio de materiais não convencionais, como é o caso dos *games*. São necessárias ações pedagógicas que contemplem nesse processo as experiências sintético-sensíveis da simulação artística, desenvolvendo o pensamento crítico e criativo nas pessoas e também outros conhecimentos perceptuais e sensoriais indispensáveis ao raciocínio humano. (PEREIRA, 2008, p. 127)

Assim, com o uso dos *games*, a autora considera que a forma de percepção do meio digital influencia a experiência estética do jogador, devendo ser explorada como questão pertinente ao ensino/aprendizagem de arte. Considero que Pereira aponta para um direcionamento da tecnologia no ensino de arte que não é somente um aproveitamento de suas ferramentas e funções, mas indica uma mudança fundamental na maneira de se aprender arte com a tecnologia digital.

No capítulo 1 desenvolvi o argumento de que o crescente acesso e uso das TIC não significa necessariamente que mais conhecimento ou liberdade seja conquistado pelas pessoas. Se as tecnologias contemporâneas permitem de fato novas maneiras de se buscar informação e construir conhecimento, o que influencia o ensino/aprendizagem, não são o mero acesso e uso instrumental de seus dispositivos que trazem essas mudanças. Para que a tecnologia se configure como uma forma de cultura, é preciso que crie e construa conhecimento com ela. Em contextos educativos, é importante refletir não só sobre a presença dos dispositivos tecnológicos, mas sobre o uso da tecnologia para ensinar e aprender. No caso do ensino/aprendizagem de arte, as possibilidades de construção de conhecimento através da criação e experiência nos meios digitais deve ser discutida.

A oposição entre a tecnologia digital usada como ferramenta ou como meio criativo pode ser destacada também na produção artística atual. Na Arte/Tecnologia, existem artistas que fazem um uso apenas instrumental da tecnologia, produzindo obras “revestidas” com a estética tecnológica, enquanto outros buscam nela a reflexão dos próprios meios, pois entendem que nesse questionamento está a estética das suas obras. Analogamente, considero que, no ensino/aprendizagem de arte, os educadores devem considerar as relações não só instrumentais que a tecnologia contemporânea oferece para a produção e pesquisa, mas os ganhos estéticos próprios das tecnologias digitais. Assim, quando o uso dessas tecnologias está presente em um contexto de ensino/aprendizagem, é imprescindível não só consumir seus recursos, mas também explorar as mudanças na maneira de pensar e aprender com as tecnologias. A mudança de um paradigma

instrumental da tecnologia para um paradigma reflexivo, sensível, criativo e crítico é um ponto importante e redefinidor das tecnologias na educação e no Ensino de Arte.

Pimentel indica que

Somente o uso da tecnologia, com o simples aproveitamento das facilidades que ela oferece, não garante o desenvolvimento de um pensamento artístico ou da construção de um saber em Arte. Conhecer o instrumento de trabalho e as possibilidades que ele oferece é essencial, mas ir além da mera aplicação dessas possibilidades é fundamental. (PIMENTEL, 2002, p. 117)

Se o simples uso das tecnologias não garante a construção de conhecimento em arte, é necessário procurar por abordagens que encarem a tecnologia digital não só como uma ferramenta de trabalho, mas como um modo de compreender o mundo e criar. E se as tecnologias não promovem por si só a mudança na educação, é sua utilização para a construção de conhecimento em contextos educativos que pode fornecer novas maneiras de entender e fomentar o processo de ensino/aprendizagem. Considero que uma abordagem do Ensino de Arte coerente com o paradigma da tecnologia como meio criativo, deve primar por recursos que atuem não somente para instrumentalização de saberes já constituídos, mas para a criação de novos saberes, críticos e coerentes com o mundo de hoje. Nessa perspectiva, o Construcionismo pode oferecer as bases para o processo de ensino/aprendizagem de arte que utilize a tecnologia digital de forma empoderadora e criadora.

INTERLOCUÇÕES ENTRE CONSTRUCIONISMO E O ENSINO DE ARTE

Considero que o Construcionismo pode contribuir para a reflexão sobre o aprendizado de arte no meio digital, pois o aprendizado construcionista tem algumas similaridades com a exploração artística, que são tanto metodológicas quanto epistemológicas.

Na abordagem construcionista, o aprendizado acontece por meio da exploração, com o uso de objetos de aprendizagem com que o aluno se relaciona estética e afetivamente. Papert (1980) ressalta a importância desses *objects-to-think-with*, objetos de aprendizagem que são criados pelo aprendiz e utilizados para reflexão, nos quais há a interseção entre o aspecto cultural, o conhecimento incorporado, e a possibilidade de identificação pessoal. Para os construcionistas a identificação do aprendiz com um projeto de criação pessoal é

considerado essencial, pois quando as relações afetivas com a produção são consideradas e fomentadas, a aprendizagem acontece de maneira mais fácil e substancial. Traço um paralelo dessa proposta com características intrínsecas da criação artística, onde o envolvimento particular do artista/aprendiz com a obra e seus contextos de criação são importantes, e muitas vezes é o que impulsiona a criação de objetos artísticos.

Apesar de Papert ter ressaltado os objetos de aprendizagem como sendo de exploração *científica*, entendo que esses objetos também podem ser de exploração *artística*, pois o que é relevante no uso dos objetos de aprendizagem é o fomento do processo de *pesquisa*, tanto científica quanto artística. Na aprendizagem construcionista, os processos de *design* (entendido como elaboração de um produto) e *debugging* (depuração, ou resolução de problemas por meio do erro) são tidos como importantes formas de construir conhecimento. Identifico que a arte, assim como o *design*, envolve de maneira ampla o processo de criação de objetos/situações/ambientes, e apesar da construção da obra artística não ser linear como no *design* de produtos, refletir sobre o processo de construção e fruição, tanto em seus aspectos formais quanto conceituais, é importante para se aprender arte. Da mesma forma, a resolução de problemas específicos ao meio e a descoberta por meio de “erros” ou situações inesperadas é também característica do processo artístico (ROCHA, 2007).

Para Papert (1980), o computador pode engajar professores e alunos em situações de resolução de problemas reais, onde o ambiente Logo forneceria problemas lógico-matemáticos que as crianças aprenderiam com uma complexidade incomum, raramente encontrada na vida ordinária. Nessas situações, muitas vezes surgem problemas para os quais os professores não têm as respostas imediatas e não é o professor que pode simplesmente fornecer uma solução, mas a real colaboração entre alunos e professores frente o problema que pode solucionar problemas e impulsionar o aprendizado. Nesse contexto, o professor age como um orientador e um exemplo de perseverança na atividade de pesquisa, criação de modelos e resolução de problemas. No Ensino de Arte, também é comum que o professor dê suporte aos alunos em contextos de aprendizado que levem a criações e interpretações próprias dos alunos, e muitas vezes as questões não têm uma resposta certa e imediata. Entretanto, o engajamento do professor junto aos alunos é mais uma questão de metodologia do que uma característica da disciplina ou dos conteúdos de

Arte. Apesar de tudo, em comparação com outras disciplinas do currículo tradicional, em Arte tem-se mais liberdade para criar e improvisar, pois a experimentação faz parte da forma com que se constrói conhecimento na área.

Os materiais usados para o aprendizado construcionista, como as linguagens de programação baseadas em interfaces gráficas e os blocos programáveis controlados por essas linguagens, também podem trazer contribuições interessantes para o ensino de arte. Esses materiais permitem, de forma prática, uma interlocução com a produção contemporânea na área de Arte/Tecnologia, através da criação em mídias digitais. Com esses materiais é possível construir *softwares*, objetos e ambientes interativos; construir criaturas autônomas; captar dados e transformá-los em imagens; entre outras possibilidades que exploram a relação da arte com a tecnologia digital, muitas vezes ressaltando novas formas de percepção e elaboração estética.

Esses materiais Construcionistas se distanciam da abordagem do uso produtivo e instrumental da tecnologia digital, pois permitem o entendimento dos processos de construção e funcionamento de dispositivos que, cada vez mais, estão presentes no nosso cotidiano na forma de *caixas pretas*. Para Flusser (1985, 2010), atuar no interior das máquinas, compreendendo seus programas, é uma forma de libertar as pessoas da condição de funcionários, que obedecem a lógica produtiva da sociedade industrial, para permitir o jogo com as máquinas. Essa subversão se dá, portanto, na direção da autonomia e da criatividade, fatores essenciais para a produção artística. Argumento que, se a apropriação da tecnologia é usada a serviço da criação e da aprendizagem artísticas, não interessam somente os produtos gerados ou as facilidades instrumentais, mas que a intervenção nos processos produtivos leve ao empoderamento do indivíduo que cria e aprende arte.

Considero que, dependendo da maneira com que esses materiais sejam utilizados em atividades de ensino, a criação de dispositivos *interativos* ou *animados* podem servir aos propósitos de ensino/aprendizagem em arte ou gerar meramente brinquedos digitais, reinserindo-se na lógica produtiva tecnológica. Assim, a orientação do projeto de ensino/aprendizado é essencial para que os processos e resultados das criações, mesmo que semelhantes ao resultado de uma feira de ciências ou a meros brinquedos tecnológicos, sejam apropriadas como forma de se pensar criticamente o espaço da tecnologia e suas possibilidades produtivas e criativas.

Papert concebia o computador como um meio de desenvolver atividades matematicamente ricas, “micromundos” onde os aprendizes poderiam criar e testar seus modelos cognitivos. Ele via a possibilidade de utilizar a linguagem de programação como meio de expressão e defendia que o computador poderia ser utilizado como meio para o aprendizado. Entretanto, ele diz que apenas *utilizar* computadores ou o Logo não traz nenhuma mudança na maneira como as pessoas pensam ou aprendem, mas que o Logo pode ser o meio pelo qual os educadores podem fomentar o desenvolvimento de novas maneiras de pensar e aprender. “Contudo, o Logo não produz por si só um bom aprendizado, assim como a tinta não produz uma boa arte” (PAPERT, 1980). Estendo essa reflexão para toda a tecnologia contemporânea, afirmando que ela traz recursos interessantes para o ensino/aprendizagem mas que somente adotar um ou outro recurso, ou usar determinada ferramenta, não garante a construção de conhecimento ou o entendimento do meio e da cultura digital. A programação de computadores e a construção de dispositivos programáveis trazem a possibilidade de se passar do uso meramente instrumental da tecnologia para um uso que gere a compreensão de seus meios, a elaboração de modos de fazer, a criação empoderadora. Entretanto, se se adota a programação de computadores meramente como atividade, e não como proposta pedagógica (ou matemática), volta-se para a instrumentalização dessas tecnologias, tanto das ferramentas como dos saberes que as cercam. Além da preocupação com a proposta pedagógica, é necessário problematizar a contribuição estética trazida por essas tecnologias. Uma proposta coerente para o ensino de arte deve, portanto, levar em conta não só os usos dessa tecnologia e seu direcionamento pedagógico, mas explorar seus paradigmas e contribuições estéticas.

Contudo, se essa exploração do conhecimento por meio do fomento de *contextos de aprendizagem* é conhecida do ensino de arte, por que, quando se trata de tecnologia, vemos experiências de ensino/aprendizado de arte voltadas para o uso da tecnologia digital apenas para produzir coisas *no computador*, e não para explorar o conhecimento relacionado à arte no meio digital? Retomando o panorama dos computadores na educação e as concepções atuais para o uso da tecnologia digital no ensino de arte, observo que o paradigma epistemológico do computador como *instrutor*, como fonte de informação, e do uso das ferramentas tecnológicas para instrumentalizar o aprendizado, prevaleceram sobre

o paradigma do computador como meio para a aprendizagem e para a criatividade através da experiência. No ensino de arte, é preciso reverter essa situação. Concebo que a construção e programação de computadores e outros dispositivos digitais, sob um viés construcionista, possibilita construir conhecimento nos campos de arte e tecnologia, de forma interconectada, e é uma alternativa para o Ensino de Arte. No capítulo 4 explorarei alguns materiais que possibilitam trabalhar nessa abordagem, explorando suas contribuições para o ensino de arte.

4 PROGRAMAÇÃO DE COMPUTADORES NO ENSINO DE ARTES VISUAIS: INTERFACES ABERTAS PARA CRIAÇÃO EM MÍDIAS DIGITAIS

Este capítulo apresenta o conceito de *interface*, em contraposição ao de *ferramenta*, a partir de estudos nas áreas de arquitetura e *design*. Nele discuto as interfaces que permitem a continuidade ou simultaneidade entre projeto, construção e uso, com o objetivo de avaliar que tipos de materiais seriam interfaces adequadas para o ensino de artes visuais. Em seguida apresento os materiais Crickets e Scratch como exemplos de interfaces abertas para a criação, discutindo suas contribuições para o ensino de artes visuais.

INTERFACES COMO SUPORTE PARA A CRIAÇÃO E PARA A CRIATIVIDADE

Partindo das reflexões de Baltazar e Kapp (2006) sobre o *design como processo aberto*, considero que o *projeto* envolvido em um processo de construção (seja de um espaço, de um objeto ou situação) é um desenho pré-determinado do que será construído, onde as maneiras de construção são previstas e as possibilidades de uso ou fruição do produto final são prescritas. Ao se prever os resultados concretos do que será realizado, estabelece-se uma ruptura entre *projeto*, *construção* e *uso*, fechando todas as possibilidades processuais em um produto acabado. Dessa maneira o uso ou fruição da criação é direcionado e limitado, assim como a modificação daquela criação de acordo com as necessidades ou desejos das pessoas é inibida.

Em contraposição, abrindo-se o *design* enquanto *processo* possibilita-se que os espaços/objetos/situações criados estejam em constante uso e adaptação, o que caracteriza o *design como processo aberto*, ou *design aberto*. O *design* aberto ressalta a característica processual da elaboração de um produto e necessita da interação dos usuários para se realizar, entretanto seu resultado só se completa em um produto temporariamente, pois este deve estar sempre pronto para a utilização e reelaboração. O *design* aberto pode ser concretizado através da elaboração de *interfaces* que permitem contínuas transformações e adaptações, não havendo separação entre *design*, *construção* e *uso*. (BALTAZAR; KAPP, 2006)

Interface, de uma maneira geral, é *o que está entre*, permitindo a comunicação entre dois sistemas. A palavra *interface* geralmente é associada às interfaces gráficas digitais, onde

a visualização de conceitos numéricos e a transposição de impulsos físicos para o digital acontecem através monitor do computador e seus dispositivos periféricos (mouse, teclado, etc.). Entretanto, no contexto desta dissertação, as interfaces podem ser tanto meios físicos quanto meios digitais ou híbridos, quando a sua principal tarefa é a de facilitar a produção autônoma e criativa, ao invés de criar um projeto que pré-define o objeto a ser construído. Assim, fazendo uma analogia com o *design* aberto, utilizarei o termo *interface aberta* para me referir a esses meios que dão suporte a composição criativa, e apenas *ferramentas* ou *instrumentos* quando eles auxiliam no processo de criação mas instrumentalizam a produção ou direcionam a composição e uso/fruição do produto final. Desse modo, considero, assim como Baltazar e Kapp (2006), que as ações dos usuários são potencializadas quando os recursos usados são interfaces, pois estas são mais propícias à ações potencialmente criativas.

Para Resnik *et al* (2005) a maioria das ferramentas utilizadas para apoiar o processo criativo, como *softwares* de edição de texto e imagem, ainda foca nos resultados ou produtos, sendo utilizados principalmente para compor digitalmente *artefatos*. Entretanto, na atividade criativa nem sempre o produto final é o que interessa, e sim os processos de criação. Muitas vezes essas ferramentas prescrevem a maneira de se trabalhar e obter um resultado, enquanto sistemas que suportam o processo criativo precisam permitir aos usuários não somente compor *artefatos*, mas dar suporte às ideias subjacentes à criação, facilitando o desenvolvimento processual de suas ideias.

Para esses autores, as ferramentas ou sistemas que apoiam a criatividade (que estou chamando de *interfaces abertas*) devem permitir à todas as pessoas projetar, criar e inventar coisas. Para tanto, as interfaces abertas devem suportar a exploração de ideias e tentativas ao longo do processo de elaboração (através da criação de protótipos, por exemplo), assim como permitir a avaliação e modificação rápidas, e também apoiar uma variedade de projetos diferentes.

Interfaces sofisticadas podem permitir uma busca de recursos intelectuais mais eficaz, melhor colaboração entre as equipes, e processos de descoberta mais rápidos. Estas interfaces avançadas devem também prestar um forte apoio na formação de hipóteses, mais rápida avaliação das alternativas, melhor compreensão através da visualização e melhor divulgação dos resultados. Para empreendimentos criativos que demandam a composição de novos *artefatos* (por exemplo, programas de computador, artigos científicos, diagramas de engenharia, sinfonias, obras de arte), interfaces sofisticadas poderiam facilitar a exploração de

alternativas, evitar escolhas improdutivas, e permitir “voltar atrás” facilmente. (RESNIK et al, 2005)³⁸

Essa reflexão, oriunda dos contextos do *design* e da programação de computadores, portanto muito orientada no sentido da *produtividade e inovação* criativa, é interessante no campo da arte pois a produção artística também é uma produção criativa, embora sem as preocupações industriais características do *design*. Para o ensino de arte, as interfaces são interessantes não só por apoiar a criação artística, mas como forma de reflexão e crítica dos processos artísticos, orientando a construção de conhecimento em arte de forma prática e processual.

Para Resnik *et al*, é importante ressaltar que o *design* de interação de uma interface influencia o processo cognitivo do usuário. Em um *software* de criação de imagens, por exemplo, ao invés do usuário comandar ações no *software* para realizar o que tem em mente, muitas vezes é o *software* que comanda as ações do usuário, definindo que tipo de imagem pode ser criada com aqueles recursos, tolhendo assim a capacidade do usuário de resolver problemas de forma múltipla e criativa. Por isso o *design* de interação de uma interface deve ser versátil o bastante para possibilitar que várias maneiras de se pensar e criar possam ser operadas tendo como suporte aquele *software*, ou um outro tipo de interface.

Apoiar a exploração requer a funcionalidade disponibilizada através de um cuidadoso *design* de interação. Nós vemos uma ferramenta computacional como algo que fornece materiais com os quais os usuários interagem para criar uma situação que "responde de volta para os usuários". Ferramentas para fomentar - e não obstruir - a criatividade precisam ser concebidas em torno da compreensão de com quais representações os usuários precisam interagir. (RESNIK et al, 2005)³⁹

³⁸ “Enhanced interfaces could enable more effective searching of intellectual resources, improved collaboration among teams, and more rapid discovery processes. These advanced interfaces should also provide potent support in hypothesis formation, speedier evaluation of alternatives, improved understanding through visualization, and better dissemination of results. For creative endeavors that require composition of novel artifacts (e.g., computer programs, scientific papers, engineering diagrams, symphonies, artwork), enhanced interfaces could facilitate exploration of alternatives, prevent unproductive choices, and enable easy backtracking.” (RESNIK et al, 2005)

³⁹ Supporting exploration requires functionality made available through careful interaction *design*. We view a computational tool as something that provides materials with which users interact to create a situation that “talks back to the users” [Schoen 1983][Nakakoji 2000a]. Tools for fostering, not obstructing, creativity need to be *designed* around the understanding of what representations users need to interact with [Yamamoto 2005].

Os autores relatam uma série de características que as interfaces devem ter para fomentar o processo criativo:

- *low threshold* (soleira baixa): devem ser fáceis para os iniciantes começarem a exploração, não devem ser intimidadoras.
- *high ceiling* (teto alto): devem permitir a criação de soluções complexas e sofisticadas.
- *wide walls* (paredes largas): devem sustentar e sugerir uma ampla variedade de explorações.

Outro princípio importante seria a possibilidade de *iteração* através da prototipagem, com contínuo o ajuste de funções no processo de adequação do objeto enquanto ele é construído. Assim as interfaces devem permitir a experimentação, mexer com os materiais, tentar múltiplas alternativas, desmontar e criar novas versões. (RESNIK et al, 2005)

Um bom exemplo de interface que possui muitas dessas características necessárias ao apoio à criatividade são os blocos de montar Lego, usados como brinquedo ou material didático por crianças de várias gerações desde a década de 1940. Analisando o material Lego como uma interface, vejo que ele é formado por um conjunto de peças plásticas encaixáveis na forma de blocos de formatos variados, com os quais o usuário monta construções esculturais, construindo ao mesmo tempo que imagina e cria soluções práticas para os objetos construídos. As peças desse material tem função mais ou menos determinada de acordo com a sua forma, entretanto os modos de utilização da interface Lego não são pré-determinados. Assim, a construção de qualquer objeto com os blocos pode se dar de inúmeras maneiras. Pode-se desmontar as peças e começar outro projeto sempre necessário, o que permite também que se mude de método de construção rapidamente. Por essas características, o Lego se configura como uma interface que permite o processo de *design* aberto.

Embora a possibilidade de invenção proporcionada pelo Lego seja infinita e o uso do material seja tão intuitivo que instruções de manipulação não são necessárias, os manuais de uso trazem sugestões de construção de modelos específicos, passo-a-passo. A utilização de modelos pode ser positiva por sugerir uma gama de possibilidades com a qual o usuário irá trabalhar e métodos eficientes para construir e resolver problemas relativos a

construção. Entretanto, se o usuário não “toma as rédeas” da sua criação, modificando os modelos aprendidos de acordo com suas necessidades e criando novas possibilidades, ou seja, construindo suas próprias metodologias, sua criatividade acaba obstruída pelo manual de instruções desse *kit*, que poderia ser usado como uma interface para fomentar a criatividade.

Resnik *et al* observam que,

Nos últimos anos, um crescente número de *kits* Lego destacam uma construção específica (como uma nave espacial Star Wars ou um castelo Harry Potter), com muitas peças especializadas. Embora seja possível utilizar estes *kits* para criar uma variedade de construções, muitas crianças constroem o modelo sugerido na embalagem, ou talvez ligeiras variantes, e nada mais. Isso é análogo ao uso de um *kit* de pintura-por-números. Esses *kits* claramente incentivam atividades “mão na massa”, mas eles são menos eficazes (em comparação com os *kits* Lego tradicionais) em estimular o pensamento criativo. Nosso objetivo é desenvolver tecnologias que não só envolvem os usuários em compor artefatos, mas também incentiva-los (e apoiá-los) a explorar as ideias subjacentes à sua construção. (RESNIK *et al*, 2005)⁴⁰

Também constato a crescente exploração comercial de brinquedos de montar que constroem apenas uma coisa específica, segundo as instruções do manual. Assim, esses *kits* de montar que poderiam ser interfaces abertas, acabam se comportando como objetos, e não interfaces.

Apresentarei a seguir alguns materiais que, considerados como interfaces abertas, podem dar suporte à criação em mídias digitais, analisando como algumas delas são utilizadas em atividades pedagógicas e qual sua relevância no ensino de artes visuais.

INTERFACES ABERTAS PARA A CRIAÇÃO EM MÍDIAS DIGITAIS

Como visto no capítulo 1, artistas que desenvolvem projetos de arte digital utilizam conceitos e ferramentas próprios do meio digital, mas que não exclusivos da arte. As linguagens de programação e *softwares* que permitem a criação no meio não-tangível

⁴⁰ “In recent years, a growing number of Lego *kits* highlight a specific construction (such as a Star Wars spaceship or a Harry Potter castle), with many specialized pieces. Although it is possible to use these *kits* to create a variety of constructions, many kids build the model suggested on the package, or perhaps slight variants, and nothing more. This is analogous to using a paint-by-numbers *kit*. These *kits* clearly encourage “hands-on activity,” but they are less effective (compared with traditional Lego *kits*) at fostering creative thinking. Our goal is to develop technologies that not only engage users in composing artifacts, but also encourage (and support) them to explore the ideas underlying their constructions.” (RESNIK *et al*, 2005)

(comumente chamado de *virtual*), assim como componentes eletrônicos e digitais que permitem a criação no meio tangível (palpável)⁴¹, são recursos comumente usados tanto na arte quanto nas áreas de *design* e engenharia.

Os microcontroladores são um recurso que ampliou as possibilidades da computação física ou ubíqua, permitindo comandar objetos através de computadores. Microcontroladores são pequenos computadores construídos em um circuito integrado, contendo processador, memória e periféricos de entrada/saída. Um microcontrolador pode comandar uma série de dispositivos de entrada ou *input* (ou seja, receber informação de sensores, como sensor de luz, de calor, de resistência, etc.) e saída ou *output* (ou seja, enviar informação para que atuadores, como luzes, motores etc., executem ações) e enviar informações para outros dispositivos digitais. Para executar quaisquer dessas tarefas, o microcontrolador deve ser programado, o que geralmente é feito em um ambiente de programação executado em um microcomputador (computador pessoal, desktop ou laptop). Depois de escrito em uma linguagem de programação específica, o programa é transferido para a memória do microcontrolador e o faz funcionar. (O’SULLIVAN; IGOE, 2004)

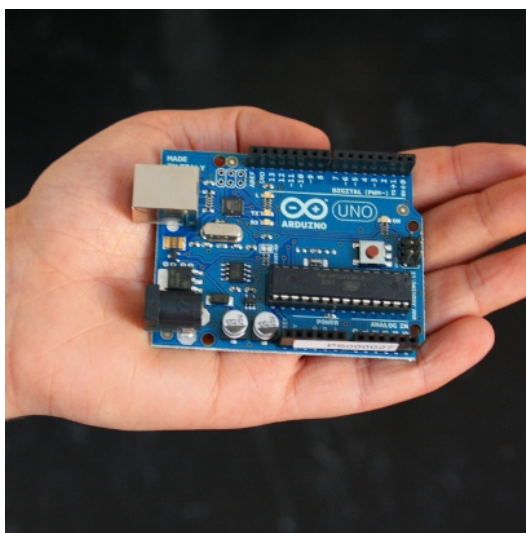


Figura 5 – Arduino UNO
<http://www.arduino.cc/>

Os microcontroladores em geral são largamente utilizados na automação industrial, fazendo parte de muitos dos dispositivos que usamos no nosso dia-a-dia. Para tornar a

⁴¹ O termo *tangível* é utilizado neste trabalho para se referir a criações materiais e palpáveis, e *não-tangível* para se referir a criações com quais se tem acesso exclusivamente através do computador, para evitar uma falsa contraposição entre os termos *real* e *virtual*.

computação física, ou a criação de dispositivos programáveis acessível ao público leigo, foram desenvolvidos microcontroladores de uso simplificado. O *Arduino Board*⁴² por exemplo, é um microcontrolador muito utilizado por artistas e por *hobbyistas* na construção de projetos *DIY* (*do-it-yourself*, ou *faça-você-mesmo*)⁴³ (fig.5).

Tanto o uso de microcontroladores na computação física, quanto a construção de projetos baseados em *softwares* ou na *web*, necessitam da programação de computadores. Como relatado no capítulo 2, um grande esforço de pesquisadores da tecnologia ligados à educação foi o de criar linguagens de programação mais acessíveis a pessoas sem formação em computação. Um exemplo de linguagem de programação orientada para artes visuais é o *Processing*⁴⁴ (fig.6).

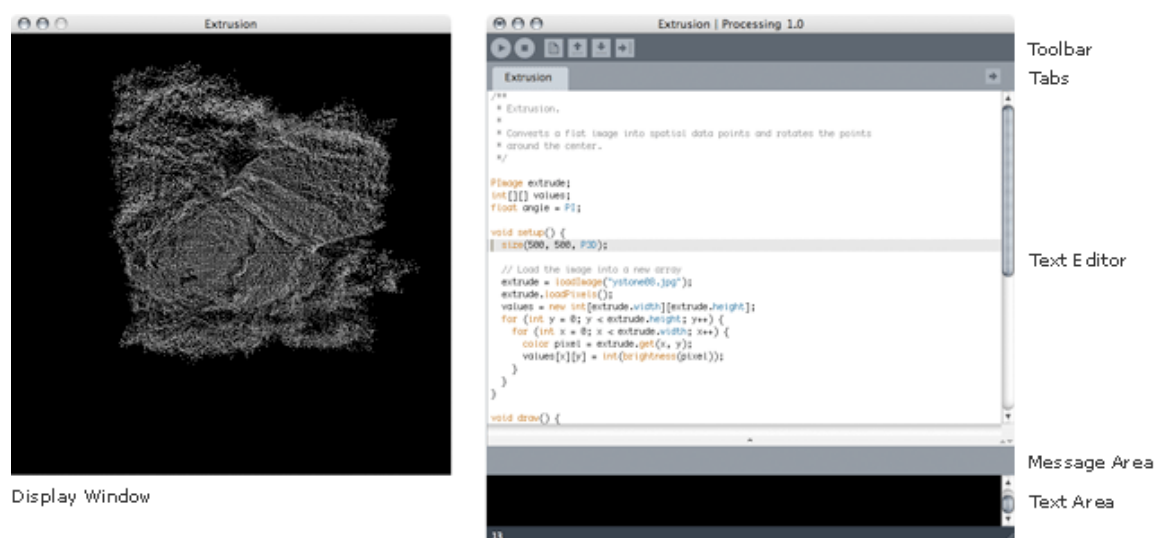


Figura 6 – programação no Processing
<http://processing.org/about/>

Processing é uma linguagem de programação, ambiente de desenvolvimento e comunidade online que desde 2001 promove o conhecimento em *software* no contexto das artes visuais. Inicialmente criado para experimentação e para ensinar os fundamentos da programação de computadores em um contexto visual, rapidamente se desenvolveu em uma ferramenta para criar trabalhos profissionais. Processing é uma alternativa livre, de código aberto, à *softwares* proprietários como licenças caras, tornando-o acessível a escolas e estudantes individuais.⁴⁵

⁴² <http://www.arduino.cc/> acesso em 23/05/2012.

⁴³ Como mostrado no vídeo “Arduino: the documentary”, disponível em <http://arduinothedocumentary.org/> acesso em 23/05/2012.

⁴⁴ <http://processing.org/> acesso em 23/05/2012.

⁴⁵ <http://processing.org/about/> acesso em 23/05/2012.

Assim, algumas linguagens de programação e microcontroladores acessíveis possibilitaram a utilização desses recursos em uma escala não-industrial, sendo continuamente desenvolvidos e apropriados por artistas, inventores e hobbystas de todo o mundo. Nas artes visuais, os artistas tem se apropriado crescentemente desses recursos para construir obras no meio digital.

Um exemplo do uso da tecnologia digital para construir uma obra tangível é o *Glitchy Square* (fig.7), do artista Henrique Roscoe. Nesta obra o artista desenvolveu um sintetizador audiovisual autônomo, que gera sons e imagens quando conectado diretamente a uma TV ou projetor. A Figura 8 representa como esse instrumento audiovisual foi concebido a partir de circuitos ligados a um microcontrolador Arduino.⁴⁶

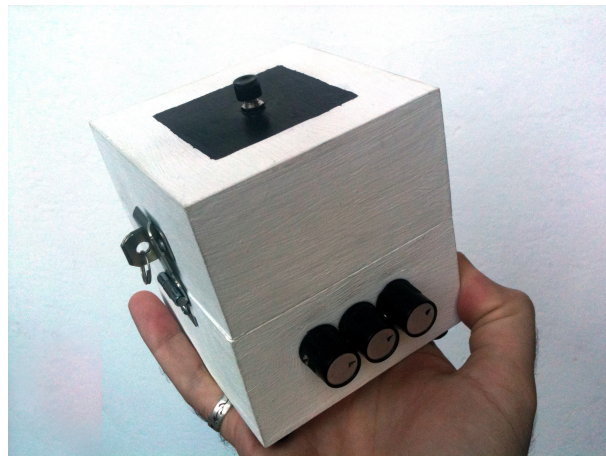


Figura 7 - Glitchy Square, de Henrique Roscoe (2011)

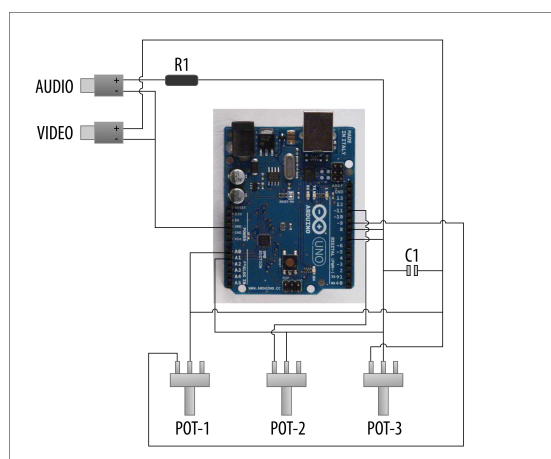


Figura 8 - desenho esquemático do Glitchy Square, composto por circuitos eletrônicos e um microcontrolador Arduino

⁴⁶ A obra foi produzida pelo artista durante a residência no Marginalia+Lab em 2011. Toda a documentação do projeto está disponível em <http://1mpar.marginalialab.com/> acesso em 23/05/2012.

Como exemplo de uma obra que lida com a imagem desmaterializada, *Espaço;Processo*, dos artistas Vicente Pessoa e Felipe Turchetti⁴⁷, permite a transfiguração de duas imagens bidimensionais que, modeladas em um espaço tridimensional, se transformam uma na outra (fig. 9). Essa obra foi criada a partir de um *software* desenvolvido pelos artistas, elaborado com o uso do Processing.



Figura 9 –Espaço;Processo (2010)

registro de etapas do cruzamento entre a imagem da lata de sopa Campbell e as pinturas parietais de Lascaux

Tendo origem no cruzamento dos pixels de dois signos (imagéticos ou textuais) em alto contraste em um espaço tridimensional, o *software* desenvolvido para mediar esse sistema produz uma espécie de escultura virtual na qual o visitante pode derivar, alterando seu ponto de vista em relação à estrutura e, conseqüentemente, modificando a perspectiva pela qual ele entende a mesclagem de dois signos. (MARGINALIA PROJECT, 2009)

Entretanto, mesmo com esses recursos se tornando cada vez mais acessíveis, um conhecimento técnico muito específico está envolvido na criação artística no meio digital, como habilidades de programação de computadores e construção de circuitos eletrônicos. Muitos dos artistas que atuam com as mídias digitais tem formação interdisciplinar ou

⁴⁷ A obra *Espaço;Processo* foi desenvolvida no programa de residências no marginalia+lab em 2009/2010. A documentação está disponível em <http://www.marginaliaproject.com/lab/magazine/009/> <http://vicentepessoa.com/art/project/espacoprocesso/> <http://felipeturchetti.com/espro/> acesso em 23/05/2012.

buscam parcerias com profissionais de formação tecnológica. Em outros casos, a formação técnica é conquistada pelo aprendizado não-formal, pois os interessados por essas mídias fomentam redes de aprendizado, na internet e em *media labs*.

Esses pré-requisitos de caráter técnico dificultam a criação artística em mídias digitais no Ensino Básico e até mesmo no Ensino Superior, considerando que as escolas não tem educadores capacitados técnica e artisticamente. Mesmo no aprendizado não-formal, onde as limitações de tempo e recursos são menores e não há restrições por parte de um currículo pré-determinado, a criação nas mídias digitais foi, por muito tempo, privilégio de poucas pessoas obstinadas. Nas escolas, os recursos geralmente usados são *softwares* instrumentais para edição de imagem e vídeo, o que pode gerar interessantes experiências de ensino de arte com mídias digitais, mas que ainda ficam aquém das possibilidades exploradas pelos artistas contemporâneos com a Arte/Tecnologia.⁴⁸

Entretanto, para facilitar o aprendizado de programação e permitir a elaboração de projetos em mídias digitais por iniciantes, foram desenvolvidos recursos especialmente com fins educativos, inicialmente direcionados para crianças e adolescentes. Esses materiais, derivados da linguagem Logo e dos Blocos Programáveis (apresentados no capítulo 2), também possibilitam a experimentação e a criação no meio digital, de maneira mais simples do que os recursos usados por profissionais e hobbystas, pois possuem interfaces de operação ainda mais acessíveis, conquistando adeptos de todas as idades.

Os *kits* desenvolvidos a partir dos Blocos Programáveis, como Lego Mindstorms e PicoCrickets, contém peças pré-escolhidas que são sempre compatíveis entre si e possuem conexões fáceis de fazer. Na etapa da programação, é necessário que a operação seja intuitiva o bastante para que uma pessoa que não saiba escrever em linguagem de programação possa operar os conteúdos.

Os ambientes de programação que surgiram a partir do Logo são baseados em interfaces gráficas, onde elementos no formato de caixas, blocos ou peças de quebra-cabeça são manipulados na tela do computador, produzindo efeitos na programação do objeto (figs.

⁴⁸ Não quero com isso sugerir que, em situações de ensino/aprendizado, deve-se mimetizar os meios ou recursos usados por determinados artistas, mas argumento que a experimentação nos meios adequados contextualiza e evidencia o processo de criação desses artistas, contribuindo para o entendimento de uma forma de expressão artística.

10, 11 e 12). Existem ambientes gráficos de programação voltados para o público adulto, como o PureData⁴⁹, e também iniciativas orientadas para crianças, como Alice⁵⁰ e Scratch⁵¹. Outras iniciativas aliam a facilidade da interface concebida para crianças a mais recursos de programação, como o App Inventor⁵², que permite a criação de aplicativos para *smartphones*, o que hoje é interesse de um público amplo.

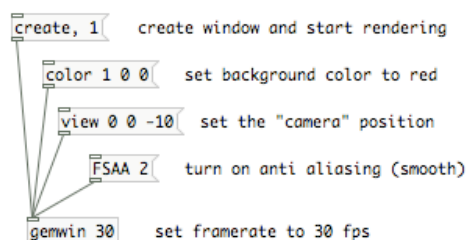


Figura 10 – exemplo de programação na interface gráfica do PureData

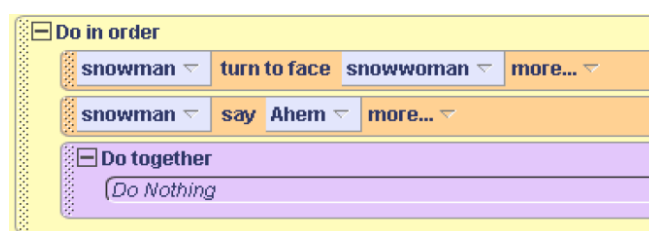


Figura 11 – exemplo de programação na interface gráfica do Alice



Figura 12 – exemplo de programação na interface gráfica do Scratch

Os ambientes de programação citados estão disponíveis gratuitamente pela internet, em *softwares livres*, funcionando em diversos sistemas operacionais. Em contraposição, os *kits* para construção de dispositivos programáveis disponíveis comercialmente, como PicoCrickets e Lego Mindstorms, ainda têm um público restrito, principalmente pelo alto

⁴⁹ <http://puredata.info/> acesso em 23/05/2012.

⁵⁰ <http://www.alice.org/> acesso em 23/05/2012.

⁵¹ <http://scratch.mit.edu/> acesso em 23/05/2012.

⁵² <http://www.appinventor.mit.edu/> acesso em 23/05/2012.

custo e dificuldade de aquisição fora dos Estados Unidos. Entretanto, existem iniciativas que disponibilizam licenças abertas na *web*, possibilitando a construção de alternativas de baixo custo, como a GogoBoard⁵³, um microcontrolador que pode ser construído com materiais adquiridos localmente (fig. 13).

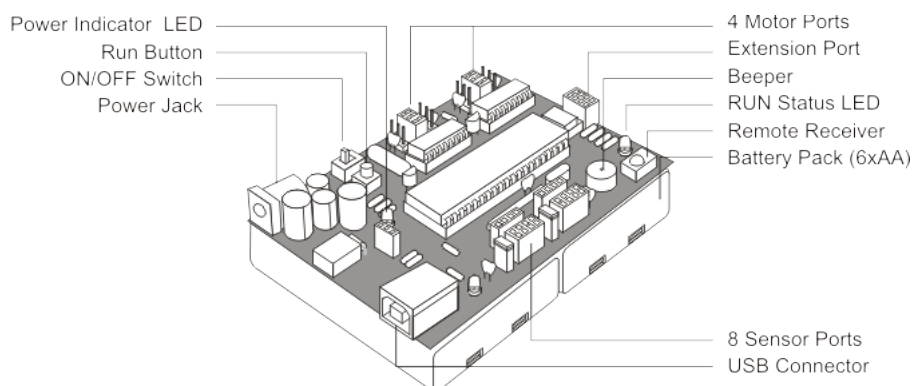


Figura 13 - desenho da Gogoboard
<http://www.gogoboard.org/overview>

O anexo apresenta um levantamento de alguns recursos para construção de criações no meio digitais, tanto para criações tangíveis quanto não-tangíveis, e suas características.

A seguir analisarei as características de duas interfaces voltadas para crianças (mas não restrita a elas), Crickets e Scratch, que exploram a programação de computadores, em meios tangíveis e não-tangíveis, discutindo o potencial desses materiais como interfaces abertas para a criação de projetos no ensino de artes visuais.

CRICKETS E SCRATCH

Conforme identifiquei anteriormente, para a construção de dispositivos digitais tangíveis, por exemplo objetos interativos, diversos componentes eletrônicos tem que ser montados e ligados a um computador para que se possa programar o comportamento do dispositivo. Os Blocos Programáveis são compostos por microcontroladores que são programados através do computador para controlar sensores (de som, calor e toque) e atuadores (motores, luzes etc.). Os materiais desenvolvidos a partir das pesquisas que geraram os Blocos Programáveis, como os Crickets e os Lego Mindstorms, possibilitam construir dispositivos digitais tangíveis de forma segura e descomplicada, por utilizarem

⁵³ <http://www.gogoboard.org/overview> acesso em 23/05/2012.

cabos conectores e materiais de fácil montagem e *softwares* gráficos para programar as criações.

Para a pesquisa relatada nesta dissertação, o *kit* PicoCricket foi o material escolhido para aquisição e análise⁵⁴ (figs 14 a 16).



Figura 14 – kit PicoCricket



Figura 15 – materiais que compõe o kit PicoCricket

⁵⁴ Esse *kit*, comercializado pela empresa canadense Playful Invention Company, baseou-se diretamente nas pesquisas do grupo Lifelong Kindergarten do MIT Media Lab, ou seja, é uma versão dos Crickets, que por sua vez é uma versão compacta dos Blocos Programáveis originais.

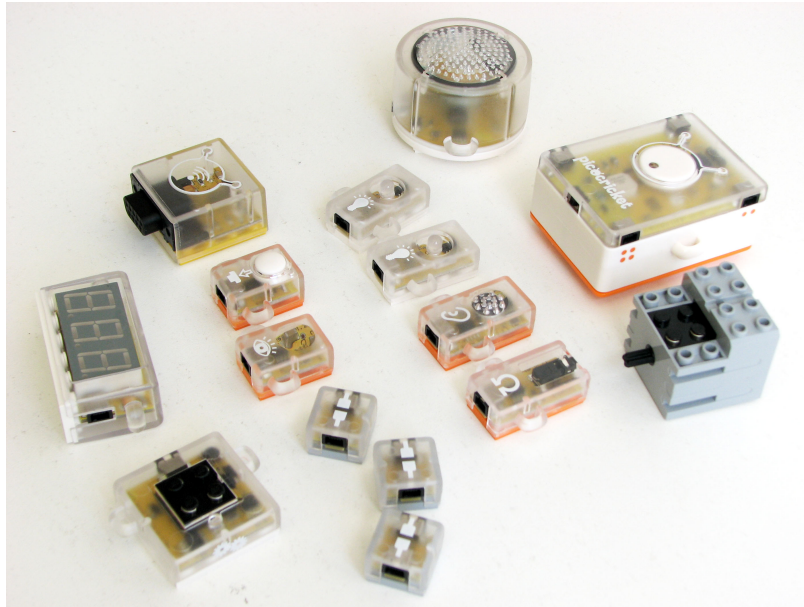


Figura 16 – sensores e atuadores do kit PicoCricket

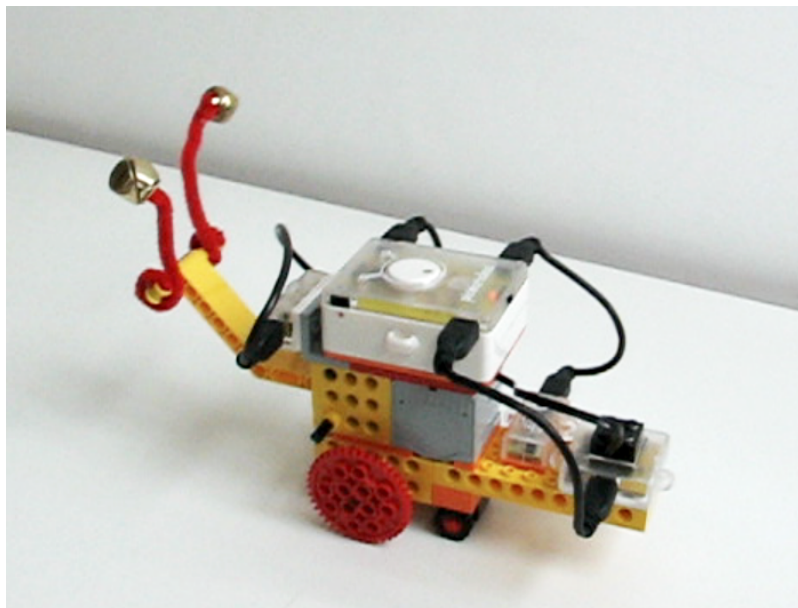


Figura 17 - dispositivo controlado por um Cricket

Algumas das características observadas na escolha do PicoCricket como material foram:

- O tipo de componentes do *kit*, que contém: microcontrolador, que pode ser programado para controlar sensores e atuadores; sensores (de som, calor e toque) que captam os sinais do ambiente; atuadores (motores, luzes etc.) que executam algum impulso físico; blocos e engrenagens de Lego, que são padronizadas e permitem montar estruturas facilmente; e outros elementos como palitos de madeira, pompons, cabos flexíveis, guizos, entre outros, que permitem conectar as

criações a outros objetos e ao ambiente, sugerindo também que novos materiais podem ser incorporados às criações.

- A encapsulação dos componentes eletrônicos e a facilidade de ligação das peças através de cabos com conectores.
- Transmissão dos programas através de infravermelho, possibilitando que as criações não fiquem ligadas ao computador por fios; e alimentação autônoma do microcontrolador com pilhas comuns.
- A utilização do *software* de interface gráfica de programação PicoBlocks, semelhante ao Scratch, gratuito.
- A divulgação do material como um *kit* orientado para a criação de projetos em Arte/Tecnologia⁵⁵.

Quando o PicoCricket é comparado com outros *kits* disponíveis comercialmente, como os Lego Mindstorms, essas características se tornam ainda mais relevantes. Os Lego Mindstorms seguem a mesma tendência que os Lego tradicionais – ao invés de serem explorados como interfaces abertas para se criar qualquer coisa, são cada vez mais especializados para se montar um produto específico, como robôs, máquinas e veículos, caracterizando-se como uma material de cunho técnico e que atrai um público predominantemente masculino. Outra característica dos Lego *Mindstorms* é que seus blocos e peças se encaixam somente com outras peças Lego, impossibilitando uma interação mais efetiva com o ambiente e com outros objetos que povoam o cotidiano dos seus usuários. Essas limitações não são interessantes para o ensino de arte, embora possam ser contornáveis.

Com os PicoCricket, a etapa da programação de computadores necessária para fazer os objetos construídos adquirirem comportamentos (movimento, reação ao ambiente etc.) é realizada no *software* PicoBlocks, que traz um ambiente de programação de computadores acessível a iniciantes, pois é operado através de uma interface gráfica, e não pela escrita em *linguagem de programação* (fig.18).

⁵⁵ A embalagem do material estampa a frase “A new breed of construction *kit* combining art and technology” - Um novo tipo de kit de construção que combina arte e tecnologia.

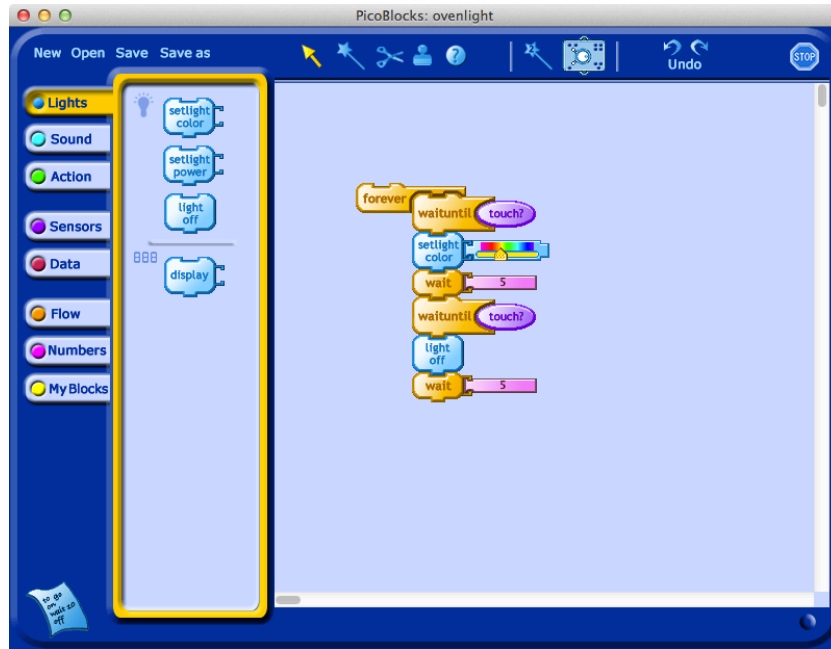


Figura 18 – programação no PicoBlocks

Um exemplo pioneiro nesse tipo de linguagem é o Scratch⁵⁶, desenvolvido pelo grupo de pesquisa *Lifelong Kindergarten* do *Media Lab* do MIT, que está entre as alternativas mais conhecidas hoje. No Scratch, os comandos da programação não são mais escritos através de texto digitado no teclado, mas representados graficamente na tela do computador e manipuláveis através do *mouse*. (fig.19)

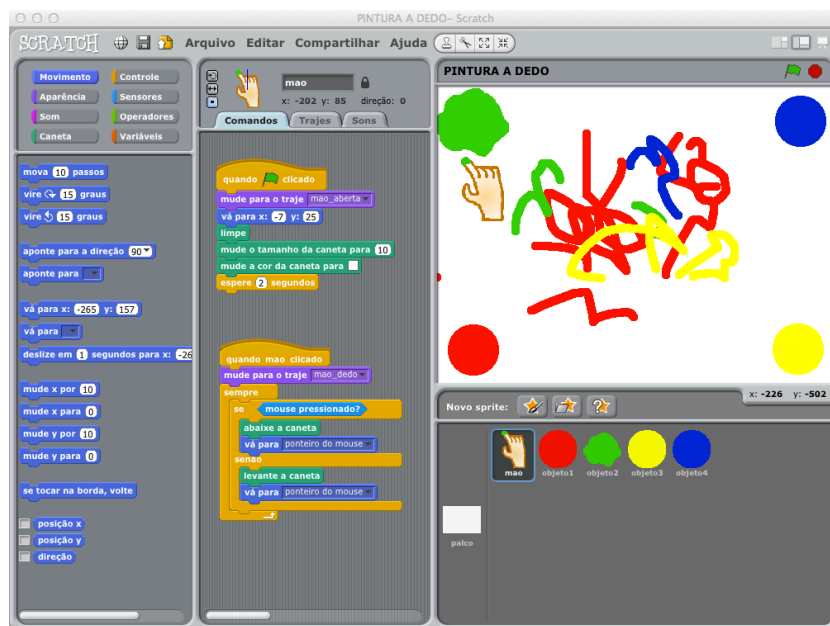


Figura 19 – programação no Scratch

⁵⁶ <http://scratch.mit.edu/> acesso em acesso em 23/05/2012.

A interface do Scratch apresenta blocos que se parecem com peças de um quebra-cabeça. O usuário organiza e combina os blocos, modificando a aparência ou função do elemento que está sendo programado. Assim, o ambiente de programação do Scratch é acessível e atrativo às crianças. Sua linguagem é também mais acessível para a idade pré-escolar, pois a sintaxe é mais simples e a escrita não é necessária para a programação.

No Scratch pode-se programar criações não tangíveis, como jogos e animações executadas no próprio computador; programar o funcionamento de criações tangíveis, artefatos construídos com um *kit* de blocos programáveis; ou criar projetos híbridos, captando sinais do ambiente através de uma placa com sensores, que são transformados em ações ou dados no computador. Entretanto, o uso de outros dispositivos não é imperativo, as criações não tangíveis por si só já possibilitam uma vasta variedade de produções usando apenas o computador pessoal.

Por ser distribuído através de um *software livre* e não um objeto físico, o Scratch tem a vantagem de, por si só, poder ser utilizado por qualquer pessoa que tenha acesso a um computador. Além do ambiente de programação, o Scratch possui uma comunidade *online* onde usuários do mundo todo podem distribuir, opinar e modificar criações. Assim, o Scratch não é composto apenas pela linguagem de programação de computadores, mas é um plataforma que promove a aprendizagem de programação, a distribuição livre dos projetos criados pelos usuários, a discussão de temas relacionados e a colaboração em projetos coletivos (fig.20).

Tanto Crickets quanto Scratch possuem as características citadas por Resnik et al (2005) como princípios para interfaces que suportem a criatividade:

- São boas para iniciantes: se parecem visualmente com brinquedos, sugerindo a facilidade de manipulação por crianças, mas com a mesma sofisticação dos recursos para adultos. O desenvolvimento do contato com o material é auto-instrutivo (No caso dos Crickets, a forma das peças indica os encaixes possíveis e os componentes eletrônicos possuem pictogramas mostrando sua função. No caso do Scratch a função *ajuda* permite descobrir a funcionalidade de cada recurso simplesmente clicando-se neles.)



Figura 20 – Scratch na web:

uma comunidade para o aprendizado e o compartilhamento de projetos do Scratch

- Permitem o desenvolvimento de projetos avançados e sofisticados: o nível de complexidade dos projetos construídos pode ser aumentado gradativamente. No Scratch, *experts* podem criar seus próprios blocos de programação, expandindo os comandos existentes. Nos Crickets as limitações são dadas pelas peças existentes no *kit*: uma vantagem é que suas peças podem ser montadas junto a uma infinidade de outros materiais; uma desvantagem é que os sensores e atuadores existentes nos kits direcionam o tipo de projeto a ser executado ou tolhem algumas possibilidades. A viabilidade da inserção de outras dessas peças por *experts* teria que ser analisada mais cuidadosamente.
- Permitem diversos estilos de exploração, construção e aprendizado, e uma grande variedade de projetos sob diferentes interesses.

- Possibilitam a contínua experimentação, através da construção de protótipos que podem ser testados, modificados para adequação e desfeitos quando necessário: No Scratch é possível salvar versões dos projetos, que podem ser inclusive apropriadas e modificadas por outros usuários. Nos Crickets as limitações materiais permanecem, carecendo de uma forma de registro do processo.

Além de atender a todos os parâmetros citados, considero que Crickets e Scratch favorecem a elaboração de criações em que não há separação entre projeto, construção e uso, pois ao mesmo tempo em que o usuário experimenta diferentes formas de resolver os problemas relativos à constituição daquele objeto, ele constrói e *brinca* com o objeto. Assim, possibilitam o design como processo aberto, ou *design* aberto. Por suas características, considero Scratch e Crickets como interfaces abertas para a criação. Esse tipo de interface favorece a *experiência* do usuário, pois este faz descobertas e orienta suas próprias maneiras de resolver problemas enquanto faz uso daquela.

Entretanto, cabe refletir sobre como o uso dessas interfaces pode ser mediado ou prescrito em atividades de ensino/aprendizado. Para Baltazar e Kapp (2006) “as ações de usuários são potencializadas quando usam instrumentos cujos resultados não estão pré-programados [...]. O instrumento, nesse caso, se mostra mais propício a ações potencialmente criativas”. Assim, se os resultados da manipulação da interface são prescritos, além de direcionar os produtos criados, isso tolhe parte da sua capacidade de abertura a diferentes orientações do pensamento.

Um exemplo de prescrição é o uso de manuais na forma de modelos. Embora os blocos programáveis sejam um material potencialmente aberto a construções variadas, tanto PicoCrickets quanto Lego possuem manuais de instruções com modelos. Entretanto, no caso dos PicoCrickets, os modelos, estampados em fichas que acompanham o *kit*, são voltados para o aprendizado das ferramentas necessárias ao domínio da interface, e não necessariamente para produtos a serem construídos. Assim, os modelos funcionam como exemplos que o usuário pode construir para aprender de forma rápida a utilização do material e, posteriormente, utilizar essa experiência no desenvolvimento e resolução de problemas de seus próprios projetos. Observo que modelos que funcionam como um verdadeiro *manual de instruções* podem ser uma maneira prática e efetiva de aprendizado, servindo como um conjunto de regras que deve ser aprendido com a “mão na massa”.

Entretanto, modelos estáticos que são apenas reproduzidos e utilizados de uma maneira pré-programada fazem a interface perder suas características de abertura.

No caso dos PicoCrickets, embora o material apresente a sugestão de criações artísticas, os modelos contidos nas folhas de exemplos que acompanham o material são mais marcadas pelo aspecto de entretenimento que pelo estético (fig.21). Para o Ensino de Arte, o aspecto lúdico precisa ter suas características estéticas e imaginativas ressaltadas, questão que necessita ser melhor direcionada por artistas/educadores para o uso deste material.



Figura 21 – folhas de exemplos contidas no PicoCricket.

Uma delas apresenta a proposta de uma escultura cinética que se move de acordo com o barulho captado.

Outro tipo de prescrição é a utilização do material de forma a representar um tipo de pensamento constituído, reproduzindo-o. Se um educador usa o material para provar um argumento ou chegar a um determinado produto ou fim, ao invés de utilizá-lo como uma interface que possibilita que a experimentação seja parte constituinte do processo criativo, ele obstrui grande parte do potencial criativo com o qual a interface pode lidar. Assim como sugere o Construcionismo, o uso de interfaces abertas no ensino/aprendizagem sugere que as atividades devem permitir a exploração por parte dos alunos, incluindo a formulação de múltiplas hipóteses e soluções. Dessa forma, em um projeto de ensino/aprendizagem, os resultados não tem como serem inteiramente conhecidos antes da conclusão do projeto, pois dependem da construção de conhecimento processual em um contexto específico.

ENSINO DE ARTE E CIÊNCIAS: CRIAÇÃO NO MEIO DIGITAL, EMPODERAMENTO E LIBERDADE

Como visto no capítulo 2, recursos como os blocos programáveis e as linguagens gráficas de programação foram desenvolvidos por grupos de pesquisa voltados para as tecnologias relacionadas à educação, tendo como precedente a teoria Construcionista do aprendizado, em especial as pesquisas de Seymour Papert com o Logo e o ensino/aprendizado de computação para crianças. Diversos grupos de pesquisa (RESNIK *et al* 1996; CAVALLO *et al* 2004; BLIKSTEIN; SIPITAKIAT 2011, entre outros) têm desenvolvido projetos onde crianças constroem e programam suas próprias criações, a partir de projetos e atividades colaborativas, sendo muito utilizados em projetos de ensino/aprendizado de computação, robótica e *design*. Nessas experiências, o mundo dos computadores não é visto como isolado do mundo “natural” que nos cerca, nem uma atividade avançada e somente acessível para especialistas. Para esses pesquisadores, o computador, além de oferecer uma possibilidade construtiva, também é um poderoso aliado no aprendizado e na formação para a autonomia criativa das crianças, frente a um mundo controlado cada vez mais por meios digitais que muitas vezes estão além de nosso controle.

O Bloco Programável dá aos usuários o poder de criar e controlar. Em muitas atividades de computação ubíqua, os papéis de *designer* e usuário são separados e distintos. *Designers* criam os dispositivos de computação ubíqua (como crachás de localização e telas interativas), e os usuários interagem com elas. Nosso objetivo é desfocar essa distinção, dando mais controle aos usuários para que eles possam criar suas próprias atividades de computação ubíqua. O bloco programável é explicitamente programável, assim os usuários podem modificar e adequar o seu comportamento continuamente. Dessa maneira o Bloco Programável se encaixa claramente em uma abordagem construcionista para o aprendizado. (RESNIK *et al*, 1996)⁵⁷

Essa proposta vai ao encontro da reflexão de Flusser sobre as possibilidades de “brincarmos” com os aparelhos que tendem a nos colocar como funcionários de seus programas. A proposta dessas pesquisas é que, construindo seus próprios

⁵⁷ The Programmable Brick gives users the power to create and control. In many ubiquitous-computing activities, the roles of designers and users are separate and distinct. Designers create ubiquitous-computing devices (such as active badges and smart whiteboards), and users interact with them. Our goal is to blur this distinction, giving much greater control to users so that they can create their own ubiquitous-computing activities. The Programmable Brick is explicitly programmable so that users can continually modify and customize its behavior. In this way, the Programmable Brick fits clearly within a constructionist approach to learning. (RESNIK *et al*, 1996)

dispositivos/ambientes com a tecnologia digital, as crianças se tornariam mais do que consumidores de uma cultura digital, elas a entenderiam e se tornariam criadores em seus meios. Esse papel de *empoderamento* é importante para a formação de indivíduos críticos e relevante para o ensino de arte na medida em que assume a importância da arte como possibilidade para a autonomia criativa.

Resnik *et al* (1996) observaram a utilização dos Blocos Programáveis por crianças em diversas atividades, que foram divididas em algumas categorias ou possibilidades de uso: ambientes ativos (ex. luz que se acende quando alguém entra pela porta); criaturas autônomas (ex. robôs que se orientam pelo espaço buscando a luz ou desviando de obstáculos físicos); e experimentos científicos (investigação de fenômenos através da coleta de dados através dos sensores). Essa última categoria foi vista com entusiasmo pelos pesquisadores, pois para eles isso apontava para a possibilidade de reorientar a maneira com que as crianças aprendem ciências. Dessa forma, os blocos programáveis seriam um recurso importante para o aprendizado Construcionista, onde a criança aprende a partir das suas descobertas enquanto constrói um objeto de seu interesse, tendo como um importante meio criativo a tecnologia digital.

Esses autores sugerem que os blocos programáveis poderiam envolver as crianças em atividades que seriam importantes processos de *design*, de invenção e de descoberta científica. Contudo, entendo que o que está sendo considerado como atividade *científica* nessas pesquisas na verdade é atividade de *exploração* e *descoberta* – característica não só das ciências, mas também da pesquisa em artes e em qualquer campo do conhecimento. Nesta dissertação ressalto que os blocos programáveis podem integrar a arte como um importante campo de conhecimento, não sendo exclusivas ao ensino/aprendizado de Ciências, mas também de Artes Visuais. Embora no aprendizado construcionista o aprendizado não possa ser definido em função de um currículo construído a priori, cada área tem habilidades e competências específicas que devem ser fomentadas. Entretanto, observo que a arte nem sempre é ressaltada como um campo de conhecimento, como no exemplo relatado a seguir.

No projeto de ensino/aprendizado *Beyond Black Boxes*, Resnik *et al* (2000) relatam a utilização dos Blocos Programáveis por crianças para construção de instrumentos de medição científicos. Nesse projeto, os pesquisadores consideraram que, construindo os

próprios instrumentos, os alunos estariam também construindo suas próprias investigações científicas, sob um viés construcionista. Ao longo do projeto, os pesquisadores notaram que, em muitos dos instrumentos construídos, apesar do conteúdo científico ser bastante explícito (ex. dispositivo para medir a luz, dispositivo para mostrar a corrente de um circuito), uma característica importante era que “esses dispositivos não foram feitos simplesmente como dispositivos de medição, mas como oportunidades para a inventividade artística e fantasia”⁵⁸ (p. 16). Observando os alunos criando os seus próprios instrumentos científicos, os autores descobriram que os alunos formam uma conexão muito mais forte com as suas criações e com a proposta quando eles prestam atenção não somente à funcionalidade mas também à estética.

Os autores relatam que o foco do projeto foi nas “maneiras com que a tecnologia pode melhorar as dimensões criativas, estéticas e pessoais das buscas científicas dos alunos” (Resnik et al, 2000, p. 5). Além de considerar relações entre as dimensões funcionais, criativas e estéticas das construções realizadas pelos alunos, destacando a possibilidade de mesclar *arte* aos processos de construção, o projeto fez uso de uma série de materiais de “arte e artesanato” e de materiais do cotidiano, como palitos, bolas de algodão, etc., juntamente aos blocos programáveis e dispositivos eletrônicos. Para Resnik et al, “Essa mistura de materiais altamente tecnológicos e materiais artísticos torna possível explorações e investigações precisas, e ao mesmo tempo fomenta o espírito de criatividade, exuberância, humor, estilo e expressão pessoal” (p. 8). Nesse contexto, o senso estético não foi visto somente como intrínseco ao processo de *design* ou ao processo científico, mas como uma maneira de estreitar o relacionamento do aluno com o objeto de estudo, como citado nas reflexões do projeto:

Motivação. Nós descobrimos que os estudantes muitas vezes se sentem mais conectados pessoalmente numa investigação científica quando eles elaboram os instrumentos científicos eles mesmos – particularmente quando eles adicionam os seus próprios toques estéticos aos instrumentos. (RESNIK et al, 2000, p. 17)⁵⁹

⁵⁸ such devices are not intended simply as measurement devices, but as occasions for artistic ingenuity and whimsy.

⁵⁹ *Motivation.* We have found that students often feel a strong sense of personal investment in a scientific investigation when they design the scientific instruments themselves—particularly, if they add their own aesthetic touches to the instruments. (RESNIK et al, 2000, p. 17)

Assim, identifico que, no projeto *Beyond Black Boxes*, os pesquisadores conceberam a “elegância”, beleza e estética dos instrumentos como características que estreitam o relacionamento dos aprendizes com os objetos de aprendizado, destacando a importância dessas dimensões, entretanto colocaram-nas a serviço do ensino de ciências, descartando o componente estético e afetivo como característico também da atividade artística. Embora os autores entendam que os protótipos realizados “poderiam até mesmo serem concebidos primeiramente como uma criação artística – cujo propósito científico seja complementar ou acessório ao seu propósito artístico” (2000, p. 6), o foco foi no ensino/aprendizado de ciências e os processos de construção foram relacionados primordialmente ao *design* e a *engenharia*, e não à criação artística. Analiso também que, quando a importância dos aspectos artísticos ou formais dos projetos foram ressaltados, esses aspectos foram relacionados pelos pesquisadores à decoração e fantasia, mostrando uma visão limitada da arte e relegando-a à aspectos complementares ou acessórios dos objetos construídos. Destaco que, se no aprendizado construcionista o foco é no processo desenvolvido pelo aluno, que o leva a desenvolver habilidades e competências de diversos campos do conhecimento de forma interconectada, é importante destacar os conhecimentos específicos das áreas exploradas. Assim, considero que a afirmação de que “as tecnologias computacionais são apropriadas para trazer as considerações estéticas de volta aos instrumentos científicos” é diferente da concepção de que é possível destacar o conhecimento artístico que pode ser construído com essas tecnologias. Enquanto para esses autores a parte “artística” é vista como o aspecto lúdico ou como o embelezamento das estruturas criadas com propósitos de se construir conhecimento científico, para o Ensino de Arte tem-se que ir além. No projeto *Beyond Black Boxes* a atividade artística não foi descartada, mas aconteceu sem direcionamento ou fomento para construção de conhecimento em Arte. Nesse contexto não houve nenhuma orientação formal para a exploração dos aspectos visuais ou estéticos, o que poderia ser uma oportunidade para se aprender arte e explicitar as relações da ciência com a arte.

Materiais que possibilitam a construção de dispositivos programáveis, como Lego Mindstorms e PicoCrickets, são frequentemente utilizados no ensino de Ciências, pois permitem captar dados do ambiente e quantificá-los, ajudando na construção de conceitos e habilidades científicas. Entretanto, quando entendidos como interfaces abertas, esses

materiais podem sustentar qualquer tipo de criação, levando a atividade humana a uma condição de autonomia e constante aprendizagem através da experiência da própria criatividade. Através da criação de seus próprios dispositivos, animações, *games*, entre outras invenções, o aprendiz pode assumir o controle sobre os recursos que antes estavam ocultos pela caixa preta da tecnologia, interferindo imaginativamente no mundo. Com essas interfaces é possível criar os próprios dispositivos e programar seus comportamentos, “jogando” com as possibilidades programadas da máquina. Assim, essas iniciativas apresentam uma maneira de se relacionar com a tecnologia contemporânea que vai além da aprendizagem e emprego de suas ferramentas.

Por serem interfaces abertas, Crickets e Scratch podem ser utilizados para a criação em diversos campos do conhecimento, favorecendo o aprendizado. Além disso, por terem interfaces propícias à criação de dispositivos dinâmicos, como objetos e ambientes que respondem aos parâmetros captados pelos sensores, possibilitando inclusive a interatividade, argumento que esses materiais mostram potencial para o ensino de arte que considere a Arte/Tecnologia como importante eixo de criação artística contemporânea.

Para a construção de projetos de Arte/Tecnologia de maneira acessível a qualquer aprendiz, considero que as interfaces utilizadas devem permitir a operação por pessoas sem conhecimentos específicos em programação de computadores e montagem de componentes eletrônicos, mas que desejam produzir dispositivos que respondam às suas próprias demandas criativas. Assim, as habilidades técnicas ou o conhecimento do meio (mídia) não devem ser um pré-requisito, mas devem ser construídas à medida que se manipula o material. As características de cada material, se ele é direcionado a uma experiência no meio material (tangível) ou no computador (não-tangível), a adequação do material ao público que irá manipulá-lo (se crianças pequenas ou jovens, leigos ou técnicos) e como serão integrados a uma metodologia de ensino/aprendizagem, são questões que devem ser refletidas e adequadas pelo educador, a partir das necessidades de cada projeto de ensino/aprendizado. Para o ensino de arte, considero que o educador não deve necessariamente ter de antemão um conhecimento técnico avançado, mas deve ter uma postura de pesquisador e aprendiz, buscando exemplos de artistas que trabalham com as mídias digitais e como suas obras são construídas, e procurando o auxílio de outros profissionais que possam colaborar presencialmente ou à distância.

A principal contribuição dessas interfaces, mais do que a produção de novos artefatos, é a possibilidade de compreensão do funcionamento dos sistemas digitais, mostrando que é possível ir além do uso, consumo e reprodução acrítica dos dispositivos e produtos dos meios digitais. Por isso, as interfaces não devem ser utilizadas simplesmente para compor novos produtos (artefatos) digitais que retenham, na sua suposta interatividade, um deslumbramento que iniba a compreensão de seu funcionamento, pois isso significaria um retorno a utilização das tecnologias digitais sem uma crítica dos seus meios.

Retomando a reflexão de Baltazar e Kapp,

o fato de interfaces ou instrumentos tomarem o lugar de planejamentos acabados não garante, por si só, o *design* aberto [...]. Qualquer instrumento tem em si aspectos determinados e indeterminados: determinados por possibilitar certas ações, e outras não; indeterminado porque não tem, por assim dizer, vontade própria. Porém, os resultados de suas possibilidades na ação podem ter maior ou menor grau de previsibilidade. (2006, p. 101)

Da mesma forma, é importante notar que não é somente o uso de interfaces que soluciona o problema da instrumentalização. O uso de interfaces para produzir objetos artísticos ou propostas de ensino/aprendizado pré-definidos, sem o propósito de proporcionar um processo aberto, instrumentaliza tanto quanto usar uma ferramenta de maneira determinada.

Interfaces como os blocos programáveis utilizam as tecnologias digitais para que se faça um uso criativo dos seus recursos, empoderando o usuário criativamente, para além da mera utilização dos seus programas. Assim, ao lidar com as tecnologias contemporâneas no ensino/aprendizagem de artes visuais, deve-se evitar instrumentalizar a produção artística em função das ferramentas usadas. Deve-se promover a consciência das características de cada mídia, fator que afeta a produção artística. No caso do ensino de arte, ir além do mero uso da interface é fundamental. O processo de criação deve envolver a reflexão sobre os meios e metodologias de produção, avaliando-se as características estéticas e possibilidades de fruição do objeto artístico.

5 MINI-LABORATÓRIO

O mini-laboratório foi concebido como a parte prática da pesquisa de mestrado, com o objetivo de colher dados sobre as concepções dos alunos da Licenciatura em Artes Visuais a respeito da tecnologia na arte e no seu ensino, assim como fomentar a discussão sobre os blocos programáveis e linguagens gráficas de programação no Ensino de Artes Visuais. Para tanto, realizei encontros de discussão e experimentação com 11 alunos que cursavam disciplinas da habilitação em Licenciatura em Artes Visuais na Escola de Belas Artes da UFMG⁶⁰. O primeiro encontro, com a participação conjunta dos 11 alunos, teve a duração de 3 horas e meia, enquanto os encontros restantes tiveram a participação de grupos menores e duração de cerca de 2 horas cada⁶¹.

A proposta do mini-laboratório foi agregar reflexões a respeito do objeto de estudo da pesquisa, para que eu pudesse problematizar as minhas propostas e buscar outras ideias sobre os blocos programáveis e linguagens gráficas de programação no Ensino de Artes Visuais. Concebi, portanto, o mini-laboratório como um espaço de discussão e experimentação, que proveria outras perspectivas para a minha proposta de pesquisa.

Parti da concepção de que os alunos da licenciatura são artistas visuais e educadores em formação, portanto interessados e responsáveis por discutir as práticas de ensino/aprendizagem relativas às Artes Visuais. Entendo que esse grupo, na posição de futuros educadores, deve ser capaz e responsável por criar alternativas qualitativas para o Ensino de Artes Visuais com as Tecnologias Contemporâneas, e não somente repercutir os usos já consolidados dessas tecnologias na educação, no cotidiano e no entretenimento.

Na elaboração do mini-laboratório, parti do princípio que os alunos da licenciatura eram jovens artistas/educadores e teriam uma forte ligação com as tecnologias contemporâneas. No entanto, no Encontro Geral percebi que a turma era bastante diversificada, composta tanto por jovens que haviam entrado recentemente na graduação,

⁶⁰ Agradeço ao professor Geraldo Loyola, que colaborou para a realização do mini-laboratório.

⁶¹ O primeiro encontro do mini-laboratório, denominado Encontro Geral, foi realizado no dia 19/03/2012, na Escola de Belas Artes da UFMG, com a duração de 3 horas e meia e participação de 11 alunos. Os encontros seguintes, denominados Encontros Práticos, foram realizados na semana seguinte, dos dias 21 a 26/03/2012. Esses encontros foram agendados segundo a disponibilidade dos participantes, resultando em 5 encontros dos quais participaram 9 alunos (4 duplas e 1 individual).

quanto por pessoas mais velhas, já formadas em outras áreas. Assim, as experiências do grupo com arte na escola foram muito distintas: alguns estudaram em escolas que tinham disciplinas de Educação Artística ou Técnicas Industriais, onde as máquinas como o mimeógrafo ou o retroprojetor eram a maior referência de tecnologia; os mais jovens tiveram aula de informática em PCs; alguns já tinham experiência como professores de Arte; outros acompanhavam a experiência dos filhos na escola. Da mesma forma, os participantes tinham diferentes níveis de envolvimento com as tecnologias no cotidiano e no trabalho artístico.

Todos os alunos participantes cursavam disciplinas pertencentes ao currículo da Licenciatura em Artes Visuais, entretanto nem todos estavam formalmente matriculados nesta habilitação, o que é uma possibilidade do currículo da Escola de Belas Artes da UFMG. Dessa forma, os participantes estavam em diferentes fases da formação na licenciatura.⁶² Observei que as concepções de Ensino de Arte dos alunos variaram, muitas vezes estando mal consolidadas ou baseadas em conceitos ou práticas equivocadas. Alguns participantes demonstraram entender o Ensino de Arte como prática pedagógica de construção de conhecimento em arte e tinham alguma experiência como educadores. Outros participantes remeteram à conceitos de “transmissão” de conteúdos relacionados à arte, ou práticas lúdicas (consideradas artísticas) para aprender conteúdos de outros campos do conhecimento. Essas particularidades serão discutidas mais adiante.

ENCONTRO GERAL

No encontro geral, iniciei as atividades com uma apresentação da proposta do mini-laboratório como um espaço de compartilhamento de ideias, no qual os participantes poderiam partir de concepções comuns para a discussão, sem a preocupação de definir conceitos teóricos ou medo de errar. Preocupei-me em não fornecer muitos detalhes sobre a pesquisa de mestrado, para não influenciar as respostas dos participantes ao roteiro de perguntas que eu havia preparado. As respostas serviram para o mapeamento das

⁶² Destaco o caso de dois alunos da Licenciatura em Letras que estavam cursando disciplinas eletivas na Licenciatura em Artes Visuais e participaram do mini-laboratório.

concepções e referências dos alunos a respeito da tecnologia contemporânea, em vários aspectos.

Na primeira parte do encontro geral, a metodologia que utilizei foi uma entrevista coletiva, na qual dirigi perguntas ao grupo e discutimos as questões levantadas. Busquei não induzir ou direcionar respostas, apenas instiguei algumas reflexões que percebi que poderiam fomentar discussões importantes. Ao mesmo tempo registrei as respostas em mapas conceituais, utilizando um *software* específico⁶³. As imagens foram projetadas na parede e os participantes acompanharam o desenho/registo das ideias em cada mapa conceitual. Ainda na primeira parte do encontro, apresentei o *mapa das tecnologias contemporâneas*⁶⁴ buscando fazer um recorte de quais são as Tecnologias Contemporâneas em foco para a discussão.

Na segunda parte do encontro geral, mostrei a *linha do tempo das tecnologias contemporâneas na educação*⁶⁵ e desenvolvi uma breve reflexão sobre os caminhos tomados pelo uso da tecnologia no ensino/aprendizagem. Apresentei então os materiais Crickets e Scratch, demonstrando o funcionamento de cada um.

No Scratch mostrei um programa simples de desenho elaborado por mim (fig. 19): Nos quatro cantos da tela ficam dispostos círculos de cores diferentes. A pessoa manipula na tela o ícone de uma mão, e quando passa sobre um círculo, esse se espalha como uma mancha de tinta, sujando o dedo da mão com a sua cor. Pressionando o mouse e movendo-o sobre a tela, o usuário desenha com linhas coloridas. Expliquei como o programa foi construído e mostrei a programação na interface de blocos do Scratch.

Com os Crickets, mostrei um protótipo que eu havia construído, chamado de *caracol de corrida* (fig. 17). É um objeto sobre rodas que corre com a velocidade variando de acordo com o som captado no ambiente. Mostrei a programação que comanda as ações do objeto, construídas no *software* Picoblocks, similar ao Scratch.

⁶³ O *software* utilizado foi o MindNode, o mesmo utilizado na apresentação dos diagramas nesta dissertação. Mais informações em www.mindnode.com acesso em 23/05/2012.

⁶⁴ Diagrama 1, apresentado no capítulo 1.

⁶⁵ Diagrama 2, apresentado no capítulo 1.

Apresentarei em seguida os dados levantados no encontro geral, com um resumo das discussões e mapas conceituais elaborados a partir dos que foram construídos na ocasião.

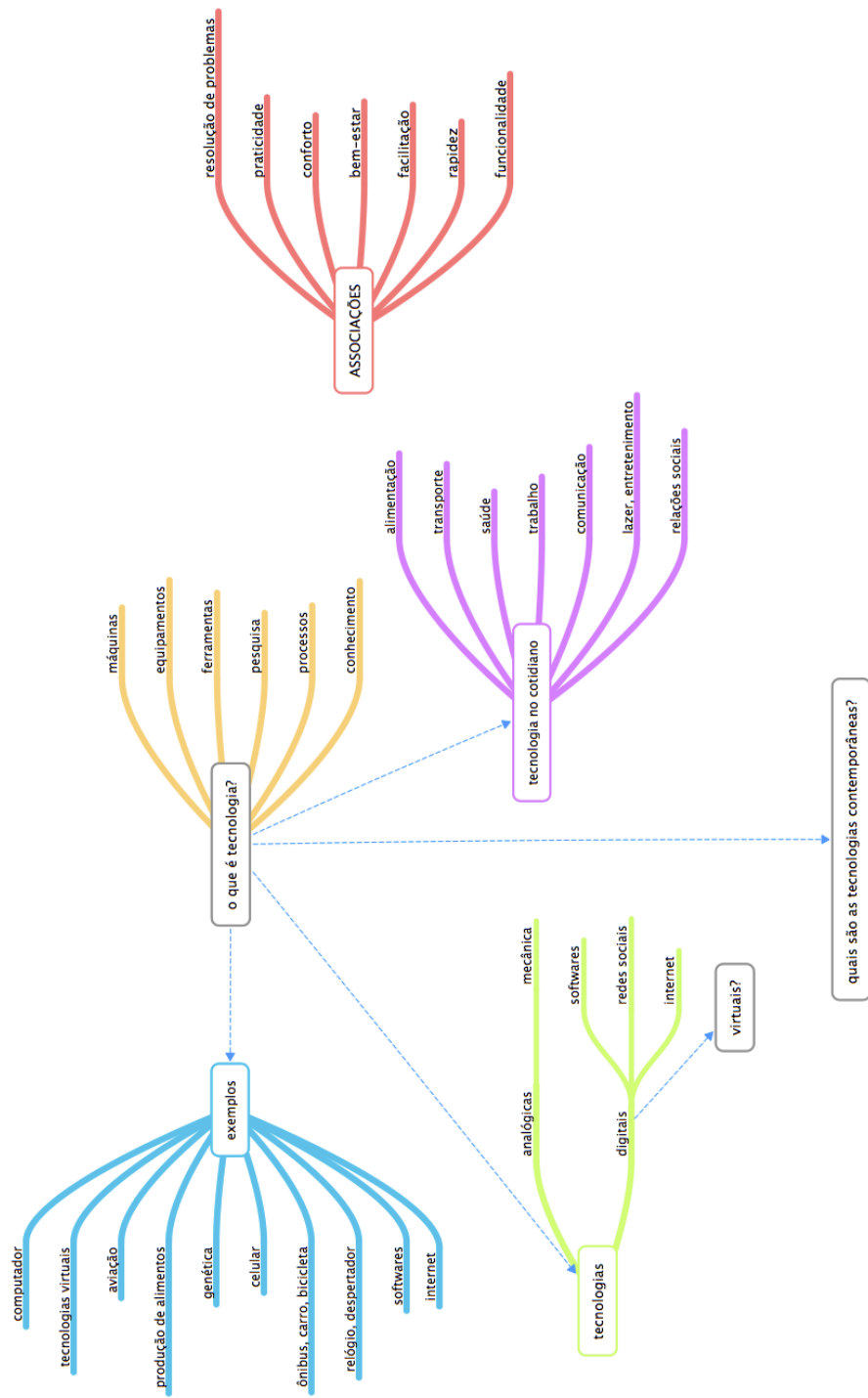
CONCEPÇÕES DE TECNOLOGIA E ENVOLVIMENTO COM A TECNOLOGIA NO COTIDIANO

Para entender o que os participantes compreendiam por tecnologia, busquei partir das suas concepções comuns, buscando exemplos que foram registrados no mapa conceitual (mapa conceitual 1).

As primeiras respostas foram relacionadas a equipamentos e ferramentas, destacando o papel do computador e das tecnologia digitais (chamadas pelos participantes nesse primeiro momento de *virtuais*). Posteriormente, o conceito se ampliou para abarcar também práticas, processos e conhecimentos humanos. Quando um participante disse que *“tecnologia é conhecimento a favor do interesse do homem”* (Participante do Mini-Laboratório, 2012)⁶⁶, questionei se tanto as ferramentas quanto os conhecimentos que eles citaram como tecnologia estão relacionados a resolução de problemas humanos. Os participantes responderam que sim, relacionado as tecnologias com facilitação, conforto e bem-estar, manifestando durante todo o encontro uma forte associação entre tecnologia e funcionalidade e facilidade. Alguns comentários foram: *“Eu associo a tecnologia com praticidade, funcionalidade”* e *“acho que facilitação é a palavra!”* (PML, 2012)

A discussão sobre as “velhas” e as “novas” tecnologias levou à reflexão de que muitas vezes as pessoas não percebem como a tecnologia está presente em suas vidas. *“A bicicleta é um instrumento que envolve um mecanismo, que quando foi desenvolvido foi até revolucionário, mas hoje em dia é comum. Hoje em dia não olhamos para a bicicleta e achamos que não é tecnologia, mas é.”* (PML, 2012). Essa reflexão aponta também para uma concepção de tecnologia como uma técnica avançada, que quando se torna comum, para de ser entendida como tal.

⁶⁶ Todas as falas de participantes do mini-laboratório não serão identificadas e receberão a referência (Participante do Mini-Laboratório, 2012) ou (PML, 2012). No caso da minha fala a referência será (ROCHA, Mini-Laboratório, 2012).



Mapa conceitual 1: o que é tecnologia / tecnologia no cotidiano

Aproveitando os exemplos que os participantes chamaram de equipamentos virtuais, perguntei o que eles entendiam por tecnologia virtual, questionando se as tecnologias que eles citaram seriam virtuais. Eles responderam que não necessariamente. Segundo uma participante, “Acabamos relacionando [as tecnologias] com as virtuais porque são as presentes agora. Mas qualquer instrumento é tecnologia. Acabamos lembrando de computadores.” (PML, 2012). Os exemplos de tecnologias virtuais citados pelos participantes foram softwares, a Internet e as tecnologias de comunicação. Questionei se o computador em si seria virtual, eles responderam que não. Um participante disse que “o computador é meio”. No entanto, os conceitos de ferramenta e meio não foram explorados de forma mais abrangente.

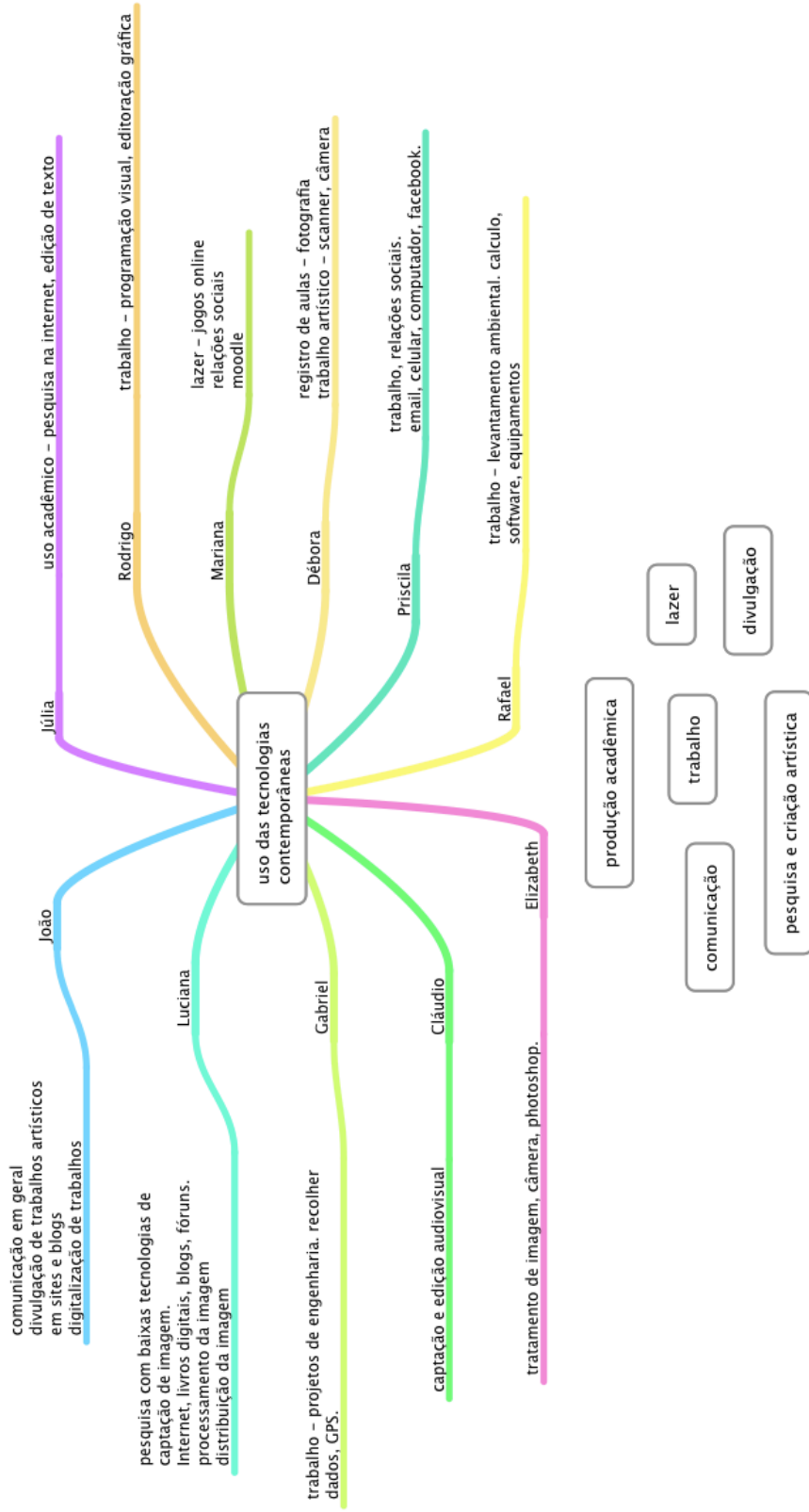
A mudança da discussão do que é *virtual* para as diferenças entre *analógico* e *digital*, seguindo uma orientação minha, levou à tentativa de diferenciação e categorização das tecnologias citadas, um exercício que ressaltou diferenças entre tecnologias de produção, como máquinas e processos industriais, e tecnologias ligadas aos meios de comunicação e à informática. Aproveitei a reflexão sobre essas categorias para fazer o recorte das Tecnologias Contemporâneas, com a apresentação do mapa conceitual que eu havia elaborado⁶⁷. Através desse mapa, relacionei as tecnologias de informação e comunicação e o surgimento tecnologias digitais, convergindo para as tecnologias contemporâneas que seriam enfocadas dali em diante.

RELAÇÃO DOS PARTICIPANTES COM AS TECNOLOGIAS CONTEMPORÂNEAS NO COTIDIANO

Reafirmei a questão do relacionamento dos participantes com a tecnologia, agora sob esse enfoque das Tecnologias Contemporâneas, e os participantes citaram principalmente o uso da tecnologia na comunicação e no trabalho. Pedi a cada um que desse exemplos, que foram registrados em um novo mapa (mapa conceitual 2).

Quando os participantes citaram a comunicação através de celular e *email*, o uso de mídias sociais como *Facebook* e *Twitter*, o lazer através dos jogos digitais, as opiniões se dividiram entre os que gostam e os que não gostam dessas alternativas. Alguns participantes deram depoimentos da dificuldade que têm em lidar com a tecnologia contemporânea, por não saber usar seus recursos ou por gostar mais dos meios tradicionais. Citaram a necessidade do uso do meio digital no contexto acadêmico para edição de texto, pesquisa na web e.

⁶⁷ Diagrama 1, apresentado no capítulo 1



Mapa conceitual 2: uso pessoal e profissional da tecnologia pelos participantes do mini-laboratório

acesso ao *Moodle*. Alguns também relataram atividades profissionais em outros campos, utilizando a tecnologia digital para captação e processamento de dados.

No trabalho artístico ou gráfico, os participantes citaram o uso da tecnologia digital para captação e edição de imagem. Alguns disseram usar tecnologias tradicionais para produzir imagens que depois são digitalizadas e editadas no computador. Citaram o acesso a internet (*email, blogs, fóruns*) para informação ou para divulgação da imagem produzida por eles. Somente um participante, que atua na área de audiovisual, falou com mais propriedade sobre interação, edição e remixagem.

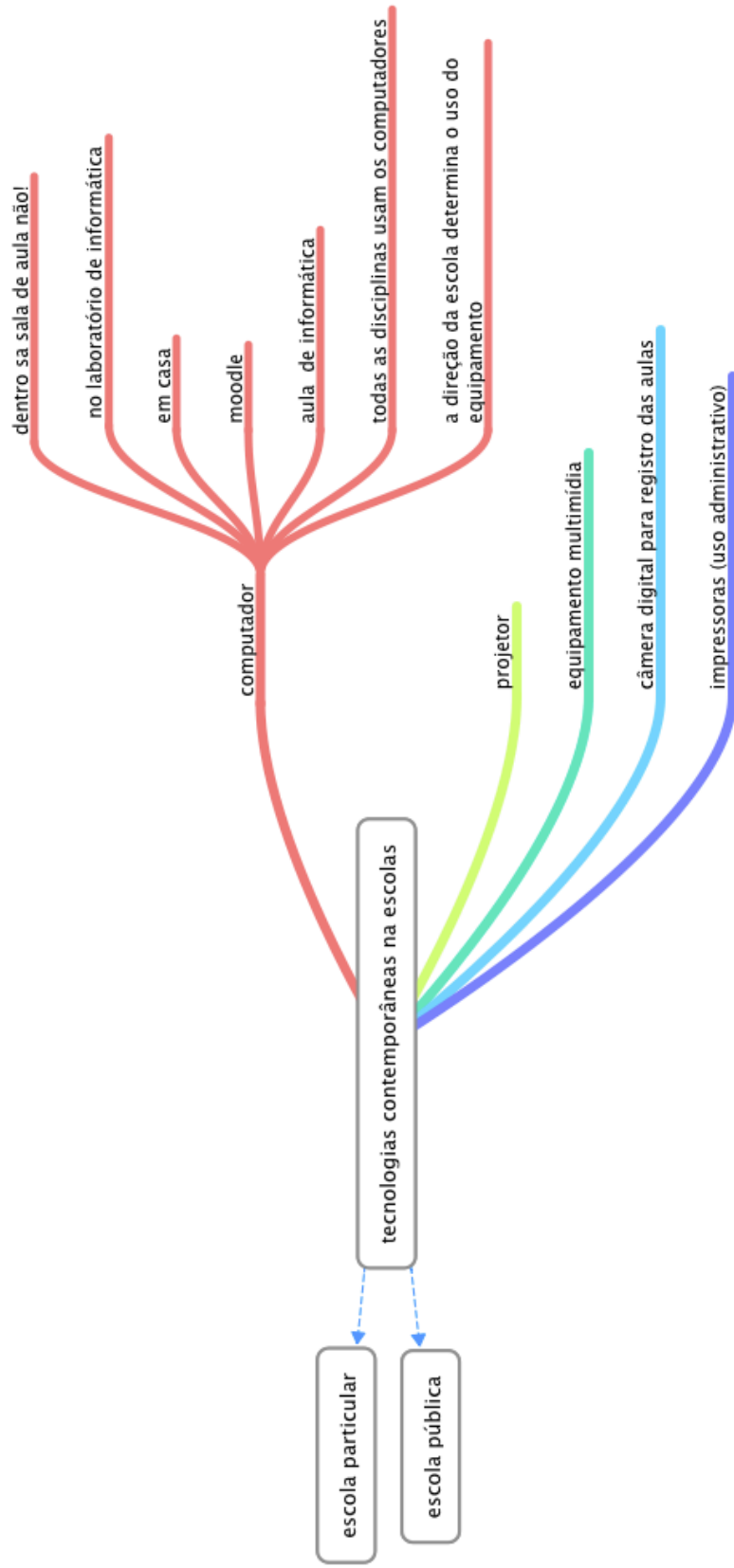
Com relação ao uso no ensino de arte, somente uma participante citou um exemplo, o uso da fotografia digital para registrar as aulas que ministra no programa Escola Integrada.

EXPERIÊNCIA PRÉVIA E IDEIAS SOBRE AS TECNOLOGIAS NA ESCOLA

A diversidade do grupo foi interessante para refletir sobre a experiência dos participantes com a tecnologia na escola (mapa conceitual 3) Quando perguntei se os participantes tiveram contato com tecnologias no ensino fundamental e médio, alguns participantes responderam que as tecnologias usadas na escola eram analógicas e citaram o projetor de slide, o retroprojetor, o mimeógrafo, o ábaco e a calculadora. Já as participantes mais novas disseram que na escola onde estudaram havia laboratório de informática.

Quando ampliamos a questão para as escolas que eles conhecem atualmente, eles responderam que as escolas têm computador, mas a escola pública e a particular tem “*realidades diferentes*”. Uma aluna relatou que “*Na escola do meu filho, que é particular, eles lidam com o computador diariamente, igual a gente tem aqui, eles acessam todas as matérias pelo Moodle [...]*” e os outros participantes rebateram a afirmação, evidenciando problemas: “*Mas dentro da sala não tem computador. Ele acessa em casa. E se ele tiver o tablet ou smartphone é proibido usar na escola!*” (PML, 2012)

Por um lado, alguns participantes relataram que as escolas têm laboratórios de informática mas que o uso muitas vezes fica restrito de acordo com orientações da direção ou prioridade de algumas disciplinas, por outro lado, disseram que a informática está cada vez mais presente nas escolas e que todas as disciplinas a utilizam um pouco.



Mapa conceitual 3: Tecnologias contemporâneas nas escolas

Observei que a discussão sobre as tecnologias na escola foi muito voltada para o uso do computador, particularmente no contexto do laboratório de informática. Quando perguntei se, além do computador, outras tecnologias digitais estão presentes na escola, foram citados somente equipamento audiovisual e máquina fotográfica digital para registro dos processos.

CONHECIMENTO SOBRE ARTE E TECNOLOGIAS CONTEMPORÂNEAS

Sobre artistas e obras que usem das tecnologias contemporâneas, a maioria dos participantes citou o uso da tecnologia apenas como instrumento para realizar atividades que já eram feitas em meios tradicionais, como desenhistas que usam *tablets* para fazer charges, pintores que usam projetores para transferir a imagem para a tela e fotógrafos que manipulam imagens digitalmente. Alguns participantes citaram atividades ligadas ao *design*, como projetos em *Autocad* ou criação de personagens 3D. Somente um deles falou claramente das possibilidades de simulação e interação do meio digital:

“[...] de uma forma ou de outra quase todos [os artistas] usam [a tecnologia contemporânea] hoje, né... mesmo que não seja o objeto do trabalho não seja algo tecnológico... se você for fazer uma escultura em mármore, você pode fazer ela primeiro em 3D... você pode fazer um projeto ou uma maquete... mesmo que seja um trabalho totalmente artesanal, alguma ferramenta de tecnologia pode ser usada. [...] Mas de uma forma geral acho que o que tem uma ligação maior com a arte e tecnologia é a questão dos trabalhos interativos... que tem alguns mecanismos de percepção de dados... alguns sensores de presença, de calor, de movimento, que possibilita uma interação direta, você tem que ir lá e fazer alguma coisa na obra e tem uma resposta da obra...” (PML, 2012)

O depoimento desse participante demonstra algum contato com a produção em Arte/Tecnologia, assim como um pensamento crítico sobre essa produção. Apesar de Belo Horizonte sediar anualmente diversos eventos dedicados ao tema, como exposições, festivais, mostras, palestras e debates⁶⁸, e possuir artistas de renome neste meio, os demais participantes não demonstraram envolvimento com essa produção artística e crítica.

Como exemplos diretos de Arte/Tecnologia, um participante citou o artista Vik Muniz e a arte cinética. Outro disse ter visto uma galeria com “somente imagem e som”. Considerei

⁶⁸ Alguns exemplos que acontecem com constância nos últimos anos são o festival Arte.mov de arte em mídias móveis; o F.A.D (Festival de Arte em Mídias Digitais); a residência artística anual, mostras e encontros promovidos pelo Margina+Lab (laboratório de arte e tecnologia); entre outras.

os exemplos vagos, pois geralmente não citavam artistas ou exposições específicos, nem descreviam bem as obras, somente contabilizavam a existência de um tipo de obra artística que usa das tecnologias contemporâneas.

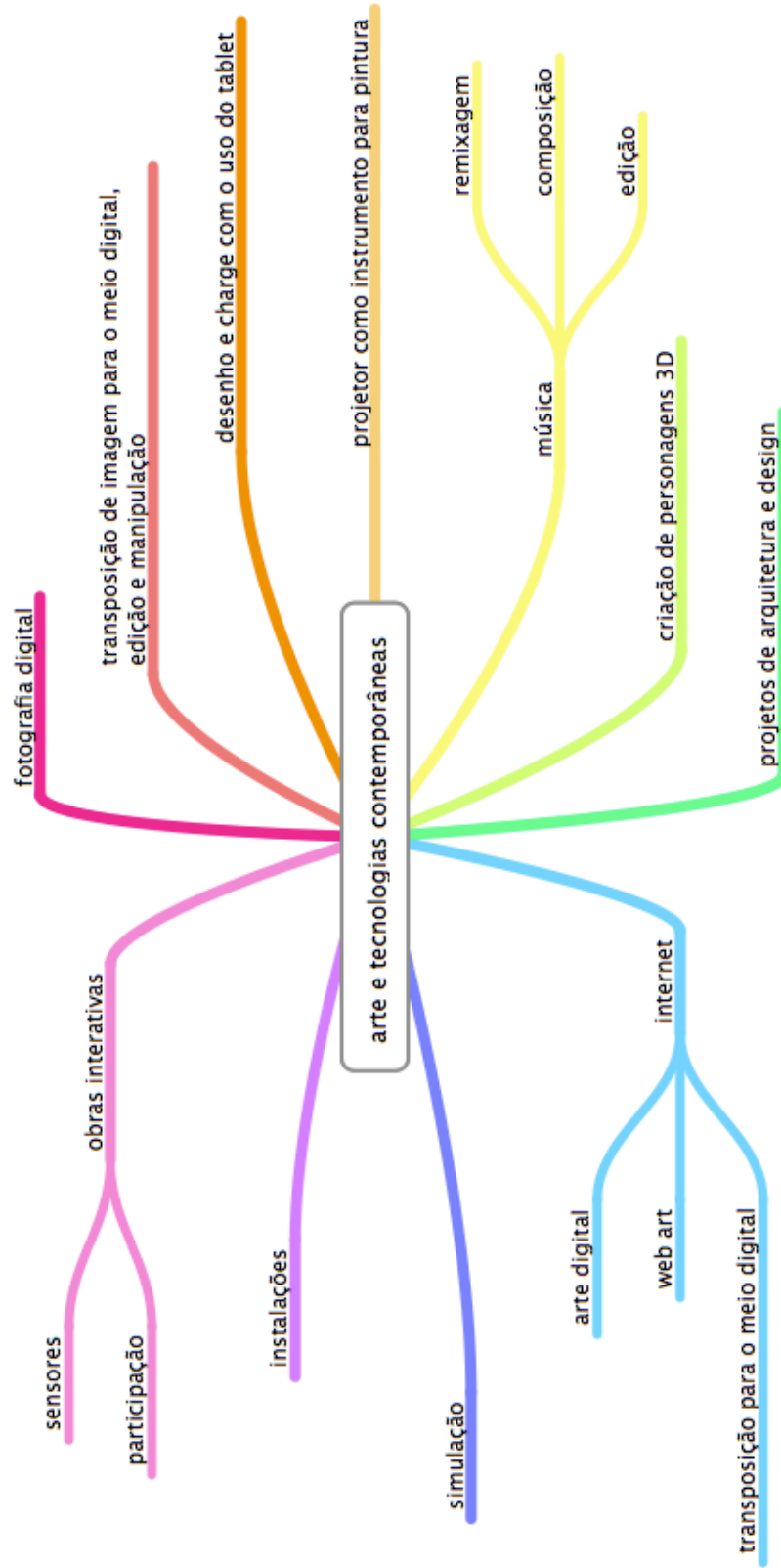
Quando perguntei se aquelas obras poderiam ser vistas em museus ou também em outros contextos, uma participante citou a internet: *“É o maior meio de divulgação de artes digitais. Tem sites incríveis, que envolvem pessoas do mundo inteiro... [...] porque independente de ser um desenho ela escaneia e coloca lá no site.”* (PML, 2012). Mesmo neste exemplo, em que o meio digital poderia ser uma tecnologia específica para obras de arte-tecnologia, o foco não foi em obras de *web-art*, mas na possibilidade de circulação de obras digitalizadas. (Mapa conceitual 4)

Após os alunos citarem exemplos, propus a discussão sobre o uso funcional e o uso artístico da tecnologia, perguntando se naqueles exemplos o uso da tecnologia é instrumental e se traz contribuições estéticas. As reflexões de dois participantes foram interessantes por mostrar argumentos dos dois eixos:

“acho que hoje tem mais possibilidades, esteticamente... por exemplo construir algo com certas cores, certas luzes, que são difíceis de conseguir mecanicamente... e que você consegue de outras formas, que há 50 anos atrás você não conseguiria fazer... você pode construir um ambiente completamente diferente, que precisa de tecnologia. Que não basta você ir lá e pintar a parede. Que sem esse meio não existiria essa possibilidade. Poderia construir uma instalação com um ambiente frio com uma iluminação que varia de tantos em tantos segundos... se você não tiver um aparato tecnológico, não consegue essa instalação.” (PML, 2012)

“eu acho que eu uso os dois... se eu fosse fazer [um vídeo] com película, com estúdio, seria caríssimo, muito trabalhoso, inviável... então existe um ganho com essa possibilidade... se eu dependesse da estrutura de um estúdio, eu nunca conseguiria trabalhar com música. E até pela instrumentação, não só da tecnologia, da formação, do acesso... hoje você aprende a usar qualquer programa. Você tem muito mais possibilidades por esse acesso.” (PML, 2012)

Assim, a primeira participante ressaltou a tecnologia como possibilidade de criação de efeitos e experiências próprios daquele meio (contribuição estética), enquanto o segundo falou da facilidade e do acesso que a tecnologia traz para a execução de determinados projetos (contribuição prática). Questionei se a contribuição prática não levaria também a uma contribuição estética. A resposta do segundo participante foi que sim, demonstrando



Mapa conceitual 4: Arte e tecnologias contemporâneas

uma reflexão sofisticada sobre as propriedades das mídias e suas implicações na produção artística:

“acho que todo produto tem características da própria técnica, do material... será que quando os pintores começaram a usar a tinta acrílica tinha um ganho estético em relação a pintura a óleo? [...] dependendo da técnica você vai descobrindo outras coisas que são inerentes a técnica...” (PML, 2012)

REFLEXÕES SOBRE AS TECNOLOGIAS CONTEMPORÂNEAS NO ENSINO DE ARTE

A partir da discussão sobre as contribuições práticas e estéticas da tecnologia para a arte, busquei direcionar a reflexão para o ensino de arte. Perguntei qual seria o papel do ensino de arte quando se trata das tecnologias contemporâneas, refletindo sobre o uso instrumental da tecnologia e a possibilidade do ganho estético. Nesse momento os participantes demonstraram muitas dúvidas e conflitos de opinião, e considerei que fazer uma declaração sobre o assunto seria relevante. Ressaltei a importância dos dois eixos, mas disse que, quando se trata do ensino de arte, é necessário ressaltar a contribuição estética:

“Vamos pensar no ensino de arte então. Qual é o papel do ensino de arte quando se trata das tecnologias contemporâneas? A gente com certeza pode usar a técnica com o objetivo de produtividade que ela contém. A gente pode usar com o objetivo de instrumentalização para tornar as coisas melhores, mais rápidas, mais aprazíveis. Mas é importante, principalmente pro professor de arte, [...] orientar onde é que está a contribuição estética daquela produção [tanto na fruição quanto na produção e na análise das obras].” (ROCHA, Mini-Laboratório, 2012)

Os comentários que se seguiram demonstram a compreensão desigual dos participantes nesse momento:

“...quando que está tendo a contribuição artística no uso dessas tecnologias...”(PML, 2012)

“Acho que é mais uma ferramenta.” (PML, 2012)

Ressaltei que, não só os equipamentos, mas os processos, as formas como usamos as tecnologias é que podem trazer contribuições, tanto em trabalhos artísticos, em trabalhos não-artísticos ou no contexto educativo. Contudo, nesse momento ainda não havíamos discutido exemplos concretos de ensino de arte com as tecnologias contemporâneas, e os alunos pareceram não ter compreendido bem a relevância dessa discussão. Foi somente com a demonstração dos Crickets e Scratch, e com o trabalho prático que aconteceu num momento posterior, que as opiniões sobre o assunto ficaram mais claras.

PRIMEIRO CONTATO COM CRICKETS E SCRATCH

Quando apresentei a linha do tempo das tecnologias digitais na educação, relatando como a implementação de tecnologias específicas impactou a escola e a maneira com que os pesquisadores refletiram sobre a educação, uma das alunas reconheceu a linguagem de programação Logo, dizendo que a havia usado na escola. A aluna relatou como o Logo era usado nas aulas de informática, que eram ministradas pelo professor de matemática, fazendo uma reflexão interessante:

“Era do mesmo jeito [que vimos na apresentação] tinha as letras e os números que significavam em cima, embaixo, direita e esquerda e a gente digitava o número de passos que [a tartaruga] tinha que dar, aí formava os desenhos. Eu detestava. Porque eu não tinha computador em casa, aí quando eu tinha aula de informática eu queria jogar um joguinho, ver a internet, coisa que eu nunca via. A gente tinha que ficar trabalhando com a tartaruguinha. E eu gostava de trabalhar com o [software de desenho] Paint, livre, com o mouse, mas o professor falava “não, tem que aprender com a tartaruguinha primeiro!”. (PML, 2012)

Essa participante relatou que, quando ela usou o Logo na escola, já existiam jogos e *softwares* simples, como Paciência ou Paint, mas ela não tinha computador em casa e queria experimentar essas coisas com as quais ela não tinha contato, que pareciam mais divertidas. Ela relatou ainda que o professor de matemática era quem dava a aula de informática, e que ele tinha dificuldades em lidar com os computadores, tanto nos aspectos técnicos quanto didáticos. Além disso, as aulas com o Logo não eram dedicadas ao aprendizado de matemática, eram apenas um treinamento para a execução do *software*.

Com a demonstração do *software* Scratch, expus o argumento de que, com as pessoas construindo seus próprios programas, seria possível desviar a lógica do mero uso do programa para o entendimento do funcionamento do programa. Problematizei que a proposta de se construir um *software* de desenho, como eu havia feito (fig. 19), não é necessariamente uma proposta de ensino de arte apenas por se referir ao desenho, mas que o entendimento da lógica de funcionamento do *software* de desenho poderia ser uma questão a ser explorada no ensino de arte com as tecnologias contemporâneas.

Na demonstração dos Crickets, a turma se divertiu interagindo com a criatura que eu havia construído (fig. 17). Citei também outro exemplo de material para programação de objetos, o Lego Mindstorms, que é vendido para as escolas brasileiras com uma proposta curricular pronta, direcionada para o aprendizado de matemática e física. Um aluno relatou

que trabalhou em uma escola que adotou o sistema da Lego, que inclui o treinamento dos professores de física do Ensino Médio e que deve ser desenvolvido de acordo com as orientações da consultoria. Argumentei que considero que a autonomia do professor com o material é importante, pela possibilidade de elaborar as propostas com o conteúdo que for necessário, para que aquilo realmente seja um material didático, não uma imposição. Problematizei a utilização desses materiais com uma proposta didática fechada, dizendo que, na minha concepção, esse tipo de material deveria ser o aberto possível, para dar para as pessoas a possibilidade de criar - criar artisticamente e também de criar os próprios dispositivos, entender como as coisas funcionam, o que pode ser uma proposta artística, mas não necessariamente.

Problematizamos a utilização do *kit*, discutindo o custo e a forma de aquisição pela escola, assim como a possibilidades de adaptar materiais. Entretanto, neste momento os alunos não se adiantaram em elaborar propostas de ensino/aprendizado de artes visuais com os materiais apresentados. Busquei instigar algumas ideias, falando das possibilidades de controlar vários Crickets e da interação entre eles. Ressaltei que a construção não precisa ser de uma criatura como a que eu fiz, que os Crickets podem ser integrados no ambiente e que outras coisas podem ser construídas.

Enquanto um participante citou a possibilidade de criar um desenho que acontecesse de acordo com os comandos, que lembrava a experiência com a tartaruga, outra participante já conseguiu vislumbrar uma proposta mais elaborada com o material:

“Se eu fosse trabalhar com isso, eu trabalharia mais como uma experiência estética, sensorial, da criança ter a possibilidade de trabalhar vários sentidos dela e que aquilo tivesse um resultado plástico. Por exemplo, ter luzes diferentes, criar sons a partir de um toque, com um sopro você cria um som... é uma coisa muito sensorial... aí a criança trabalha uma concepção de arte diferente da que é ligada a uma hierarquia ou uma elite, mas trabalha arte realmente como experiência.”
(PML, 2012)

Por outro lado, um dos participantes expressou dúvidas do que seria uma proposta artística e qual o objetivo artístico do material, demonstrando estar confuso com a proposta. Respondi que eu mudaria a pergunta para “quando é uma proposta artística?”, dizendo que o professor deve conhecer experiências de artistas ou não-artistas que estão trabalhando com o meio digital, para ampliar seu campo de conhecimento e fazer propostas de ensino de arte. Sugeri que é importante nos colocarmos no lugar de aprendiz e pensar não só como

isso pode ser levado para a aula de Arte mas “como eu aprendo arte com isso?”.⁶⁹ Fiz referência à proposta que a aluna anterior havia elaborado, dizendo “*acho que você falou uma coisa legal. Por que isso não pode ser uma proposta do professor também? O educador pode construir esse objeto ou dispositivo para interagir com seus alunos.*” (ROCHA, Mini-Laboratório, 2012). Sugeri atividades em que o professor leva um objeto pronto para o grupo criar a programação que o comanda, ou o contrário, levar um programa pronto que precise de um mecanismo.

Outro aluno disse que o material seria também interessante para criar obras artísticas, e chegamos a conclusão que o material não precisa ser usado com crianças no ensino básico, que poderia também servir como introdução para os estudantes de Artes Visuais na construção de obras interativas, e que depois seria mais fácil passar para um microcontrolador mais avançado, como o Arduino.

Ao final do Encontro Geral, sugeri marcar os encontros em dupla para que eles possam experimentar o material e refletir sobre ele, elaborando propostas para o ensino de arte.

ENCONTROS PRÁTICOS

Os encontros seguintes, agendados individualmente ou em dupla, tiveram como objetivo propiciar a manipulação e a experimentação com o material Picocrickets. Como exposto anteriormente, o material é constituído por um *kit* com peças e pelo *software* de programação Picoblocks, similar ao Scratch. As discussões desses encontros se desdobraram sobre a tecnologia digital como material para a criação artística e sobre como usar os Crickets como material didático no ensino/aprendizagem de Artes Visuais.

Minha ideia inicial era que os participantes explorassem o material livremente, com pouca intervenção minha, aprendendo a lógica da programação através da experimentação. Pensei que apenas experimentando com as peças e com o *software* eles poderiam ter ideias para projetos. Entretanto, logo no primeiro grupo eu notei que mesmo manipulando o

⁶⁹ Essa problematização será discutida no item “resultados e reflexões sobre o mini-laboratório”.

material e vendo os exemplos impressos do *kit*, as participantes não sabiam por onde começar. Lembrei-me que eu também, quando comecei a explorar o material, segui um passo-a-passo no guia *getting started* e resolvi adaptar esses primeiros passos, na forma de desafios⁷⁰. Dessa forma, os passos não eram instruções a seguir, mas problemas que os participantes tinham que conseguir realizar. A partir dessas primeiras atividades, as duas participantes do primeiro grupo fizeram tentativas com as peças e o *software*, ao mesmo tempo que eu orientava sobre o funcionamento do material e a lógica da programação. Ao longo das atividades as participantes fizeram variações nos programas e progrediram na experimentação, elaborando propostas com o material.

Com essa experiência eu decidi que, a cada novo participante ou dupla, eu faria uma breve introdução ao material, relembrando a apresentação da função das peças (que já havia sido feita brevemente no encontro geral) e explicando os conceitos básicos da programação no *software* Picoblocks, seguindo uma sequência de breves atividades introdutórias, na forma de desafios. A partir das escolhas, ideias e descobertas dos participantes, eles mesmos iriam orientando a construção de um pequeno projeto ou protótipo com o material. O roteiro foi o seguinte:

- Apresentação das peças. O que são sensores e atuadores, como funcionam, os símbolos que os representam. Características das demais peças, como blocos e engrenagens Lego.
- Primeiro desafio: acender a luz de alguma cor. (Nesta atividade os participantes aprendem que a luz, assim como os dados de *input* dos outros sensores, são quantificados em números. Alguns participantes selecionaram a luz com o seletor de cor, outros buscaram uma forma de digitar um número.)
- Segundo desafio: Mudar de uma cor para outra. (Nesta atividade eles aprendem a encaixar os blocos para construir a programação. Os participantes observam que, sem um bloco para determinar a duração de cada piscada de cor, o programa não sai como esperado.)

⁷⁰ Esses *desafios* não foram chamados assim durante as atividades, foram encarados apenas como atividades introdutórias. Entretanto, analisando o teor das atividades, considero que elas tiveram o caráter de desafios por propor um problema inesperado que dependia da metodologia criada pelos alunos para ser solucionado.

- Terceiro desafio: Piscar de uma cor para outra, com tempo determinado de duração para cada cor e repetição infinita. (Nesta atividade eles aprendem que as ações precisam de comandos para determinar sua duração e repetição, e que a ordem dos blocos importa.)
- Quarto desafio: Usar um sensor para comandar um atuador, ou: sensor como *input*, atuador como *output*. (Nesta atividade eles já começam a desenvolver um projeto e desenvolvem uma programação mais complexa de acordo com suas ideias. Pelas características dos sensores e atuadores, que mimetizam sentidos perceptivos humanos, isso levou a várias experiências baseadas em sinestesia.)
- Construção e discussão de pequenos projetos ou protótipos. (A partir daí os participantes testavam livremente combinações de peças, construíam protótipos e discutiam ideias e dúvidas sobre as possibilidades do material.)
- Discussão de como o material pode ser utilizado no ensino/aprendizagem de arte. (Essa etapa ocorreu em vários momentos ao longo dos encontros. Alguns participantes já começaram fazendo perguntas e sugestões, outros discutiram isso durante todo o encontro, outros deixaram essa reflexão para o final.)

Em todos os grupos, em cerca de 40 minutos os participantes chegaram ao quarto desafio, tendo construído um protótipo programado. Entretanto, os estilos de aprendizagem e agilidade para resolução dos desafios foram bastante variados. Alguns participantes conversavam bastante comigo e com o colega durante o processo, discutindo ideias, outros se concentravam na resolução dos desafios.

Na resolução dos desafios, que envolvia a manipulação das peças do kit e a construção dos programas no software Picoblocks, procurei deixá-los errar, testando hipóteses e corrigindo os comandos através de tentativas, processo através do qual eles aprendiam a lógica de funcionamento do programa. Observei a importância de indicar um começo e depois dar liberdade para que os participantes desenvolvam suas ideias e aprendam como solucionar os problemas inerentes à programação. Assim, procurei orientá-los em como fazer, e não em o que fazer. Vez ou outra intervi quando os participantes estavam se perdendo na atividade ou escolhendo caminhos muito complexos. Nessas ocasiões apresentei alternativas ou exemplos simples e a partir disso eles trabalharam na

solução, de acordo com as necessidades do projeto. Assim, como no aprendizado construcionista, os processos de *debugging* e de auto-orientação através da experiência foram importantes na construção do conhecimento. Entendo que esse processo orientou a construção do conhecimento de maneira mais sólida do que pela execução de exemplos.

A seguir apresento uma tabela com um resumo dos Encontros Práticos, com os projetos desenvolvidos por cada grupo de alunos com os Crickets, e em seguida uma breve reflexão sobre cada encontro.

Participante(s)	Design dos projetos elaborados	Características dos projetos	Resultados e observações
Mariana e Júlia	Input luz [brilho] output luz [cor] e display Input som [volume] output luz [cor] Input som [volume] output som [miau].	As alunas saíram pela escola observando a variação de luminosidade dos ambientes através da cor e do número indicado no display. Cada som emitia uma luz de cor diferente. As alunas chamaram o projeto de “qual é a cor desse grito?”. As alunas criaram com as peças relacionadas ao som uma brincadeira de chamar um “gato” que respondia miando.	Experimentam bastante com o material, fluindo entre ideias e possibilidades práticas. Citaram ideias de outros projetos maiores e mais avançados. Fizeram proposições para o ensino de arte, relacionando com experiência estética. Sugeriram que o professor construa um protótipo que possa ser fruído pelos alunos.
Luciana	Input resistência output luz [cor] Input resistência output som [notas e ritmos]	A resistência dos materiais era indicada pela cor emitida pelo LED. Esse projeto se configurou numa espécie de instrumento de desenho musical. O desenho com um lápis ligado ao sensor de resistência produzia sons dependendo da quantidade de grafite depositada.	A aluna demonstrou interesse pelos mecanismos e pelo funcionamento do material, mas foi mais apreensiva, experimentando com um ritmo mais lento. Relacionou o ensino de arte com “conteúdos”: história da arte, questões formais, cor, composição. Gostou do projeto que desenvolveu, mas não citou essa experiência como possibilidade de aprender/ensinar arte. Não relacionou com outras experiências de arte/tecnologia.
Rafael e Priscila	Output luz [trabalham com várias variáveis: cor, intensidade, tempo] Input som [se alto...] output motor.	O primeiro exercício (acender uma luz) se desdobrou em vários experimentos com luzes piscando em cores, intensidades e ritmos variados. Projeto de uma porta automática para cegos: com uma palma o motor roda e para. Com outra palma o motor roda na direção inversa e para.	Ao longo do encontro os alunos progrediram de um estágio de desorientação com o material para a autonomia no processo de design e debugging. Os alunos, que não são estudantes de arte, conseguiram transpor uma proposta utilitária para uma proposta de obra artística e fizeram reflexões sobre o ensino de arte e sobre arte, citando exemplos de obras.
João e Débora	Input som [se alto...] output luz [cor e tempo], som [ritmo]. Input luz output luz (cor). Input som [se alto...] output luz [cor e tempo], som [ritmo].	Protótipo de uma “sala interativa”, baseada em uma obra do Inhotim: Palma, luzes acendem de várias cores, uma música toca. Palma, tudo desliga. Palma, pisca as luzes e toca música Exercício sugerido por mim. Desenvolve para uma ideia de roupa interativa. Palco interativo.	Os alunos não demonstraram clareza a respeito do que é ensino de arte. Relacionaram o material com o ensino de cor. A experiência da construção do “palco interativo” elaborado pela dupla não foi explicitamente relacionada por eles com o ensino de arte. A relação dos alunos com o material foi a mais lúdica e descompromissada, pareceram se empolgar mais com o material como possibilidade de brinquedo. Foi a única dupla a construir um objeto [protótipo] para funcionar junto com o dispositivo.
Rodrigo e Gabriel	Input som [volume] output luz [cor], display.	De acordo com o volume captado, uma cor diferente era emitida e o valor correspondente ao som e à luz era mostrado no display.	Os alunos experimentam pouco com o material. Mostraram ter concepções equivocadas do que é Ensino de Arte, como arte para aprender outros conteúdos. Citaram exemplos de obras próprias e de outros artistas que trabalham com tecnologia. Ao final elaboramos juntos uma proposta de ensino de arte com o uso dos Crickets, mas as concepções iniciais dos alunos permaneceram.

Tabela – projetos executados pelos alunos nos encontros práticos

ENCONTRO PRÁTICO 1 – MARIANA E JÚLIA

Ao longo do encontro, as duas participantes, aqui chamadas de Júlia e Mariana⁷¹, fizeram várias propostas artísticas baseadas em sinestesia e na interação com os fruidores, sugerindo obras que poderiam ser experienciadas pelos seus alunos (as duas geralmente citaram crianças como alunos/fruidores). Mariana relatou que para ela é mais fácil pensar numa proposta artística com os Crickets do que numa proposta de ensino de arte. Júlia, por sua vez, reafirmou a possibilidade de o objeto ou ambiente artístico criado por elas poderia ser levado para um contexto de ensino/aprendizado com crianças, onde a interação com aquele objeto seria parte da experiência de ensino/aprendizado formulada por elas. Para Júlia, portanto, o objetivo do uso do material no ensino de arte é promover uma experiência estética entre os alunos/fruidores, e o papel do educador/artista é promover essa experiência estética, inclusive construindo os dispositivos. Júlia falou também da importância de cada aluno explorar as propostas de seus interesses e das possibilidades de colaboração e interação entre os projetos. Mariana demonstrou maior experiência com o planejamento de aulas, dizendo como dividiria as atividades em várias aulas.

As participantes valorizaram o conhecimento construído no processo da experiência com o material, disseram que gostaram mais do processo do que do resultado. Discutiram também possibilidades de utilização de outros sensores e ampliação dos protótipos: *“la ser legal se tivesse um programa desse que comandasse um ambiente maior. Porque aí a gente podia conectar movimentos, com uns sensores tipo de Nintendo Wii, pra comandar estímulos sonoros e a cor.”* (Júlia, PML, 2012)

ENCONTRO PRÁTICO 2 - LUCIANA

Luciana se interessou pelos blocos e engrenagens de Lego, dizendo que isso constitui um saber interessante e que ela tem interesse em saber como as coisas funcionam, fazendo uma crítica: *“Não aprendemos quase nada disso... aprendemos só a operar. E se estraga, muitas vezes tem conserto mas a gente nem sabe...”* (Luciana, PML, 2012). A participante mostrou preocupação com a possibilidade de consertar as peças do kit caso estraguem.

⁷¹ O nome de todos os participantes foi trocado por um nome fictício. Nas referências dos depoimentos, aparecerá o nome fictício, PML (participante do mini laboratório), 2012.

Luciana falou do encantamento que as pessoas tem com a tecnologia e do vício que alguns tem com o uso do computador, contrapondo com a resistência que ela tem ao meio digital. Ela ressaltou a importância dos modos de fazer tradicionais da arte e, quando questionei se os Crickets poderiam se integrar com outros materiais em um contexto de trabalho mais artesanal, ela disse que não, que para ela aprender a programação com esse material era mais interessante. Dessa forma a participante criou uma separação entre o que ela considera que seja o seu trabalho enquanto artista das mídias tradicionais e a sua possibilidade de atuação como educadora com aquele material relacionado à uma mídia digital. Corroborando com essa perspectiva, a aluna disse que a experiência que ela fez, construindo um instrumento de medição da resistência elétrica dos materiais através de som e cor, seria interessante para a disciplina de Física, mas não explicitou relações com o ensino de Arte. A participante disse que não vê relações dos Crickets com os conteúdos de Arte na escola, usando como exemplo a história da arte ou questões formais de cor ou composição.

Apesar de ter desenvolvido ao longo do encontro vários pequenos projetos com os Crickets, Luciana se mostrou insegura com relação ao uso do material no ensino de arte, relatando que achou a experiência difícil, que ficaria perdida ao propor isso como atividade, pois considera que o professor tem que dominar o meio pra poder ensinar. Em contraposição, disse ter gostado da experiência e que o material é sedutor, que gostaria de continuar a exploração.

ENCONTRO PRÁTICO 3 - RAFAEL E PRISCILA

Rafael e Priscila representaram um caso específico de alunos da Licenciatura em Letras que estavam cursando disciplinas eletivas na Escola de Belas Artes, na Licenciatura em Artes Visuais. Eles relataram o interesse nas artes e na ligação entre as duas áreas. Nas primeiras atividades com os Crickets, ao observar que cada sensor está relacionado a um órgão dos sentidos, decidiram fazer um projeto para um deficiente visual, uma porta que abre e fecha quando a pessoa bate palmas. Depois que o protótipo ficou pronto, observei que a proposta era interessante mas que não tinha ligação com as Artes Visuais e sugeri direcionar o projeto para uma proposta artística, permitindo que a pessoa deficiente tenha não só um produto utilitário mas também uma experiência estética interessante. Os

participantes compreenderam a mudança de foco e Rafael comentou que viu no Centro de Arte Contemporânea Inhotim uma galeria com uma instalação interativa, que os inspirou a fazer um protótipo de uma *sala interativa*, aproveitando os programas que haviam criado no projeto anterior. Quando perguntei como essa experiência se relacionava com o ensino de arte, os participantes falaram do produto artístico e de inovação:

“Até pensar nisso como arte, é inovador. Mas pensando no produto final, no meio, você já consegue entender como arte visual... acho que [somente] trabalhar com o programa, eu não entendo como arte visual. mas o fim, a produção [o produto resultante], sim.” (Priscila, PML, 2012)

Os participantes disseram que o direcionamento do material para criar um objeto utilitário ou para criar um trabalho artístico dependeria da apropriação do artista. No caso do ensino de arte, fazem um reflexão do papel do professor ao usar essas “ferramentas”:

“Acho que aí seria a mediação do professor, seria fundamental. Porque é uma ferramenta tão fantástica, que se ele não tomar cuidado, ele mesmo vai se empolgar e se perder. Foi justamente o trabalho que você fez com a gente. Num primeiro momento, a gente foi para um lado da engenharia, criar uma porta que abre e fecha... [...] aí você abriu e falou de fazer um conceito mais ligado à arte, aí e nós pensamos em fazer uma instalação...” (Rafael, PML, 2012)

Considero que esses alunos fizeram reflexões sobre arte e seu ensino com a mesma competência dos alunos de Artes Visuais, apesar de não serem estudantes de arte. Ao final, a reflexão sobre o próprio processo de aprendizado foi importante para que os alunos propusessem experiências de ensino.

ENCONTRO PRÁTICO 4 - JOÃO E DÉBORA

Esses participantes demonstraram dúvidas e ficaram confusos ao tentar definir o que seria uma proposta de ensino de arte. Associando o ensino de arte com o ensino de conteúdos como a teoria da cor e desenho, discutiram a possibilidade de criar uma “máquina de ensinar as cores”, e posteriormente um carrinho que desenha de acordo com sua velocidade:

“Pensei em uma coisa... com o estímulo do som, vai piscar as cores primárias. Com o estímulo de apertar, piscar as secundárias... alguma coisa assim.” (Débora, PML, 2012)

“[...] primeiro a gente “passaria” a teoria das cores e depois que eles entenderam a teoria das cores, eles criariam um processo como ela falou... um toque muda a cor, assim...” (João, PML, 2012)

[sobre o carrinho:] “se for uma velocidade mais rápida, um desenho mais gestual...” (João, PML, 2012).

As tentativas de relacionamento do material com o ensino de arte foram portanto bastante conteudistas, tendo sempre como referência uma maneira tradicional de se ensinar arte na escola, que seria substituída por um dispositivo tecnológico mas com os mesmos objetivos pedagógicos.

Os participantes relataram já ter visto obras que funcionam com circuitos e interagem com as pessoas, mas confundiram conceitos simples relativos às artes visuais, demonstrando não possuir um repertório artístico consolidado. Mesmo após construir um dispositivo que relacionava a intensidade da luz com cores, exercício que eu propus com a expectativa de que isso fomentasse outras ideias para o ensino de arte, os participantes demonstraram dificuldade em relacionar as experiências que fizeram com questões artísticas. A partir desse exercício da intensidade da luz e cores, surgiu a ideia de incorporar os dispositivos às roupas e utilizar as possibilidades de comunicação entre vários Crickets em uma performance. Eu fiz algumas sugestões sobre a interação entre as roupas, que os participantes acharam interessante, concordando que isso poderia ser uma proposta de ensino de arte, mas não desenvolveram a ideia.

No final, a dupla voltou a brincar com as peças de Lego, montando uma construção com peças e luzes que chamaram de “palco da Xuxa”, depois incorporaram dois bonequinhos do Lego e o transformaram no palco da dupla sertaneja “Maria Cecília e Rodolfo”. A partir dessa construção, modificaram o projeto anterior para funcionar com *input* de som e *output* de luzes coloridas, que foi ligado no palco em miniatura. Usando nossos celulares, tocamos músicas para animar o projeto e filmamos vídeos do protótipo de palco interativo. A dupla João e Débora foi a única que chegou a montar um “objeto” que não se restringisse às peças eletrônicas, enquanto todas as outras trabalharam somente ligando os sensores e atuadores ao microcontrolador. O resultado da interação entre som e luzes foi muito parecido com o projeto final do Rafael e da Priscila, entretanto João e Débora não relacionam o projeto às artes visuais, mas com o entretenimento, buscando referências na cultura de massa. Os dois demonstraram interesse pelo funcionamento dos mecanismos de carrinhos de brinquedo e das possibilidades de construção com os Crickets,

mas o tempo todo tem uma relação mais lúdica com a atividade, não se colocando no papel de artistas ou de educadores.

ENCONTRO PRÁTICO 5 - RODRIGO E GABRIEL

Rodrigo e Gabriel executaram as tarefas preparatórias com os Crickets mas não mostraram interesse em desenvolver outras experiências com o material, ficando o encontro mais voltado para a discussão. Gabriel relembrou a problematização que havia feito no encontro geral, questionando o que é arte, em que contexto, e disse que tudo depende da proposta. Rodrigo citou uma obra que viu, na qual se ouvia um som quando um objeto era tocado, e discutimos projetos com música e os contextos em que as invenções podem ser obras de arte ou simples aparatos.

Para o ensino, Gabriel identificou que o importante seria o *tema* a ser trabalhado, sugerindo temas ligados ao cotidiano, como corrupção e meio-ambiente. O participante disse que a tecnologia seria importante para fazer as relações entre esses temas, mas não explicitou como elas seriam feitas e que relação teriam com as Artes Visuais. Na tentativa de relacionar os temas com a tecnologia e o ensino de arte, o participante demonstrou confusão nos conceitos, relacionando o Ensino de Arte com atividades educativas gerais e lúdicas, voltadas para crianças:

Familiarizar com [esse material] é questão de prática. Vamos supor, uma criança, por exemplo... pois a ideia é arte voltada para ensino... então relacionamos com clima, com tempo, com chuva... [...] Vamos supor que você tivesse uma aula de meio-ambiente. Aquecimento global. Aí de repente faz uma brincadeira que sopra e vira uma tempestade, com uma luz que vai graduando... (Gabriel, PML, 2012)

Rodrigo disse que, para ele, a arte está presente no momento que você presta mais atenção em algo que estava despercebido, que cause interesse. O participante citou a tecnologia como uma forma de despertar o interesse, em contraposição à leitura e à observação de imagens em livros.

Questionei os exemplos em que a arte é usada para ensinar outras coisas (como no exemplo do meio-ambiente), perguntando como podemos aprender com os Crickets conteúdos relacionados à arte. Os alunos não responderam, demonstrando dúvidas, e então modifiquei a pergunta questionando como eles poderiam relacionar os Crickets com o trabalho artístico deles. Rodrigo relatou um trabalho que ele teve dificuldades técnicas para

executar, um objeto na forma de casulo, iluminado por dentro. Ele disse que, com os Crickets, seria possível montar os circuitos para controlar as luzes, e também programar interação com o fruidor. Quando perguntei se esse trabalho poderia ser usado numa proposta de ensino de arte, ele disse que poderia mostrar a obra dele, as dificuldades que ele encontrou e discutir as possibilidades do material como recurso. Instiguei mais um pouco nessa questão, até que os participantes sugeriram que uma obra como a do Rodrigo poderia ser usada em uma aula de arte discutindo formas de arte que usam a tecnologia. Dialogando, construímos uma proposta de aula: levamos uma obra como exemplo, partimos do relato do artista sobre o processo de criação, discutimos as possibilidades encontradas na obra usando os Crickets e os participantes constroem suas próprias criações com os Crickets.

Ao longo das discussões, Rodrigo se mostrou mais aberto a experimentações artísticas e didáticas, enquanto Gabriel foi mais pragmático, retomando sempre aos exemplos em que a arte seria um pretexto lúdico para aprender outras questões. Quando perguntei se eles consideram que usar os Crickets como material é diferente de usar tinta e pincel, eles disseram que não é. Gabriel disse que o uso da tinta e pincel já está incorporado, mas que as novas tecnologias não. Questionei então se na vida dos alunos o meio digital não está incorporado, e eles dizem que está. Rodrigo diz que para os alunos os Crickets são como massa de modelar.

RESULTADOS E REFLEXÕES SOBRE O MINI-LABORATÓRIO

A experiência do Mini-laboratório serviu como um diagnóstico das concepções dos alunos que, por não ter prática com o Ensino de Arte ou com a tecnologia digital, não elaborou propostas avançadas de uso dos recursos em contextos de ensino/aprendizagem. Como citei no início do capítulo, a diversidade da turma foi uma surpresa que gerou ganhos para a reflexão, pois possibilitou uma grande variedade nas opiniões dos participantes, que tinham experiências e ideias diversas sobre a tecnologia e arte. A seguir, analisarei os dados obtidos no Mini-Laboratório como um todo, com a reflexão sobre as concepções dos alunos a respeito das tecnologias contemporâneas e do ensino de arte, assim como as propostas obtidas para o uso dos Crickets. Apresentarei também minhas considerações sobre a metodologia utilizada no Mini-Laboratório e outras questões relevantes que surgiram a partir dessa experiência.

CONCEPÇÕES DAS TECNOLOGIAS CONTEMPORÂNEAS

No encontro geral, a concepção de tecnologia como um conjunto de instrumentos e técnicas usadas para facilitar as tarefas humanas foi a mais comum. Também no campo da arte, a tecnologia foi mais diretamente relacionada com o instrumento que facilita a criação, e menos com um meio específico de expressão artística. Os participantes conheciam arte que faz uso de tecnologias contemporâneas, como obras interativas e imagens em mídias digitais, entretanto poucos citaram obras ou artistas específicos. Os exemplos mais abundantes citados pelos participantes foram de artistas mídias tradicionais que aderiram a determinados instrumentos tecnológicos, tanto para criar quanto para pesquisar ou divulgar suas obras.

A respeito do uso das tecnologias contemporâneas nas próprias práticas de ensino/aprendizado, os participantes citaram exemplos do uso dessas tecnologias na suas práticas de estudantes de arte, mas não quando eles estão na posição de educadores. Somente uma participante disse que usa a fotografia digital como forma de registro das suas atividades de ensino (e não como mídia para criação). É importante ressaltar que nem todos os participantes já possuíam experiência como educadores e, quando já atuam como educadores na área de arte, suas práticas e contextos de trabalho são muito diversificadas. Entretanto, ficou evidente que os usos que os alunos fazem das tecnologias contemporâneas no próprio aprendizado, seja produzindo arte, se informando sobre arte, comunicando-se em meios artísticos e outros, não foram mencionados como relevantes para a prática de ensino desses futuros educadores. No geral, prevaleceu a concepção de que as tecnologias “estão aí” e que é imperativo usá-las como instrumento que facilita as tarefas cotidianas, podendo representar um uso de mais, ou menos, interesse pessoal.

CONCEPÇÕES DO ENSINO DE ARTE

Identifiquei ao longo dos Encontros Práticos, nas experimentações com os Crickets, que alguns desses participantes demonstraram ter uma ideia estereotipada do que é ensinar arte, como a “transmissão” de determinados conteúdos, o que demonstra uma concepção falha e problemática, principalmente tratando-se de alunos da licenciatura. Embora não fosse um pressuposto, a preocupação da maioria dos participantes foi em sugerir usos do material em uma situação em que eles seriam professores de um grupo de crianças, o que

pode ter sido sugestionado pelas características dos Crickets, mas provavelmente também parte da concepção de que a licenciatura forma educadores para atuar em contextos formais (escolares) com crianças, o que é apenas um dos níveis de formação possível.

Apesar de serem capazes de construir protótipos com o material e de considerarem a experiência com os Crickets interessante de um ponto de vista artístico, quando eu perguntei como os participantes relacionam o uso daquele material com o ensino de arte, a maioria deles hesitou. Em alguns momentos eu questionei como eles próprios aprendiam com os Crickets e quais as relações que eles viam daquele aprendizado com a arte, mas as respostas continuavam dissociando a reflexão sobre aquela experiência com os Crickets e o que seria uma proposta de ensino/aprendizagem. Isso leva a duas reflexões. A primeira é que foi uma dificuldade dos participantes explicitar uma reflexão sobre o próprio aprendizado. A segunda é que o aprendizado que eles próprios desenvolveram nos Encontros Práticos não foi relacionado com uma experiência de ensino/aprendizado.

Embora não fosse um objetivo dos Encontros Práticos analisar a metodologia que eu propus para o aprendizado com os Crickets, considero que todas as atividades que elaborei para o Mini-Laboratório foram parte de uma metodologia de Ensino de Arte, embora orientada para a reflexão pedagógica. Observei algumas reflexões dos alunos que mostram sutilmente a reflexão sobre a metodologia experienciada nos Encontros Práticos: cogitando sobre como apresentar o material aos alunos, Júlia disse *“é legal de início você levar uma coisa pronta sua, igual você fez, e aí deixar os alunos repensarem o que seria legal para eles.”* (PML, 2012); Luciana disse que os exercícios introdutórios foram importantes para o seu aprendizado; e Rafael e Priscila ressaltaram a minha orientação para a mudança de foco do projeto deles, dizendo que essa é uma tarefa importante do professor de Arte. Dessa forma, esses participantes ressaltaram que aspectos que eles experienciaram são importantes em uma proposta de Ensino de Artes Visuais, entretanto não relacionaram explicitamente o Encontro Prático com uma experiência de ensino de arte, nem formalizaram uma metodologia de ensino que incorporasse essas formas de aprender experienciadas por eles. Os demais participantes não fizeram uma ligação explícita entre a experiência que eles próprios tiveram no Mini-Laboratório com uma experiência de ensino de arte.

Assim, considero que muitos participantes não se colocaram na posição de aprendiz, refletindo como ou o que eles aprendem com os Crickets. Ao mesmo tempo, identifico que a metodologia que eu propus se distanciou muito da experiência desses participantes com o ensino/aprendizagem formal de Arte, tendo em vista que eles geralmente se colocam na posição de educadores do Ensino Básico. Revendo essa dissociação entre as maneiras de aprender e ensinar, uma questão que deve ser explicitada, embora não tenha sido colocada claramente aos participantes, é: *“se você aprende de uma maneira com esse material, porque não pode ser assim também que você vai levar a experiência do material para seus alunos, para que eles possam aprender como você?”*. Embora a resposta para essa questão não seja um caminho único para a construção da metodologia do educador, considero que refletir sobre a própria experiência de aprendizado seja um eixo importante, e que deve fazer parte da formação dos educadores.

Quando eu perguntei aos participantes como eles levariam os Crickets para a prática de ensino deles, a primeira tentativa foi sempre de pensar como ensinar conteúdos básicos da arte, como a teoria da cor ou a história da arte. Observei que há uma grande diferença na compreensão dos participantes do que eles, artistas, aprendem em Arte, para o que os alunos deles tem que aprender em Arte. É certo que, se eles estiverem atuando no Ensino Básico, os alunos deles não estarão aprendendo Artes Visuais para se tornarem artistas profissionais, mas vão aprender arte como parte do currículo escolar. Contudo, o estigma da “arte da escola”, com determinadas atividades e conteúdos que tem ser aprendidos de uma determinada forma, parece encobrir as possibilidades de que a experiência que esses artistas em formação têm com a arte seja transposta para a sala de aula. Assim, a prática do artista/educador parece encoberta pelo estigma do professor de arte.

PROPOSTAS DE ENSINO DE ARTE COM AS TECNOLOGIAS EXPERIENCIADAS

Além da proveitosa observação dos estilos de aprendizagem durante a experimentação com os Crickets, as propostas artísticas e de ensino de arte que surgiram, mesmo que não explicitadas pelos participantes, foram valiosas. Mariana e Júlia sugeriram construir ambientes interativos baseados em movimento, cor e som para que os alunos aprendessem conceitos artísticos a partir da experiência corpórea, o que lembra as experiências de Cavallo et al (2004) com o RoBallet. Luciana criou um instrumento de

desenho com sons, similar ao Drawdio⁷² e, apesar dela não ter feito a conexão da utilização desse instrumento como uma proposta de ensino de arte, esta seria uma possibilidade interessante. Rafael e Priscila, que não são estudantes de Arte, começaram com um projeto utilitário mas não tiveram problemas em transpor a proposta para a construção de um objeto artístico. Eles ressaltaram a importância do educador como proponente e orientador, mas não chegaram a sistematizar uma proposta de utilização do material em um contexto de ensino/aprendizado. João e Débora aludiram à criação de uma roupa interativa que respondesse aos estímulos do ambiente e de outros Crickets, o que gerou uma proposta de performance entre os alunos. Rodrigo e Gabriel por fim elaboraram com a minha orientação uma proposta didática onde usariam uma obra construída por eles como exemplo, sugerindo outras criações com o uso da tecnologia. Com os dois últimos grupos, foi uma preocupação minha instigá-los bastante, na tentativa de que eles vissem as propostas artísticas que elaboraram como parte de uma metodologia de ensino, mas as minhas sugestões foram essenciais para que a proposta se consolidasse.

SOBRE O DEBUGGING E PAPEL DO PROFESSOR

Nas experimentações com os Crickets, busquei proporcionar aos participantes autonomia na exploração do papel de cada elemento do material, através de testes, tentativas e correções. Algumas vezes o programa construído não respondia como o esperado e eu não sabia identificar o erro ou solucionar o problema. Isso já era esperado, pois eu não tenho conhecimentos avançados em programação, entretanto sabia que era possível que eles aprendessem a lidar com aquele *software* assim como eu aprendi. Dessa forma, agi incentivando os participantes a não esperarem uma solução pronta e, em vez disso, a fazer tentativas com a linguagem de programação, testando formas diferentes de executar o mesmo comando e a criar explicações para as falhas dos programas elaborados por eles. Assim, esse processo de correção da programação, que foi uma forma simplificada do processo de *debugging*, ou depuração da programação de computadores, se mostrou essencial para o aprendizado.

⁷² <http://web.media.mit.edu/~silver/drawdiodio/> acesso em 23/05/2012.

Na metodologia utilizada na experimentação com os Crickets, o erro foi considerado como parte importante do processo de aprendizado. Os participantes deveriam se orientar tanto pelos programas que funcionavam quanto pelos que não funcionavam, buscando explicações para as falhas e aprendendo com esse processo. Entretanto, os participantes mostraram muita hesitação no início do trabalho com o material, com medo de errar. Isso demonstra uma incorporação da ansiedade com o erro, que é característica de outros processos e metodologias em que conseguir imediatamente um resultado certo é considerado positivo, e errar é considerado negativo ou inútil, muitas vezes por representar perda de tempo ou material. Em uma atividade em que a experimentação e a autonomia são importantes para o processo de aprendizado, e em que o material não oferece perdas, é importante respeitar o tempo necessário ao erro, considerado como parte do processo de aprendizagem. Assim, o educador deve avaliar quando apontar a resposta certa ajuda e quando isso simplesmente impede o processo de aprendizagem. Nos Encontros Práticos, enquanto os participantes construíam os programas, eu dava pequenas orientações em aspectos que eu já conhecia do material mas, muitas vezes, omiti informações que poderiam ajudar a resolver os problemas, para que eles próprios entendessem o porque do erro e elaborassem uma solução, aprendendo dessa forma a agir em outras situações semelhantes.

Outras metodologias comuns à atividade de programação e *design* também foram exploradas. Os participantes várias vezes tiveram que limpar e reorganizar os programas que já haviam feito. Ao invés de descartar os programas de testes anteriores, reaproveitavam seus “pedaços” em outros programas semelhantes. Ações como essas são *rotinas* na atividade de programação, embora possamos também traçar correspondências com a produção em outros meios.

SOBRE OS CRICKETS

De forma geral, os participantes se mostraram interessados pelos Crickets como material, seja para a criação artística seja para a elaboração de propostas didáticas. Pelas características do material, que é formado por peças de montar e tem uma apresentação gráfica colorida e com imagens de crianças, ele foi mais relacionado ao público infantil, como evidencia o depoimento de Luciana: *“acho que [os Crickets] tem uma coisa didática, pedagógica, uma coisa mais voltada para o público infantil que é a coisa da proteção, de*

você não ter o trabalho de soldar, você vê que é uma coisa pensada pra criança.” (Luciana, PML, 2012). Entretanto, vários participantes mostraram interesse por usar esse tipo de material nas suas criações artísticas e não pareceram considerar o aspecto infantil do material um problema.

Observei que nem todos os participantes compreenderam os Crickets como parte do meio digital, no sentido de mídia para criação, mas trataram como os Crickets como material didático, como um material diferente para ensinar arte. Entretanto, mesmo que sem perceber, os participantes que manipularam o material acabavam fazendo protótipos de obras ou propostas artísticas, interessantes para eles mesmos, independentemente de serem propostas de ensino/aprendizado. Considero esse aspecto importante. Conforme afirmei anteriormente, um material didático que oferece uma interface aberta para a criação deve se adaptar a diversas situações e deve fomentar o aprendizado a medida que é manipulado. No caso do ensino/aprendizagem de arte, esse material deve ser um meio para o desenvolvimento do pensamento artístico, não somente um instrumento didático para executar tarefas ou ilustrar conceitos.

A reflexão de Luciana traz também considerações interessantes sobre a materialidade dos Crickets em contraposição a outros meios digitais, com a sugestão de que isso pode envolver o aprendiz na compreensão de outros produtos do meio digital:

“Eu acho que esse [material é] impressionante porque ele tem alguma coisa que é matérica, que a gente pega, tem uma reação com o que a gente faz... eu acho meio mágico, como se eu estivesse descobrindo uma coisa que eu nunca vi. Eu também me encanto muito pelo funcionamento das coisas, por descobrir, eu gosto de ver como as coisas funcionam... [...] eu acho muito bacana a gente pensar que as coisas não são uma magia, simplesmente. Que existe um trabalho, um raciocínio muito grande, pra você criar uma programação tipo um jogo de computador, de videogame... fico pensando o trabalho que dá pra fazer uma programação de uma coisa assim.” (Luciana, PML, 2012)

Vários alunos fizeram críticas à dificuldade de aquisição dos materiais. Também buscaram proposições de como melhorar o material, adequando as peças ou adaptando outros sensores que eles conheciam. Um aspecto bastante discutido foi a viabilidade da aquisição do material pela escola, apontando para a necessidade de adaptação desses recursos de maneira acessível ao contexto das instituições de ensino brasileiras, especialmente as escolas públicas.

Embora sejam interessantes, nem todas as questões que surgiram durante as discussões do mini-laboratório são passíveis de discussão nesta dissertação. Com a reflexão apresentada aqui, pretendi levantar alguns pontos que considere mais relevantes para a discussão do uso das tecnologias contemporâneas no ensino de artes visuais, em especial os materiais para construção de dispositivos programáveis e a linguagens gráficas de programação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observo que, hoje, apesar dos computadores estarem presentes em grande parte das escolas brasileiras, o uso que se faz deles não acompanhou as propostas que defendiam o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação como forma de melhorar, ou por vezes revolucionar, o ensino/aprendizagem. Muito ainda é dito sobre a suposta *revolução* dos computadores na educação mas, na prática, o que muitas vezes acontece é a crescente aquisição de equipamentos pelas escolas, entretanto sem uma proposta pedagógica coerente, que inclua a tecnologia como parte do currículo – ou mesmo que modifique a maneira como se entende o currículo a partir das possibilidades da aprendizagem no meio digital.

Em 1980, Papert escreveu que:

Hoje nós ouvimos muita conversa dizendo que “os computadores estão chegando” e muita conversa sobre como eles irão mudar a educação. A maior parte dessa conversa cai em duas categorias, uma aparentemente “revolucionária” e a outra “reformista”. Para muitos revolucionários, a presença do computador vai por si só produzir uma mudança momentânea [...] tornando a escola (como a conhecemos) obsoleta; [...] Já para os reformistas, os computadores não irão abolir as escolas mas servi-las. O computador é visto como uma máquina que pode aparelhar as estruturas existentes para resolver, em medidas locais e graduais, os problemas que as escolas em seu modelo atual encontram.

Ainda hoje, mais de 30 anos depois, as declarações de que os computadores estão chegando para mudar a educação soam atuais e são repetidas na mídia e em centros de pesquisa. No Brasil, em parte isso se justifica porque só agora a tecnologia digital está se tornando acessível à maior parte da população, ao mesmo tempo que o poder público se movimenta para aparelhar as escolas, com o objetivo de impulsionar o processo de crescimento econômico. Entretanto, em grande parte ainda se pode afirmar que “A maior parte do que foi feito até agora sob o nome de ‘tecnologia educacional’ ou ‘computadores na educação’ ainda está em um estágio de mistura de velhos métodos instrucionais com novas tecnologias” (PAPERT, 1980). Em um mundo cada vez mais caracterizado pela presença da tecnologia digital, informatizada, é necessário uma crítica constante do uso das tecnologias contemporâneas na escola, principalmente quando o aprendizado que ocorre fora da escola utiliza as tecnologias sem as restrições/prescrições do currículo escolar. Experiências com os computadores nas escolas, inclusive no Brasil, vem demonstrando que

não basta incluir aulas de informática como mais uma disciplina em currículo prescritivo e compartimentalizado (ALMEIDA; VALENTE, 2011), nem colocar computadores em todas as salas de aula sem que os professores saibam o que fazer com eles. Afirmando que a tecnologia deve ser integrada no ensino/aprendizado, dentro ou fora da escola, como parte da cultura contemporânea, contaminando de forma crítica os modos de fazer e de pensar nos diversos campos do conhecimento. Assim, é preciso criar contextos em que o uso da tecnologia faça sentido para um ensino/aprendizado consistente.

Alguns desses contextos são os medialabs, espaços de pesquisa, criação e convivência, onde o ensino/aprendizado pode acontecer de forma não hierárquica e independente, de forma desconectada das estruturas institucionais. Já em contextos formais, considero que ainda não é possível prever se a escola irá realmente se reconfigurar, repensando seu currículo, ou se as mudanças serão apenas superficiais, com a introdução de novas ferramentas em função de metodologias antigas. Observo que na sociedade atual, pelo menos no Brasil, ainda há grande aceitação das escolas no modelo tradicional, apesar das evidências de que o indivíduo que se forma na escola não está preparado para os desafios do mundo fora dela. Entretanto, identifico que outros modelos e metodologias de ensino/aprendizagem estão ganhando espaço e destaque com o desenvolvimento da tecnologia digital informatizada, conectada em rede.

Independente dos rumos da escola, é extremamente necessário que os profissionais da educação estejam preparados não só para usar a tecnologia como ferramenta (para instrumentalizar as aulas ou para instrumentalizar os seus alunos com vistas à formação profissional) mas também para refletir sobre as práticas de ensino/aprendizado com as tecnologias contemporâneas, fazendo um uso crítico de seus meios. Papert (1980; 2004), apesar de criticar veemente o modelo escolar tradicional por dividir o conhecimento em disciplinas e compartimentalizar o currículo, valorizava os educadores (não só professores, mas todos comprometidos com a educação das crianças), que, na sua concepção, teriam o papel de criar ambientes onde os processos de aprendizagem construcionista fossem possíveis e amparados. O próprio autor faz uma crítica a uma compreensão superficial da aprendizagem fora do modelo escolar:

Mas “ensinar fora do currículo” não significa aulas espontâneas, livres, ou simplesmente “deixar a criança fazerem o que quiser”. Significa amparar as crianças conforme elas constroem suas próprias estruturas intelectuais com

materiais retirados da cultura circundante. Neste modelo, a intervenção educacional significa mudar a cultura, plantar nela novos elementos construtivos e eliminar os nocivos. (PAPERT 1980)⁷³

Assim, o educador tem um papel importante ao fornecer os meios para o desenvolvimento de um projeto, orientar pesquisas e provocar discussões e reflexões, bem como buscar conexões entre o que está sendo estudado e o conhecimento científico, humanístico e artístico acumulado ao longo da história e da cultura. Entendo que a diferença do Construcionismo para as práticas de planejamento comuns na educação tradicional, mesmo quando trabalhando com “pedagogias de projeto”, é que na abordagem construcionista o educador não deve conduzir a aprendizagem a um conceito ou habilidade já prevista – ele explora junto ao educando as possibilidades que um projeto de aprendizagem traz. Como expus anteriormente, essa também é uma questão importante ao se trabalhar com interfaces abertas, pois a prescrição de sua utilização tolhe a sua capacidade de abertura à construção do conhecimento através da experiência.

Papert (1980) discute *como os computadores afetam a maneira como as pessoas pensam e aprendem*, apontando uma “distinção entre duas maneiras com que os computadores podem melhorar o pensamento e mudar os padrões de acesso ao conhecimento”: Uma é o *uso instrumental do computador*, que trata o computador como extensão da memória humana, permitindo o acesso e processamento rápido de grande quantidade de informações ou informações complexas. A outra é o *computador como meio de aprendizado*, onde o computador modifica a maneira do humano pensar e resolver problemas. Para o autor, essa seria uma mudança conceitual, não instrumental. Analogamente, diferencio duas formas do uso da tecnologia na prática educativa: O uso instrumental, que geralmente cita um dispositivo tecnológico (o computador, o celular ou a internet; determinado *software, game* ou *site*) como ferramenta ou recurso didático; e o uso da tecnologia como meio, onde a tecnologia digital modifica o que é ensinado/aprendido e as maneiras de se relacionar com o conhecimento. No ensino de arte, essas duas

⁷³ But “teaching without curriculum” does not mean spontaneous, free-form classrooms or simply “leaving the child alone.” It means supporting children as they build their own intellectual structures with materials drawn from the surrounding culture. In this model, educational intervention means changing the culture, planting new constructive elements in it and eliminating noxious ones. (PAPERT 1980)

abordagens levam a uma concepção do dispositivo tecnológico como recurso para assessorar a criação, fruição e contextualização artística, ou então como mídia específica para produção e reflexão em arte. Afirmo que, no caso da tecnologia digital ser considerada um meio específico para criação artística em contextos de ensino/aprendizagem, deve-se considerar os ganhos estéticos que ocorrem a partir do uso artístico das mídias digitais, e não somente a tecnologia como ferramenta. Fazendo um paralelo com o ensino/aprendizado de um meio tradicional da arte - a pintura - o computador não seria o substituto do pincel, do museu e do livro, seria uma mídia como a própria a pintura.

Observo que no uso das tecnologias contemporâneas no ensino de artes visuais, seja em pesquisas na *web*, na interação com obras de *web art*, em “visitas virtuais” a museus e galerias, na utilização de *games*, e mesmo na utilização de *softwares* para criação, a tecnologia geralmente é encarada como mais uma ferramenta ou recurso didático para o ensino de arte. Ou seja, faz-se uso da tecnologia para aprender arte mas o foco não é necessariamente compreender o funcionamento da própria tecnologia – ou da arte que utiliza dos seus princípios. Por outro viés, penso que no ensino de arte seria possível aprender com as próprias possibilidades de simulação, imersão ou programação existentes no meio digital, de forma a tornar a experiência tecnológica uma experiência sensível ou *tecnoestésica*, como define Couchot (2003). Assim, o conhecimento dos processos criativos da Arte/Tecnologia, envolvendo tanto as técnicas quanto as reflexões próprias do meio, contribuiria para a formação estética efetivamente conectada com a arte que opera com as tecnologias contemporâneas.

Segundo a concepção de Machado (2007), a contestação dos próprios meios está no cerne da artemídia. Para o autor, o artista que escolhe trabalhar com as mídias tecnológicas de seu tempo deve também questionar o determinismo que envolve essas formas produtivas, recusando que sua obra simplesmente endosse a funcionalidade dos aparelhos e os clichês reproduzidos pela indústria do entretenimento de massa, características que marcam a lógica da produtividade da sociedade tecnológica.

[...] o artista [da artemídia] busca se apropriar das tecnologias mecânicas, audiovisuais, eletrônicas e digitais numa perspectiva inovadora, fazendo-as trabalhar em benefício de suas ideias estéticas. O desafio da artemídia não está, portanto, na mera apologia ingênua das atuais possibilidades de criação. A artemídia deve, pelo contrário, traçar uma diferença nítida entre o que é, de um lado, a produção industrial de estímulos agradáveis para as mídias de massa e, de

outro, a busca de uma ética e uma estética para a era eletrônica. (MACHADO, 2007, p. 16)

Embora nem todos os artistas façam esse uso crítico dos meios de produção, afirmo que o uso criativo e crítico das tecnologias contemporâneas deve permear o Ensino de Artes Visuais que considere as tecnologias contemporâneas como meio de expressão e conhecimento em Arte. Assim, no Ensino de Arte as tecnologias contemporâneas devem ser integradas não somente como ferramentas para instrumentalizar as atividades de ensino/aprendizagem, mas também devem propiciar um meio para a criação e uma possibilidade de pensamento crítico. Longe de endossar o projeto produtivo industrial, há como explorar o uso criativo da máquina utilizando as tecnologias disponíveis hoje, transformando um público consumidor de informação em produtores de conhecimento em arte.

Em uma perspectiva flusseriana, tomando a arte não só como a produção de objetos artísticos, mas como produção cultural que faz parte do movimento de autonomia da sociedade, a arte apontaria, talvez, para a única saída para a liberdade frente à *automação* e à crescente *dispersão* e *distração* dos indivíduos em uma sociedade programada - sociedade que contempla passivamente as imagens divertidas, que passam a ser sonho coletivo, sonho de massa (FLUSSER, 2010).

Para Flusser, lidar com as imagens é a única maneira de alterar a sociedade, caracterizada pela solidão, dispersão e apaziguamento. Os novos revolucionários, portanto, teriam poder para *imaginar* uma sociedade nova, criar linhas transversais que conectem as pessoas através de imagens dialógicas. Dessa forma, a sociedade teria uma cultura construída democraticamente, e não mais uma cultura de massa:

O novo engajamento político, entretanto, não se dirige contra as imagens. Ele procura inverter a função das imagens, mas admite que elas continuarão a formar o centro da sociedade por todo o futuro previsível. Ele procura fazer com que as imagens sirvam a diálogos mais que discursos, mas não pretende aboli-las. (...) É que os novos revolucionários são “imaginadores”, eles produzem e manipulam imagens, eles procuram utilizar a sua nova imaginação em função da sociedade. Os novos revolucionários são fotógrafos, filmadores, gente do vídeo, gente do *software*, e técnicos, programadores, críticos, teóricos e outros que colaboram com os produtores de imagens. Toda esta gente procura injetar valores, “politizar” as imagens, a fim de criar sociedade digna de homens. (2010, p. 73)

Direcionando essa reflexão para o ensino de arte, fica evidente que o mero uso instrumental da tecnologia, formando as pessoas para serem funcionárias dos aparelhos, permutando continuamente com as categorias do aparelho e realizando as possibilidades previstas em seu programa, não resulta em uma alternativa qualitativa para a formação artística que englobe a liberdade de criação e ação no mundo. Em contraposição ao uso *funcional* da tecnologia, o seu uso *crítico* deve perpassar a reflexão da produção de imagens técnicas, permitindo o jogo contra o aparelho, desviando o programa embutido no aparelho e desafiando seus limites.

Nessa lógica, para captar a essência dos *softwares*, *games* e dispositivos que usamos e que nos englobam em um círculo imperceptível de consumo e produção, devemos agir no nível do seus programas. Seria necessário aprendermos a “brincar” com o computador, no sentido de brincar com seus programas, jogar contra o que ele foi programado para nos fazer executar, criando alternativas pessoalmente e culturalmente significativas. Compreendendo a programação dos computadores (tido como exponencial de toda a tecnologia digital) nos tornaríamos menos programados e menos programáveis, capazes de interferir e criar alternativas qualitativas e esteticamente interessantes para nossas vidas e para a sociedade informática.

Na arte, passar do aspecto instrumental para o “jogo”, para a liberdade criativa, é essencial. Argumento que o aprendiz que explora o mundo dos computadores desde o programa⁷⁴ e usa o meio digital para criar algo que sirva aos seus propósitos, ao invés de apenas utilizar os programas que foram elaborados para serem consumidos por ele, dá um passo em direção a autonomia e liberdade frente ao círculo vicioso do funcionalismo através da imagem, embora talvez não seja possível escapar dele.

Embora a ideia da compreensão de dispositivos, meios e sistemas tecnológicos pareça arrojado demais para um iniciante (como é o caso dos alunos da educação básica – onde o ensino de Arte é obrigatório), existem interfaces que podem proporcionar essas possibilidades. As interfaces analisadas nesta dissertação, Crickets e Scratch, têm como premissa que a aprendizagem da programação é hoje um conhecimento importante, que

⁷⁴ Aqui o *programa* de computador não deve ser tomado literalmente como o *programa* dos aparelhos de que fala Flusser, mas como um dos seus equivalentes.

deveria ser explorado desde a fase escolar, e que o envolvimento com esses projetos podem ser uma nova maneira de se ensinar e aprender conteúdos (como os de ciências) que na escola são abordados de maneira tradicional há séculos. Esses recursos já são usados em práticas pedagógicas, muitas vezes em projetos interdisciplinares envolvendo conteúdos de arte e *design* (RESNIK et al 2000) entretanto não têm orientação para a construção de conhecimento em Arte.

Nesta dissertação expus o argumento de que esses recursos podem ser utilizados como interfaces abertas no Ensino de Artes Visuais, servindo como meio para construção de conhecimento em arte e, ao mesmo tempo, empoderando o aprendiz frente um mundo cada vez mais automatizado pelas tecnologias contemporâneas. Entretanto, não busquei maneiras determinadas de se usar os materiais apresentados, pois considero que o educador deve ter autonomia para incorporar os materiais em sua proposta de ensino/aprendizado. Como dito, prescrever o uso do material faz com que ele deixe de ser uma interface aberta. Assim, a orientação do uso do material só é estabelecida pelo artista/educador em diálogo com os aprendizes, em um contexto específico. Afirmando, contudo, que as características dos recursos analisados revelam seu potencial para o uso no ensino de arte de forma a estabelecer uma relação crítica e criativa com o meio digital. Considero que a implementação de recursos digitais nas escolas e seu uso com finalidades de construção de conhecimento em Arte representam um importante passo na direção da conexão da escola com o desenvolvimento cultural do mundo. Contudo, esse desenvolvimento cultural através das tecnologias contemporâneas envolve as esferas artísticas, mas também as científicas, humanísticas e tecnológicas em geral, não sendo de exclusiva responsabilidade do Ensino de Arte.

Um problema na utilização de dispositivos como os *Cricket*s no ensino é que eles ainda não são um material de fácil aquisição ou baixo custo, não possuindo uma produção e distribuição ampla que possibilitaria sua utilização em instituições de ensino no Brasil. Apontei uma alternativa para o desenvolvimento local de interfaces abertas, compostas de microcontroladores e componentes eletrônicos, como a GogoBoard. É necessário, portanto, desenvolver materiais didáticos alternativos que facilitem a utilização dessas tecnologias contemporâneas em projetos educativos, porém de fácil aquisição e baixo custo.

Considero que é sempre necessário refletir sobre a incorporação das tecnologias contemporâneas no ensino de arte, “o que ensinar, para quê e por quê” (GIRÁLDEZ, 2009) e pesquisar o que ainda pode ser explorado no ensino/aprendizado de arte com o uso da tecnologia, de forma a aproveitar as potencialidades destes dois campos e suas interseções. É necessário também considerar continuamente as relações entre as diversas esferas onde o ensino/aprendizado de arte acontece: nas instituições de ensino formal e não formal, no aprendizado independente, nas proposições de Arte/Tecnologia. Neste contexto, busquei discutir as possibilidades didáticas das tecnologias utilizadas atualmente, sugerindo usos que favoreçam a construção de conhecimento em arte.

A cultura contemporânea está entrelaçada com a cultura digital. A arte contemporânea volta sua atenção para essas relações e produz obras que discutem o envolvimento do homem com o meio digital, suas possibilidades de interação e produção de sentidos fora da lógica programada dos produtos da cultura industrial. O questionamento que as experiências com as tecnologias contemporâneas suscitam no campo do Ensino de Arte não precisa estar ligado somente ao uso instrumental da tecnologia, mas ao envolvimento de quem aprende no mundo digital, de forma crítica e sensível, de forma a criar novos sentidos e usos artísticos desses meios.

GLOSSÁRIO

aparatos: máquinas, dispositivos e ferramentas, recursos criados para executar tarefas humanas.

Arte/Educação ou arte/educação: inserção da arte em atividades educativas em geral. Educação *através* da arte. Relacionada com compromisso de formação e mediação, utilizando as artes como meio de valorização das pessoas em determinado contexto social, político, histórico etc.

Arte/Tecnologia: manifestações artísticas que não somente fazem uso, mas se constroem em relação interdisciplinar com as tecnologias contemporâneas, em especial as tecnologias digitais, programáveis.

artefato: produto de um trabalho humano.

artemídia: experiências artísticas que utilizam as tecnologias contemporâneas como meio criativo, englobando não só a arte digital mas qualquer forma crítica do uso das tecnologias.

atuadores: transdutores de saída (*output*). Convertem energia elétrica em várias formas de energia que o corpo pode sentir. Ex: motor, campainha.

automatismo, automatização: uso da técnica para liberar o trabalho humano. Para Couchot (1993) a evolução das técnicas de figuração indica uma crescente automatização dos processos de criação e reprodução da imagem, levando a supressão da liberdade do homem frente à técnica.

caixa preta: parte complexa de um sistema no qual, para compreender a completude do sistema ou operar com ele, decide-se desconsiderar o funcionamento interno dessa parte, denominado-a “caixa preta” e analisando somente suas informações de entrada e saída.

computação física: prática que usa a eletrônica e a computação para construir sistemas que atuem no mundo a nossa volta, através dos processos de *input*, processamento e *output*.

computação ubíqua área de pesquisa que busca integrar o computador aos objetos, ambientes e situações que nos cercam, de forma imperceptível.

currículo tradicional ou currículo prescrito: na escola, conhecimentos considerados socialmente relevantes, enumerados e divididos em conteúdos para instrumentalizar a sua introdução em um dado período de tempo. Apresentação de conteúdos prescritos em disciplinas, planos, programas, materiais didáticos etc.

debugging: processo de depuração da computação, resolução de problemas por meio do erro.

design: processo de elaboração de um produto.

design aberto ou *design* como processo aberto: processo de elaboração de espaços/objetos/situações que permitam ao mesmo tempo a construção, o uso e sua constante adaptação. O *design* aberto ressalta a característica processual da elaboração de um produto e necessita da interação dos usuários para se realizar, entretanto seu resultado só se completa em um produto temporariamente, pois este deve estar sempre pronto para a utilização e reelaboração.

design de interação é o processo de design de dispositivos (produtos, ambientes, sistemas e serviços) digitais para o uso humano, com foco na satisfação das necessidades e desejos das pessoas que vão usar o produto. (baseado em http://en.wikipedia.org/wiki/Interaction_design)

digitalização ou numerização: criação de um modelo ou síntese através de dados processados por computador. Na imagem visual, é a transformação da imagem ótica em imagem numérica, que contém uma matriz de pixels coordenada por funções matemáticas computáveis.

dispositivos programáveis: objetos, ambientes ou sistemas, tangíveis ou não-tangíveis, em que se usa a tecnologia eletrônica e digital para programar ações, comportamentos ou efeitos.

DIY: abreviação de *do-it-yourself* (tradução: faça-você-mesmo). Processo de elaboração de artefatos e soluções práticas pelos próprios usuários, havendo uma migração da lógica industrial para a artesanal.

efeito tecnestésico ou experiência tecnestésica: experiência da manipulação das técnicas que transforma a percepção humana. (COUCHOT, 2003)

Ensino de Arte ou ensino de arte: inserção da disciplina Arte (Artes Visuais, Artes Cênicas, Dança, Música, Audiovisual e seus hibridismos) no ensino/aprendizado com objetivo de construir conhecimento na área de Arte.

entrada ou *input*: captação de energia pelo sistema, através de sensores.

ferramentas ou instrumentos: artefatos empregados em um ofício. Auxiliam no processo de criação mas instrumentalizam a produção ou direcionam a composição e uso/fruição do produto final.

gadgets: dispositivos utilitários. Esse termo vem sendo relacionado aos dispositivos digitais que usamos para informação e comunicação e que se expandem rapidamente pelo mercado de consumo, povoando nossas vidas. Ex: *smartphones, tablets, GPS*, etc.

híbridos: mistos. Combinação de meios tangíveis e não-tangíveis através da tecnologia digital.

hobbyistas: pessoas que se dedicam a um hobby, atividade amadora desenvolvida por interesses pessoais. Tradução: passatempo.

input ver entrada ou *input*

instrumentos ver ferramentas

interação: é a relação dialógica entre dois ou mais interagentes. No caso da interação em meios digitais, o sistema pode ter diferentes níveis de abertura, permitindo a cooperação entre os dois polos ou a escolha entre ações pré-determinadas.

interatividade: interação mediada por sistemas digitais onde o estímulo humano é processado e transformado, resultando em uma resposta não previsível.

iterator: é a pessoa que manipula ou interfere em uma obra de arte (como parte de um sistema), tendo uma resposta específica da obra, processada de acordo com o seu comportamento e pelos parâmetros definidos pelo sistema.

interface: de maneira geral, é o que está entre, permitindo a comunicação ou tradução entre dois meios heterogêneos. Na informática, “a palavra interface designa um dispositivo que garante a comunicação entre dois sistemas informáticos distintos ou um sistema informático e uma rede de comunicação. Nesta acepção do termo, a interface efetua essencialmente operações de transcodificação e de administração dos fluxos de informação.” (Levy, 1993, p. 178). Uma interface

entre homem e máquina, como um teclado ou um sistema operacional, permite a comunicação entre um sistema informático e seus usuários humanos.

interfaces abertas ou interfaces abertas para a criação: meios que dão suporte a composição criativa. Podem ser tanto meios físicos quanto meios digitais ou híbridos, quando a sua principal tarefa é a de facilitar a produção autônoma e criativa, ao invés de criar um projeto que pré-define o objeto a ser construído.

iteração: é a repetição de um processo. No design, é um método contínuo de experimentação para se aproximar do resultado desejado, onde o resultado de uma etapa é usado como ponto de partida para a próxima etapa.

imersão: possibilidade perceptiva da imagem virtual. Sensação de transporte para outro ambiente ou estado corporal ou mental, relacionado à realidade virtual.

Lego: blocos de montar com sistema de encaixe, feitos de plástico colorido. Usados como brinquedo ou material didático por crianças de várias gerações desde a década de 1940.

meio, mídia ou *medium*: mídia é um termo derivado do latim *medium* (meio) e *media* (meios). Na área de Arte é o suporte para criação. Na área de Comunicação são os canais ou ferramentas usadas para armazenamento e transmissão de informação ou dados.

mídia digital é qualquer meio onde os dados são guardados/processados/transmitidos na forma digital.

microcontroladores: pequenos computadores construídos em um circuito integrado, contendo processador, memória e periféricos de entrada/saída. Um microcontrolador pode comandar uma série de dispositivos de *input* e *output* e enviar informações para outros dispositivos digitais.

não-tangível não palpável, imaterial. criações com quais se tem acesso exclusivamente através do computador. comumente chamado de "virtual"

nativos digitais: pessoas nascidas após a disseminação da informática em contextos cotidianos, obtendo fluência em mídias digitais desde a infância.

numerização: ver digitalização

objetos de aprendizagem (*objects-to-think-with*) artefato produzido pelo aprendiz que fomenta a aprendizagem de alguma coisa, podendo se tornar um elemento de reflexão sobre a própria aprendizagem.

output: ver saída ou *output*

rede: organização em uma estrutura de nós interligados. Sistemas de computadores ou dispositivos telemáticos interligados, possibilitando a comunicação entre eles.

redes sociotécnicas: redes compostas por pessoas e dispositivos, caracterizadas pela crescente velocidade e acessibilidade à informação.

saída ou *output*: emissão de energia pelo sistema, através de atuadores.

sensores: transdutores de entrada (*input*). Transformam calor, luz, pressão, movimento e som em energia elétrica.

tangível: físico, material, palpável.

técnica: ferramenta ou método que permite produzir algo.

tecnologia: conjunto de conceitos e saberes que envolvem uma possibilidade de produção. É uma “reflexão sobre a técnica como instrumento e como saber fazer”(DUBOIS, 2004, p. 32). “Uma tecnologia não é mais uma técnica, na medida em que não é mais empírica, mas solidária da ciência, de suas teorias, de suas formalizações matemáticas” (COUCHOT, 2003 p. 93).

Tecnologias Contemporâneas: qualquer tecnologia utilizada atualmente é contemporânea. Entretanto, nesta dissertação utiliza-se o termo Tecnologias Contemporâneas para referir-se às tecnologias desenvolvidas ao longo do último século até hoje, ligadas à informática, às redes sociotécnicas e aos dispositivos digitais.

tecnologias digitais: tecnologias oriundas da invenção dos processos de processamento digital da informação. Uma grande variedade de dispositivos faz parte dessa categoria, do computador pessoal aos microcontroladores presentes em máquinas e eletrônicos.

REFERÊNCIAS

ACKERMAN, Edith. *Piaget's Constructivism, Papert's Constructionism: What's the difference?* 2001. Disponível em:

http://learning.media.mit.edu/content/publications/EA.Piaget%20_%20Papert.pdf acesso em 23/05/2012.

ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini; VALENTE, José Armando. *Tecnologias e currículo: trajetórias convergentes ou divergentes?* São Paulo: Paulus, 2011.

BALTAZAR DOS SANTOS, A.P. Por uma arquitetura virtual. *Revista A&U – Arquitetura e Urbanismo*. São Paulo, ano 20, n. 131, pp 57–60, fev 2005.

BALTAZAR, Ana Paula; KAPP, Silke. Por uma Arquitetura não Planejada: o arquiteto como *designer* de interfaces e o usuário como produtor de espaços. *Impulso*. Piracicaba, 17(44): 93-103, 2006.

BARBOSA, Ana Mae. *Tópicos utópicos*. Belo Horizonte: C/Arte, 1998.

BLIKSTEIN, Paulo. *The Trojan horse as a Trojan horse: Impacting the Ecology of the Learning Atmosphere*. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, 2002.

BLIKSTEIN, P.; SIPITAKIAT, S. *QWERTY and The Art of Designing Microcontrollers for Children*. In: Proceedings of the Ninth International Conference for Interaction Design and Children (IDC). Ann Arbor, 2011. Disponível em http://www.blikstein.com/paulo/documents/papers/Blikstein_Sipitakiat-QWERTY-IDC2011.pdf acesso em 23/05/2012.

CAVALLO, D., SIPITAKIAT, A., et al. *RoBallet: Exploring Learning through Expression in the Arts through Constructing in a Technologically Immersive Environment*. In: *Proceedings from International Conference of the Learning Sciences*. California, USA, June, pp 105-112, 2004. Disponível em: http://learning.media.mit.edu/publications/RoBallet_icsl2004-cavallo.pdf acesso em 23/05/2012.

CONGRESSO LATINOAMERICANO E CARIBENHO DE ARTE/EDUCAÇÃO. Anais. Belo Horizonte, 2009.

CONFAEB - CONGRESSO NACIONAL DA FEDERAÇÃO DOS ARTE/EDUCADORES DO BRASIL. Anais. Goiânia, 2010. Disponível em: <http://portais.ufg.br/projetos/confaeb20anos/sistema/INTERFACE/download.php?arquivo=arquivos/AnaisConfaeb2010-b.pdf> acesso em 23/05/2012.

COUCHOT, Edmond. Da representação à simulação: evolução das técnicas e das artes da figuração. In: PARENTE, André (org). *Imagem-máquina: a era das tecnologias do virtual*. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.

COUCHOT, Edmond. *A tecnologia na arte: da fotografia à realidade virtual*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003.

DEOUD, Fernando. *Arte: ambiência estética, imaginativa e metafórica*. Dissertação (Mestrado em Artes) – Escola de Belas Artes, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

DUBOIS, Philippe. *Máquina de Imagens: uma questão de linha geral*. In: *Cinema, Video, Godard*. São Paulo: Cosac Naify, 2004.

GIANNETTI, Cláudia. *Estética Digital: sintopia da arte, a ciência e a tecnologia*. Trad. Maria Angélica Melendi. Belo Horizonte: C/Arte, 2006.

GIRÁLDEZ, Andrea. *Enseñar artes en un mundo digital: diez propuestas para la formación del profesorado*. In: *Revista Pós: Congresso Latinoamericano e Caribenho de Arte / Educação*. 2009. (no prelo)

_____ *Aproximaciones o enfoques de la educación artística*. In: JIMÉNEZ, Lucina; AGUIRRE, Imanol & PIMENTEL, Lucia G. (coords). *Educación artística, cultura y ciudadanía*. Madrid: Fundación Santillana/OEI. 2009.

EFLAND, Arthur D. *Imagination in Cognition*. In: *Art and Cognition: Integrating the visual arts in the curriculum*. New York: Teachers College and National Art Education Association, 2002, pp 133-155.

EÇA, Teresa Torres. *A educação artística e as prioridades educativas do início do século XXI*. In: *Revista Iberoamericana de Educación*. No 52(2010), pp 127-146. Disponível em: <http://www.rieoei.org/rie52a07.pdf> acesso em 23/05/2012

FLUSSER, Vilém. *Filosofia da Caixa Preta: ensaios para uma futura filosofia da fotografia*. São Paulo: Hucitec, 1985.

_____ *O universo das imagens técnicas: Elogio da superficialidade*. Coleção comunicações. Série Biblioteca flusseriana. São Paulo: Annablume, 2010.

KAFAI, Yasmin (ed). RESNIK, Mitchel (ed). *Constructionism in Practice: Designing, Thinking, and Learning in a Digital World*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 1996.

KRAUSS, Rosalynd. *Two Moments from the Post-Medium Condition*. *October*. Spring 2006, No. 116, Cambridge: MIT Press, 2006. P. 55-62.

LOYOLA, Geraldo Freire. *Me adiciona.com: Ensino de Arte+Tecnologias contemporâneas na escola pública*. Dissertação (Mestrado em Artes) – Escola de Belas Artes, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

MACHADO, Arlindo. *Arte e mídia*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2007.

MACHADO, Arlindo. *Máquina e imaginário: O desafio das poéticas tecnológicas*. São Paulo: EDUSP, 1993.

MARGINALIA PROJECT. *Sobre Es;Pro*. In: *Revista Marginalia+Lab*. Belo Horizonte, 2009. Disponível em <http://www.marginaliaproject.com/lab/magazine/009/> acesso em 23/05/2012.

MASSEY, Doreen. *Is the world really shrinking?* Open University Radio Lecture. Liverpool, 2006. Disponível em: <http://www.open.edu/openlearn/society/politics-policy-people/geography/ou-radio-lecture-2006-the-world-really-shrinking> acesso em 23/05/2012.

O'SULLIVAN, Dan; IGOE, Tom. *Physical Computing: Sensing and controlling the physical world with computers*. 2004.

ORGANIZACAO DOS ESTADOS IBEROAMERICANOS (OEI). *Metas Educativas 2021: la educación que queremos para la generación de los Bicentenarios*. Madrid: OEI, 2008.

OEI (2010a). *Metas Educativas 2021: la educación que queremos para la generación de los Bicentenarios: documento final*. Madrid: OEI.

OEI (2010b). *Metas Educativas 2021: la educación que queremos para la generación de los Bicentenarios: document final: síntesis*. Madrid: OEI.

PAPERT, Seymour; HAREL, Idit. Situating Constructionism. In: *Constructionism*. Ablex Publishing Corporation, 1991. Disponível em: <http://www.papert.org/articles/SituatingConstructionism.html>

PAPERT, Seymour. *Mindstorms: Children, Computers and Powerful ideas*. New York: Basic Books, 1980.

PAPERT, Seymour. *A Máquina das Crianças: Repensando a escola na era da informática*. Tradução Sandra Costa. Porto Alegre: Artmed, 2008.

PEREIRA, Patrícia de Paula. *O estudo de jogos eletrônicos como material didático para o ensino de artes visuais via web*. Dissertação (Mestrado em Artes) – Escola de Belas Artes, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

PIMENTEL, Lucia. Tecnologias contemporâneas e o ensino da arte. In: BARBOSA, Ana Mae (org.). *Inquietações e mudanças no ensino da arte*. São Paulo: Cortez, 2002.

RESNICK, Mitchel. et al. *Design principles for tools to support creative thinking*. National Science Foundation Workshop Report on Creative Support Tools. Washington: NSF, 2005. Disponível em: <http://www.cs.umd.edu/hcil/CST/report.html> acesso em 23/05/2012.

RESNIK, Mitchel et al. *Beyond Black Boxes: Bringing Transparency and Aesthetics Back to Scientific Investigation*. Journal of the Learning Sciences, vol. 9, no. 1, pp 7-30. 2000. Disponível em: <http://llk.media.mit.edu/papers/bbb> acesso em 23/05/2012.

RESNICK, M., MARTIN, F., SARGENT, R. AND SILVERMAN, B. *Programmable Bricks: Toys to Think With*. *IBM Systems Journal*, vol. 35, no. 3-4, pp 443-452. 1996. Disponível em <http://www.research.ibm.com/journal/sj/353/sectionc/martin.html> acesso em 23/05/2012

ROCHA, Sara Moreno. *Processos, procedimentos, percursos: o aluno-artista*. In: Congreso de Formación Artística y Cultural para la Región de América Latina y el Caribe, Medellín, 2007.

VIDEOBRASIL ON-LINE. Disponível em

http://www2.sescsp.org.br/sesc/videobrasil/vbonline/bd/index.asp?cd_entidade=95082&cd_idioma=18531 acesso em 23/05/2012

<http://arduinothedocumentary.org/> acesso em 23/05/2012.

<http://mindstorms.lego.com> acesso em 23/05/2012.

<http://puredata.info/> acesso em 23/05/2012.

<http://scratch.mit.edu/> acesso em 23/05/2012.

<http://www.alice.org/> acesso em 23/05/2012.

<http://www.appinventor.mit.edu/> acesso em 23/05/2012

<http://www.arduino.cc/> acesso em 23/05/2012.

<http://www.gogoboard.org> acesso em 23/05/2012.

<http://www.picocricket.com/> acesso em 23/05/2012.

ANEXO - LEVANTAMENTO DE RECURSOS QUE USAM A PROGRAMAÇÃO DE COMPUTADORES PARA CRIAÇÃO EM MÍDIAS DIGITAIS, PODENDO SER ADEQUADOS PARA O ENSINO DE ARTE.

AMBIENTES DE PROGRAMAÇÃO QUE POSSUEM INTERFACES GRÁFICAS

Alice (Carnegie Mellon University) <http://www.alice.org/>

App Inventor <http://www.appinventor.mit.edu/>

Modkit <http://www.modk.it/>

PureData <http://puredata.info/>

Scratch (Lifelong Kindergarten - MIT Media Lab) <http://scratch.mit.edu/>

MATERIAIS PARA CONSTRUÇÃO DE DISPOSITIVOS PROGRAMÁVEIS

Arduino <http://www.arduino.cc/>

Cricketts <http://www.picocricket.com/>

Gogoboard <http://www.gogoboard.org/> (Learning Fabrication Lab - Stanford University)

Lego Mindstorms <http://mindstorms.Lego.com>

Lego WeDo <http://education.lego.com/en-us/preschool-and-school/upper-primary/7plus-education-wedo/>

Modelix <http://www.leomar.com.br/modelix/>

OUTRAS ALTERNATIVAS: MATERIAIS NÃO-PROGRAMÁVEIS PARA CONSTRUÇÃO DE DISPOSITIVOS DIGITAIS

Drawdio <http://web.media.mit.edu/~silver/drawdiod/> (Lifelong Kindergarten - MIT Media Lab)

Littlebits <http://littlebits.cc/> (High-Low Tech Group – MIT media lab)

MaKey Makey <http://makeymakey.com/> (Lifelong Kindergarten - MIT Media Lab)

Modkit <http://www.modk.it/>

Modular Robotics Cubelets <http://www.modrobotics.com/> (Carnegie Mellon University)

Siftables <http://web.media.mit.edu/~dmerrill/siftables.html> (Lifelong Kindergarten - MIT Media Lab)

Snap circuits <http://www.snap-circuits.com/phpstore/index.php>

Squishy circuits <http://courseweb.stthomas.edu/apthomas/SquishyCircuits/>