



Mario Ricardo da Silva Lima

**Experimentação de tecnologias 3D por alunos do
último ano da Educação Infantil na cidade do Rio
de Janeiro**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Design da PUC-Rio como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Design.

Orientador: Prof. Jorge Roberto Lopes dos Santos
Coorientadora: Profa. Jackeline Lima Farbiarz

Rio de Janeiro
Março de 2017



Mario Ricardo da Silva Lima

**Experimentação de tecnologias 3D por alunos do
último ano da Educação Infantil na cidade do Rio
de Janeiro**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design da PUC-Rio como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Design. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Jorge Roberto Lopes dos Santos

Orientador

Departamento de Artes & Design - PUC-Rio

Profa. Jackeline Lima Farbiarz

Co-orientador

Departamento de Artes & Design - PUC-Rio

Prof. Claudio Freitas de Magalhães

Departamento de Artes & Design - PUC-Rio

Profa. Carla Martins Cipolla

Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ

Profa. Monah Winograd

Coordenadora Setorial do Centro de
Teologia e Ciências Humanas - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 31 de Março de 2017

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, da autora e do orientador.

Mario Ricardo da Silva Lima

Graduou-se em Desenho Industrial – Habilitação em Projeto de Produto pela Universidade Federal do Rio de Janeiro em 2009 e em Desenho Industrial – Habilitação em Programação Visual pela Faculdade da Cidade em 2011. Atua profissionalmente nessas áreas do Design há 10 anos. Atualmente é membro do grupo de pesquisas interdisciplinar Design e Formações de leitores em contextos culturais e pedagógicos da PUC-Rio.

Ficha Catalográfica

Lima, Mario Ricardo da Silva

Experimentação de tecnologias 3D por alunos do último ano da educação infantil na cidade do Rio de Janeiro / Mario Ricardo da Silva Lima ; orientador: Jorge Roberto Lopes dos Santos ; co-orientador: Jackeline Lima Farbiarz. – 2017.

190 f. : il. color. ; 30 cm

Dissertação (mestrado)—Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Artes & Design, 2017.
Inclui bibliografia

1. Artes & Design – Teses. 2. Design e tecnologia. 3. Mediação. 4. Educação infantil. 5. Tecnologias 3D. 6. Experimentação 3D. I. Santos, Jorge Roberto Lopes dos. II. Farbiarz, Jackeline Lima. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Artes e Design. IV. Título.

CDD: 700

Para Césio e Tatiane Lima,
exemplos de força, garra e serenidade.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente aos meus orientadores, Prof. Jorge Lopes e Prof.^a Jackeline Farbiarz, por todos os ensinamentos e apoio dado durante o percurso desta pesquisa.

Agradeço aos amigos João Victor Azevedo, Luiza Beck Arigoni e Leonardo Martins pelo companheirismo e paciência durante esses anos na pós-graduação.

Agradeço à minha família, sempre confiante e prestativa em todos os momentos.

Agradeço aos companheiros Fabio Rapello, Camille Moraes, Larissa Averbug, Vinicius Mitchell, Elisa Silveira, Yana Gonzaga e aos demais “Empacotamigos” por todo o suporte e pelos momentos felizes ao longo desses anos.

Agradeço à Luiza Kramer, Tatiana Giglio e Roberto Takao pelo auxílio na etapa de ingresso ao programa de pós-graduação da PUC-Rio.

Agradeço aos professores e profissionais do departamento de Artes & Design da PUC-Rio pela permanente serenidade e prestatividade para comigo.

Agradeço aos amigos dos laboratórios LINC-Design e NEXT, pelo companheirismo e inúmeros momentos de auxílio.

Agradeço à Bárbara Necyk e Daniela Marçal, por suas pesquisas inspiradoras e competentes.

Agradeço às professoras Zena Eisenberg e Cristina Carvalho, do departamento de Educação da PUC-Rio, bem como aos seus alunos, pelo acolhimento e ensinamentos aprendidos nas disciplinas oferecidas; e à Maria Emília e Thamiris Lopes pelas dicas preciosíssimas sobre o meio educacional.

Agradeço aos profissionais do MIAN e da Curiosa Idade, todos importantíssimos para a realização desta pesquisa.

Agradeço às crianças participantes e a seus responsáveis, por acreditarem na pesquisa e aceitarem participar dela.

Agradeço à Taissa Scvirer e à Flávia Bárcia, pela nobreza e dedicação fundamentais na realização do experimento desta pesquisa.

Agradeço aos professores Carla Cipolla, Luiza Novaes e Claudio Magalhães, pela presença e pelas contribuições na banca avaliadora desta pesquisa.

Agradeço à PUC-Rio e à CAPES, pelo suporte e infraestrutura fornecidos para a execução desta pesquisa de maneira qualificada.

Agradeço à Ângelo Tenan, pelo companheirismo e pela longa conversa que originou o desejo de realizar esta pesquisa.

Resumo

Lima, Mario Ricardo da Silva; Santos, Jorge Roberto Lopes dos. **Experimentação de tecnologias 3D por alunos do último ano da Educação Infantil na cidade do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2017. 190 p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Artes & Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

As tecnologias 3D estão se consolidando em espaços profissionais e, entre suas possibilidades de uso, está seu emprego no contexto educacional. As pesquisas para desenvolvimento de tecnologias partem de um referencial ainda distante da realidade educacional e com predominância de visões advindas do público adulto. Nesse sentido, há espaço para o entendimento de como as crianças experimentam tais tecnologias – impressão 3D (manufatura aditiva), modelagem 3D e escaneamento 3D – no ambiente escolar da Educação Infantil. A presente pesquisa busca investigar qual a contribuição da experimentação das tecnologias 3D para a Educação Infantil, objetivando abrir possibilidades para o entendimento das formas de experimentação pelos alunos. A partir da leitura de documentos governamentais e de teóricos da educação e do desenvolvimento infantil, além do levantamento de outras experiências semelhantes, foi estruturado um experimento composto por três encontros, baseados no método de pesquisa-ação. O primeiro encontro ocorreu no espaço não formal do museu – para apresentação das tecnologias – e os outros dois no ambiente de sala de aula – para a experimentação e reflexão sobre as tecnologias. Para o experimento, foram selecionadas três turmas do último ano da Educação Infantil da escola Curiosa Idade, além do Museu Internacional de Arte Naïf. Para a análise dos dados obtidos, foi utilizada a abordagem da Sociolinguística Interacional. Foi constatado que os alunos do último ano da Educação Infantil são capazes de compreender todo o processo, do escaneamento 3D de objetos, passando pela customização via modelagem 3D e chegando ao objeto modificado impresso em 3D. Além disso, verificou-se que a ludicidade e a criatividade são potencializadas pelo uso das tecnologias 3D.

Palavras-chave

Design e tecnologia; mediação; Educação Infantil; tecnologias 3D; experimentação 3D.

Abstract

Lima, Mario Ricardo da Silva; Santos, Jorge Roberto Lopes dos.(advisor)
3D technologies experimentation by students in the kindergarten in the city of Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2017. 190 p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Artes & Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The 3D technologies are ever more present in professional spaces, and among their possibilities is their employment in the educational context. The research for technologies development starts from a referential still far from the educational reality and with visions coming predominately from the perspective of adults. In this sense, there is room for understanding how children experience such technologies - 3D printing (additive manufacturing), 3D modeling and 3D scanning - in the preschool environment of Educação Infantil (brazilian stage similar to the Early Childhood Education). The present research seeks to investigate the contribution of the 3D technologies experimentation to Educação Infantil, aiming to open possibilities for the understanding of the ways of experimentation by the students. Having reviewed governmental documents and education and child development theorists, besides surveying similar experiences, an experiment was structured consisting of three meetings, based on the action-research method. The first meeting took place in the museum's non-formal space - for the presentation of technologies - and the other two in the classroom environment - for experimentation and reflection on technologies. For the experiment, three groups attending the kindergarten at the Curiosa Idade school, as well as the International Museum of Naïf Art, were selected. For the analysis of the obtained data, the approach of Interactional Sociolinguistics was applied. It was found that the students of the kindergarten are able to understand the whole process, from the 3D scanning of objects, to the customization through 3D modeling and to the modified object 3D printed. In addition, it has been found that playfulness and creativity are enhanced by the mediated use of 3D technologies.

Keywords

Design and Technology; mediation; Early Childhood Education and kindergarten; 3D technologies; 3D experimentation.

Sumário

1. Introdução	17
2. A criança na Educação Infantil	24
2.1. A proposta governamental para a Educação Infantil no Brasil – DCNEI	24
2.1.1. O conceito de criança pelas DCNEI e outros documentos governamentais	25
2.1.2. As competências e habilidades almejadas para a criança da Educação Infantil segundo as DCNEI e outros documentos governamentais	26
2.2. Autores de referência e teorias de aprendizagem vinculadas	28
2.2.1. Zona de Desenvolvimento Potencial (ZDP)	30
2.2.2. “Conceitos espontâneos” e “conceitos científicos” no processo de aprendizagem	31
2.2.3. Teoria da atividade	33
2.3. Considerações	35
3. Experiências de uso de tecnologias 3D na Educação Infantil	36
3.1. O lugar das tecnologias nas DCNEI e em outros documentos	36
3.2. Experiências de uso preliminares	37
3.2.1. Projeto 3 dimensões: Arte, Tecnologia e Educação	38
3.2.2. Exposição <i>Terracotta Warriors (British Museum)</i>	39
3.3. Experiências de uso de tecnologias 3D no Brasil	39
3.4. Experiências de uso de tecnologias 3D no cenário internacional	40
3.4.1. Experiências de uso de tecnologias 3D na Inglaterra/Reino Unido	40
3.4.1.1. <i>The Mead Teaching School</i>	41
3.4.1.2. <i>Berkley First School</i>	42
3.4.2. Experiências de uso de tecnologias 3D nos Estados Unidos	43
3.4.2.1. <i>Boiling Springs Elementary School</i>	44
3.4.2.2. <i>Academy of Moore County</i>	45
3.4.2.3. <i>Lakeside Elementary School</i>	46
3.4.2.4. <i>PS 200 Benson School</i>	47

3.4.2.5. <i>Ridgewood Elementary School</i>	47
3.4.3. Outras experiências internacionais	48
3.5. Categorização das experiências de uso	49
3.6. Relação entre as experiências de uso e as competências e habilidades necessárias para a formação da criança na Educação Infantil	50
3.7. Considerações	52
4. O caminho da pesquisa	53
4.1. Paradigma da pesquisa	53
4.2. O <i>corpus</i> da pesquisa	54
4.2.1. Recorte da faixa etária escolhida para os testes de uso	55
4.3. Os cenários da pesquisa	59
4.3.1. Museu Internacional de Arte Naïf do Brasil (MIAN)	61
4.3.2. Curiosa Idade Educação Infantil	61
4.4. As tecnologias 3D em análise	62
4.4.1. Escaneamento 3D	62
4.4.2. Modelagem tridimensional	65
4.4.3. Impressão 3D (manufatura aditiva)	67
4.5. Pesquisa qualitativa: métodos e técnicas	70
4.5.1. Observação assistemática	71
4.5.2. Observação participante	72
4.5.3. Entrevista semiestruturada	72
4.6. A abordagem de análise: sociolinguística interacional	73
4.6.1. Esquemas de conhecimento	73
4.6.2. Contextos situacionais	74
4.6.3. Enquadre (<i>frame</i>)	74
4.6.4. Registros	75
4.6.5. Alinhamento (<i>footing</i>)	75
4.7. Considerações	76
5. A pesquisa de campo	77
5.1. Teste preliminar com uma criança	77
5.2. Pesquisa exploratória – MIAN	80

5.3. Teste preliminar no museu	81
5.4. Pesquisa exploratória – Curiosa Idade	82
5.5. Teste de uso – Turma 1	82
5.5.1. Primeiro encontro – Museu	83
5.5.2. Segundo encontro – Escola	84
5.5.3. Terceiro encontro – Escola	86
5.5.4. Entrevista com a professora	88
5.5.5. Considerações sobre o primeiro teste de uso	88
5.6. Teste de uso – Turma 2	89
5.6.1. Primeiro encontro – Museu	89
5.6.2. Segundo encontro – Escola	91
5.6.3. Terceiro encontro – Escola	93
5.6.4. Entrevista com a professora	95
5.7. Teste de uso – Turma 3	95
5.7.1. Primeiro encontro – Museu	95
5.7.2. Segundo encontro – Escola	97
5.7.3. Terceiro encontro – Escola	100
5.7.4. Entrevista com a professora	102
5.8. Considerações	102
6. Análise do experimento	104
6.1. Ferramental metodológico de análise – tabela de decupagem	104
6.1.1. Situação	105
6.1.2. Contexto situacional – fisiologia e enquadre	105
6.1.3. Registro – discurso, alinhamento e obs.	105
6.1.3.1. Discurso – verbal e não verbal	105
6.1.3.2. Alinhamento	106
6.2. Síntese da decupagem	107
6.2.1. Primeiro encontro	107
6.2.2. Segundo encontro	108
6.2.3. Terceiro encontro	109
6.2.4. Considerações sobre a síntese	110
6.3. Análise de contextos específicos	110
6.3.1. A partir do pressuposto	111

6.3.2. A partir da hipótese	125
6.3.2.1. Sobre novos meios de criação, significação e ressignificação	125
6.3.2.2. Sobre liberdade de expressão	131
6.3.2.3. Sobre desenvolvimento do imaginário e lúdico	136
6.4. Considerações	145
7. Conclusão	146
7.1. Considerações a partir da análise dos dados	146
7.2. Contribuições da pesquisa	149
7.2.1. Contribuições no âmbito da Educação Infantil	149
7.2.2. Contribuições no âmbito das tecnologias 3D	153
7.3. Desenvolvimento da pesquisa	155
7.4. Perspectivas futuras	156
8. Referências bibliográficas	159
Apêndices	164

Lista de figuras e tabelas

Tabela 2.1 - Organização da educação no Brasil	25
Figura 2.1 - Esquema demonstrativo de assimilação e acomodação do conhecimento	29
Figura 2.2 - Gráfico elaborado a partir da noção de Zona de Desenvolvimento Potencial	31
Tabela 2.2 - Características de conceitos espontâneos e conceitos científicos	31
Figura 2.3 - “Flor” e “rosa” como conceitos espontâneos (1) e como conceitos científicos, sendo uma a generalização da outra (2)	32
Figura 2.4 - Representação das <i>operações</i> e <i>ação</i> envolvidas na <i>atividade</i> de chegar ao final da piscina	34
Figura 3.1 - Apresentação do processo de escaneamento 3D por um pesquisador do NEXT na casa-museu Eva Klabin	38
Figura 3.2: Processo de criação dos modelos em argila pelas crianças no <i>British Museum</i>	39
Figura 3.3 - A “Tartaruga Champ” sendo controlada e assistida por alunos da Educação Infantil	40
Tabela 3.1 - Organização do sistema educacional no Reino Unido	40
Figura 3.4 - Processo de impressão e detalhe de um cortador de biscoito produzido	41
Figura 3.5 - Três exemplos de formas criadas e impressas para o projeto “luz e sombra”	42
Figura 3.6 - Alunos acompanhando o processo de impressão, analisando peças impressas e escolhendo projetos a serem impressos no <i>site Thingiverse.com</i>	43
Tabela 3.2 - Organização da educação nos Estados Unidos	44
Figura 3.7 - Alunas mostrando suas criações e detalhe de uma delas	45
Figura 3.8 - Exemplo de objeto impresso utilizado de maneira complementar a outros recursos materiais	45
Figura 3.9 - Alunos analisando formas impressas	46
Figura 3.10 - Exemplo de interação entre o virtual e o material por meio do <i>scanner</i> e da impressora 3D	47
Figura 3.11 - Aluno com uma caneca customizada e impressa em sala de aula	48
Tabela 3.3 - Categorização das experiências encontradas até o momento	50

Tabela 3.4 - Relação entre eixos norteadores das DCNEI e possíveis formas de atuação das tecnologias	52
Tabela 4.1 - Estágios de desenvolvimento cognitivo, segundo Piaget	56
Tabela 4.2 - Subestágios da fase pré-operatória, segundo Piaget	56
Tabela 4.3 - Atividades dominantes em cada etapa do desenvolvimento da criança	58
Figura 4.1 - Exemplo de nuvem de pontos (à esquerda) e malha	63
Figura 4.2 - O <i>Kinect</i> e seus componentes de escaneamento	63
Figura 4.3 - Triangulação entre o projetor IV, os pontos gerados e o receptor IV	64
Figura 4.4 - O <i>Kinect</i> posicionado acima da plataforma giratória para escaneamento de modelo em massa de modelar	65
Figura 4.5 - Interface dos <i>softwares</i> Skanect, MeshLab e Geomagic Studio	66
Figura 4.6 - Exemplos de carretéis de filamento PLA, com 1,75 mm de diâmetro	67
Figura 4.7 - Esquema do processo FDM	68
Figura 4.8 - Exemplos de peças com o suporte e após sua remoção	68
Figura 4.9 - Printbot com a fita emborrachada aplicada	69
Figura 4.10 - Interface do RepetierHost	69
Figura 4.11 - Esquema mostrando as etapas da organização de uma pesquisa-ação e seus ciclos	71
Figura 5.1 - Primeiras etapas do teste preliminar	78
Figura 5.2 - Modelo em massa de modelar, modelo impresso modificado e momento da entrega	79
Tabela 5.1 - Proposta inicial dos encontros	79
Figura 5.3 - Imagens da área onde estavam as esculturas de sucata	80
Figura 5.4: Modelagem em massinha e escaneamento dos modelos no museu	81
Figura 5.5 - Modelo 3D do coqueiro e o modelo impresso	81
Figura 5.6 - Alunos em roda na sala sensorial e as esculturas feitas em massa de modelar por eles	83
Figura 5.10 - Alunos em torno da mesa observando os 2 modelos – o primeiro impresso e o customizado	86
Figura 5.11 - Alunos recebendo os modelos customizados	87

Figura 5.12 - Modelo com falha de impressão	87
Figura 5.13 - Exemplos da atividade	88
Figura 5.14 - Esculturas em massa de modelar da Turma 2	90
Figura 5.15 - Modelo impresso do BB-8 sendo manuseado por uma aluna	91
Figura 5.16 - Alunos interagindo com as esculturas e os modelos impressos	92
Figura 5.17 - Impresso antigo e novo.	93
Figura 5.18 - Alunos indo em outras mesas mostrar e ver outros modelos	94
Figura 5.19 - Alunos manipulando seus modelos	94
Figura 5.20 - Esculturas em massa de modelar da Turma 3	96
Figura 5.21 - Alunos acompanhando de perto o início da impressão	96
Figura 5.22 - Alunos manipulando o modelo do BB-8	97
Figura 5.23 - Alunos em grupos, manipulando e comprando os modelos	98
Figura 5.24 - Parte da turma observando o novo modelo impresso	99
Figura 5.25 - “Estava muito pequeno” disse uma das alunas, demonstrando corporalmente como estava o modelo anteriormente	100
Figura 5.26 - Alunos simulando o funcionamento da impressora 3D com os braços	101
Figura 5.27 - Aluno usando o modelo como parte de uma dança	102
Figura 6.1 - Cabeçalho e início da tabela de decupagem elaborada	104
Tabela 6.1 - Frequência dos alinhamentos do 1º encontro das Turmas 2 e 3	108
Tabela 6.2 - Frequência dos alinhamentos do 2º encontro das Turmas 2 e 3	109
Tabela 6.3 - Frequência dos alinhamentos do 3º encontro das Turmas 2 e 3	110
Figura 6.2 - Sequência na qual Larissa explica o processo para a professora, verbal e corporalmente	113
Figura 6.3 - Modelo 3D com uma parte selecionada (em vermelho)	119
Figura 6.4 - Larissa se expressa corporalmente sobre modificações feitas no modelo	119
Figura 6.5 - Alunas comparando o resultado do processo de escaneamento e impressão	124
Figura 6.6 - O objeto impresso físico é comparado ao modelo 3D virtual	127

Figura 6.7: Alunos manipulando os modelos impressos em 3D e as esculturas em massa de modelar	128
Figura 6.8: Tatiane usa o modelo 3D na tela como referência para “copiá-lo” em massa de modelar	129
Figura 6.9 - Fábio representa a sinuosidade do modelo dos Arcos da Lapa corporalmente	132
Figura 6.10 - Raul usa o próprio corpo para expressar seu ponto de vista em relação ao modelo 3D	134
Figura 6.11 - Modelo em 3D e sua parte interna (em amarelo)	137
Figura 6.12 - Karina se imagina na mesma proporção do impresso 3D	139
Figura 6.13: Fábio usando seu modelo impresso ludicamente	141
Figura 6.14 - Ângelo mistura massa de modelar e modelo impresso em sua brincadeira	142
Figura 6.15 - Mistura de massa de modelar e modelos impressos em outra brincadeira	143
Figura 6.16 - Catedral sendo usada como uma espécie de jato	144
Tabela 7.1 - Relação entre eixos norteadores das DCNEI e possíveis formas de atuação das tecnologias	152
Figura 7.1 - Aluna comparando as alturas do primeiro modelo impresso e do modelo modificado com os dedos	152
Figura 7.2 - Alunas tentando identificar cheiro na peça impressa do 1º encontro	154

*In the past, it was a matter of formalizing a world
taken for granted, but now it is a matter of realizing
the forms designed to produce alternative worlds.*

Vilém Flusser, *The Shape of Things*

Introdução

Esta pesquisa tem como tema a experimentação de tecnologias digitais tridimensionais, ou tecnologias 3D – que, no recorte deste trabalho, são a impressão 3D (manufatura aditiva), a modelagem 3D e o escaneamento 3D – por crianças cursando o último ano da Educação Infantil na cidade do Rio de Janeiro.

As tecnologias 3D estão se consolidando nos espaços profissionais. Segundo o *Wohlers Report 2016*¹, o mercado de manufatura aditiva cresceu cerca de 2 bilhões de dólares nos últimos dois anos, alcançando valor total de mercado de mais de 5 bilhões de dólares². Em uma relação de ajuda mútua, as tecnologias digitais tridimensionais e o Movimento Maker³ se popularizam, criando novos modelos de negócios, produtos e serviços, além de diminuir custos em cadeias de produção e baratearem o acesso a essas tecnologias, democratizando esses novos meios de produção.

Entretanto, seu emprego no contexto educacional ainda é tímido, especialmente nos espaços de educação formal no Brasil. A maioria das iniciativas consiste em roteiros pré-estabelecidos, nos quais a criança possui pouca interação e tampouco as experimenta de maneira ampla. Segundo o dicionário Michaelis, “experimentar” significa: “Submeter a experiência, pôr à prova, ensaiar; pôr em prática, executar; adestrar-se, exercitar-se; sentir, sofrer, suportar; alcançar, conseguir, gozar; tentar. Ser vítima de”.

Para o psicólogo Lev Vygotsky (2009), a experiência é fator determinante para a imaginação e criatividade do indivíduo:

[...] a atividade criadora da imaginação depende diretamente da riqueza e da diversidade da experiência anterior da pessoa, porque essa experiência constitui o material com que se criam as construções da fantasia. Quanto mais rica a experiência da pessoa, mais material está disponível para a imaginação dela (p. 22).

A partir dessa afirmação, Vygotsky conclui sobre a importância da experimentação no desenvolvimento infantil:

A conclusão pedagógica a que se pode chegar [...] consiste na afirmação da necessidade de ampliar a experiência da criança, caso se queira criar bases suficientemente sólidas para sua atividade de criação. [...] quanto maior a quantidade de elementos da realidade de que ela dispõe em sua experiência [...], mais significativa e produtiva será a realidade de sua imaginação (2009, p. 23).

¹ Relatório anual da Wohlers Associates, especializado em manufatura aditiva. Disponível em: <<http://wohlersassociates.com/2016report.htm>>. Acesso em fev. 2017.

² <<http://www.3ders.org/articles/20160405-wohlers-report-2016-reveals-1-billion-growth-in-3d-printing-industry.html>>

³ Em inglês, ele é comumente chamado de *Maker Movement* ou *Do-It-Yourself Movement* (Movimento FVM – faça você mesmo). Essas tendências se apoiam em três pilares comuns: programação, engenharia e design. O movimento se aproveitou do barateamento de ferramentas tecnológicas para criar ambientes criativos em que são idealizados, desenvolvidos e criados os mais diversos produtos.

Isso posto, o que se apresenta como questionamento na presente pesquisa é qual a contribuição da experimentação 3D por crianças no ambiente educacional. Tal questionamento deve ser compreendido sob a perspectiva de Donald Schön (2000), na qual os conceitos lógicos de “problema” e “solução” dão lugar à ideia de “situação” e “construção” (TABAK; FARBIARZ, 2012, p. 27).

A criança é caracterizada pelo ato de brincar e, é por meio dele, que ela se constrói como ser social e adquire seus conhecimentos. Principalmente durante a Educação Infantil, é por meio das brincadeiras que as práticas de ensino-aprendizagem ocorrem. De acordo com o Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil – RCNEI (1998, p. 28):

Pela oportunidade de vivenciar brincadeiras imaginativas e criadas por elas mesmas, as crianças podem acionar seus pensamentos para a resolução de problemas que lhe são importantes e significativos. Propiciando a brincadeira, portanto, cria-se um espaço no qual as crianças podem experimentar o mundo e internalizar uma compreensão particular sobre as pessoas, os sentimentos e os diversos conhecimentos.

O lúdico e o imaginário são elementos importantes nas brincadeiras. Porém, no cenário atual, tais elementos estão se perdendo cada vez mais cedo, em parte perante determinados jogos eletrônicos, brinquedos ditos tecnológicos e programas audiovisuais formulados para distrair e conformar as crianças, ao invés de instigá-las⁴. Como expõe Souza (1994, p. 20):

Ao observarmos as crianças no seu dia-a-dia, percebemos que elas brincam, sonham, inventam, produzem e estabelecem relações sociais que, muitas vezes, escapam à lógica do enquadramento cultural normatizado; contudo, mais cedo ou mais tarde, acabam aprendendo a categorizar essas dimensões de semiotização no âmbito do campo social padronizado, isto é, sucumbem a uma certa subjetividade de natureza essencialmente fabricada, modelada, recebida, consumida... [...] a questão fundamental é como evitar que as crianças se prendam às semióticas dominantes a ponto de perder, muito cedo, toda e qualquer verdadeira liberdade de expressão.

A partir do pressuposto de que as crianças compreendem os processos de uso das tecnologias 3D, tenho como hipótese que, através da experimentação 3D, as crianças desenvolvem novos meios de criação, significação e ressignificação, contribuindo para o exercício de sua liberdade de expressão e desenvolvimento do imaginário e do lúdico. A partir da experimentação, novos objetos e materiais serão apresentados para as crianças, contribuindo para seu desenvolvimento.

Sobre a importância dos materiais utilizados nesse segmento do ensino, o RCNEI (1998, p. 70) aponta que:

Os materiais constituem um instrumento importante para o desenvolvimento da tarefa educativa, uma vez que são um meio que auxilia a ação das crianças. Se de um lado,

⁴ Não se intenta, com esta afirmação, demonizar jogos eletrônicos ou brinquedos tecnológicos, pois é certo que há muita produção nestes gêneros que cumpre com eficiência o papel de instigar a criança, contudo, muito há também de produção e uso com função conformista, o que, pela atualidade e divulgação dos gêneros sem uma crítica clara a respeito da disparidade de opções com funções e objetivos diferenciados, contribui para o comprometimento do lúdico e do imaginário, essenciais para a formação da criança.

possuem qualidades físicas que permitem a construção de um conhecimento mais direto e baseado na experiência imediata, por outro lado, possuem qualidades outras que serão conhecidas apenas pela intervenção dos adultos ou de parceiros mais experientes. As crianças exploram os objetos, conhecem suas propriedades e funções e, além disso, transformam-nos nas suas brincadeiras, atribuindo-lhes novos significados.

Para justificar a formulação desta pesquisa, baseio-me nos trabalhos de Jean Piaget, Lev Vygotsky e Alexei Leontiev relacionados ao desenvolvimento infantil.

Os estudos de Jean Piaget contribuem com esta pesquisa ao apontar a importância da experimentação para que a criança construa seu conhecimento através das experiências que a permite verificar, submeter suas hipóteses, testar e, por fim, construir seus próprios conceitos. Para ele, o conhecimento é construído pela ação do sujeito com o objeto, e não apenas pelas informações ao objeto:

[...] o conhecimento resulta de interações entre sujeito e objeto que são mais ricas do que aquilo que os objetos podem fornecer por eles. [...] O problema que é necessário resolver para explicar o desenvolvimento cognitivo é o da invenção e não o da mera cópia (PIAGET, 1977, p. 87).

Segundo a teoria de Piaget, o conhecimento é construído pelos indivíduos de maneira ativa, por meio de experimentos e interação. Para ele, o objetivo principal da educação deve ser o desenvolvimento de indivíduos que inovem e criem novos conhecimentos, ao invés de repetir o que já existe. (BECKER, 2010).

Lev Vygotsky, um dos principais pesquisadores da corrente sócio-histórica do desenvolvimento humano, também contribui com o constructo teórico desta pesquisa ao estabelecer em seus estudos que o desenvolvimento infantil está diretamente associado à interação social que ocorre nos contributos da cultura. Para ele, a educação, caracterizada pela ação do indivíduo que conhece o mundo e seus códigos culturais a partir da interação com sujeitos mais experientes e com o meio no qual está inserido, desempenha papel importante no desenvolvimento da criança:

A educação pode ser definida como sendo o desenvolvimento artificial da criança. [...] A educação não se limita somente ao fato de influenciar o processo de desenvolvimento, mas ela reestrutura de maneira fundamental todas as funções do comportamento (1982-1984, v. I, p. 107).

A partir disso, surgiu o conceito de “Zona de Desenvolvimento Potencial”. Ela se caracteriza pela zona entre o nível de desenvolvimento real da criança, quando ela atua sozinha, e o nível potencial, quando ela atua sob a tutoria de um adulto ou colaborando com crianças mais desenvolvidas. Vygotsky também veio a elaborar as noções de “conceitos espontâneos” e “conceitos específicos”, intimamente ligadas ao desenvolvimento infantil.

Alexei Leontiev, também adepto da teoria sócio-histórica, desenvolveu a teoria da atividade. Nela, foram estudadas como ocorrem as apropriações de atividades, ações e operações, e como a criança as internaliza para realizar atividades cada vez mais complexas.

O objeto desta pesquisa é o conjunto das experiências de uso de tecnologias 3D vivenciadas por crianças em sala de aula e no espaço museal a partir das práticas de ensino-aprendizagem disponibilizadas. A partir dele, o objetivo geral é contribuir no sentido de abrir possibilidades para o entendimento das formas de experimentação das tecnologias 3D pelos alunos na Educação Infantil.

A partir desse objetivo geral, meus objetivos específicos são:

- levantar as experiências de uso (no âmbito das ações e interações) de tecnologias 3D por crianças na Educação Infantil no Brasil;
- levantar as experiências de uso (no âmbito das ações e interações) de tecnologias 3D por crianças no contexto educacional do cenário internacional;
- categorizar tais experiências de uso;
- relacioná-las com as habilidades necessárias para a formação da criança na Educação Infantil, a partir das competências e habilidades presentes nos Parâmetros Curriculares Nacionais para a Educação Infantil;
- formular e executar testes de uso das tecnologias 3D com crianças na Educação Infantil no Rio de Janeiro;
- refletir sobre a experimentação das tecnologias 3D pelas crianças na Educação Infantil no Rio de Janeiro.

Esta pesquisa seguiu a seguinte estrutura metodológica:

O primeiro passo foi a pesquisa bibliográfica, na qual foram analisados autores pertinentes aos temas “desenvolvimento infantil”, “Educação Infantil” e “uso de tecnologias digitais”. Além disso, teses, dissertações e artigos também foram levados em consideração.

No âmbito das tecnologias, também se apresentam como referenciais revistas e *websites* especializados. Por se tratar de tecnologias em constante evolução, obtêm-se atualizações a respeito delas de maneira mais ágil por esses meios.

Por ser uma pesquisa com temática educacional, a análise de documentos como leis, diretrizes e referenciais curriculares se fez necessária, já que a pesquisa visa a melhorias no contexto escolar. Nesse sentido, o MEC (Ministério da Educação) disponibiliza digitalmente documentos específicos para a Educação Infantil.

Como este é um trabalho de caráter social e de natureza híbrida – abrange os campos do Design e da Educação –, a pesquisa será de caráter qualitativo, por possuir uma abordagem diferente de investigação acadêmica das pesquisas quantitativas. Esse tipo de pesquisa parte do fundamento de que “há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, um interdependência viva entre o sujeito e o obje-

to, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito.” (CHIZZOTTI, 2010, p. 79).

Como esta é uma pesquisa de investigação dos resultados derivados das ações e interações de sujeitos e da coleta de dados dentro do contexto de ação, tenho como referencial o método de pesquisa-ação (apesar de o resultado da ação não acarretar diretamente uma mudança social). Segundo Thiollent (1947, p. 16):

Em geral, a ideia de pesquisa-ação encontra um contexto favorável quando os pesquisadores não querem limitar suas investigações aos aspectos acadêmicos e burocráticos da maioria das pesquisas convencionais. Querem pesquisas nas quais as pessoas implicadas tenham algo a “dizer” e a “fazer”. Não se trata de simples levantamento de dados ou de relatórios a serem arquivados. Com a pesquisa-ação os pesquisadores pretendem desempenhar um papel ativo na própria realidade dos fatos observados.

Pelo perfil ativo e cooperativo por parte dos pesquisadores no experimento executado, a pesquisa não se caracteriza apenas pela observação e coleta de dados. As interações ocorreram entre todos os presentes – aluno, professor, pesquisadores. A partir do método, as seguintes técnicas foram empregadas no andamento da pesquisa.

A observação assistemática foi utilizada no estágio inicial da pesquisa, a fim de adquirir conhecimento dos ambientes e das práticas atuais em museus e salas de aula da Educação Infantil. Segundo Lakatos e Marconi (2003, p. 192):

A técnica da observação não estruturada ou assistemática, também denominada espontânea, informal, ordinária, simples, livre, ocasional e acidental, consiste em recolher e registrar os fatos da realidade sem que o pesquisador utilize meios técnicos especiais ou precise fazer perguntas diretas. É mais empregada em estudos exploratórios e não tem planejamento e controle previamente elaborados.

Após os resultados da observação assistemática e levando em conta as informações obtidas nas pesquisas bibliográficas e documentais, foram organizados dois testes preliminares: um com uma criança de 5 anos (em espaço residencial) e outro com três monitoras de um museu (no próprio museu), com o uso das tecnologias 3D. Ambos os testes foram registrados em vídeo (com permissão dos responsáveis e envolvidos) para análise posterior. Nesses casos, a observação participante já foi utilizada, pois com ela é possível analisar a interação dos participantes com as tecnologias de forma direta.

Segundo Moreira (2002, p. 52), a observação participante é “uma estratégia de campo que combina ao mesmo tempo a participação ativa com os sujeitos, a observação intensiva em ambientes naturais, entrevistas abertas informais e análise documental”. A partir da análise dessas interações preliminares, o experimento a ser executado com turmas de alunos foi aperfeiçoado. Após o aceite do Museu Internacional de Arte Naïf e da escola Curiosa Idade, os testes foram realizados com três turmas do último ano da Educação Infantil. Especificamente, nesta etapa intentou-se:

- No primeiro encontro, apresentar, no ambiente museal e tendo seu acervo como temática, as tecnologias 3D para as crianças na Educação Infantil, com o acompanhamento das mediadoras do museu e das professoras.
- No segundo encontro, já no ambiente escolar da sala de aula, observar os usos das tecnologias 3D pelas crianças, com o acompanhamento dos professores e monitores responsáveis.
- No terceiro e último encontro, colher os depoimentos dos alunos e entrevistar as professoras sobre o experimento executado.

Também nesta etapa, os encontros foram registrados em vídeo (com permissão dos responsáveis e envolvidos) para análise posterior.

As entrevistas com os professores foram “não estruturadas”, já que eles possuem conhecimento prévio das crianças e seus comportamentos, apontando peculiaridades despercebidas durante o experimento. Na técnica de entrevista não estruturada, “o entrevistador apoia-se em um ou vários temas e algumas perguntas iniciais, previstas antecipadamente, para improvisar em seguida outras perguntas em função das suas intenções e das respostas obtidas” (LAVILLE; DIONNE, 1999, p. 190).

Para a análise dos dados, a Sociolinguística Interacional foi escolhida como referencial, por auxiliar no entendimento da interação entre sujeitos durante uma situação social. Para tal, foram estudados Tannen e Wallat (1986), Goffman (2002) e Ribeiro e Garcez (2013), além da leitura das teses de Doutorado de Jackeline Farbiarz (2001) e de Bárbara Necyk (2013), e da dissertação de Mestrado de Daniela Marçal (2011).

A partir dessa abordagem, seguiram-se os seguintes passos:

- classificação dos usos das tecnologias 3D pelas crianças na Educação Infantil;
- análise do resultado da classificação e relação com as teorias elencadas.

Na conclusão desta dissertação são colocadas as considerações sobre a pesquisa, além de perspectivas futuras.

De maneira resumida, segue a descrição dos capítulos da presente pesquisa:

- No primeiro capítulo – *Introdução* – foram apresentados o tema e a questão norteadora da pesquisa, o referencial teórico, o pressuposto, a hipótese e a justificativa, além do objeto desta, os objetivos geral e específicos e a metodologia empregada no decorrer do trabalho.

- No segundo capítulo – *A criança na Educação Infantil* – busco apresentar o conceito de “criança” segundo documentos governamentais e as propostas educacionais para a Educação Infantil, além de autores de referência e teorias de aprendizagem vinculadas ao tema do capítulo.
- O terceiro capítulo – *Experiências de uso de tecnologias 3D na Educação Infantil* – apresenta como o tema “tecnologia” é abordado em documentos governamentais e por autores ligados à educação. Neste capítulo, também são levantadas experiências de uso das tecnologias 3D nos âmbitos nacional e internacional, além da categorização delas e suas possíveis relações com a proposta educacional no Brasil.
- No quarto capítulo – *O caminho da pesquisa* – apresento o paradigma da pesquisa, seu *corpus*, o recorte da faixa etária escolhida para o experimento realizado, bem como os cenários onde ele ocorreu. Também faço uma breve explicação das tecnologias em análise e dos métodos e técnicas empregados na pesquisa.
- No quinto capítulo – *A pesquisa de campo* – narro como foi o processo de desenvolvimento e execução do experimento de campo da pesquisa.
- O sexto capítulo – *Análise do experimento* – constitui-se da observação dos dados obtidos no experimento, a partir de ferramental metodológico explicitado. Essa análise foi realizada pela síntese de dados decupados e pela avaliação de contextos específicos do experimento realizado, relacionando-os com o pressuposto e a hipótese desta pesquisa.
- No sétimo capítulo – *Conclusão* – são feitas considerações a partir da análise dos dados obtidos, seguidas pelas contribuições da pesquisa nos âmbitos da Educação Infantil e das tecnologias 3D, além de perspectivas futuras a partir desta pesquisa.
- A oitava parte – *Referências bibliográficas* – agrupa as referências bibliográficas utilizadas na presente pesquisa.
- A nona parte – *Anexos* – reúne materiais, como transcrições de entrevistas e termos assinados pelos participantes.

2

A criança na Educação Infantil

A proposta deste capítulo é apresentar as propostas governamentais acerca da criança na Educação Infantil, além da exposição de autores e seus respectivos conceitos referentes ao desenvolvimento infantil.

2.1.

A proposta governamental para a Educação Infantil no Brasil – DCNEI

No contexto da Educação Infantil no Brasil, com base, principalmente, nas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Infantil – DCNEI (BRASIL, 2010), trago como a criança se situa nesta etapa. As DCNEI foram elaboradas a partir da contribuição de “grupos de pesquisa e pesquisadores, conselheiros tutelares, Ministério Público, sindicatos, secretários e conselheiros municipais de educação, entidades não governamentais e movimentos sociais” (p. 36), além de outras entidades e grupos que tinham como objetivo pensar esse segmento específico da educação básica. As DCNEI foram publicadas pelo Ministério da Educação (MEC), baseadas na Resolução CNE/CEB nº 5, de 17 de dezembro de 2009.

De acordo com a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional):

Art. 21. A educação escolar compõe-se de: I - educação básica, formada pela educação infantil, ensino fundamental e ensino médio;

[...]

Art. 29. A educação infantil, primeira etapa da educação básica, tem como finalidade o desenvolvimento integral da criança de até 5 (cinco) anos, em seus aspectos físico, psicológico, intelectual e social, complementando a ação da família e da comunidade.

Art. 30. A educação infantil será oferecida em:

I - creches, ou entidades equivalentes, para crianças de até três anos de idade;

II - pré-escolas, para as crianças de 4 (quatro) a 5 (cinco) anos de idade.

A partir do ano de 2012, o documento foi complementado com a seguinte informação:

É obrigatória a matrícula na Educação Infantil de crianças que completam 4 ou 5 anos até o dia 31 de março do ano em que ocorrer a matrícula.

As crianças que completam 6 anos após o dia 31 de março devem ser matriculadas na Educação Infantil (p. 17).

A partir dos dados acima, foi gerada a seguinte tabela:

Idade	Série	Etapa
1 a 3 anos	Creche	Educação Infantil
4 a 5 anos	Pré-escola I	Educação Infantil
5 a 6 anos	Pré-escola II	Educação Infantil
6 a 7 anos	1º Ano	Ensino Fundamental

Tabela 2.1: Organização da educação no Brasil.

De acordo com a Resolução CNE/CEB nº 5, de 17 de dezembro de 2009:

As Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Infantil [...] reúnem princípios, fundamentos e procedimentos [...] para orientar as políticas públicas na área e a elaboração, planejamento, execução e avaliação de propostas pedagógicas e curriculares.

Com essas diretrizes, o Estado busca a definição de pré-requisitos e orientações gerais para o ensino de crianças de zero a 5 anos, de modo a organizar as propostas pedagógicas na Educação Infantil.

Além das DCNEI – que possui *status* de lei – nesta pesquisa se analisa também outros documentos disponibilizados pelo MEC: “Práticas Cotidianas na Educação Infantil: Bases para a Reflexão sobre as Orientações Curriculares” (2009) – documento que serviu de subsídio para o DCNEI – e “Parâmetros Nacionais de Qualidade para a Educação Infantil – Volumes 1 e 2” (2006).

2.1.1.

O conceito de criança pelas DCNEI e outros documentos governamentais

Pelas DCNEI, a criança é considerada:

Sujeito histórico e de direitos que, nas interações, relações e práticas cotidianas que vivencia, constrói sua identidade pessoal e coletiva, brinca, imagina, fantasia, deseja, aprende, observa, experimenta, narra, questiona e constrói sentidos sobre a natureza e a sociedade, produzindo cultura (2010, p. 12).

No documento “Parâmetros Nacionais de Qualidade para a Educação Infantil – Volume 1”, tem-se uma definição mais abrangente:

A criança é um sujeito social e histórico que está inserido em uma sociedade na qual partilha de uma determinada cultura. É profundamente marcada pelo meio social em que se desenvolve, mas também contribui com ele (BRASIL, 1994a). A criança, assim, não é uma abstração, mas um ser produtor e produto da história e da cultura (FARIA, 1999). (2006, p. 13).

Após revisitar outros olhares historicamente voltados para a criança – como “tábula rasa” a ser preenchida com conhecimento, ou como ser que se desenvolve por si próprio – o documento afirma que “novos paradigmas englobam e transcen-

dem a história, a antropologia, a sociologia e a própria psicologia resultando em uma perspectiva que define a criança como ser competente para interagir e produzir cultura no meio em que se encontra (2006, p. 13). O documento continua, colocando a criança como um indivíduo que, ao mesmo tempo que é um ser único e completo em si mesmo (não se tratando em um adulto em miniatura), é também um ser em desenvolvimento e permanente transformação, tanto física quanto psicológica. (2006, p. 14).

Essas definições mostram a influência da teoria sócio-histórica da psicologia do desenvolvimento infantil, que compreende que a criança se desenvolve pelo contato com a cultura, ao mesmo tempo em que dela participa e a produz.

2.1.2.

As competências e habilidades almejadas para a criança da Educação Infantil segundo as DCNEI e outros documentos governamentais

As propostas pedagógicas para a Educação Infantil nas DCNEI seguem os seguintes princípios (p. 18):

- da autonomia, da responsabilidade, da solidariedade e do respeito ao bem comum, ao meio ambiente e às diferentes culturas, identidades e singularidades.
- dos direitos de cidadania, do exercício da criticidade e do respeito à ordem democrática.
- da sensibilidade, da criatividade, da ludicidade e da liberdade de expressão nas diferentes manifestações artísticas e culturais.

Ainda segundo o documento (p. 20),

A proposta pedagógica das instituições de Educação Infantil deve ter como objetivo garantir à criança acesso a processos de apropriação, renovação e articulação de conhecimentos e aprendizagens de diferentes linguagens, assim como o direito à proteção, à saúde, à liberdade, à confiança, ao respeito, à dignidade, à brincadeira, à convivência e à interação com outras crianças.

O documento propõe ainda que o ambiente escolar não deve ser encarado meramente como assistencialista e cuidador para crianças. Em sua proposta está intrínseco o dever de desenvolvimento da criança como cidadão.

Quanto às práticas pedagógicas, as diretrizes curriculares consideram que “devem ter como eixos norteadores as interações e a brincadeira”, promovendo experiências que (p. 25-27):

Promovam o conhecimento de si e do mundo por meio da ampliação de experiências sensoriais, expressivas, corporais que possibilitem movimentação ampla, expressão da individualidade e respeito pelos ritmos e desejos da criança;

Favoreçam a imersão das crianças nas diferentes linguagens e o progressivo domínio por elas de vários gêneros e formas de expressão: gestual, verbal, plástica, dramática e musical;

Possibilitem às crianças experiências de narrativas, de apreciação e interação com a linguagem oral e escrita, e convívio com diferentes suportes e gêneros textuais orais e escritos;

Recriem, em contextos significativos para as crianças, relações quantitativas, medidas, formas e orientações espaço temporais;

Ampliem a confiança e a participação das crianças nas atividades individuais e coletivas;

Possibilitem situações de aprendizagem mediadas para a elaboração da autonomia das crianças nas ações de cuidado pessoal, auto-organização, saúde e bem-estar;

Possibilitem vivências éticas e estéticas com outras crianças e grupos culturais, que alarguem seus padrões de referência e de identidades no diálogo e conhecimento da diversidade;

Incentivem a curiosidade, a exploração, o encantamento, o questionamento, a indagação e o conhecimento das crianças em relação ao mundo físico e social, ao tempo e à natureza;

Promovam o relacionamento e a interação das crianças com diversificadas manifestações de música, artes plásticas e gráficas, cinema, fotografia, dança, teatro, poesia e literatura;

Promovam a interação, o cuidado, a preservação e o conhecimento da biodiversidade e da sustentabilidade da vida na Terra, assim como o não desperdício dos recursos naturais;

Propiciem a interação e o conhecimento pelas crianças das manifestações e tradições culturais brasileiras;

Possibilitem a utilização de gravadores, projetores, computadores, máquinas fotográficas e outros recursos tecnológicos e midiáticos.

No que tange às práticas pedagógicas voltadas para a infância, complemento com a visão de Kramer (2006) sobre o brincar e sua importância nessa etapa do desenvolvimento:

A infância, mais que estágio, é categoria da história: existe uma história humana porque o homem tem infância. As crianças brincam, isso é o que as caracteriza. [...] Aprendemos assim, com as crianças, que é possível mudar o rumo estabelecido das coisas (p. 15).

Na brincadeira, a criança experimenta situações e papéis sociais que escapam da realidade, tanto construindo significados quanto os criando (VYGOTSKY, 1998). Mais que um instrumento para satisfação e lazer, a brincadeira e o faz-de-conta atuam como importantes instrumentos para o desenvolvimento físico e psicológico da criança.

2.2.

Autores de referência e teorias de aprendizagem vinculadas

A partir da **teoria construtivista**, que tem como um de seus grandes representantes o teórico Jean Piaget, pôde-se compreender as estruturas de pensamento e os conceitos de esquemas de como se constrói o conhecimento nos indivíduos: adaptação, (des)equilibração, assimilação e acomodação.

Piaget supõe que o desenvolvimento psíquico, assim como o desenvolvimento orgânico, remete à busca pelo equilíbrio. “O desenvolvimento, portanto, é uma equilibração progressiva, uma passagem contínua de um estado de menor equilíbrio para um estado de equilíbrio superior” (1999, p. 13). No percurso desse desenvolvimento, as ações da criança correspondem sempre a uma necessidade, ou seja, a manifestação de um desequilíbrio pessoal. A necessidade “existe quando qualquer coisa, fora de nós ou em nós (no nosso organismo físico ou mental) se modifica, tratando-se, então, de um reajustamento da conduta em função desta mudança.” (1999, p. 16). A satisfação dessa necessidade retoma o equilíbrio, sendo esse ciclo de desequilíbrio-ação-equilíbrio contínuo.

A partir do conceito de “esquemas” – que podem ser entendidos como conjuntos de conhecimentos prévios organizados na mente da criança – a necessidade a faz “assimilar”, ou seja, incorporar novas informações a seus esquemas de conhecimento. Com a “assimilação”, os conhecimentos prévios precisam ser reajustados com a incorporação dessas informações novas, ou seja, precisam ser “acomodados”, rearrumados. O equilíbrio dessa assimilação com acomodação é denominado “adaptação”.

Tomemos o exemplo dado por Wadsworth (1993). Uma criança, ao ser perguntada “que animal é esse?” e, ao se deparar com uma vaca pela primeira vez, responde: “cachorro”. Ao acessar seus esquemas de conhecimento prévio, a criança associou e incorporou o novo estímulo “vaca” ao esquema de conhecimento “cachorro” – ou seja, **assimilou** a informação ao esquema “cachorro”, ampliando-o.

A partir dessa assimilação, a criança pode:

- criar um novo esquema para “encaixar” esse estímulo;
- modificar um esquema prévio, para que o estímulo seja incluído nele.

Essa criação de novos esquemas ou modificação de esquemas prévios é chamada **acomodação**. A partir dessa reorganização, o estímulo é assimilado novamente, sobre esses esquemas “construídos” pela criança, equilibrando e gerando a adaptação psíquica. Wadsworth ressalta que, por serem construções e baseados nas experiências da criança, não necessariamente os esquemas são cópias da realidade, mas sim reflexo da compreensão do mundo pela criança. Como mostrado na **figura 2.1**, em (1) estão

representados o “equilíbrio” e o estímulo. Em (2) o estímulo é assimilado de acordo com o esquema prévio. A acomodação e posterior reassimilação podem ocorrer pela criação de um novo esquema (3a) ou pela modificação de um esquema existente para sua inclusão (3b), resultando novamente em equilíbrio.

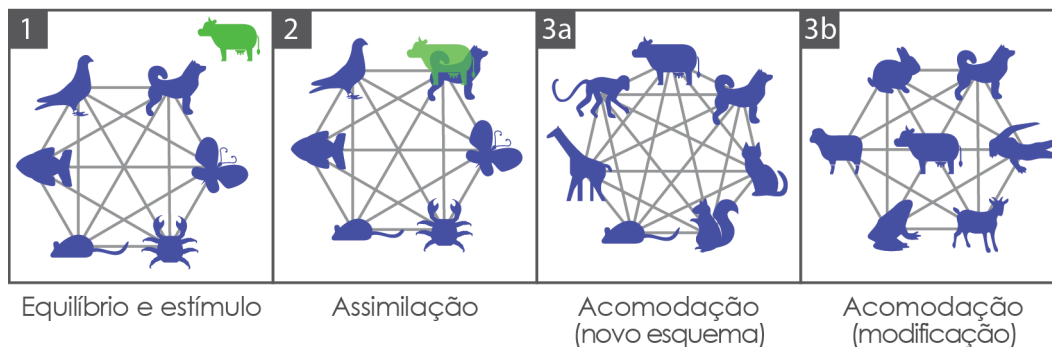


Figura 2.1: Esquema demonstrativo de assimilação e acomodação do conhecimento.

Na concepção construtivista do conhecimento – em que a criança é compreendida enquanto sujeito que constrói seu conhecimento –, a atividade mental **interna** é “o principal fator afetando o desenvolvimento intelectual das crianças” (CASE, 2003, p. 76), ou seja, a aprendizagem deriva do desenvolvimento psíquico, o que leva o foco do aprendizado, na educação, para a exploração e curiosidade.

Avançando nos estudos sobre a psicologia do desenvolvimento humano e compreendendo o papel ativo da criança na aquisição da aprendizagem, a teoria **sócio-histórica do desenvolvimento infantil** apontou a importância da **interação da criança com o meio** como fator fundamental no seu desenvolvimento, sendo a aprendizagem sua promotora. Segundo essa corrente da psicologia, o desenvolvimento humano, em diferentes etapas da vida, provém da internalização cultural mediada. Todavia, essa internalização não se restringe à acumulação passiva dos conhecimentos produzidos pela sociedade; envolve o trabalho de ressignificação, de acordo com a compreensão individual, a etapa do desenvolvimento e o contexto social de cada indivíduo.

Pela teoria sócio-histórica, explicitam-se três características diferenciadoras da espécie humana: o desenvolvimento da linguagem, a criação de ferramentas próprias e a capacidade de transmissão de conhecimento pelas gerações (CASE, 2003).

A linguagem permite à criança não somente se comunicar, mas também internalizar o conhecimento, não sendo simplesmente a “expressão de um pensamento pronto. Ao transformar-se em linguagem, o pensamento se reestrutura e se modifica” (VYGOTSKY, 1979, p. 412).

Por meio da criação das ferramentas, o ser humano interage e modifica seu meio, tornando-o dinâmico e em constante “desequilíbrio” (do ponto de vista piage-

tiano). A invenção pode vir a se tornar a origem de novas necessidades e possibilidades a serem desenvolvidas (WARTOFSKY, 1999) – exemplificado nesta pesquisa pelas ferramentas de produção tridimensional, que já promovem mudanças na cultura e nos meios de produção.

Seguem abaixo contribuições de Lev Vygotsky e Alexei Leontiev, teóricos da corrente sócio-histórica do desenvolvimento infantil, de considerável relevância para esta pesquisa.

2.2.1.

Zona de Desenvolvimento Potencial (ZDP)

Na internalização do conhecimento, a “Zona de Desenvolvimento Potencial” (ou Proximal) busca expressar, segundo Vygotsky, a “distância” entre

o nível de desenvolvimento **real** da criança, tal e como pode ser determinado a partir da resolução independente de problemas, e o nível **potencial**, determinado pela resolução de problemas sob a direção de um adulto ou em colaboração com um colega mais capaz (1979, p. 133, grifo do autor).

Por meio da interação social na “Zona de Desenvolvimento Potencial”, as crianças adquirem sistemas conceituais que não conseguiriam internalizar por conta própria, em determinados estágios de seu desenvolvimento. Vygotsky (2010, p. 113), afirmando a importância da interação com sujeitos mais experientes, considera que “o que a criança pode fazer hoje com o auxílio dos adultos poderá fazê-lo amanhã por si só” (2010, p. 113) (**figura 2.2**). A partir da noção da ZDP, o ensino-aprendizagem deve se organizar para atuar nela, conduzindo a esse desenvolvimento potencial da criança, e não se limitando ao real ou efetivo. “O ‘bom aprendizado’ é somente aquele que se adianta ao desenvolvimento.” (VYGOTSKY, 1991).

Pode-se exemplificar com o desenvolvimento da linguagem oral nas crianças, no qual a “fonte desse desenvolvimento é a convivência das formas iniciais de balbúcio com as formas mais elaboradas da linguagem dos adultos” (MELLO, 2010, p. 735).

Vygotsky (1991) salienta no brincar a criação de uma ZDP. Na brincadeira a criança desempenha papéis, libertando-se do habitual de sua idade, muitas vezes imitando os adultos, ou mesmo de maneira surrealista, avançando em direção ao pensamento abstrato.

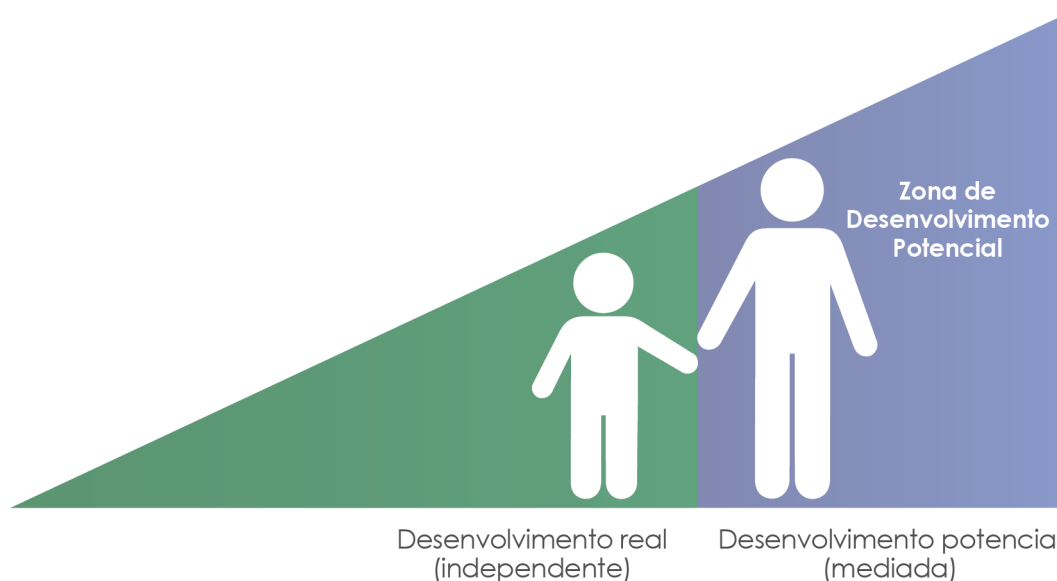


Figura 2.2: Gráfico elaborado a partir da noção de Zona de Desenvolvimento Potencial.

A partir das considerações do autor sobre a importância da mediação do conhecimento por sujeitos mais experientes, pode-se inferir que a apresentação e experimentação contínua das tecnologias 3D, mediadas por adultos treinados, deverá trazer os estímulos para o desenvolvimento potencial e a interiorização dos conceitos envolvidos na atividade desenvolvida pelas crianças.

2.2.2.

“Conceitos espontâneos” e “conceitos científicos” no processo de aprendizagem

Também desenvolvidas por Vygotsky, as noções de “conceitos espontâneos” e “conceitos científicos”, que estão presentes no processo de construção do conhecimento, foram levadas em conta no experimento planejado nesta pesquisa (**tabela 2.2**).

Conceitos espontâneos	Conceitos científicos
<ul style="list-style-type: none"> • a partir do contato com o objeto; • generalizações isoladas; • indutivo (do particular para o geral); • são condições para conceitos científicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • a partir da mediação (via instrução); • presença de sistema de organização; • dedutivo (do geral para o particular); • reelabora conceitos espontâneos.

Tabela 2.2: Características de conceitos espontâneos e conceitos científicos.

Para o autor (2001), conceitos espontâneos são aqueles adquiridos a partir do contato direto com os objetos. Tendo como exemplo a palavra “flor”, seu conceito

espontâneo não representa a generalização que a palavra agrega. Como conceitos espontâneos, “flor” pode não ser o geral e “rosa”, o particular (**figura 2.3**). De maneira análoga, a criança pode assimilar um sujeito como “irmão”, mas não dominar a generalização de “irmão” como aquele que é filho dos mesmos pais de outro sujeito. Desse modo, os conceitos espontâneos têm caráter prático.

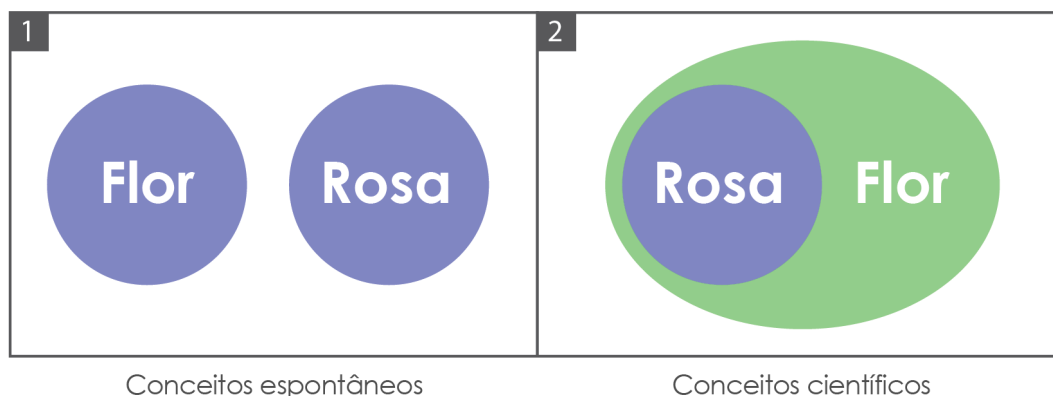


Figura 2.3: “Flor” e “rosa” como conceitos espontâneos (1) e como conceitos científicos, sendo uma a generalização da outra (2).

Os conceitos científicos, por sua vez, são adquiridos a partir do contato mediado em relação ao objeto, via instrução. “No processo de ensino do sistema de conceitos, ensina-se à criança o que ela não tem diante dos olhos, o que vai além dos limites de sua experiência atual e da eventual experiência imediata” (2001, p. 208). Nesse caso, para a internalização dos conceitos científicos, é necessário o conhecimento prévio de outros conceitos espontâneos, produzindo um sistema de pensamento organizado (SFORNI, 2004).

Isso mostra a interação que existe entre essas duas categorias de conceitos: o que surge como conceito científico se transfere estruturalmente para o campo dos conceitos espontâneos, sendo que estes possibilitam o surgimento do primeiro, via aprendizagem.

Nos objetivos pretendidos nesta pesquisa, o momento de apresentação das tecnologias resulta no desenvolvimento de conceitos espontâneos nas crianças, isto é, um conhecimento prático e empírico sobre o *práxis* das tecnologias. Por meio de explicações e atividades mediadas, buscar-se-á que as crianças desenvolvam os conceitos científicos referentes ao uso das tecnologias, possibilitando a produção de sistemas de pensamento organizados, tornando possível a elas relacionar seu uso com outros conhecimentos adquiridos (ou que virão a ser) em sua vivência.

2.2.3.

Teoria da atividade

Por partilhar dos conhecimentos pertinentes à corrente sócio-histórica da psicologia do desenvolvimento, Leontiev considera que o processo de desenvolvimento cognitivo da criança não é um mero processo de adaptação à cultura, mas sim de **apropriação e resignificação** dessa cultura, desenvolvida ao longo da história social da humanidade (LEONTIEV, 2004). Tal processo ocorre de maneira ativa, pois “para se apropriar de um objeto ou fenômeno, há que efetuar a atividade correspondente à que é concretizada no objeto ou fenômeno considerado” (2004, p. 41).

O autor usa como o exemplo o uso da colher. Ao se deparar com uma colher pela primeira vez, a criança com certeza irá manipulá-la, mas não a utilizará do modo socialmente elaborado para tal objeto. A partir da observação que a criança faz do uso social da criança por adultos, ela acabará por “descobrir” como se dá tal uso, apropriando-se dele. O mesmo resultado poderia vir a acontecer com a criança sem o contato social com adultos, “mas após quanto tempo?”, ele questiona.

Leontiev afirma que, na produção de bens materiais, bem como de seus meios de produção, a história social também se desenvolve:

[Os homens] Criam objetos que devem satisfazer às suas necessidades e igualmente os meios de produção destes objetos, dos instrumentos às máquinas mais complexas. [...] Os progressos realizados na produção de bens materiais são acompanhados pelo desenvolvimento da cultura dos homens; o seu conhecimento do mundo circundante deles mesmos enriquece-se, devolvem-se a ciência e a arte.

Ao mesmo tempo no decurso da atividade dos homens, as suas aptidões, os seus conhecimentos e o seu saber-fazer cristalizam-se de certa maneira nos seus produtos (materiais, intelectuais, ideais). Razão por que todo o progresso no aperfeiçoamento, por exemplo, dos instrumentos de trabalho pode considerar-se, deste ponto de vista, como marcando um novo grau do desenvolvimento histórico nas aptidões motoras do homem; também a complexidade da fonética das línguas encarna os progressos realizados na articulação dos sons e do ouvido verbal, os progressos das obras de arte, um desenvolvimento estético etc. (2004, p. 283-284).

No que denominou “teoria da atividade” para explicar o desenvolvimento humano, Leontiev nomeia o elemento *motivo* (necessidade, objetivo, finalidade) e os componentes correlacionáveis com eles: *atividade*, *ação*, *operação*. O *motivo* é o fator que desencadeia a *atividade*, o fator motivador para tal; se não há *necessidade* diretamente envolvida como fim, o processo pode ser uma *operação* ou *ação*, mas não uma *atividade*.

Como exemplo, o autor cita um aluno que está lendo um livro para uma prova. Ao saber que o conteúdo do livro não estará na prova, se ele deixa de ler o livro significa que o conteúdo do livro não era o motivo da leitura, mas sim passar na prova. Nesse caso, ler o livro era uma *ação* da *atividade* “estudar para a prova”, já que esse era o *motivo* da leitura. Caso o estudante decida continuar a leitura pelo interesse adquirido nela, “ler o livro” passa a ser a *atividade*.

A *ação* pode ser executada por meio de diferentes *operações*, ou seja, diferentes maneiras de se chegar a um fim. Como exemplo, pode-se memorizar um poema (a *ação*) copiando-o várias vezes, ou mesmo por repetição verbal (as *operações*). Toda *ação* envolve *operações* previamente desenvolvidas. As *operações*, práticas suficientemente elaboradas e automatizadas, foram inicialmente *ações* conscientes.

A *ação* de nadar, por exemplo: para nadarmos no estilo *crawl*, precisamos dominar antes os processos independentes “bater perna alternadamente”, “levantar a cabeça para respirar esporadicamente” e “braçada sequencial”, de tal maneira que suas execuções ocorram como *operações* automatizadas (sem a constante mediação da consciência) e não mais como *ações* conscientes e independentes, o que permite à *atividade* de chegar ao final da piscina (**figura 2.4**). O mesmo paralelo pode ser traçado com hábitos mentais, quando o ato de somar, por exemplo, passa de *ação* para *operação* durante a aprendizagem escolar.



Figura 2.4: Representação das *operações* e *ação* envolvidas na *atividade* de chegar ao final da piscina.

Esse “catálogo” cada vez maior de *operações* possibilita a execução de *ações* mais complexas, contribuindo na apropriação de cada vez mais atividades, proporcionando o desenvolvimento da criança.

O principal mecanismo de desenvolvimento psíquico no homem é o mecanismo de apropriação das diferentes espécies e formas sociais de atividade, historicamente construídas. Uma vez que a atividade só pode efetuar-se na expressão externa, admitiu-se que os processos apropriados sob a sua forma exterior se transformam posteriormente em processos internos, intelectuais (LEONTIEV, 2004, p. 166).

Tendo como base a teoria da atividade, nesta pesquisa foi planejado um experimento com tecnologias 3D em que, primeiramente, as tecnologias sejam utilizadas como *atividades* em si. A partir da aprendizagem e familiarização dessas tecnologias por parte das crianças, seu uso se torna uma *ação* da *atividade* de criar objetos. O sucesso do experimento ocorre quando as crianças passam a fazer uso das tecnologias como operação, passando a ter como atividade a expressão de sua criatividade.

2.3.

Considerações

A leitura dos documentos governamentais que direcionam os objetivos da Educação Infantil em nível nacional mostrou que os documentos se apoiam fortemente nos estudos produzidos pela corrente sócio-histórica do desenvolvimento humano, buscando promover não somente o desenvolvimento motor e intelectual da criança, mas também seus aspectos como ser social no mundo. A brincadeira também é valorizada nesse processo, tida como um elemento promotor do desenvolvimento infantil – o que também está expresso nas teorias do desenvolvimento apresentadas.

O experimento e a análise dos dados colhidos durante a pesquisa tiveram, como eixos norteadores, os objetivos apresentados nos documentos oficiais e os conhecimentos sobre o desenvolvimento infantil elucidados nas correntes teóricas apresentadas neste capítulo. A partir desse referencial teórico, foram catalogadas as experiências de uso de tecnologias 3D existentes e a maneira como experimentação delas pode se relacionar com as práticas pretendidas para a Educação Infantil.

Experiências de uso de tecnologias 3D na Educação Infantil

Neste capítulo, apresento um levantamento das experiências de uso de tecnologias 3D encontradas na Educação Infantil, no âmbito nacional e internacional. Apresento também como são organizadas as etapas educacionais em alguns países, além de categorizar e relacionar as experiências levantadas com as habilidades necessárias para a formação da criança na Educação Infantil no Brasil.

Desde o início desta pesquisa, o volume de experiências encontradas aumentou de maneira significativa. Governos ao redor do mundo tornaram público o interesse nas tecnologias 3D, sendo o ambiente educacional estratégico para a implementação de tais tecnologias. Também contribui para esse aumento de interesse a rápida expansão de impressoras e *scanners* 3D *desktop* (voltados para o varejo), ocasionando um amadurecimento do mercado desses equipamentos. Nessa conjuntura, relevantes fabricantes e empresas do setor se voltaram para a área educacional, disponibilizando produtos e serviços relacionados às tecnologias para esse campo.

3.1.

O lugar das tecnologias nas DCNEI e em outros documentos

No DCNEI, somente ocorrem duas menções a tecnologias:

Conjunto de práticas que buscam articular as experiências e os saberes das crianças com os conhecimentos que fazem parte do patrimônio cultural, artístico, ambiental, científico e **tecnológico**, de modo a promover o desenvolvimento integral de crianças de 0 a 5 anos de idade (2010, p. 12, grifo do autor).

[...]

Possibilitem a utilização de gravadores, projetores, computadores, máquinas fotográficas, e outros recursos **tecnológicos** e midiáticos (2010, p. 27, grifos do autor).

Já no documento “Práticas Cotidianas na Educação Infantil - Bases para a Reflexão sobre as Orientações Curriculares” (BRASIL. 2009), a menção à tecnologia vem acompanhada de uma reflexão sobre sua adequação na prática de ensino-aprendizagem:

[...] certos conhecimentos têm hoje muito mais importância na vida das pessoas que em outros tempos. Por exemplo, as **tecnologias**, a mídia e o meio-ambiente invadem a vida cotidiana das pessoas que vivem nas sociedades urbanas e rurais. Porém, nas propostas educacionais, são temas pouco evidenciados. Todavia, convém enfatizar que a educação de crianças pequenas exige também questionar quais são os conhecimentos e as aprendizagens oportunos e adequados para uma geração que será adulta em 2030 (p. 47, grifo do autor).

Em “Contemporaneidade, educação e tecnologia” (2007), Antonio Moreira e Sonia Kramer (consultora do MEC responsável pela organização do documento de referência sobre o DCNEI) comentam sobre a fetichização do emprego de re-

cursos tecnológicos no campo da educação – emprego esse “nem sempre criativo e eficiente” (p. 1038). Segundo o texto, uma educação de qualidade deve demandar visão crítica dos processos escolares, além de usos apropriados e criteriosos de novas tecnologias.

A partir de Ramal (2002), os autores propõem três cenários educacionais referentes à tecnologia:

O primeiro é o da *tecnocracia domesticadora*: a multiplicidade de informações efêmeras e fragmentadas torna os indivíduos escravos ambulantes da tecnologia. A escola é substituída por outras modalidades de instrução. O segundo é o do *pay-per-learn*, que acentua a exclusão e prioriza professores com habilidade técnica mais do que a crítica da produção ou do uso de tecnologias da informação e da comunicação. Há educação para todos, pela rede, ainda que os alunos privilegiados frequentem escolas melhor equipadas. No terceiro cenário – *cibereducação integradora* –, a escola se torna híbrida, integrando homem e tecnologia. O homem se educa criticando e transformando o meio, tendo em vista critérios que promovam sua humanidade, num processo que Ramal identifica como *tecnologias da liberdade* (MOREIRA; KRAMER, 2007, p. 1048-1049).

Segundo os autores, há indícios de que esses três cenários estão presentes atualmente, restando saber se o terceiro sobressair-se-á sobre os outros. Ao criticar o denominado trabalho *high tech*, comentam sobre o agravamento da degradação das relações humanas e a acentuação da alienação do trabalho, e como a educação baseada em tecnologias pode contribuir para tal processo. Ao concluir, comentam que, em uma sociedade já marcada pelas transformações referentes ao trabalho e à estrutura da sociedade – como o desemprego, a injustiça e a desigualdade social – “processos de formação alternativos podem desencadear mudanças voltadas para a emancipação” (p. 1054). Nesse eventual processo, as tecnologias podem desempenhar um papel de instrumento favorável ou contra.

Relacionado às relações de trabalho e meios de produção, Martins e Lima (2017) comentam como a revolução digital ampliou o acesso, ao público em geral, de novas ferramentas de produção (entre elas as tecnologias 3D), o que facilitou a produção de objetos – antes só possível via indústria, agora até mesmo em casa – além de objetos virtuais.

A necessidade de apresentar as tecnologias 3D para alunos da Educação Infantil deriva, entre outros motivos, do potencial que ela apresenta, referente à descentralização dos meios de produção e mudanças referentes à alienação e às relações de trabalho (com a volta do “saber fazer”).

3.2.

Experiências de uso preliminares

Durante a pesquisa bibliográfica e documental, duas experiências envolvendo crianças e experimentação tridimensional em particular chamaram atenção por

sua relação direta com esta pesquisa: o “Projeto 3 dimensões: Arte, Tecnologia e Educação” e a exposição “Terracotta Warriors”, no *British Museum*.

3.2.1.

Projeto 3 dimensões: Arte, Tecnologia e Educação

Projeto de parceria entre o NEXT (Núcleo de Experimentação Tridimensional – laboratório da PUC-Rio) e a Fundação Eva Klabin (responsável pela casa-museu Eva Klabin), que reúne acervo de arte clássica dos museus brasileiros, além de realizar eventos em seu espaço.

O projeto envolveu inicialmente o escaneamento de algumas peças do acervo do museu por pesquisadores do NEXT, para posterior impressão em 3D. A partir disso, foram selecionadas turmas (de diferentes idades) de escolas públicas da cidade do Rio de Janeiro, que na 1ª etapa visitaram a casa-museu para um *workshop* sobre o acervo e seu histórico, além da apresentação das tecnologias 3D e exemplos de uso (**figura 3.1**). Na 2ª etapa, as turmas visitaram a PUC-Rio e seus laboratórios de volume e o NEXT, onde puderam ver diferentes tipos de impressoras e *scanners* 3D, além de outros equipamentos das oficinas. A 3ª e última etapa ocorreu nas respectivas escolas, onde os alunos apresentaram seminários sobre a experiência e os possíveis usos das tecnologias 3D, além de serem apresentados às peças do acervo da Fundação já impressas em 3D.



Figura 3.1: Apresentação do processo de escaneamento 3D por um pesquisador do NEXT na casa-museu Eva Klabin¹.

Participei de algumas etapas desse projeto e, apesar da idade mais elevada dos alunos (algumas turmas possuíam alunos do Ensino Médio), pude notar o fascínio e a curiosidade em relação às tecnologias 3D e traçar um paralelo com a minha pesquisa, no esboço do experimento dela.

¹ <http://next.dad.puc-rio.br/project/eva-klabin/>.

3.2.2.

Exposição *Terracotta Warriors* (British Museum)

Como parte da exposição dos guerreiros de barro chineses, o *British Museum* realizou um *workshop* com crianças no museu, no qual, a partir da exposição em questão, elas fizeram suas próprias versões dos guerreiros (conhecidos por terem características individuais) com argila (**figura 3.2**). As crianças criaram mais de 100 figuras, que foram exibidas no pátio do museu².



Figura 3.2: Processo de criação dos modelos em argila pelas crianças no *British Museum*.

A experiência desses *workshops* mostrou a importância do contexto para a atividade de materialização, bem como o sucesso de uma atividade dentro do espaço não formal de museus.

3.3.

Experiências de uso de tecnologias 3D no Brasil

Algumas escolas particulares já adquiriram modelos de impressoras 3D. Foram encontrados exemplos nos Estados de São Paulo (Colégio Dante Alighieri e Colégio Bandeirantes), Rio de Janeiro (Colégio Liessin), Minas Gerais (Colégio Cenecista Dr. José Ferreira) e Rio Grande do Sul (Colégio Marista Pio XII). Desses, apenas o Colégio Marista Pio XII expõe um projeto que envolve Educação Infantil, o “Tartaruga Champ”³. Ele consiste em um robô em forma de tartaruga, controlado sem fio por computador, com o corpo impresso em 3D. Estudantes utilizam esse robô desde a Educação Infantil (**figura 3.3**) até os primeiros anos do Ensino Fundamental.

² <http://www.dailymail.co.uk/news/article-489853/Terracotta-terrors-children-British-Museum.html>

³ <http://colegiomarista.org.br/piioxii/sala-de-aula/estudantes-produzem-objeto-em-impressora-3d>



Figura 3.3: A “Tartaruga Champ” sendo controlada e assistida por alunos da Educação Infantil.

3.4.

Experiências de uso de tecnologias 3D no cenário internacional

3.4.1.

Experiências de uso de tecnologias 3D na Inglaterra/Reino Unido

A Inglaterra possui o ensino de design e tecnologia em seu currículo nacional desde 1989⁴ sendo, segundo Kahney (2013), junto com País de Gales, as primeiras nações do mundo a oferecer tal ensino para todas as crianças entre 5 e 16 anos, como parte do currículo obrigatório. Na **tabela 3.1** é apresentada a organização dos alunos no currículo, por blocos de idade.

Idade	Ano	(Fase Chave)
3 a 4 anos	<i>Nursery</i> (Berçário)	<i>Early Years/Foundation Stage 1</i> (primeiros anos/fase de fundação 1)
4 a 5 anos	<i>Reception</i> (Recepção)	<i>Early Years/Foundation Stage 2</i> (primeiros anos/fase de fundação 2)
5 a 6 anos	Ano 1	<i>Key Stage 1</i>
6 a 7 anos	Ano 2	<i>Key Stage 2</i>

Tabela 3.1: Organização do sistema educacional no Reino Unido⁵.

Segundo o *site* do governo do Reino Unido⁶, a fase de fundação dos primeiros anos (*early years foundation stage*, ou EYFS, no original) estabelece normas para a aprendizagem, desenvolvimento e cuidado de crianças desde o nascimento até 5 anos de idade, assemelhando-se à Educação Infantil no Brasil.

⁴ http://www.educationforengineering.org.uk/reports/pdf/e4e_report_feb2013.pdf, p. 6.

⁵ Adaptado e traduzido do original.

⁶ <https://www.gov.uk/early-years-foundation-stage>.

Em julho de 2013, o Departamento de Educação do Reino Unido publicou um novo currículo nacional⁷, incorporando o ensino de CAD (*computer-aided design* – design/desenho auxiliado por computador) a partir dos 7 anos, além de modelagem 3D e manufatura computadorizada a partir dos 11 anos. Não há informações específicas sobre o uso das tecnologias 3D na faixa etária da pesquisa, porém o currículo britânico deixa implícita essa possibilidade de uso.

Fica claro que, diferentemente do que ocorre no Brasil, na Inglaterra/Reino Unido o design e a tecnologia são temas tratados com grande importância no desenvolvimento das crianças. Assim, é plausível supor que as crianças na idade equivalente à pré-escolar do Brasil (4 a 6 anos) possuam maior afinidade com novas tecnologias e com a forma de se expressar por meio delas.

Por meio de pesquisas na internet, foram encontradas iniciativas autônomas em escolas da Inglaterra; dezenas delas afirmam, em seus *sites* e *blogs*, possuírem impressoras 3D, mas pouquíssimos relatos foram encontrados na faixa etária equivalente à Educação Infantil. Seguem os mais relevantes:

3.4.1.1.

The Mead Teaching School⁸

Crianças do “Ano 2” (6 a 7 anos) elaboraram o projeto “cortador de biscoito”, no qual foram projetados 3 cortadores (**figura 3.4**), acessíveis para crianças de 2 a 6 anos.



Figura 3.4: Processo de impressão e detalhe de um cortador de biscoito produzido.

Também foi elaborado o projeto “luz e sombra”, visando desenvolver a compreensão das crianças sobre sombra e luz, enquanto trabalham com o sistema CAD e a impressora 3D (**figura 3.5**). O projeto consistiu em formas simples para cobrir uma fonte de luz, a fim de formar feixes de luz e sombra.

⁷ https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/210969/NC_framework_document_-_FINAL.pdf.

⁸ <http://www.themeadteachingschool.org.uk/innovation/3d-printer-project/>.

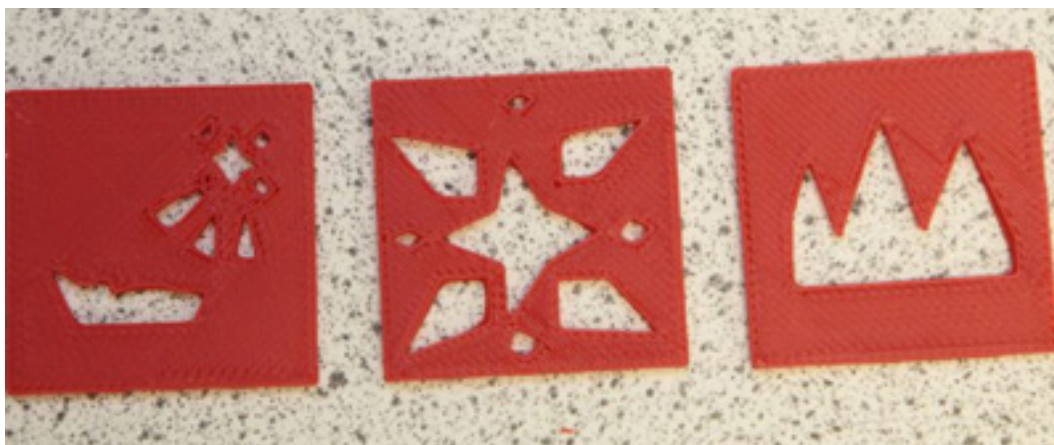


Figura 3.5: Três exemplos de formas criadas e impressas para o projeto “luz e sombra”.

Segundo o *site* da escola, o projeto demonstrou como esboços em 2D podem ser traduzidos em modelos 3D, desenvolvendo a habilidade de visualização tridimensional das crianças. Com o uso da impressora, os itens produzidos obtiveram maior grau de precisão em relação a outros meios normalmente utilizados. As crianças também demonstraram interesse em melhorar suas habilidades e produzir mais produtos, como resultado do uso dessa tecnologia.

Para eles, ter um grupo pequeno de crianças treinadas previamente com o uso dos *softwares* e atuando para ajudar os outros alunos pode melhorar o progresso da classe, reduzindo o tempo de espera dos alunos na aprendizagem do *software* e direcionando a ajuda mais avançada aos que mais necessitam.

3.4.1.2.

Berkley First School⁹

O *site* da escola apresenta fotos e vídeos do primeiro contato de alunos de 4 a 7 anos com uma impressora 3D (**figura 3.6**).

⁹ <http://www.berkleyschool.co.uk/3d-printer/>.



Figura 3.6: Alunos acompanhando o processo de impressão, analisando peças impressas e escolhendo projetos a serem impressos no *site Thingiverse.com*¹⁰.

Segue abaixo a tradução do depoimento presente no *site*:

Foi muito excitante. Nós conversamos sobre como uma impressora normalmente imprime imagens planas em um pedaço de papel. Eles assistiram à máquina aquecer e começar a imprimir um objeto. Eles assistiram ao processo e tentaram adivinhar o que estava sendo feito. Eles também exploraram os objetos que já haviam sido feitos. Utilizamos um *software* no computador para ver o que mais poderia ser impresso e cada um procurou por suas próprias ideias.

3.4.2.

Experiências de uso de tecnologias 3D nos Estados Unidos

Nos Estados Unidos, a obrigatoriedade do estudo acontece a partir do *kindergarten* (5 a 6 anos), diferentemente do Brasil, onde, aos 4 anos, a matrícula de crianças na escola ou creche é obrigatória. Segundo o Departamento de Educação dos Estados Unidos,¹¹ o sistema é organizado da seguinte maneira (**tabela 3.2**):

¹⁰ “Thingiverse” é um repositório *online* de modelos 3D no formato .STL, prontos para serem impressos.

¹¹ <http://www2.ed.gov/about/offices/list/ous/international/usnei/us/edlite-structure-us.html>.

Idade	Categoria	Nível
3 a 5 anos	<i>Preschool</i> (pré-escola)	<i>Pre-kindergarten</i> (pré jardim de infância)
5 a 6 anos	<i>Elementary school</i> (escola primária)	<i>Kindergarten</i> (jardim de infância)
6 a 7 anos	<i>Elementary school</i> (escola primária)	<i>1st grade</i> (1ª série)

Tabela 3.2: Organização da educação nos Estados Unidos.

No modelo americano, as escolas possuem maior autonomia sobre o currículo, sendo subordinadas aos Distritos Escolares (*School Districts*), jurisdições de nível municipal (*Embassy of Brazil – Washington, D.C.*, 2010). Dessa forma, políticas nacionais curriculares são mais abertas, voltadas ao estímulo dos currículos STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática), em que fica implícito o uso de tecnologias 3D. Em 2009, o então presidente americano Barack Obama lançou o projeto “Ensinar para Inovar” (*Educate to Innovate*)¹², disponibilizando mais de US\$ 700 milhões em parcerias público-privadas, visando capacitar professores e estimular o currículo STEM. Graças a esse projeto, muitas empresas doaram verbas ou mesmo equipamentos para escolas públicas.

No *site Donors Choose*,¹³ foram encontradas várias instituições apoiadas, cujos relatos dos resultados foram publicados pelos professores. Foram selecionados depoimentos de professores do *Kindergarten* (5 a 6 anos), seguidos das respectivas imagens:

3.4.2.1.

Boiling Springs Elementary School

Depoimento da professora Mrs. Farr:¹⁴

Foram muitas tentativas e erros, vídeos no *youtube* e pesquisas na internet, mas conseguimos realizar muitos projetos. Essa impressora 3D se tornou uma oportunidade de aprendizado constante em nossa sala de aula.

Fizemos vários animais em escala, criamos peças de jogo minúsculas que haviam desaparecido ao longo dos anos e muitos objetos que podiam dobrar e se mover (**figura 3.7**). Essa impressora se tornou uma ferramenta para os meus alunos, não somente para aumentar a aprendizagem, mas para dar a eles a oportunidade de aprender sobre as oportunidades de emprego nesta era da tecnologia. Fiquei espantada com as conversas que alunos de 5 e 6 anos tiveram quando discutiam ideias de coisas diferentes que poderíamos fazer.

¹² <https://www.whitehouse.gov/issues/education/k-12/educate-innovate>.

¹³ <http://www.donorschoose.org/>.

¹⁴ <http://www.donorschoose.org/school/boiling-springs-elementary-school/6012>.

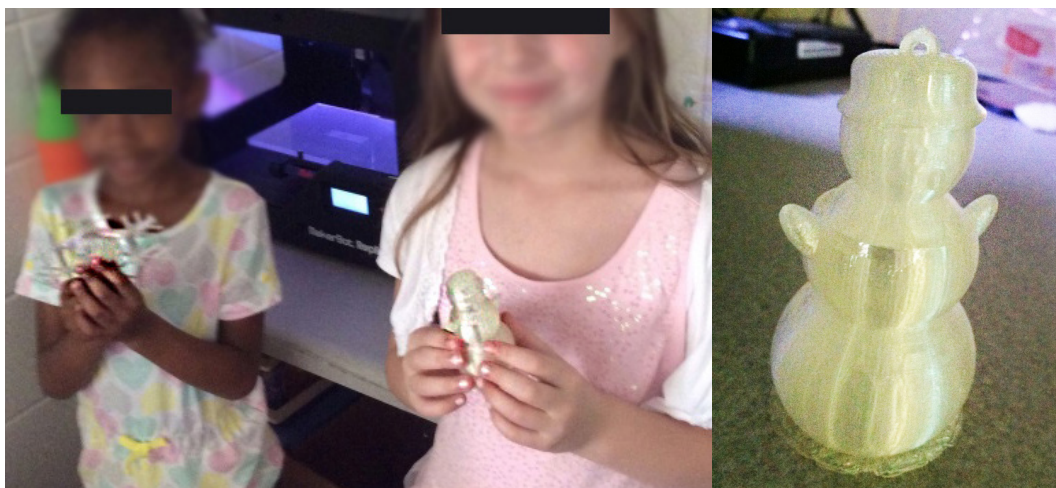


Figura 3.7: Alunas mostrando suas criações e o detalhe de uma delas.

3.4.2.2.

Academy of Moore County

Depoimento da professora Ms. Remington:¹⁵

Minha turma de jardim de infância fez uma exploração de movimento (parte do currículo de Ciências) (**figura 3.8**) e imprimimos piões para mostrar coisas que giram. Este mês teremos um concurso de design no qual os estudantes trabalharão em equipe para desenhar e modelar um organizador de material para as mesas dos estudantes. A criação vencedora será projetada no *site TinkerCAD*, impresso, e vamos usá-la nas mesas para organizar os materiais mais usados como lápis, tesouras e cola. Também usaremos o *TinkerCAD* na lousa digital para mostrar aos alunos como projetar e criar formas 3D (parte do currículo de Matemática). Essas são apenas algumas coisas que aconteceram em apenas um mês com a impressora 3D na sala de aula.



Figura 3.8: Exemplo de objeto impresso utilizado de maneira complementar a outros recursos materiais.

¹⁵ <http://www.donorschoose.org/project/the-next-revolution-begins-in-kindergart/1133219/?challengeid=287980>.

3.4.2.3.

Lakeside Elementary School

Depoimento da professora Mrs. Watkins:¹⁶

Meus alunos estão tão animados com a impressora 3D. Eles estão fascinados sobre como a impressora funciona e adoram assistir o produto ser criado do início ao fim. Como parte de nosso currículo básico de Matemática, os alunos do jardim de infância aprendem sobre formas 3D. Eles adoram que, após aprenderem sobre um forma, nós podemos ir para a impressora e assistir àquela forma sendo produzida (**figura 3.9**). Eles estão experimentando a aprendizagem de uma forma totalmente nova. Muitos professores da nossa escola nunca tinham sequer ouvido falar de impressoras 3D. Foi emocionante introduzir essa nova tecnologia para eles e lhes dar apenas um vislumbre das infinitas possibilidades que existem.



Figura 3.9: Alunos analisando formas impressas.

3.4.2.4.

PS 200 Benson School

Nesse relato específico, o projeto foi realizado com alunos do *1st grade* (6 a 7 anos), portanto, com idade acima da faixa etária da pesquisa. Entretanto, o projeto se assemelha bastante com a proposta de experimento pensada, por isso sua inclusão. Depoimento da professora Mrs. Bramante:¹⁷

O *scanner* 3D se encaixou bem com a impressora 3D que tínhamos na sala. Somos capazes de criar coisas com massa de modelar e depois escaneá-las e ver os arquivos no computador. Nele podemos editá-las e imprimir-las (**figura 3.10**).

¹⁶ <http://www.donorschoose.org/project/learning-in-3-d/1135150/?challengeid=337163>.

¹⁷ <http://www.donorschoose.org/project/digitize-me-capn/1380189/?challengeid=328668>.



Figura 3.10: Exemplo de interação entre o virtual e o material por meio do *scanner* e da impressora 3D.

3.4.2.5.

Ridgewood Elementary School

Depoimento do professor Mr. Deshais:¹⁸

O dia em que nossa impressora 3D chegou não perdi tempo configurando-a e preparando-a para imprimir algumas coisas assim que meus alunos chegassem na manhã seguinte. O espanto dos alunos ao verem uma pulseira maleável diante de seus olhos só rivalizou com seus pais maravilhados como crianças (muitos dos quais agora chegam mais cedo na sala de aula para ver o que estamos fazendo no dia). Nós rapidamente começamos a trabalhar para encontrar algumas coisas no *Thingiverse.com* para imprimir. Edifícios, carrinhos, bonequinhos e animais eram populares no início, mas agora passamos a conceber, projetar e imprimir coisas personalizadas (**figura 3.11**). Os alunos pediram recentemente um castelo, que não fomos capazes de encontrar *on-line*. Então, eu usei o *software SketchUp* para construir um modelo simples no computador com dicas dos alunos enquanto observavam o processo de design na tela.

¹⁸ <http://www.donorschoose.org/project/stem-kindergarten-makerbot/1134427/?challengeid=120416>.

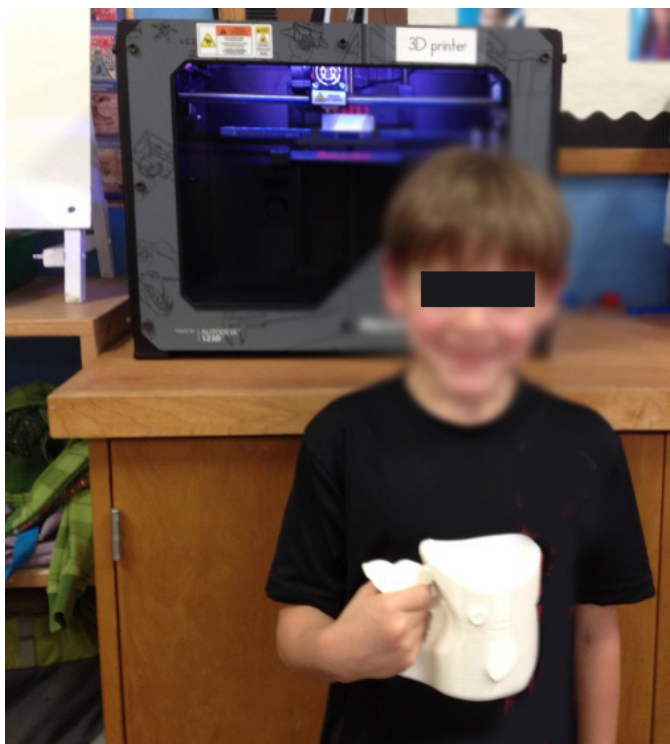


Figura 3.11: Aluno com uma caneca customizada e impressa em sala de aula.

Por ter um perfil no site *Thingiverse.com*, foi possível um contato com o professor Deshais, que descreveu um pouco mais a experiência dos alunos com a impressora 3D.

Ele comenta que, por ser professor do *kindergarten* (5 a 6 anos), de certa maneira qualquer coisa pode parecer novidade para os alunos em sala, mas, nos primeiros dias, os alunos sempre permanecem curiosos, ficando vários minutos apenas observando o processo de impressão. Após os alunos aprenderem o que pode ser impresso, muitos pedidos de impressão de brinquedos ocorrem, segundo ele. Entretanto, ele se esforça em mostrar que a impressora 3D pode ser utilizada para desenvolver soluções para problemas cotidianos, o que acarreta uma mudança nos pedidos dos alunos (como exemplos, ele cita pedido de aparadores de porta, peças de jogos perdidas etc.). É o próprio professor que executa os processos de modelagem e impressão, sendo observado e auxiliado verbalmente pelos alunos, porém há planos de encorajar as famílias para o aprendizado do *TinkerCAD* em casa. Ele completa dizendo que os alunos se interessam mais em lidar com objetos de aprendizagem produzidos em sala do que com aqueles comprados prontos, e que não percebeu diferenças de gênero no interesse pela impressora.

3.4.3.

Outras experiências internacionais

Até o fim desta etapa da pesquisa, não foram encontradas iniciativas relevantes que englobassem a faixa etária da pesquisa em outros países. Alguns produziram

documentos oficiais destacando a importância da tecnologia e a necessidade de sua implementação no ensino, como a Nova Zelândia (*Blueprint for the Future*¹⁹) e a Austrália (*3D Printing Professional Learning Resources*²⁰), mas os resultados, ou mesmo os usos na faixa etária da pesquisa ainda não foram encontrados.

3.5.

Categorização das experiências de uso

Ao verificarmos os usos das tecnologias nas iniciativas encontradas, foi possível dividi-los de acordo com o tipo de interação dos alunos, tendo como base os modelos impressos em 3D:

- **Utilização** – os alunos não interagem no desenvolvimento, apenas utilizando os modelos 3D impressos.
- **Seleção** – os alunos escolhem, entre modelos 3D existentes, o que será impresso.
- **Criação** – os alunos participam do desenvolvimento ou da customização de modelos 3D a serem impressos.

A partir dessa caracterização, foi gerada a Tabela 3.3.

Escola	Interação com os modelos	Descrição
<i>The Mead Teaching School</i> (cortador de biscoito)	Utilização	Alunos da pré-escola utilizaram os modelos criados e impressos por alunos mais velhos.
<i>The Mead Teaching School</i> (luz e sombra)	Criação	Alunos criaram as próprias formas, que foram utilizadas como parte de conteúdo prévio.
<i>Berkley First School</i>	Seleção	Alunos escolheram modelos a serem impressos.
<i>Boiling Springs Elementary School</i>	Criação	Criação de objetos diversos.
<i>Academy of Moore County</i>	Criação	Customização de modelos integrados com conteúdo prévio. Estímulo à criação por meio de concurso.

¹⁹ https://www.greens.org.nz/sites/default/files/blueprint_for_the_future-final.pdf.

²⁰ http://www.curriculumsupport.education.nsw.gov.au/secondary/technology/11_12/design/.

<i>Lakeside Elementary School</i>	Utilização	Alunos interagem com modelos 3D de formas ensinadas, como parte do currículo.
<i>PS 200 Benson School</i>	Criação	Transposição de objetos físicos em objetos virtuais, com manipulação virtual e impressão destes.
<i>Ridgewood Elementary School</i>	Criação	Customização e criação de modelos a serem impressos.
Col. Marista Pio XII	Utilização	Utilização de modelo criado e impresso por alunos mais velhos.

Tabela 3.3: Categorização das experiências encontradas até o momento.

A tabela mostra que a maioria das experiências encontradas envolve os alunos no processo de desenvolvimento das peças, mesmo eles não estando no controle dos equipamentos. As peças impressas, em sua maioria, relacionavam-se a objetos do cotidiano ou referentes ao currículo pedagógico. Como experiências diferenciadas, cito a da “PS 200 Benson School”, por seu processo envolvendo criação material, escaneamento 3D, customização 3D e impressão; e a da “Ridgewood Elementary School”, pelo percurso das interações que o professor Deshais narrou.

3.6.

Relação entre as experiências de uso e as competências e habilidades necessárias para a formação da criança na Educação Infantil

A partir da análise documental do Capítulo 2, somada ao conteúdo dos usos encontrados e à experiência pessoal com os equipamentos, a Tabela 3.4 apresenta possíveis atividades envolvendo a experimentação 3D que podem ser executadas em relação aos eixos norteadores das práticas pedagógicas presentes nas DCNEI.

Eixos norteadores das práticas pedagógicas das DCNEI	Possíveis formas de atuação das tecnologias
Experiências sensoriais, expressivas, corporais; movimentação ampla, expressão da individualidade.	Escaneamento e impressão de alunos e suas criações.
Imersão das crianças nas diferentes linguagens; progressivo domínio de vários gêneros e formas de expressão: gestual, verbal, plástica, dramática e musical.	Utilização das tecnologias como linguagem pré-escrita e expressão plástica.
Experiências de narrativas, de apreciação e interação com a linguagem oral e escrita.	Descrição das ações desempenhadas na experimentação 3D.
Recriação, em contextos significativos, de relações quantitativas, medidas, formas e orientações espaço-temporais.	Escaneamento e customização de objetos.
Ampliação da confiança e da participação das crianças nas atividades individuais e coletivas.	Uso das tecnologias de maneira cooperativa.
Situações de aprendizagem mediadas para a elaboração da autonomia das crianças nas ações de cuidado pessoal, auto-organização, saúde e bem-estar.	Uso das tecnologias de maneira cooperativa, divisão de tarefas.
Vivências éticas e estéticas com outras crianças e grupos culturais.	Impressão de obras de arte de diferentes culturas.
Incentivo à curiosidade, à exploração, ao encantamento, ao questionamento, à indagação e ao conhecimento das crianças em relação ao mundo físico e social, ao tempo e à natureza.	Interação das crianças com as tecnologias durante todo o processo e diálogo com os mediadores.
Relacionamento e interação das crianças com diversificadas manifestações de música, artes plásticas e gráficas, cinema, fotografia, dança, teatro, poesia e literatura.	Desenvolvimento de modelos próprios.
Interação, cuidado, preservação e conhecimento da biodiversidade e da sustentabilidade da vida na Terra, assim como o não desperdício dos recursos naturais.	Uso teórico das tecnologias. Ensino de sustentabilidade e uso de material biodegradável (PLA).
Interação e conhecimento pelas crianças das manifestações e tradições culturais brasileiras;	Relacionar as impressões à cultura nacional.

Utilização de gravadores, projetores, computadores, máquinas fotográficas, e outros recursos tecnológicos e midiáticos.	Uso do computador e equipamentos das tecnologias 3D (impressora e <i>scanner</i>).
---	---

Tabela 3.4: Relação entre eixos norteadores das DCNEI e possíveis formas de atuação das tecnologias.

Por essa tabela é possível verificar a versatilidade do emprego da experimentação 3D de se relacionar com os eixos propostos no DCNEI. Vale ressaltar que o emprego de tais tecnologias deve ser pensado de maneira complementar, não tentando substituir quaisquer outros equipamentos ou suportes existentes no cotidiano da Educação Infantil. A experimentação 3D pelos alunos deve ter o caráter agregador.

3.7.

Considerações

O uso de tecnologias em sala de aula, em geral, mostrou-se pouco explorado nos documentos governamentais brasileiros analisados, diferentemente do que ocorre nos Estados Unidos e no Reino Unido, onde a tecnologia (e mesmo o design) possuem, no âmbito da educação, um papel mais presente e reconhecido pelos respectivos governos. As experiências de uso preliminares (uma presencial e outra como relato) foram importantes referenciais para o andamento da pesquisa, pois abordaram a apresentação e a interação entre as crianças/alunos e a experimentação, sempre a partir de um contexto específico (no caso, a exposição nos museus).

A pesquisa por experiências de uso de tecnologias 3D no âmbito nacional mostrou uma carência de ações educacionais, principalmente voltada para a Educação Infantil. É notável a discrepância de iniciativas realizadas nos Estados Unidos em relação ao resto do mundo, principalmente ao Brasil. Muito se explica pela difusão da cultura *Maker* naquele país e pela quantidade de fabricantes de impressoras existentes em seu território. Espera-se que essa discrepância entre as iniciativas encontradas no Brasil e em outros países diminua nos próximos anos; o movimento *Maker* está ganhando cada vez mais visibilidade na mídia nacional, com reportagens na televisão aberta e destaque em eventos educacionais.

Após a categorização das experiências encontradas, foi realizado um trabalho para relacioná-las aos eixos norteadores das práticas pedagógicas das DCNEI, imaginando práticas que se adequassem a cada eixo e explicitando o potencial que as tecnologias 3D têm em relação ao ensino e ao desenvolvimento infantil.

4

O caminho da pesquisa

Neste capítulo, apresento as características e as opções metodológicas para a elaboração e realização do experimento, além da análise dos dados obtidos. Apresento também o paradigma desta pesquisa, ou seja, o sistema de valores que motivou tais escolhas.

4.1.

Paradigma da pesquisa

No artigo “Pesquisa em Arte e Design”¹, Christopher Frayling (1993) discute o termo “pesquisa”, suas percepções e sua associação com os campos da arte e do design. Após uma abordagem sobre o imaginário popular acerca de artistas, designers e pesquisadores, o autor afirma que:

Implícito em grande parte do que eu tenho dito, é uma crítica de outro estereótipo – o do “praticante”. Como se a ação que segue a reflexão, ou a reflexão que segue a ação, pode ser colocada em uma caixa marcada exclusivamente como “prática”. A pesquisa é uma prática, a escrita é uma prática, fazer ciência é uma prática, fazer design é uma prática, fazer arte é uma prática (p. 4).

Ao aproximar a prática do designer da prática do pesquisador, o autor elabora três definições de modalidades de pesquisa nos campos da arte e do design:

- Pesquisa **sobre** arte e design – segundo ele, a mais comum, englobando pesquisa histórica, pesquisa de estética e percepção, pesquisa em uma variedade de perspectivas teóricas sobre arte e design. Possui incontáveis modelos, trazendo regras e procedimentos.
- Pesquisa **através** de arte e design – engloba pesquisa de materiais, trabalho de desenvolvimento (tecnológico), pesquisa-ação. Tal modalidade carece de documentação do processo de design que as produziu.
- Pesquisa **para** arte e design – modalidade na qual o resultado final seria um artefato, a partir de material de referência, estando o conhecimento corporificado no artefato.

Por pensar o design como uma metodologia processual aglutinadora de diferentes áreas de saber, busquei relacionar a tecnologia e a educação através do design.

Conhecimentos advindos das disciplinas “Psicologia na Educação” e “Educação, Cultura e Museu” (ambas do programa de pós-graduação em Educação

¹ *Research in Art and Design*, no original.

da PUC-Rio) trouxeram o embasamento teórico para o lugar do que antes eram apenas suposições acerca do campo da educação. Grande parte do conhecimento técnico necessário para a execução do experimento veio da prática cotidiana das tecnologias em questão, aprendido muitas vezes por meio de tentativa e erro, ou mesmo por instrução, em muitos casos, vinda de “amadores” (entusiastas, muitas vezes sem formação próxima à área da tecnologia); outra parte do conhecimento veio da disciplina “Tópicos Especiais em Escaneamento 3D” (do programa de graduação em Engenharia da PUC-Rio). Além de métodos provenientes do design, para suprir a carência comentada por Frayling em pesquisas através do design, técnicas oriundas dos campos da Sociologia e Linguística foram escolhidas, por sua praticidade ao traduzir interações em dados e informações.

Além do caráter interdisciplinar exposto acima, o binômio ação/reflexão se fez presente durante o processo de concepção e execução da pesquisa de campo, sendo os testes preliminares de grande importância para o refinamento da proposta de experimento – o mesmo tendo ocorrido com os testes da primeira turma, realizados pouco antes dos demais.

Reconheço minha pesquisa qualitativa predominantemente como **através** do design, mediando e catalisando saberes de diferentes áreas, aproveitando a sinergia entre teoria, prática e reflexão. Almejo com ela trazer resultados aplicáveis a outras áreas, além do design.

4.2.

O *corpus* da pesquisa

Nos estágios iniciais do desenvolvimento desta pesquisa, a intenção era que o *corpus* incluísse turmas de alunos de escolas particulares e públicas. Porém, após a descoberta da burocracia envolvida na realização de pesquisas com alunos da rede pública, somada a alguns reveses em termos de logística e marcações de datas das instituições, optei por buscar apenas escolas particulares.

Mesmo com esse recorte, tive dificuldades para encontrar uma instituição que aceitasse participar da pesquisa – muito pelo uso de um espaço externo à escola (o do museu), que envolveria o transporte de alunos pela cidade do Rio de Janeiro.

Finalmente, obtive êxito em estabelecer contato com o Museu Internacional de Arte Naïf (MIAN), que já possuía um convênio de visitação com a escola Curiosa Idade (localizada a cerca de um quilômetro do museu), facilitando o aceite para a execução do experimento.

O *corpus* da presente pesquisa é constituído por três turmas de alunos do último ano da Educação Infantil – possuindo a faixa etária de 5 a 6 anos – da escola

Curiosa Idade, escola particular do Rio de Janeiro. No experimento, os alunos foram filmados por pesquisadoras auxiliares – e, por vezes, pelo próprio pesquisador –, sendo esse o material posteriormente analisado. As três professoras das turmas concederam entrevistas que foram gravadas após o experimento, fazendo também parte do *corpus* de análise desta pesquisa.

4.2.1.

Recorte da faixa etária escolhida para os testes de uso

Desde o início do desenvolvimento da pesquisa, a intenção era que a experimentação 3D ocorresse “o mais cedo possível” dentro do ambiente escolar, desde que ele auxiliasse de maneira benéfica e satisfatória o desenvolvimento cognitivo das crianças (já tendo a Educação Infantil como foco). Após as leituras de Piaget e Vygotsky e, posteriormente, Leontiev, o recorte da faixa etária pôde ser delineado de maneira embasada.

Jean Piaget (1999) distinguiu quatro grandes estágios no desenvolvimento lógico da criança da seguinte maneira:

Faixa etária estimada	Estágio	Características
Do nascimento a 2 anos (recém-nascido e o lactente)	Sensório-motor	<ul style="list-style-type: none"> • anterior à linguagem; • inteligência sensório-motora; • ações já se organizam segundo certas estruturas e condutas experimentais; • sentimentos elementares.
De 2 a 7 anos (primeira infância)	Pré-operatório	<ul style="list-style-type: none"> • aparecimento da linguagem; • socialização da ação (pela troca com outros indivíduos); • interiorização da palavra (pensamento com linguagem, possibilitando representação verbal e narrativa); • interiorização da ação (imagem mental e outras formas de função simbólica); • sentimentos interindividuais.

De 7 anos a 12 anos (segunda infância)	Operatório-concreto	<ul style="list-style-type: none"> • progresso na socialização, moral de cooperação e autonomia pessoal; • progresso no pensamento (possibilitando coordenação de pontos de vista entre si); • construção de operações racionais (lógicas, aritméticas, mecânicas etc.); • sentimentos morais.
A partir de 12 anos (adolescência)	Formal	<ul style="list-style-type: none"> • maturação sexual; • construção de sistemas e “teorias” (ideias gerais e construções abstratas); • pensamento formal “hipotético-dedutivo”; • afetividade da personalidade.

Tabela 4.1: Estágios de desenvolvimento cognitivo, segundo Piaget.

A partir dessa tabela, vislumbrou-se maior facilidade e desafio para o experimento no estágio **pré-operatório**. Facilidade pela presença da linguagem e da interiorização da palavra, bem como da narrativa verbal – requisitos relevantes para executarmos o experimento e dele extrairmos os dados. Desafio por este ser o estágio de transição entre as operações motoras e as operações racionais, pondo à prova a experimentação 3D em relação à ausência de conceitos concretos.

Em Epistemologia Genética (1978), Piaget fala, dentro do estágio pré-operatório, sobre subestágios – de 2 a 4 anos e de 5 a 6 anos:

Faixa etária estimada	Subestágio	Características
2 a 4 anos	Primeiro nível pré-operatório	<ul style="list-style-type: none"> • pré-conceitos e pré-relações como mediadores entre o sujeito e os objetos (dificuldade em relacionar grupos com subgrupos e relações concomitantes).
5 a 6 anos	Segundo nível pré-operatório	<ul style="list-style-type: none"> • “funções constituintes” ou pré-operatórias (conceitos e relações já são descentrados das ações, mas de maneira incompleta).

Tabela 4.2: Subestágios da fase pré-operatória, segundo Piaget.

Como exemplo de “funções constituintes”, ele mostra que:

[...] uma criança de 5 a 6 anos sabe em geral que se empurra com um lápis uma plaqueta retangular em seu meio ela avança “em linha reta”; mas se é puxada de lado “ela roda”. Ou então em presença de um fio disposto em ângulo reto, ela saberá prever que puxando uma de suas extremidades um dos seus segmentos aumenta e o

outro diminui de comprimento, etc. Em outras palavras, em tais casos as pré-relações tornam-se verdadeiras relações, e isto sob o efeito de suas coordenações porque uma das variáveis se modifica sob a dependência funcional da outra (p. 142).

Apesar de mostrar o desenvolvimento em relação ao primeiro subestágio, Piaget afirma que, por ainda possuir limitações essenciais, tais funções seriam um termo de passagem entre as ações e as operações concretas:

No exemplo do fio disposto em ângulo reto, o sujeito sabe bem que puxando um dos segmentos, digamos A, o outro (B) diminui, mas à falta de quantificação ele não suporá a igualdade $\sim A = \sim B$: o segmento puxado é em geral considerado como se alongando mais do que o outro se encolhendo; e sobretudo o sujeito não admitirá a conservação do comprimento total $A + B$. Verifica-se portanto apenas uma semilógica, à falta de operações inversas, e não ainda uma estrutura operatória (p. 143).

O caráter de transição do segundo nível pré-operatório mostra que a experimentação 3D pode desempenhar um papel relevante no desenvolvimento das chamadas “funções constituintes” em operações concretas, por sua complementariedade entre o abstrato e o concreto, e pelo processo de caráter circular (físico/virtual/físico) que o experimento veio a adquirir.

Sob a ótica da Zona de Desenvolvimento Potencial (apresentada no Capítulo 2), tal caráter de transição também propicia ao desenvolvimento da criança a aprendizagem, via mediação adulta, de conceitos a serem internalizados. Mesmo possuindo pensamentos divergentes em relação ao binômio desenvolvimento-aprendizagem, os estudos de Vygotsky complementam os de Piaget nesse quesito:

[...] a aprendizagem não é, em si mesma, desenvolvimento, mas uma correta organização da aprendizagem da criança conduz ao desenvolvimento mental, ativa todo um grupo de processos de desenvolvimento, e esta ativação não poderia produzir-se sem a aprendizagem. Por isso, a aprendizagem é um momento intrinsecamente necessário e universal para que se desenvolvam na criança essas características humanas não-naturais, mas formadas historicamente (2010, p. 115).

Leontiev (2004) afirma que é no período pré-escolar que a atividade humana vai sendo apresentada e expandida para a criança; e é por meio da atividade dela com os objetos e outros indivíduos que ocorre a apropriação desse mundo.

O que determina diretamente o desenvolvimento do psiquismo da criança é a sua própria vida, o desenvolvimento dos processos reais desta vida, [...] o desenvolvimento desta atividade, tanto exterior como interior.

[...]

[...] no estudo do desenvolvimento do psiquismo da criança devemos partir da análise do desenvolvimento de sua atividade tal como ela se organiza nas condições concretas da sua vida (2004, p. 310).

Ao expor essa relação, o autor comenta que, em determinadas épocas, algumas atividades possuem maior importância para o desenvolvimento psíquico, tendo papel essencial para tal – enquanto outras passam a ter papel secundário. A essas atividades ele denomina “atividades dominantes”. Elas não são aquelas que ocorrem mais vezes em dado período, mas sim as que comportam três características:

“Primeiramente, é aquela sob a forma da qual aparecem e no interior da qual se diferenciam tipos novos de atividade” (2004, p. 311). Como exemplo, ele cita o brincar, objeto pelo qual a criança começa a atividade de ensino na idade pré-escolar.

“Segundo, a atividade dominante é aquela na qual se formam ou se reorganizam os seus processos psíquicos particulares” (2004, p. 311). Usando novamente o brincar, é por meio dele que o processo de imaginação ativa se forma – por analogia, no estudo se forma o raciocínio abstrato.

“Terceiro, a atividade dominante é aquela de que depende o mais estreitamente as mudanças psicológicas fundamentais da personalidade da criança observadas numa dada etapa de seu desenvolvimento” (2004, p. 311). No brincar, a criança se aproxima de funções sociais e normas de comportamento típicas dos adultos.

A partir dessa definição, o autor afirma que não é necessariamente a idade da criança que determina os estágios das diferentes atividades, mas as condições sócio-históricas que determinam essa transição. Complementando Leontiev com Elkonin (1987 apud FACCI, 2004) e Vygotsky (1996 apud FACCI, 2004), foi elaborada a Tabela 4.3, que apresenta as idades médias e as atividades dominantes de cada etapa.

Idade (em geral)	Etapas	Atividade dominante
0 a 1 ano	pós-natal	comunicação emocional do bebê
1 a 2 anos	infância precoce	atividade objetal manipulatória
3 a 6 anos	pré-escolar	atividade lúdica (brincar, jogo, faz-de-conta)
7 a 12 anos	escolar	atividade de estudo (reflexão, análise, planejamento)
13 a 16 anos	adolescência	comunicação íntima pessoal
17 anos	juventude	atividade profissional

Tabela 4.3: Atividades dominantes em cada etapa do desenvolvimento da criança.

Na transição entre as etapas, ocorrem os períodos de “crise de desenvolvimento”. Isso se dá pelo lugar do indivíduo na sociedade, que passa a não corresponder mais com suas possibilidades de atuação, o que faz com que ele se esforce para modificar tal lugar, reorganizando sua atividade.

Leontiev (2004, p. 314) afirma que as crises não seriam inevitáveis, mas sim a ruptura com a etapa antiga e os “saltos qualitativos no desenvolvimento. A crise, pelo contrário, é sinal de uma ruptura, de um salto que não foi efetuado no devido tempo”. Para ele, a crise pode ser contida caso o desenvolvimento psíquico da criança ocorra de maneira conduzida, por meio da educação.

Novamente, a Zona de Desenvolvimento Potencial se mostra de grande valia, na passagem da atividade lúdica para a atividade de estudo. Baseando-se nos escritos de Leontiev, torna-se possível conter a crise dos 7 anos, trazendo para a cultura social da criança atividades que estejam a par de seu desenvolvimento psíquico.

Por meio da experimentação 3D, o “brincar de massinha” traz consigo uma série de aprendizagens (algumas delas distantes até dos adultos que rodeiam as crianças) e intenta-se criar nas crianças as noções abstratas inerentes a essas tecnologias.

Por conta do recorte escolhido, apenas turmas do último ano da Educação Infantil participaram do experimento. Tais turmas possuíam crianças nascidas entre 2010 e 2011 (tendo entre 5 e 6 anos no final de 2016) e são denominadas “Grupo 5” na escola. Nesta dissertação são chamadas da seguinte forma:

- Turma 1 (1ª turma da tarde) – composta por 15 alunos;
- Turma 2 (1ª turma da manhã) – composta por 12 alunos;
- Turma 3 (2ª turma da tarde) – composta por 11 alunos.

4.3.

Os cenários da pesquisa

Uma das questões surgidas no planejamento e que se tornou parte da dissertação foi como realizar a experimentação 3D a partir de um tema contextualizado e unificado para as turmas. A partir das experiências preliminares apresentadas no Capítulo 3, o primeiro encontro de cada fase do experimento foi executado em uma das salas de um museu (ambiente de aprendizagem não formal), onde o tema foi introduzido. Os encontros seguintes ocorreram em salas de aula (ambiente de aprendizagem formal).

No campo da Pedagogia, devido à necessidade de categorização dos tipos de educação surgidos a partir do século XIX, provenientes da generalização da “escolarização” do ensino (TRILLA, 2008, p. 16), foram cunhadas as categorias “educação formal”, “educação não formal” e “educação informal”. Entretanto, apenas a partir do último terço do século XX, tais categorias começaram a ser fixadas na linguagem pedagógica (2008, p. 31).

Entende-se por educação formal aquela regida por leis e diretrizes formuladas pelo Estado, graduada, hierarquizadas e ministradas em instituições de ensino (creches, escolas, universidades etc.). Apesar de existirem desde a Antiguidade, as instituições de ensino passaram a se formalizar e a fazer parte do projeto de política e economia do Estado nos últimos três séculos. Tal formalização trouxe a escola para o centro de importância das políticas educacionais, tornando-a sinônimo de educação até hoje. É função das instituições de ensino, por lei, ensinar, avaliar e diplomar seus frequentadores.

Já a educação não formal é aquela que ocorre fora do ambiente do sistema de ensino e livre dos critérios de avaliação e diplomação definidos por ele, porém ainda com a intenção de aprendizagem. Como a escola não conseguiu (e não consegue) suprir todas as demandas educacionais que a sociedade passou a cobrar dela, a educação não formal atua paralelamente, em outros meios e ambientes – como cursos, oficinas e museus. Por não estar atrelada às leis e diretrizes do sistema de ensino, a educação não formal “desfruta de uma série de características que facilitam certas tendências metodológicas” (TRILLA, 2008, p. 42).

Denomina-se “educação informal” aquela aprendizagem que ocorre sem intencionalidade, por experiências e interações com o meio. Tal processo ocorre durante toda a vida do indivíduo.

A história dos museus pode ser vista em paralelo à história da própria escolarização. Seja por coleções particulares seja pelos gabinetes de curiosidades, o conteúdo presente nesses exemplos era de acesso restrito, o que continuou ocorrendo com os museus, no sentido de espaço de exposição de patrimônio preservado.

Juntamente com a criação do *International Council of Museums* (ICOM) também foi proposta uma nova concepção para os museus, de 1974:

O museu é uma instituição permanente, sem fins lucrativos, a serviço da sociedade e de seu desenvolvimento, aberta ao público, e que faz pesquisas relacionadas com os testemunhos materiais do ser humano e de seu ambiente, tendo em vista a aquisição, conservação, transmissão e, principalmente, exposição desse acervo com a finalidade de estudo, educação e deleite.

Com essa definição, abriu-se maior espaço para os museus ampliarem do paradigma conservadorista para o paradigma social e desenvolvimentista (MANOEL-CARDOSO, 2014). Assim, além de maior acesso e diálogo com a população, o museu passa a abrigar em si ainda mais o estudo e o experimento.

Atualmente, o museu pode ser considerado um dos ambientes de elo entre a educação formal e não formal, já que é notório o volume de grupos escolares que visitam esses espaços, principalmente durante a semana. Muitos museus, por sua vez, encarregaram-se de criar setores especializados nessa categoria de visitantes – seja apenas para agendamento das visitas, ou mesmo espaços próprios, com mediadores e atividades específicas para os grupos escolares.

Dada essa busca por uma relação amistosa entre educação formal (escola, nesta dissertação) e não formal (museu, nesta pesquisa), a apresentação das tecnologias tridimensionais digitais para as crianças poderia ser mais eficaz, ao mesmo tempo que lúdica, e sem perder a função de “deleite”, no ambiente do museu. Outro ponto interessante do uso do espaço do museu com essa tecnologia é que essa alternativa quebra o paradigma do “não tocar”, característico dos museus. Com as tecnologias 3D, é possível reproduzir peças – por meio do escaneamento e posterior impressão – que podem ser manuseadas pelas crianças, retirando, de certa forma, a “inviolabilidade” do objeto clássico.

A presente pesquisa buscou estabelecer relações entre a educação não formal e a formal no ato intencional de apresentação e uso das tecnologias 3D, sem subestimar ou superestimar nenhuma dessas formas de educação. Mais do que uma relação de complementaridade – em que uma atuaria onde a outra não conseguiria, de maneira fragmentada – esta pesquisa pretende promover a colaboração entre os campos, por meio de atividades escolares que ocorram no ambiente de museus e em sala de aula. Busca-se um programa híbrido, em que segundo Trilla (1985, p. 142) “[...] dá-se uma complexa dinâmica pela qual meios ou modos em princípio não formais podem ser assumidos pela escola, enquanto, em outros casos, tarefas tradicionalmente escolares são extraídas dela”.

Após alguns contatos infrutíferos com diferentes escolas e museus, conheci (por indicação de uma aluna da disciplina “Educação, Cultura e Museus” da pós-graduação em Educação) o MIAN (Museu Internacional de Arte Naïf do Brasil). A aluna relatou que, além de receber crianças na faixa etária de meu recorte, também possuía parceria com escolas de seu entorno. A partir do contato com o setor socio-educativo do museu, cheguei à escola Curiosa Idade, já propondo o experimento em parceria com ambas.

4.3.1.

Museu Internacional de Arte Naïf do Brasil (MIAN)

Museu especializado em arte Naïf², localizado no bairro Cosme Velho, Rio de Janeiro, o MIAN conta com cerca de cinco mil obras de artistas nacionais e estrangeiros. Possui um setor educativo, com marcação de visitas e atividades especiais para grupos escolares, cabendo destacar que são aceitos grupos de bebês de 3 meses a adolescentes de 18 anos, com pelo menos 9 visitas guiadas diferentes para essas faixas etárias. Conforme citado anteriormente, o MIAN possui também uma parceria com a escola Curiosa Idade, que envolve visitas regulares das turmas da escola ao museu (fator facilitador para a execução do experimento). O museu dispunha de duas monitoras, que estiveram presentes nos três encontros ocorridos em seu espaço.

4.3.2.

Curiosa Idade Educação Infantil

Escola localizada no bairro Laranjeiras, Rio de Janeiro (localizada a cerca de 14 minutos a pé do MIAN), possui turmas do berçário ao 1º ano, tendo 3 tur-

² O termo “Arte naïf” surgiu através do apelido que foi usado para designar tanto a pintura quanto a personalidade de Henri Rousseau em 1890, um pintor autodidata admirado pela vanguarda artística dessa época. O adjetivo francês *naïf* deriva do latim *nativus* (que significa nascente, natural, espontâneo). <http://www.museunaif.com/artenaif/>.

mas do “Grupo 5” (equivalente ao último ano da Educação Infantil), uma na parte da manhã e duas no período da tarde. Em seu espaço, encontram-se pátios, salas para oficinas e salas de aula, sendo que as turmas não possuem salas específicas, ocupando-as de acordo com as atividades vigentes. As salas de aula são compostas por mesas para várias cadeiras, estando os alunos sempre em grupos. As professoras contaram com, no mínimo, uma assistente durante os encontros, tanto no MIAN quanto em sala de aula.

4.4.

As tecnologias 3D em análise

Para esta dissertação, dentro do universo das tecnologias 3D, foram escolhidas três vertentes – a modelagem tridimensional, o escaneamento tridimensional e a manufatura aditiva (impressão 3D) – pela acessibilidade e complementaridade entre elas. O uso combinado dessas tecnologias tem possibilitado a realização de “pesquisas multidisciplinares em diversos campos de conhecimento, tais como Arqueologia, Artes, Biofísica, Biologia, Biomimética, Design, Egíptologia, Geologia, Medicina, Meteorítica e Paleontologia” (LOPES; BRANCAGLION; AZEVEDO et al., 2013).

A escolha dos equipamentos descritos a seguir ocorreu por sua acessibilidade (possível pelo baixo custo deles em relação a outras opções disponíveis para o público) e pela experiência de uso adquirida junto a eles (tais equipamentos foram previamente adquiridos e experimentados), o que facilitou no manejo e em eventuais reparos – tanto físico quanto em termos de *software*.

Segue breve descrição de tais tecnologias e dos recursos utilizados em cada uma no experimento executado.

4.4.1.

Escaneamento 3D

Também denominada digitalização 3D, seu processo consiste na obtenção da posição (geralmente referente aos eixos X, Y, Z) de um grupo de pontos no espaço referentes à superfície de um objeto. Com essas informações, é possível se obter uma representação numérica desse objeto, sob a forma de uma malha ou nuvem de pontos (**figura 4.1**).

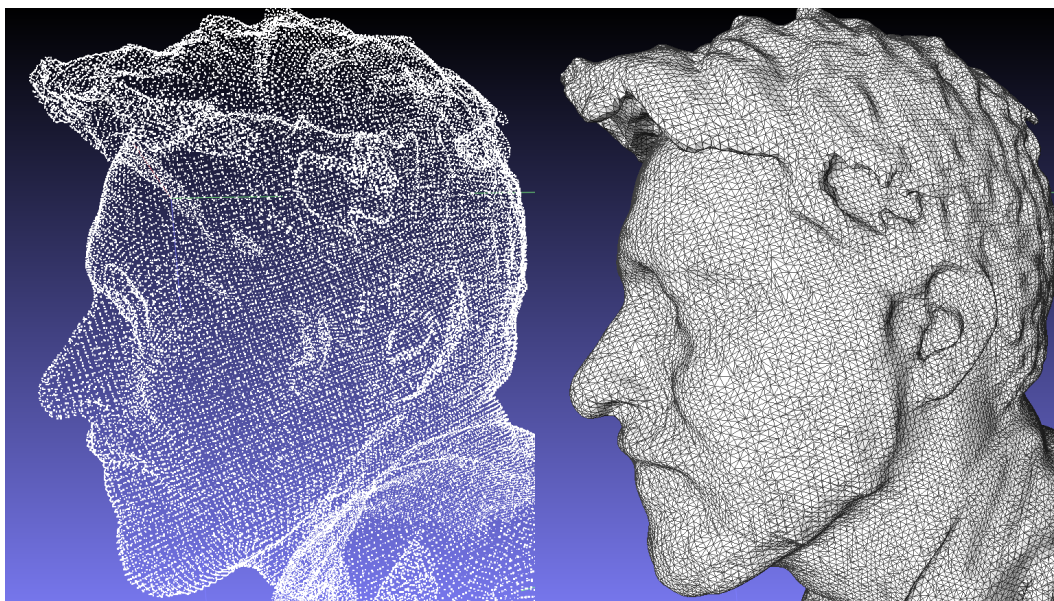


Figura 4.1: Exemplo de nuvem de pontos (à esquerda) e malha.

A partir dessa obtenção, por meio de *softwares* específicos, é possível gerar modelos tridimensionais virtuais (3D) do objeto escaneado, com níveis variados de detalhes texturas, de acordo com o equipamento utilizado.

Os equipamentos podem realizar a captura por contato (com máquinas conhecidas como apalpadores) ou sem contato, via tratamento de imagens (tomografia, ressonância magnética, ultrassonografia, entre outras), telemetria ou triangulação (sensores a laser, por luz estruturada ou fotogrametria). Para este experimento, foi utilizado um sensor por luz estruturada – o Microsoft *Kinect*.

Projetado inicialmente como um dispositivo periférico do console Xbox 360, o *Kinect* rapidamente foi “descoberto” por pesquisadores e programadores, especialmente após a própria Microsoft lançar o *kit* de desenvolvimento do *software* – SDK, na sigla em inglês (ZHANG, 2012). Isso foi possível, principalmente, pelo seu custo bem abaixo de outros *scanners* portáteis do mercado. Possuindo cerca de 28 x 7 x 7 cm, ele é composto de um conjunto de projetor e sensor infravermelho (IV), além de uma câmera RGB (figura 4.2).



Figura 4.2: O *Kinect* e seus componentes para escaneamento.

Seu escaneamento ocorre da seguinte forma: o projetor IV projeta vários pontos, formando um padrão randômico nas superfícies ao alcance. O sensor IV, a partir do tamanho e posição desses pontos, consegue interpretar distâncias e distorções das superfícies, fazendo a triangulação entre projetor, sensor e os pontos (**figura 4.3**). O resultado dessa triangulação de pontos é enviado para *softwares* específicos, produzindo modelos virtuais em 3D. A câmera RGB permite que esses modelos possuam texturas em cores, capturadas juntamente com os pontos.

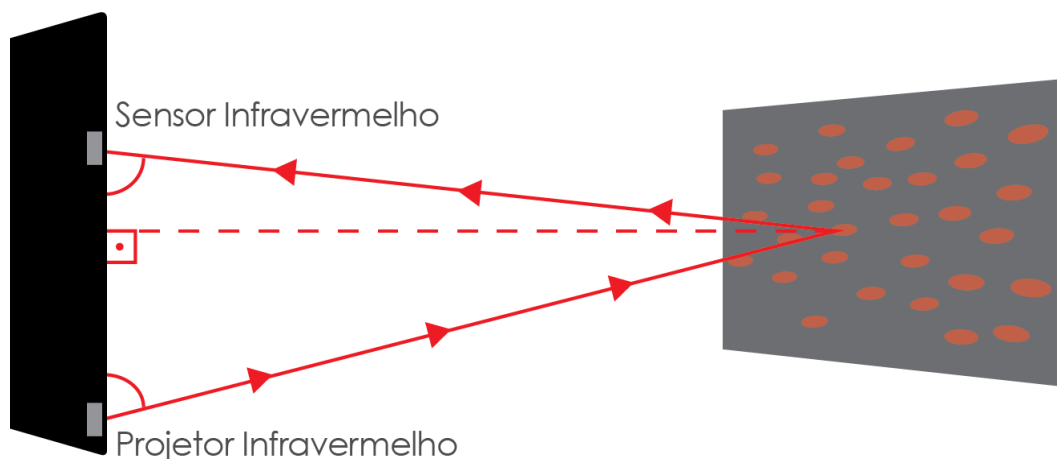


Figura 4.3: Triangulação entre o projetor IV, os pontos gerados e o receptor IV.

Os contras de sua utilização derivam da necessidade de um ambiente com iluminação controlada para obtenção de impressões de qualidade e de sua dificuldade em obter informações de superfícies como cabelos, materiais translúcidos e superfícies muito iluminadas. Objetos de tamanho reduzido também não alcançam resultados satisfatórios.

No experimento desta pesquisa, o *Kinect* foi utilizado juntamente com uma plataforma giratória – composta de um *display* giratório para cristais, uma bandeja circular e três blocos de madeira (que serviram como referenciais para o *scanner*). Testes preliminares mostraram que ele precisava ficar a certa altura em relação ao objeto para que o escaneamento ocorresse na peça por completo (**figura 4.4**).

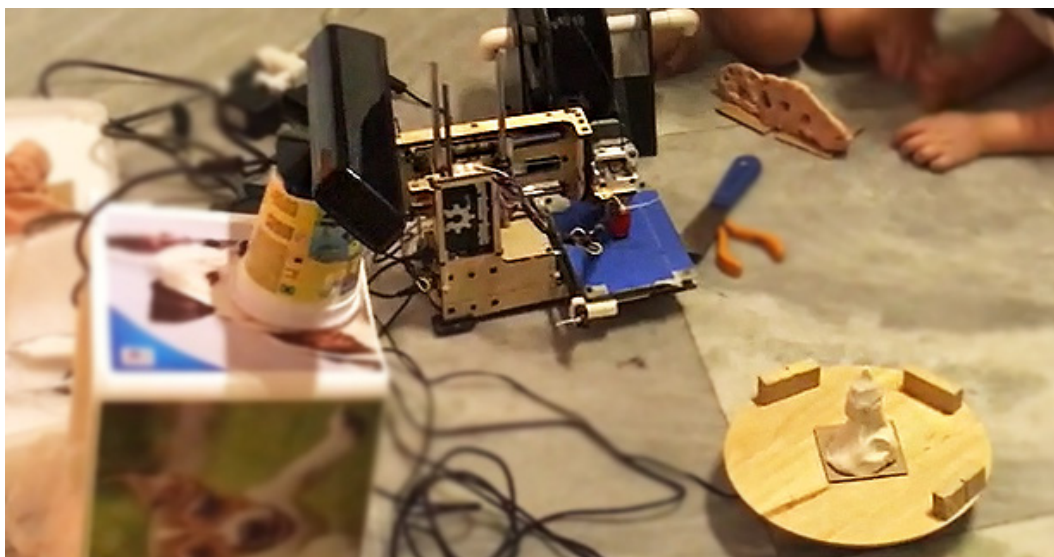


Figura 4.4: O *Kinect* posicionado acima da plataforma giratória para escaneamento de modelo em massa de modelar.

4.4.2.

Modelagem tridimensional

De acordo com Scheffer (1999), modelo é a representação de uma situação real sob forma de uma figura, desenho, maquete ou fórmula. Modelos 3D (tridimensionais) são a representação gráfica de equações matemáticas, podendo ser gerados a partir de plantas 2D, escaneamento ou inteiramente do zero.

Hoffmann (1992, p. 2) explica que, como campo, a modelagem de sólidos é o resultado da convergência de sistemas automatizados de desenho 2D, do campo da computação gráfica e do design de superfícies de forma livre. Por meio de desenhos 2D eletrônicos, tornou-se mais fácil editar e guardar informações técnicas; com a computação gráfica, a visualização dos sólidos foi otimizada, por meio de imagens realistas ou manipulação com visualização em tempo real; pelo avanço do design de superfícies de forma livre, foi possível representar superfícies orgânicas, contribuindo para o CAD (*Computer aided design*, design assistido por computador).

Narayan (2008) define CAD como o uso de sistemas computacionais para auxiliar na criação, modificação, análise e otimização de um design. Os *softwares* CAD utilizam o princípio dos eixos X, Y e Z para o desenvolvimento de modelos tridimensionais, sendo muito populares no campo da modelagem para impressão 3D por sua similaridade com a lógica de produção dela.

A modelagem tridimensional virtual ganhou grande impulso nos últimos anos, devido ao alto desempenho dos *softwares* aplicados em áreas de Engenharia, Arquitetura, e Design. Ela vem tomando uma forma cada vez mais amigável, facilitando a visualização das imagens 3D (LOPES; BRANCAGLION; AZEVEDO et al., 2013, p. 119).

Para o experimento da pesquisa, os modelos 3D foram gerados a partir do escaneamento de objetos físicos. Em alguns momentos, foi necessário o ajuste desse modelo (como correção de rebarbas ou fechamento de superfícies incompletas), visando à posterior impressão 3D; em outros momentos do experimento, os alunos puderam customizar tais modelos 3D para posterior reimpressão.

Os *softwares* de visualização e modelagem 3D utilizados no experimento foram (**figura 4.5**):

- *Skaneect*³: interpreta o escaneamento do *Kinect*, permitindo algumas correções iniciais no modelo 3D gerado;
- *Meshlab*⁴: utilizado para visualização do modelo 3D gerado pelo *Skaneect*, permitindo alguns ajustes automáticos no modelo, visando à impressão 3D;
- *Geomagic Studio*⁵: utilizado para ajustes manuais do modelo 3D, além de permitir a customização dele.

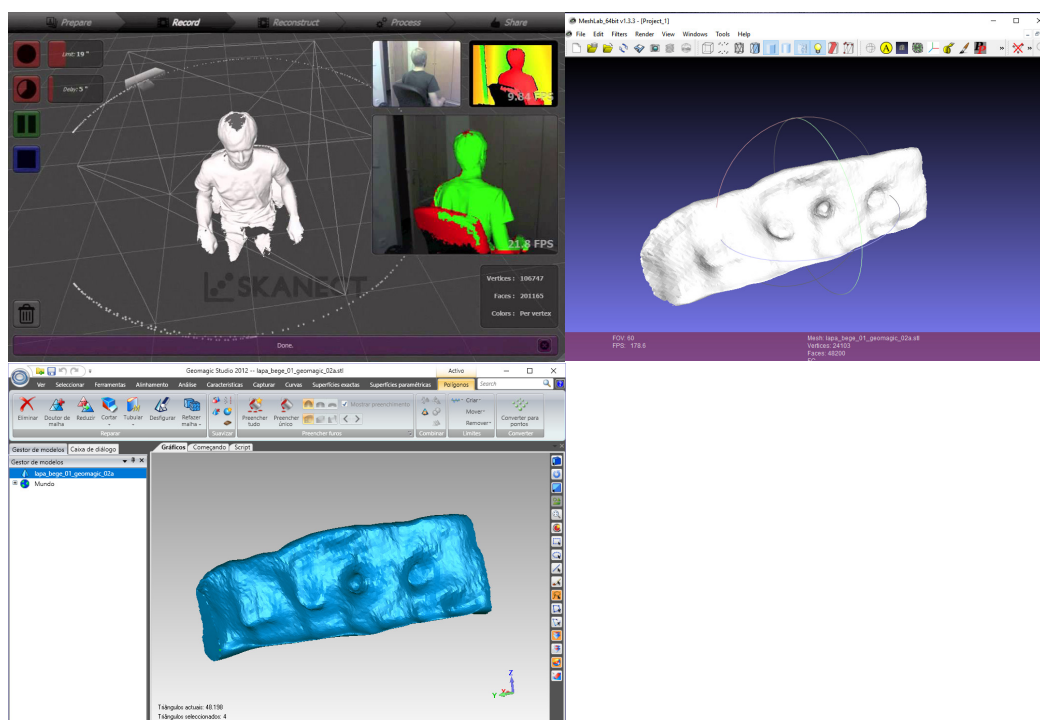


Figura 4.5: Interface dos *softwares* Skanect, MeshLab e Geomagic Studio.

³ <http://skanect.occipital.com/>.

⁴ <http://www.meshlab.net/>.

⁵ <http://www.geomagic.com/en/>.

4.4.3.

Impressão 3D (manufatura aditiva)

A impressão 3D foi concebida em 1983 com a invenção da estereolitografia por Charles Hull. É conhecida como manufatura aditiva pois, em seu processo de fabricação, o objeto é gerado a partir do depósito de sucessivas camadas de material.

A partir de um modelo 3D obtido a partir de um *software* CAD, ocorre o seu “fatiamento” em camadas, as quais têm sua altura referente à definição de cada impressora, medida em micrômetros – informalmente chamados de micron (μ). Cada camada “fatiada” contém informações dos eixos X e Y para preenchimento ou não de material. A adição sequencial dessas camadas de altura (eixo Z), da base ao topo, forma o objeto físico referente ao modelo 3D (CARVALHO; VOLPATO, 2007). Desse princípio, vários processos de manufatura aditiva foram desenvolvidos: baseados em líquido (estereolitografia), baseados em pó (sinterização seletiva a laser) e baseados em sólido (modelagem por fusão e deposição – FDM⁶, na sigla em inglês) (CARVALHO; VOLPATO, 2007, p. 56).

Com o vencimento de algumas patentes e o desenvolvimento do movimento RepRap⁷, que desenvolveu impressoras 3D FDM com código aberto, capaz de produzir outras impressoras a partir de um exemplar da mesma, a impressão 3D se tornou mais popular e acessível ao público.

Nesse tipo de impressora, os materiais utilizados são, principalmente, os polímeros plásticos: ABS – amplamente usado na indústria, principalmente de eletrônicos – e o PLA – produzido a partir do amido de plantas (CHEN, 2003). A forma mais comum de apresentação é a de filamentos vendidos em carretéis (**figura 4.6**).



Figura 4.6: Exemplos de carretéis de filamento PLA, com 1,75 mm de diâmetro.

O fio é tracionado para dentro da extrusora, onde é aquecido até ficar pastoso, sendo empurrado como um êmbolo pelo restante do material, sendo assim expulso pelo bico extrusor. Ao entrar em contato com a superfície (a bandeja da impressora ou a camada fatiada anterior), ele se solidifica novamente, aderindo à superfície (**figura 4.7**) (2007, p. 66-67).

⁶ *Fused Deposition Modeling*.

⁷ *Replicating Rapid-prototyper*, traduzido “prototipagem rápida replicável”. Foi iniciado em 2007 por Adrian Bowyer.

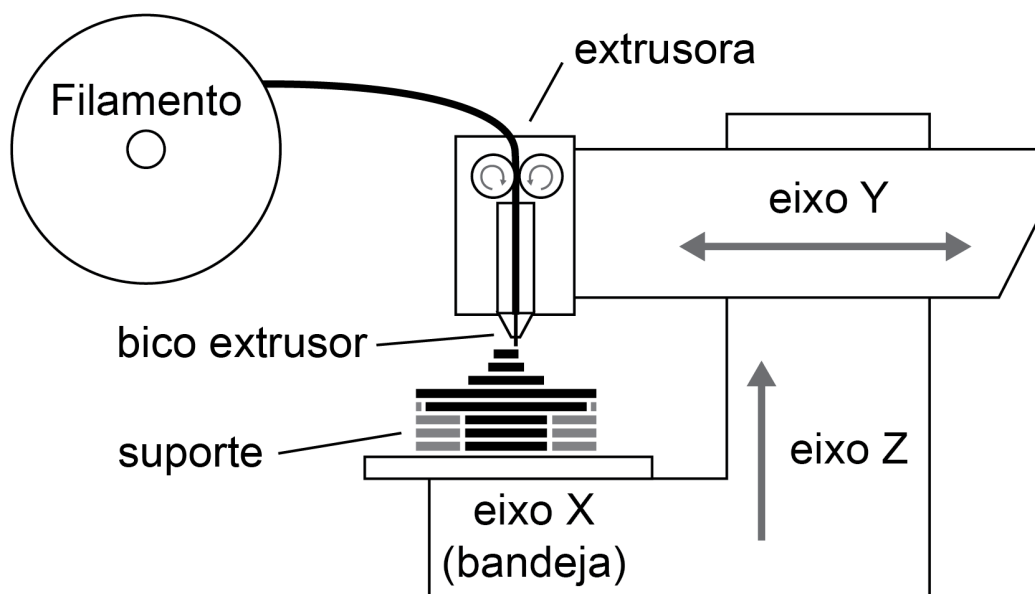


Figura 4.7: Esquema do processo FDM.

Para modelos com prolongamentos que não estejam conectados ao corpo no início da impressão ou geometria convexa, é possível criar estruturas de suporte (**figura 4.8**), impedindo que essas partes fiquem suspensas ou não sejam obtidas corretamente. O suporte é produzido, normalmente, com o mesmo filamento, extrusado para que fique mais frágil, facilitando a posterior remoção. (2007, p. 67).



Figura 4.8: Exemplos de peças com o suporte e após sua remoção.

Para o experimento, foi utilizada a impressora Printbot Simple (**figura 4.9**), um modelo FDM vendido como *kit* para montar. Sua estrutura é composta principalmente por placas de madeira cortadas a laser, tendo uma bandeja de metal com área de impressão de 10 x 10 x 10 cm. Para a aderência das peças na bandeja, é utilizada uma fita azul emborrachada.

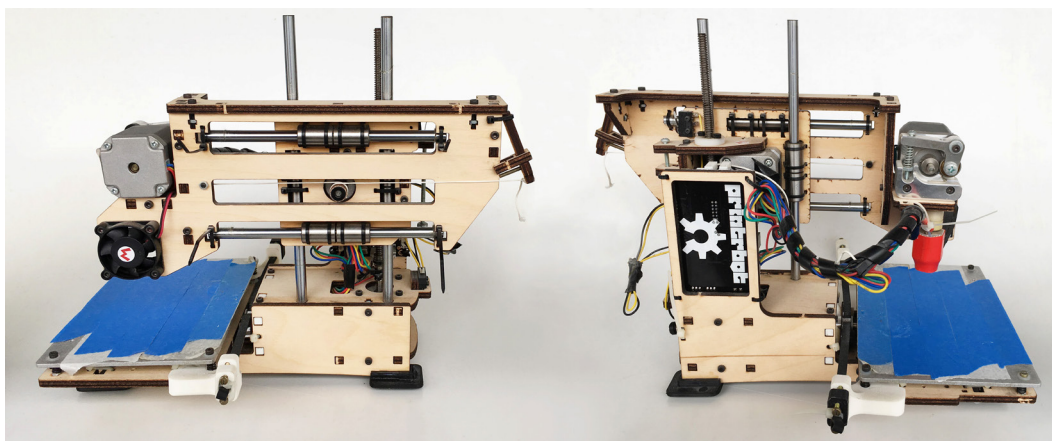


Figura 4.9: Printrbot com a fita emborrachada aplicada.

O processo de montagem da Printrbot, juntamente com a experiência prévia de uso, possibilitou uma maior apropriação do equipamento. Os processos de calibragem e execução das peças impressas ocorreram com maior facilidade por conta desse histórico de uso. Por conta de sua estrutura visível, é possível visualizar todo o processo de impressão facilmente, fator importante na escolha do modelo para o experimento.

O *software* utilizado para o gerenciamento do processo de impressão 3D foi o RepetierHost⁸ (figura 4.10).

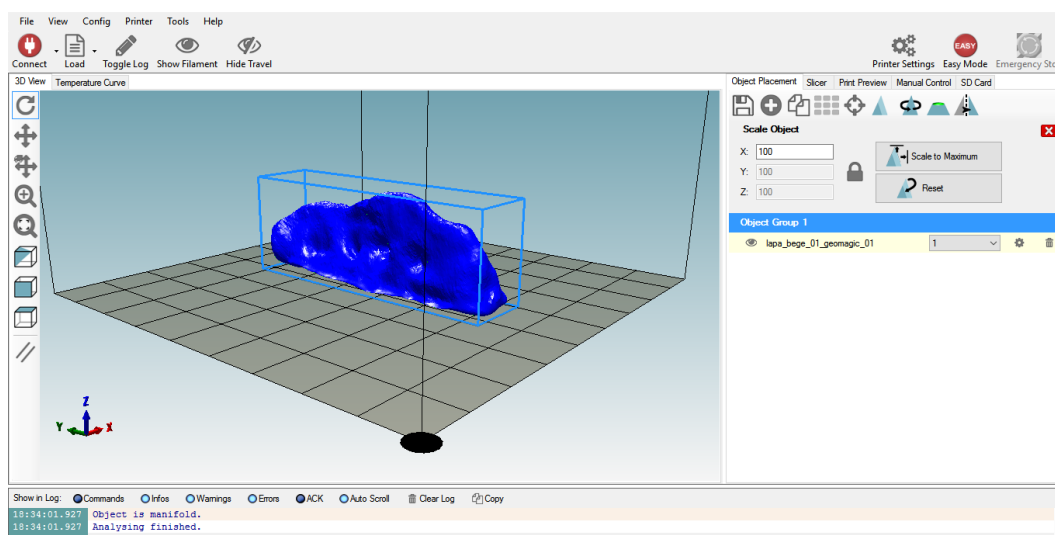


Figura 4.10: Interface do RepetierHost.

Com o uso prévio da Printrbot com este *software* e com o domínio resultante desse uso, foi possível otimizar o tempo de impressão das peças por meio de configurações, adequando-o ao tempo hábil para impressão no experimento.

⁸ <https://www.repetier.com/>.

4.5.

Pesquisa qualitativa: Métodos e técnicas

Como exposto na introdução, esta é uma pesquisa qualitativa, estando no cruzamento dos campos da educação e da tecnologia, através do design. Essa abordagem se apoia na categorização dos elementos, detendo-se “em suas peculiaridades, nas nuances que aí se expressam, do mesmo modo que nas relações entre as unidades de sentido assim construídas” (LAVILLE; DIONE, 1999, p. 225).

O método escolhido – pesquisa-ação – possui algumas peculiaridades e visões diferenciadas em torno de si, dificultando, em certo momento, sua caracterização com esta pesquisa.

Gil (2880, p. 149) diferencia a pesquisa-ação da pesquisa participante afirmando que, de modo geral, o interesse é por grupos de pessoas de poucos recursos (dificultando uma elaboração rigorosa), enquanto naquela existe interesse de instituições públicas ou privadas nos resultados obtidos, facilitando o planejamento.

Já Thiollent (1998, p. 7) comenta que tais tipos de pesquisas são, erroneamente, tidos como sinônimos: “A nosso ver, não o são, porque a pesquisa-ação, além da participação, supõe uma forma de ação planejada de caráter social, educacional, técnico ou outro, que nem sempre se encontra em propostas na pesquisa participante.”

Ele define pesquisa-ação como uma pesquisa na qual pesquisadores e participantes se envolvem, de modo cooperativo ou participativo, em uma ação ou resolução de problema no qual os participantes estão inseridos (1998, p. 14). Ele complementa afirmando que não deve se tratar de uma ação trivial, mas uma “ação problemática merecendo investigação para ser elaborada e conduzida” (1998, p. 15).

Em relação às hipóteses, Thiollent explica que a pesquisa-ação não necessariamente segue a fórmula hipótese/coleta de dados/comprovação ou refutação de hipótese, mas que explora situações ou problemas sobre os quais é difícil formular hipóteses prévias. Na pesquisa-ação, trabalha-se com “quase-hipóteses”, diretrizes relativas ao modo de lidar com as situações e problemas envolvidos na ação. A partir do andamento e do resultado da pesquisa, a “quase-hipótese” pode ser fortalecida, alterada ou substituída por outras.

A nosso ver a substituição das hipóteses por diretrizes não implica que a forma de raciocínio hipotética seja dispensável no decorrer da pesquisa. Trata-se de definir problemas de conhecimento ou de ação cujas possíveis soluções, num primeiro momento, são consideradas como suposições (quase-hipóteses) e, num segundo momento, objeto de verificação, discriminação e comprovação em função das situações constatadas (1998, p. 33).

Tripp (2005, p. 447) define a pesquisa-ação como “uma forma de investigação-ação que utiliza técnicas de pesquisa consagradas para informar a ação que se decide tomar para melhorar a prática”, complementando que não deve apenas

envolver pessoas, mas sim analisar o modo como elas estão envolvidas e como o processo pode ser aprimorado coletivamente (2005, p. 454).

A presente pesquisa teve como base a investigação durante a situação de uso das tecnologias 3D (uma ação não trivial) pelos participantes, com o envolvimento dos pesquisadores e de caráter educacional. Além disso, inicialmente o pressuposto e a hipótese não possuíam a certeza necessária, até os testes preliminares, que fortaleceram ambos para o experimento no ambiente educacional. Isso posto, é plausível tratar esta pesquisa como uma pesquisa-ação.

A pesquisa-ação “consiste em organizar a investigação em torno da concepção, do desenrolar e da avaliação de uma ação planejada” (THIOLLENT, 1998, p. 15), podendo a ação ocorrer em ciclos (figura 4.11).



Figura 4.11: Esquema mostrando as etapas da organização de uma pesquisa-ação e seus ciclos.

Para a execução do experimento, foram elencadas técnicas pertinentes à pesquisa científica, que foram escolhidas após pesquisa bibliográfica e documental, envolvendo teses e dissertações de natureza semelhante a esta.

4.5.1.

Observação assistemática

A observação é uma técnica de coleta de dados, a partir do exame de fatos e fenômenos, pelos sentidos (LAKATOS; MARCONI, 2003, p. 190-191). Gil (2008, p. 144) explica que, na fase exploratória da pesquisa-ação, o objetivo é determinar o campo, a expectativa dos envolvidos e a forma como eles poderão atuar no processo. Diferente da pesquisa clássica – na qual o comum é a leitura sistemática – na pesquisa-ação o contato direto é privilegiado. “Isso implica o reconhecimento

visual do local, a consulta a documentos diversos e sobretudo a discussão com representantes das categorias sociais envolvidas na pesquisa” (2008, p. 144).

Na técnica da observação assistemática (ou não estruturada) – utilizada com maior frequência na fase exploratória –, o pesquisador recolhe e registra os fatos sem planejamento estrutural prévio (LAKATOS; MARCONI, 2003, p. 192). É caracterizada pelo “fato de o conhecimento ser obtido através de uma experiência casual, sem que se tenha determinado de antemão quais os aspectos relevantes a serem observados e que meios utilizar para observá-los” (RUDIO, 1979, p. 35 apud LAKATOS; MARCONI, 2003).

4.5.2.

Observação participante

Segundo Laville e Dione (1999), observação participante é a “técnica pela qual o pesquisador integra-se e participa na vida de um grupo para compreender-lhe o sentido de dentro” (p. 178).

A coleta das informações deve, contudo, continuar metódica embora quase não seja possível ao pesquisador tomar notas durante sua observação: o risco de perturbar pessoas e acontecimentos muitas vezes o impede (LAVILLE; DIONNE, 1999, p. 180).

Lakatos e Marconi (2003, p. 194) a definem pela incorporação do pesquisador ao grupo pesquisado, passando a fazer parte de seu cotidiano, ganhando assim a confiança do grupo. Segundo eles, ela pode ser natural (quando o observador pertence à mesma comunidade ou grupo que investiga) ou artificial (quando o observador integra-se ao grupo com a finalidade de obter informações), que é o caso desta pesquisa.

4.5.3.

Entrevista semiestruturada

Ao final dos encontros, foram realizadas entrevistas com as professoras de cada turma, sendo caracterizadas como semiestruturadas.

De acordo com Laville e Dione (1999, p. 183), a obtenção de depoimentos é uma maneira reconhecida para a aquisição de informações, além da observação de fenômenos:

O recurso a esses depoimentos permite a exploração dos conhecimentos das pessoas, mas também de suas representações, crenças, valores, opiniões, sentimentos, esperanças, desejos, projetos, etc. (1999, p. 183).

Os autores definem a entrevista semiestruturada como uma sequência de perguntas abertas, efetuadas verbalmente, e que podem se ramificar em outras perguntas (1999, p. 188).

4.6.

A abordagem de análise: sociolinguística interacional

Para a análise dos dados colhidos no experimento, foi elencada a abordagem da sociolinguística interacional. Após pesquisa bibliográfica e de teses e dissertações de natureza semelhante a esta, destacam-se como fontes o livro “Sociolinguística interacional”, organizado por Ribeiro e Garcez (2013), composto de artigos relacionados à sociolinguística, além da dissertação de Marçal (2011) e as teses de Farbiarz (2001) e Necyk (2013) como pesquisas que se utilizaram de tal abordagem.

A sociolinguística interacional dispõe de conceitos que auxiliam na “decupagem” e compreensão das situações sociais, definidas por Goffman (RIBEIRO; GARCEZ, 2013, p. 17) como o ambiente surgido quando indivíduos interagem entre si, sensíveis aos sentidos uns dos outros, proporcionando possibilidades mútuas de monitoramento. Nela, não apenas o que é dito é analisado: todo o contexto, as pistas metalinguísticas – gestos, pausas na fala etc. –, histórico e meio são levados em consideração, tornando as situações de interação “passíveis de análise e de interesse sociológico e linguístico” (RIBEIRO; GARCEZ, 2013, p. 7). Nessa abordagem de análise do discurso e das interações, todos os participantes interferem ativamente na elaboração das mensagens e diálogos, numa relação dialógica e de criação conjunta.

Os interagentes levam em consideração não somente os dados contextuais relativamente mais estáveis sobre participantes (quem fala para quem), referências (sobre o quê), espaço (em que lugar) e tempo (em que momento), mas consideram sobretudo a maneira como cada um dos presentes sinaliza e sustenta o contexto interacional em curso (RIBEIRO; GARCEZ, 2013, p. 8).

Como afirma Goffman, (apud RIBEIRO; GARCEZ, 2013, p. 20), as interações face a face possuem regulamentos, processos e estrutura de natureza além da linguística, mesmo sendo frequentemente expressos por um meio linguístico.

Os principais conceitos utilizados para auxiliar na análise dos dados coletados são explicitados abaixo.

4.6.1.

Esquemas de conhecimento

Para Tannen e Wallat (apud RIBEIRO; GARCEZ, 2013, p. 189-190), “esquemas de conhecimento” são estruturas prévias de conhecimento, expectativas já existentes dos participantes da interação em relação às pessoas, objetos, eventos e cenários do mundo. Eles atuam na compreensão dos discursos, preenchendo lacunas de informações não proferidas a partir do conhecimento de experiências anteriores do mundo. Segundo Marçal (2011, p. 27):

As experiências vivenciadas pelos indivíduos dão a estes a possibilidade de construção de sentidos nos discursos. Assim, para que haja compreensão do que está sendo dito em determinado discurso se faz necessário acessar as construções de sentidos previamente construídas.

Acrescento que, ainda segundo Tannen e Wallat, tanto os enquadres quanto os esquemas são estruturas de expectativa dinâmicas (apud RIBEIRO; GARCEZ, 2013, p. 190), podendo ser atualizadas e/ou retificadas durante a interação.

Como exemplo, uso a pergunta de um pesquisador a um grupo de crianças sobre o que seria “3D”: enquanto o pesquisador esperava respostas derivadas de videogames e animações produzidos no computador com polígonos, as crianças – acessando seus esquemas de conhecimento – responderam que seriam os filmes no cinema vistos por meio de óculos especiais, trazendo a noção de profundidade “3D” ao usuário.

4.6.2.

Contextos situacionais

São constituídos a partir das informações contextuais, tais como “quem são nossos interlocutores, de que estão falando, como se colocam frente ao assunto em pauta e como se organiza a conversa” (RIBEIRO; PEREIRA, 2002, p. 50). Na presente pesquisa, cada um dos encontros com as turmas constituem contextos situacionais diferentes, com propostas e análises diversificadas entre si.

4.6.3.

Enquadre (*frame*)

O enquadre, enquanto conceito psicológico, pode ser compreendido como parte de um “sistema de premissas” (BATESTON apud RIBEIRO; GARCEZ, 2013, p. 98) que auxilia os interlocutores de uma situação social a estabelecerem as “regras” do discurso. Tannen e Wallat (apud RIBEIRO; GARCEZ, 2013) refinam o conceito nas categorias “enquadre interativo” e “esquema de conhecimento” (exposto anteriormente). Segundo elas, a noção de enquadre “refere-se à percepção de qual atividade está sendo encenada, de qual o sentido os falantes dão ao que dizem.” (p. 189), sentido este percebido a partir do comportamento e das interações verbais e não verbais dos participantes.

A partir dessas abordagens, considero que os enquadres atuam como “cenas” destacadas (mas não isoladas) na interação, cada qual com suas peculiaridades e objetivos, porém interligadas em sequência ou mesmo simultaneamente.

Como exemplo, pode-se usar o enquadre “apresentação verbal da tecnologia”, em que um grupo de crianças senta de frente para o pesquisador a fim de ouvir sua fala. Durante tal enquadre, uma criança faz uma pergunta, gerando o enquadre

“pergunta da criança” durante o enquadre anterior, sem findá-lo. Após respondida a questão e apresentada a tecnologia, esta é mostrada em ação, estando as crianças agora com seu foco nos equipamentos utilizados, ocorrendo então o enquadre “demonstração da tecnologia”.

4.6.4.

Registros

Também denominados *pistas de contextualização*, segundo Gumperz, os registros são “as convenções de contextualização que indicam nossas intenções comunicativas ou nossas inferências com relação a nosso interlocutor” (RIBEIRO; GARCEZ, 2013, p. 149). Por meio dos variados registros dos interlocutores, infere-se os alinhamentos existentes dentro dos enquadres analisados. Na tabela de decupagem, os registros foram divididos entre verbal e não verbal.

4.6.5.

Alinhamento (*footing*)

Introduzido em 1979 por Goffman, o conceito de alinhamento (*footing* no original e em algumas publicações nacionais) representa o alinhamento (físico), a postura, a posição e a projeção do “eu” de um participante na sua relação consigo, com o outro e com o discurso em construção (RIBEIRO; GARCEZ, 2013, p. 107). Diferente do alinhamento físico, o alinhamento contextual é caracterizado pela fala, pausa, escuta e outras manifestações do indivíduo durante uma interação específica, sendo uma estrutura dinâmica e podendo ocorrer de diversas maneiras em um mesmo enquadre. De acordo com Goffman (1981 apud FARBIARZ, 2001) “uma mudança de ‘footing’ implica uma mudança de alinhamento que assumimos para nós mesmos e para os outros presentes, expressa na forma como administramos a produção ou recepção da elocução.”

Nas interações, os alinhamentos são sinalizados no modo como os interlocutores gerenciam a produção ou a recepção das elocuições.

Como exemplo, pode-se ter uma pergunta de um pesquisador sobre usos de tecnologia a uma criança, que responde sobre um carro-robô, num alinhamento “afirmação”. Ao ouvir a réplica do pesquisador, mencionando um brinquedo, a criança muda seu alinhamento para “decepção” e treplica rispidamente que se tratava de um carro-robô “de verdade”.

4.7.**Considerações**

A partir do paradigma “através do design”, busquei, nos campos do saber correlatos à pesquisa, o referencial necessário para validá-la. Após a definição da faixa etária, pude encontrar os cenários que convergiam para os objetivos desta pesquisa. O recorte das tecnologias abordadas facilitou o desenvolvimento do experimento a ser executado, juntamente com a escolha da sociolinguística interacional como referencial para a análise posterior dos dados coletados.

A pesquisa de campo

Após a pesquisa bibliográfica e documental, o levantamento das experiências de uso já realizadas e a escolha pelas turmas do último ano da Educação Infantil como a faixa para o experimento, um esboço do que viriam a ser os testes de uso foi se construindo, já pensando na interação entre escola e museu.

Inicialmente, foi realizado um teste preliminar com uma criança acompanhada de seu responsável, em ambiente residencial, a fim de avaliar o esboço do teste de uso e prever possíveis reações dos alunos.

Após o refinamento do teste de uso, ocorreu a pesquisa exploratória, que envolveu observações assistemáticas dos espaços, conversas com seus respectivos responsáveis e um teste preliminar no museu, contribuindo para o refinamento da estrutura dos testes de uso. Como narrado abaixo, imprevistos ocorreram durante esse percurso e demandaram certas improvisações, que permitiram o aperfeiçoamento do próprio experimento, enriquecendo-o.

Para todos os testes, preliminares e principais, foram entregues e assinados os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido e de Autorização de Uso de Imagem, assinados pelos participantes ou por seus responsáveis. Para os testes principais, também foi entregue a Proposta de Experimento (todos presentes em “Apêndices”).

5.1.

Teste preliminar com uma criança

O teste preliminar foi executado com uma criança de 5 anos que cursava o último ano da Educação Infantil. Não havia uma ordem definida, apenas o uso da massa de modelar, do *scanner* 3D e da impressora 3D. Além da criança e do pesquisador, estavam presentes a mãe da criança e duas pesquisadoras assistentes, alternando-se na gravação em vídeo com um *smartphone*. Em uma mesa de aproximadamente 3 metros de comprimento, foram postos os equipamentos (*notebook*, *Kinect* e impressora 3D).

A criança foi colocada sentada ao lado da mãe e de frente a uma bandeja com massa de modelar (em quantidade suficiente para que o objeto feito pudesse ser escaneado pelo *Kinect*) (**figura 5.1**). Ao se sentarem, a mãe comentou que o filho havia visto um dos filmes de *Star Wars* e que no dia veria no cinema outro filme da série. Como resultado, esse foi o tema escolhido.

Foi pedido para a criança que fizesse, em massa de modelar, algo que ela quisesse sobre *Star Wars*. Ela prontamente pegou a massa de modelar e começou a fazer uma escultura pequena, segundo ela do “Luke Skywalker” (personagem do filme). Entretanto,

ela usou apenas uma parte da massa de modelar, o que impossibilitaria seu escaneamento. Foi pedido para que ela usasse então toda a massa de modelar disponível.

Depois de pronta, a escultura foi para a plataforma giratória para ser escaneada (**figura 5.1**). O processo de escaneamento foi um pouco demorado; foram necessárias quatro tentativas para se obter um modelo 3D por completo. Cabe registrar a pergunta da criança “É assim como vira... como faz boneco?” e a afirmação “Está gordo”. Ao visualizar o modelo 3D no computador, a criança se animou e pediu várias modificações: “emagrecer” o modelo, aumentar seu tamanho, colocar na cor azul, colocar uma espada nele (**figura 5.1**). Foi explicado que algumas modificações não poderiam ser feitas por conta da impressora 3D e suas limitações.



Figura 5.1: Primeiras etapas do teste preliminar.

Após o escaneamento da massa de modelar, optou-se por escanear a criança: a mesma foi colocada em uma cadeira giratória e o *Kinect* foi posicionado em sua frente (uma das técnicas para se conseguirem modelos 3D de corpo humano). Esse procedimento não obteve sucesso, pois a criança não conseguia se manter imóvel na cadeira durante o escaneamento, gerando um modelo 3D “tremido”. Além disso, gastou-se muito tempo nas tentativas.

Devido ao tempo gasto com os escaneamentos, a criança teve que ir embora sem ver o processo de impressão. Antes disso, foram definidos com ela a altura do modelo e as modificações: deixá-lo mais magro e colocar uma cabeça de “Lego” – a criança não se interessou pelo modelo “tremido” da própria cabeça.

A modificação do modelo 3D, sem a presença da criança, durou cerca de duas horas; a impressão demorou cerca de uma hora e meia, mesmo com uma configuração mais rápida da impressora, por conta do tamanho definido para o modelo impresso (**figura 5.2**).

Na entrega do modelo impresso em 3D, que ocorreu em outro dia na portaria do prédio da criança, esta não esboçou a reação inicial “esperada”. Ela passou cerca de três minutos apenas manuseando e observando o modelo (**figura 5.2**). Ao saber que o modelo era seu e que poderia levá-lo para a escola, a reação de contentamento surgiu. Durante a conversa do pesquisador com a mãe, a criança começou a brincar pela portaria com seu modelo impresso, juntamente com sua irmã.



Figura 5.2: Modelo em massa de modelar, modelo impresso modificado e momento da entrega.

A partir desse teste preliminar, o experimento foi dividido em encontros, da seguinte forma:

Primeiro encontro (museu)	
Parte 1	As crianças visitariam a exposição do museu e depois usariam massa de modelar para fazer algo relacionado ao que foi visto.
Parte 2	Os modelos em massa de modelar seriam escaneados, com explicação do processo para as crianças. Após demonstradas as possibilidades de manipulação do modelo 3D, haveria o escaneamento de uma criança ou responsável caso houvesse tempo.
Parte 3	Um dos modelos 3D obtidos nas partes anteriores seria impresso em tempo real.
Parte 4	Nela as crianças seriam estimuladas a falar sobre o encontro.
Segundo encontro (local a definir)	
Entrega dos modelos 3D impressos para os grupos e autonomia para o desenvolvimento de outros objetos relacionados à exposição. Ao fim, haveria uma entrevista com a professora da turma.	

Tabela 5.1: Proposta inicial dos encontros.

Mais dois encontros eram facultados (em local a definir): no terceiro haveria enfoque na modelagem e customização 3D; no quarto o tema seria sobre o uso dos modelos impressos em 3D com outros materiais.

Com esse esboço delineado, partiu-se para a pesquisa exploratória nas instituições.

5.2.

Pesquisa exploratória – MIAN

O primeiro passo foi a abordagem via e-mail com escolas da cidade do Rio de Janeiro. Nesse contato me apresentei e a meu projeto, e perguntei sobre possível encontro com a coordenação de Educação Infantil das escolas. Paralelamente, busquei contato com museus da cidade, usando abordagem similar, perguntando sobre encontro com responsáveis do setor educacional dos museus. Ocorreram reuniões com três escolas e dois museus, sendo descritas abaixo apenas aquelas referentes às instituições que fizeram parte do experimento.

A primeira reunião ocorreu no MIAN, com sua gerente socioeducativa à época. O primeiro passo foi a apresentação do espaço físico do museu, instalado em um casarão. O espaço interno era composto de um andar térreo, onde ficava a maior parte do acervo; no 2º andar ficavam a coordenação e um mezanino – onde havia um espaço com *tablets* para interatividade e mais obras expostas – e um subsolo, composto de uma galeria e uma sala, ainda inacabada, que serviria para atividades escolares no futuro.

Uma área de exposição “Rio, cidade-sede maravilhosa” chamou bastante atenção: além de pinturas *naïf*, havia esculturas “sensoriais” de pontos turísticos do Rio de Janeiro feitas a partir de sucata. Tais esculturas estavam ali justamente para serem tocadas (**figura 5.3**), remetendo à proposta do experimento ser realizado também no espaço museal (como exposto no Capítulo 4).

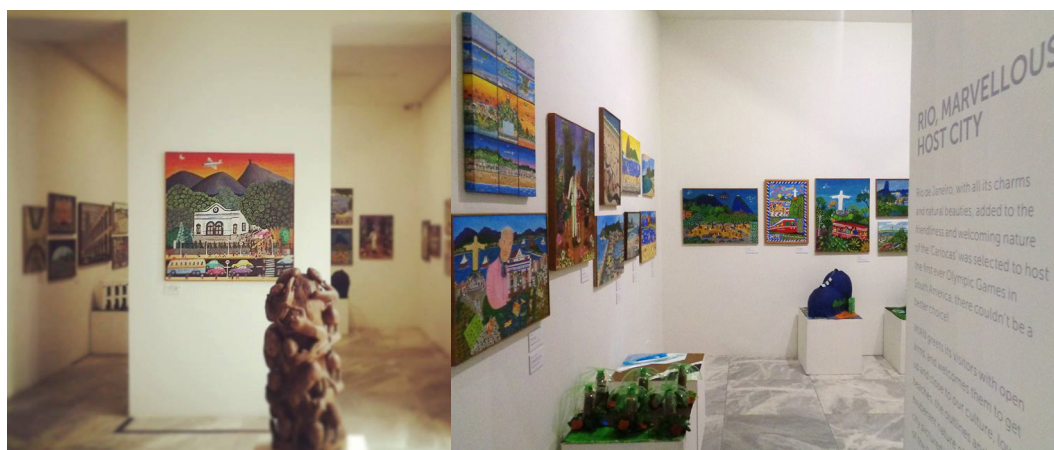


Figura 5.3: Imagens da área onde estavam as esculturas de sucata.

Já na sala da coordenação, foi possível ver as monitoras preparando material, também feito a partir de sucata, para um visita futura de escolas. A coordenadora mostrou bastante interesse no experimento, principalmente pela faixa etária escolhida, e reforçou a parceria do museu com escolas do entorno. A partir dessa reunião, foi gerada uma chamada para oficina, enviada por e-mail para as escolas

parceiras, envolvendo visita ao museu e oficina de massa de modelar com impressão. Além disso, foi decidido que seria realizado um teste preliminar no espaço do museu envolvendo as mediadoras, para que elas fossem apresentadas às tecnologias antes dos testes de uso.

5.3.

Teste preliminar no museu

O teste preliminar no MIAN foi realizado no mezanino com as duas monitoras e a coordenadora, além do pesquisador e de uma pesquisadora assistente. Assim como no primeiro teste, elas receberam massa de modelar, dessa vez tendo como tema o Rio de Janeiro retratado nas obras *naïf* da exposição. Foram modelados um “coqueiro de Copacabana”, o Pão de Açúcar e os Arcos da Lapa. O escaneamento ocorreu sem problemas, assim como a preparação inicial do modelo 3D para impressão (figura 5.4).



Figura 5.4: Modelagem em massinha e escaneamento dos modelos no museu.

Nesta etapa, foi necessário mudar os equipamentos para a sala de coordenação, pois haveria uma visita guiada nos salões do museu. Pelo tempo curto, os modelos foram impressos com cerca de 3 centímetros de altura (figura 5.5).

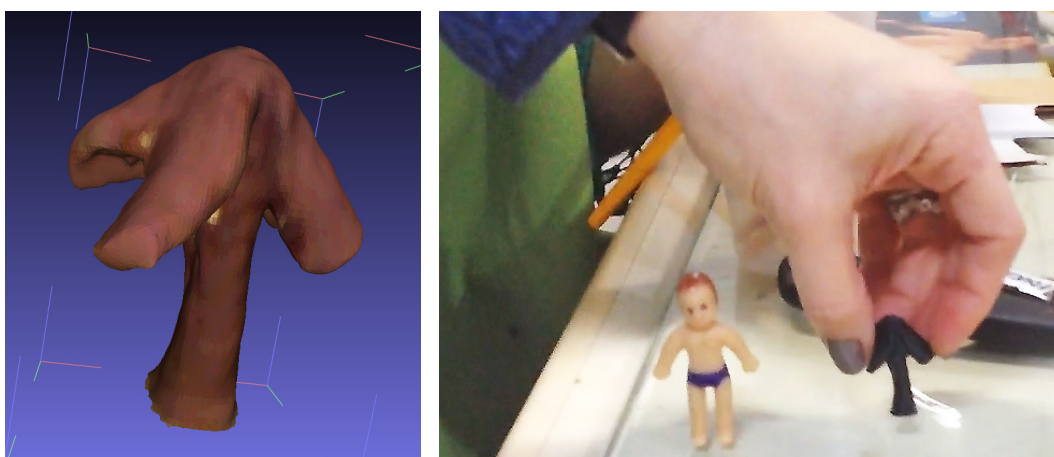


Figura 5.5: Modelo 3D do coqueiro e o modelo impresso.

A impressão em menor tamanho durou cerca de 20 minutos para cada modelo, ficando clara a necessidade do tamanho menor dos impressos para agilizar o processo. A questão do espaço a ser utilizado no museu também ficou em evidência, sendo escolhida posteriormente a sala “sensorial”, apesar de seu tamanho reduzido, por esta não fazer parte dos corredores principais do museu (além de seu conteúdo possuir grande afinidade com o experimento).

Poucos dias após o teste, a escola Curiosa Idade demonstrou interesse em participar da pesquisa, a partir do e-mail enviado pelo MIAN, e uma reunião na escola foi agendada.

5.4.

Pesquisa exploratória – Curiosa Idade

A escola Curiosa Idade funciona em um casarão frontal de dois andares, seguido por uma segunda edificação também de dois andares, em “L”, no entorno de um grande pátio que faz a ligação entre o casarão e a edificação. A reunião ocorreu no 2º andar do casarão, onde, além de algumas salas de aula e recreação, ficava a coordenação pedagógica.

A reunião ocorreu com duas coordenadoras, que se mostraram bastante entusiasmadas com a pesquisa. Elas comentaram sobre a importância que a escola dava para as artes plásticas – citando inclusive um leilão anual de arte que ocorria dentro da escola, com criações dos alunos. A partir da proposta de oficina enviada pelo MIAN, apresentei o esboço da proposta dos testes de uso, ficando decidido que o primeiro encontro das turmas seria no museu e os posteriores ocorreriam na escola.

A partir disso, foi produzido um documento de apresentação aos responsáveis dos alunos (disponível em Anexos), entregue juntamente com a proposta de experimento e os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido e de Autorização de Uso de Imagem.

5.5.

Teste de uso – Turma 1

Poucos dias após a reunião na escola, ocorreu o primeiro encontro no museu com a Turma 1. Baseando-se no método de pesquisa-ação, os encontros da Turma 1 podem ser considerados como o primeiro ciclo do experimento.

5.5.1.

Primeiro encontro – Museu

Nesse encontro estiveram presentes 14 alunos do “Grupo 5” (uma aluna faltou), a professora, uma professora auxiliar, uma das coordenadoras da escola, a coordenadora do museu, duas monitoras do museu, o pesquisador e uma pesquisadora assistente. O encontro começou pouco depois de 14 horas e durou pouco mais de 2 horas, somadas a visita e a apresentação.

Após a visita pelo museu, os alunos foram alocados em um salão do térreo e divididos em quatro grupos de três alunos e um grupo de duas alunas. Após receberem a massa de modelar, foi pedido para que cada grupo escolhesse um ponto turístico do Rio de Janeiro e o fizesse com ela. Durante esse processo, os equipamentos foram montados na sala sensorial pelos pesquisadores.

Os modelos em massa de modelar produzidos foram: Cristo Redentor marrom, Cristo rosa, Maracanã, Pão de Açúcar bege e verde, Pão de Açúcar rosa. Após a confecção das esculturas, os alunos foram levados à sala sensorial e sentaram em arco, de frente para os equipamentos (**figura 5.6**).



Figura 5.6: Alunos em roda na sala sensorial e as esculturas feitas em massa de modelar por eles.

Após a pergunta sobre o que era “3D” – cuja resposta remeteu aos filmes com visualização “3D” do cinema – tentou-se escanear uma das esculturas, sem sucesso. Mesmo assim, os alunos puderam observar o processo de tentativa na tela no *notebook* e visualizar o modelo 3D incompleto. Para não comprometer o cronograma e ocorrer a dispersão dos alunos, foi iniciada a impressão em 3D de uma peça preexistente no *notebook*.

Por conta de uma falha no cartão de memória da câmera, os vídeos referentes à apresentação das tecnologias, a tentativa de escaneamento e o processo de impressão 3D se perderam, impossibilitando a decupagem e análise do encontro em sua totalidade. O que é narrado a seguir teve seus vídeos registrados com um *smartphone*.

Após a finalização da impressão, a peça impressa foi entregue aos alunos, para que a manipulassem (**figura 5.7**). A professora, então, formou uma roda com

as crianças sentadas no salão do térreo, onde elas puderam conversar sobre o experimento – sem intromissão dos pesquisadores.



Figura 5.7: Peça impressa sendo manipulada pelos alunos.

As esculturas em massa de modelar foram levadas pelo pesquisador para serem escaneadas e entregues no segundo encontro, que ocorreu na semana seguinte.

5.5.2.

Segundo encontro – Escola

Esse encontro ocorreu seis dias após o primeiro. Iniciou-se por volta das 14 horas e teve duração de quase 3 horas. Nele estavam presentes 14 alunos (a aluna que faltou ao 1º encontro estava presente, mas neste outro aluno faltou), a professora, a professora auxiliar, o pesquisador e uma pesquisadora assistente. A sala de aula disponibilizada ficava no 2º andar do segundo edifício. Dispunha de quatro mesas grandes e um projetor. Para esse encontro, foram levados dois *smartphones* com memória livre para as gravações.

O primeiro passo foi entregar as esculturas em massa de modelar e juntar os membros dos grupos nas mesas. A seguir, foram distribuídos os modelos impressos em 3D – um para cada aluno –, feitos a partir do escaneamento das esculturas (**figura 5.8**).



Figura 5.8: Entrega dos modelos impressos para os alunos.

O passo seguinte foi a customização dos modelos 3D dos grupos. Enquanto a pesquisadora assistente utilizava o *notebook* para executar as modificações de um grupo (estando a tela do *notebook* espelhada no projetor), o pesquisador pôde andar pela sala, registrando as interações dos alunos com seus modelos. As modificações deveriam ser unanimidade entre os membros dos grupos, e as limitações dos equipamentos eram explicadas na impossibilidade de algum pedido.

A partir do primeiro modelo 3D customizado, foi iniciada a sua impressão. Isso ocorreu concomitantemente à modificação dos grupos seguintes, o que captou o interesse de alguns alunos que não estavam com a pesquisadora assistente (**figura 5.9**).



Figura 5.9: Um dos grupos modificando o modelo 3D com a pesquisadora assistente e outros alunos observando a impressão.

O tempo disponível permitiu que fosse impresso apenas um exemplar de cada modelo customizado. Após a finalização de todos os impressos, os alunos se colocaram em torno de uma das mesas para comparação entre os primeiros modelos e os modelos customizados (**figura 5.10**). A partir daí, surgiram perguntas dos alunos e da professora, encerrando o encontro.



Figura 5.10: Alunos em torno da mesa observando os 2 modelos – o primeiro impresso e o customizado.

Para o encontro seguinte, foram prometidos que os modelos customizados seriam impressos novamente, para que cada aluno recebesse um – totalizando dois impressos em 3D para cada.

5.5.3.

Terceiro encontro – Escola

Por conta do calendário escolar, esse encontro ocorreu quase um mês e meio depois do segundo, o que trouxe insegurança sobre o que os alunos lembrariam acerca do experimento. Ele se iniciou às 15 horas e durou cerca de 30 minutos. Estavam presentes 15 alunos (nenhum faltou), a professora, a professora auxiliar e o pesquisador. A sala de aula disponibilizada ficava no térreo, possuía considerável espaço e nenhuma mesa ou cadeira, parecendo ser uma sala para recreação. Para esse encontro, foi levado um *smartphone* com memória livre para as gravações.

O primeiro passo foi conversar com os alunos, que estavam sentados em roda, e verificar se eles lembravam do experimento – o que de fato ocorreu, até com detalhes das modificações. Em seguida foram entregues os modelos impressos customizados, um grupo de cada vez. Os novos modelos foram impressos com plástico branco (os primeiros eram em plástico preto), além de serem um pouco maiores que os anteriores (**figura 5.11**).



Figura 5.11: Alunos recebendo os modelos customizados.

Os alunos trouxeram algumas questões e afirmações, além de começarem a brincar com seus modelos pela sala. Após certo tempo, a professora refez a roda e conversou sobre os impressos e o experimento.

Na sequência, o pesquisador apresentou para os alunos um modelo impresso com falha: ao imprimir um Maracanã modificado, o mesmo se descolou parcialmente da bandeja da impressora, gerando um modelo no qual as linhas não se aderiram umas nas outras, mas ainda mantinha uma forma que remetia ao Maracanã (**figura 5.12**). O modelo foi passado para cada aluno, que o manipulou e disse o que parecia. Após mais uma rodada de perguntas e afirmações, o encontro foi encerrado.



Figura 5.12: Modelo com falha de impressão.

5.5.4.

Entrevista com a professora

Na entrevista, que durou cerca de 15 minutos, a professora apresentou uma atividade de iniciativa própria (**figura 5.13**), na qual os alunos escreveram e desenharam numa folha a experiência do experimento para eles (essa atividade foi passada uma semana após o 2º encontro).

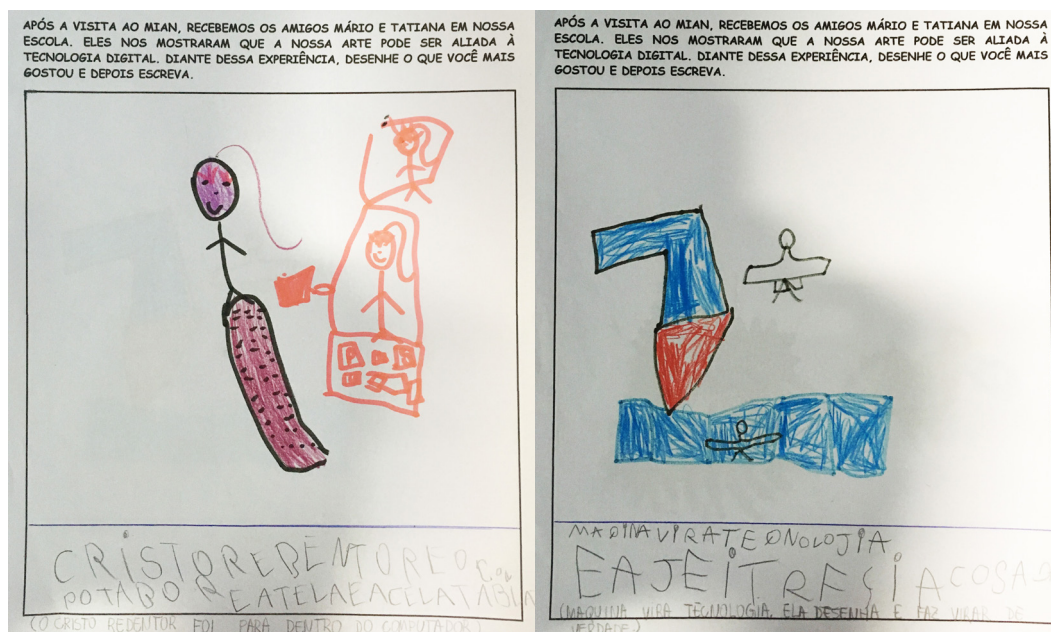


Figura 5.13: Exemplos da atividade.

Além de dar seu parecer sobre os encontros, ela explicou o que foi feito por cada aluno nas folhas. Essa atividade trouxe informações ricas sobre como os alunos haviam internalizado a experimentação 3D.

5.5.5.

Considerações sobre o primeiro teste de uso

O primeiro ciclo foi bastante desafiador. Apesar da perda de parte dos registros, optou-se por manter essa turma como parte da pesquisa principal. Isso foi possível pois o propósito do experimento não era a comparação entre dados das turmas, mas a coleta de informações de um grupo de amostragem para validar ou não a hipótese.

O esboço do experimento se mostrou incompatível com o tempo disponível com as turmas. O que estava previsto para acontecer em dois encontros acabou ocorrendo em três, e de maneira levemente diferente do pensado inicialmente. Entretanto, a formatação final do experimento desse ciclo se mostrou satisfatória para a coleta dos dados necessária. Além disso, a proposta de atividade da profes-

sora enriqueceu bastante o experimento, sendo assim incorporada para as próximas turmas. Na parte técnica, o cuidado com os equipamentos foi redobrado, com testes sendo feitos antes do início de cada experimento – o que não impediu alguns imprevistos nas turmas seguintes.

5.6.

Teste de uso – Turma 2

Os encontros da Turma 2 e Turma 3 ocorreram no mesmo dia ou com menos de um dia de diferença, podendo ser considerados como o segundo ciclo da pesquisa-ação. Esse ciclo se iniciou dois dias após o 3º encontro da Turma 1. A maneira de condução do primeiro ciclo, em alguns momentos por improviso, tornou-se a estrutura para o experimento das turmas seguintes.

5.6.1.

Primeiro encontro – Museu

Nesse encontro, estiveram presentes 9 alunos (3 faltaram), a professora, uma professora auxiliar, duas monitoras do museu, o pesquisador e uma pesquisadora assistente. O encontro começou pouco depois de 10 horas e durou cerca de 3 horas.

Após a visita pelo museu, os alunos foram alocados em um salão do térreo e divididos em três grupos de três alunos. Após receberem a massa de modelar, foi pedido para que cada grupo escolhesse um ponto turístico do Rio de Janeiro e o fizesse com ela. Diferentemente do primeiro ciclo, os equipamentos já estavam montados na sala sensorial (cabe ressaltar que, ao ser ligado, o *notebook* iniciou uma atualização automática de sistema, o que quase comprometeu o início do experimento; para evitar isso o mesmo foi colocado em modo “avião” a partir daí). Com isso, foi possível acompanhar o processo de criação da escultura em massa de modelar. Um dos grupos pediu ajuda sobre como modelar os cabos do bonde de Pão de Açúcar. Um barbante não seria escaneado pelo *Kinect*, então foi dado um lápis, que foi incorporado à escultura de massa de modelar. A presença dos pesquisadores também ajudou na prevenção de esculturas muito pequenas ou planejadas.

Os modelos em massa de modelar produzidos foram: Pão de Açúcar, Catedral de São Sebastião e Cristo Redentor (**figura 5.14**).



Figura 5.14: Esculturas em massa de modelar da Turma 2.

Feitas as esculturas, os alunos foram levados à sala sensorial, sentados em arco, de frente para os equipamentos.

A pergunta inicial sobre o que era “3D” também trouxe como respostas os filmes em 3D do cinema. Foram apresentadas a impressora 3D e o *Kinect*, que alguns alunos já conheciam como parte do Xbox 360. Também foi mostrado o filamento plástico e explicado o processo que seria apresentado ali.

Após a impressora chegar na temperatura para iniciar impressão e uma escultura em massa de modelar estar na bandeja para ser escaneada, ocorreu uma queda de energia no museu. Por causa desse contratempo, foi decidido que o encontro continuaria em uma sala de aula da escola. As crianças foram levadas de volta a pé, enquanto os pesquisadores desmontaram o aparato e foram de carro para a escola, utilizando a mesma sala da Turma 1, porém sem uso do projetor. Esse imprevisto diminuiu o tempo “útil” restante do encontro.

Já na sala de aula com a turma (nesse processo um aluno foi embora e outra aluna chegou, mantendo-se 9 alunos no total), o primeiro passo foi tentar escanear a escultura do Cristo. Enquanto aguardava o processamento do resultado do escaneamento, o pesquisador preparou a impressora 3D e os alunos puderam observar o filamento derretido saindo dela.

Foi iniciado o processo de impressão da peça preexistente (como ocorreu na Turma 1), pois o escaneamento não saiu corretamente – entretanto os alunos acompanharam todo o processo e viram o modelo 3D incompleto. Surgiu então a ideia de escanear os alunos juntos, apenas para demonstração. Durante o escaneamento, a impressão da peça terminou; ela foi entregue para os alunos manipularem, enquanto o escaneamento era processado pelo *software*. Apesar de quase todos os alunos se

moverem durante o escaneamento (o que gerou modelos “borrados”), eles se mostraram entusiasmados com o resultado na tela, além da curiosidade pela impressora e pelo modelo impresso.

A seguir, perguntou-se aos alunos o que gostariam de fazer com essas tecnologias. Após algumas respostas, foi apresentado um modelo impresso do “BB-8”, um personagem do filme *Star Wars* que estava junto com os equipamentos (**figura 5.15**).



Figura 5.15: Modelo impresso do BB-8 sendo manuseado por uma aluna.

Enquanto os alunos manuseavam o modelo do BB-8, foi explicado o que seria feito para o próximo encontro (escaneamento e impressão das esculturas em 3D) e os alunos levantaram algumas questões sobre o processo. O horário do almoço havia sido extrapolado, portanto o encontro teve que ser encerrado.

Cronologicamente, após esse encontro, ocorreram o 1º encontro no museu e o 2º com a Turma 3, porém optou-se por manter o relato dividido por turmas.

5.6.2.

Segundo encontro – Escola

Devido à quantidade de feriados à época, esse encontro ocorreu somente depois de 40 dias do primeiro. Iniciou-se por volta das 10 horas e teve duração de 3 horas aproximadamente. Nele estavam presentes 11 alunos (uma aluna faltou), a professora, a professora auxiliar, o pesquisador e duas pesquisadoras assistentes (uma ficou a cargo da gravação e a outra da customização dos modelos 3D). A sala de aula usada foi a mesma da Turma 1 e da 2ª parte do outro encontro, sem o uso do projetor. Os alunos foram agrupados nas mesas de acordo com seus grupos – a professora alocou os alunos que faltaram no outro encontro a seu critério.

O primeiro passo foi entregar as esculturas em massa de modelar e os modelos impressos, momento no qual os alunos interagiram bastante com ambos (**figura 5.16**).



Figura 5.16: Alunos interagindo com as esculturas e os modelos impressos.

Durante o passo seguinte – customização dos modelos 3D pelos grupos – a professora sugeriu que os alunos desenhasssem num papel suas esculturas. Pela presença de duas pesquisadoras assistentes, o pesquisador teve mais liberdade de registrar o encontro (cada um empunhava um *smartphone* para gravação).

O primeiro grupo, da Catedral, interagiu com a pesquisadora assistente e o pesquisador, enquanto a outra pesquisadora assistente filmava. A impressão não pôde ser iniciada logo após o término dessa customização, pois a impressora estava com o bico entupido. Por meio de um *clip* de papel, o problema foi resolvido e os alunos não chegaram a se dispersar por conta da atividade de desenho proposta. Durante a desobstrução do bico, uma grande quantidade de filamento foi expelida, gerando um longo fio de espessura capilar, o qual foi dado para os alunos verificarem a diferença do diâmetro de entrada e saída do filamento na impressora 3D.

Durante a customização do terceiro grupo, Pão de Açúcar, iniciou-se o processo de impressão da Catedral customizada. A partir daí, a atenção dos alunos, incluindo alguns do grupo da customização, voltou-se para o processo de impressão (por meio dos 2 *smartphones*, ambos os processos puderam ser registrados). Os alunos fizeram muitas perguntas e afirmações durante o processo; a customização

do 3º grupo terminou antes do fim da 1ª impressão, assim a atenção da turma se voltou para a impressora 3D.

Ao fim da impressão, os impressos novo e antigo foram comparados e entregues para os alunos manipularem (**figura 5.17**).

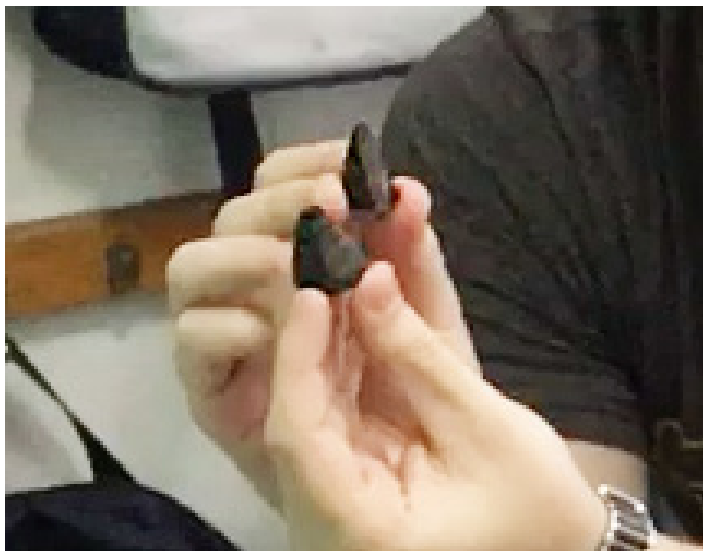


Figura 5.17: Impresso antigo e novo.

Durante a impressão do 2º modelo customizado, os alunos poderiam ir brincar no pátio, mas a maioria permaneceu na sala, observando a impressão e conversando com os pesquisadores. Durante a impressão do 3º modelo, ocorreu o lanche da turma em sala. Ao final da impressão do 3º modelo, ele foi comparado com o antigo e, mesmo durante o lanche, a turma permaneceu atenta.

O encontro foi encerrado com a pergunta do pesquisador sobre as impressões do encontro e mais questões levantadas pelos alunos.

5.6.3.

Terceiro encontro – Escola

O encontro ocorreu pouco mais de um mês após o segundo e teve início às 10 horas, durando cerca de 30 minutos. Estavam presentes os 12 alunos (nenhum faltou), a professora, a professora auxiliar e o pesquisador. Uma sala no térreo foi disponibilizada; ela era um pouco maior que a sala do 2º encontro, possuindo quatro mesas pequenas, onde os alunos já estavam sentados (porém não estavam divididos de acordo com suas esculturas).

Logo na chegada, os alunos perguntaram sobre as pesquisadoras assistentes (que não puderam comparecer ao encontro). Ao serem questionados sobre o que haviam feito, eles se lembraram da massa de modelar e da impressão, mas não demonstraram se recordar do escaneamento e da customização. Os modelos impressos

foram entregues para cada grupo (eles se levantaram, pegaram o modelo e sentaram onde estavam anteriormente). Como na Turma 1, os modelos foram impressos com as modificações em plástico branco e um pouco maiores que os anteriores. O fato de estarem membros de grupos diferentes na mesma mesa fez com que eles trocassem de modelos e se levantassem para interagir com as outras mesas (figura 5.18).



Figura 5.18: Alunos indo em outras mesas mostrar e ver outros modelos.

O pesquisador foi em cada mesa para perguntar sobre os novos modelos impressos, que estavam sendo bastante manipulados pelos alunos (figura 5.19).



Figura 5.19: Alunos manipulando seus modelos.

Depois de passar por todas as mesas, o modelo impresso falho do Maracanã (apresentado para a Turma 1) foi apresentado aos alunos, uma mesa de cada vez, para

que falassem sobre ele. Enquanto o modelo era apresentado na primeira mesa, alunos de outra mesa questionaram o porquê da falha, da nova cor do impresso e da demora para o 3º encontro. Após o modelo falho passar por todas as mesas e o pesquisador perguntar sobre a semelhança com os novos modelos, os alunos fizeram dezenas de perguntas em sequência sobre o modelo feito e sobre o que a impressora poderia fazer. Após todas as questões terem sido respondidas, o encontro foi encerrado.

5.6.4.

Entrevista com a professora

A professora iniciou a entrevista apresentando o resultado da atividade (a mesma feita pela professora da Turma 1), mostrando primeiramente a folha da aluna que não participou dos encontros anteriores – mas mesmo assim quis realizar a atividade, desenhando o “bondinho”. A professora reiterou sobre a importância da arte e sua presença na vida escolar dos alunos, e mostrou os outros trabalhos – que dessa vez não apresentaram registros dos processos, mas das esculturas e dos objetos prontos. Também comentou que os alunos colocaram a aluna que faltou a par do que ocorreu no 1º encontro. Ela finalizou a entrevista falando sobre a experimentação feita pelas crianças e a forma como eles vivenciaram as tecnologias, criando com estas.

5.7.

Teste de uso – Turma 3

Por ter sido executado quase que simultaneamente com o experimento da Turma 2, não foi possível avaliar o experimento desta turma e aperfeiçoá-lo para a execução com a Turma 3.

5.7.1.

Primeiro encontro – Museu

Nesse encontro, estiveram presentes 8 alunos (3 alunos faltaram), a professora, duas professoras auxiliares, duas monitoras do museu, o pesquisador e uma pesquisadora assistente. O encontro começou pouco depois de 14 horas e durou cerca de 2 horas.

Após a visita pelo museu, os alunos foram alocados na sala sensorial, onde desde o início viram os equipamentos e ficaram curiosos acerca deles. As crianças foram divididas em três grupos de três alunos e foi pedido que fizessem em massa de modelar o ponto turístico de que mais gostaram na visita. Um dos grupos teve dificuldade em definir um único ponto turístico, tendo feito um Corcovado com

Cristo e um dos morros do Pão de Açúcar. As esculturas feitas foram: Arcos da Lapa, Cristo Redentor e “Cristo + Pão de Açúcar” (figura 5.20).



Figura 5.20: Esculturas em massa de modelar da Turma 3.

As respostas da pergunta inicial sobre o que era “3D” remeteram novamente ao cinema. Os alunos disseram desconhecer o que era impressão 3D ao serem apresentados à impressora. Foram explicados o processo, o plástico utilizado, o escaneamento com o *Kinect* (que alguns alunos conheciam) e como ocorria a impressão.

Os alunos acompanharam o processo de escaneamento vendo pela tela. Dessa vez, ele funcionou corretamente e o modelo 3D pôde ser preparado para a impressão pela pesquisadora assistente. Enquanto isso, os alunos fizeram algumas perguntas ao pesquisador.

Com o início da preparação da impressora (momento em que ela se movimenta até o ponto inicial de impressão) para a impressão da peça preexistente, os alunos se aproximaram para ver de perto o processo (figura 5.21).



Figura 5.21: Alunos acompanhando de perto o início da impressão.

Durante a impressão, foi perguntado o que os alunos fariam com a impressora, e as respostas envolviam comida e “cocô”; algumas respostas posteriores envolviam bonecas. A peça impressa foi entregue aos alunos e alguns deles a cheiravam e passavam no rosto. Os alunos estavam impacientes pela “massa de modelar impressa”.

Enquanto o modelo 3D era preparado para impressão, o modelo impresso do BB-8 foi novamente passado para os alunos, para que vissem uma peça maior pronta (**figura 5.22**).

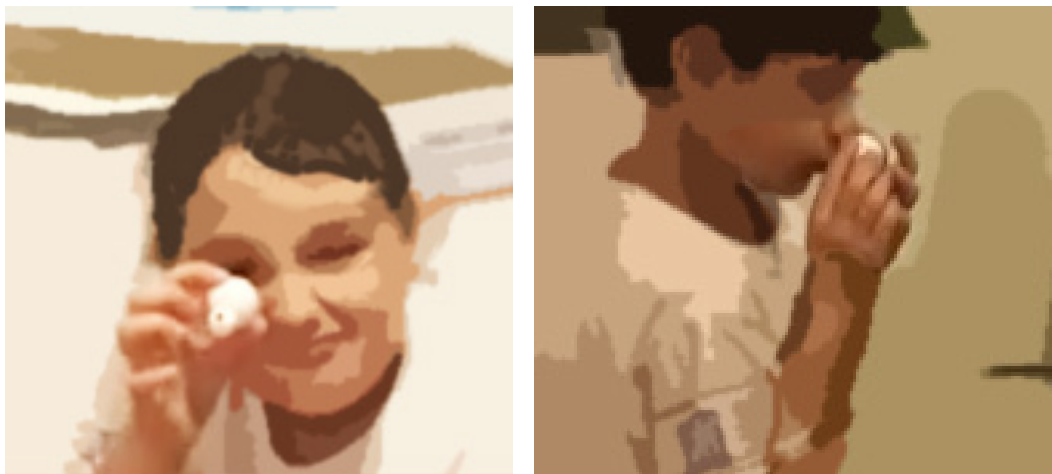


Figura 5.22: Alunos manipulando o modelo do BB-8

No início da impressão da escultura escaneada, que demoraria 10 minutos no total, os alunos mostraram interesse e fizeram algumas perguntas. Passados 5 minutos, eles começaram a ficar impacientes e a se dispersar. Perto do fim da impressão, comentaram sobre a semelhança do modelo sendo impresso com a escultura em massa de modelar.

Quando a impressão terminou, o pesquisador acabou quebrando o modelo ao tirá-lo da bandeja, o que causou frustração nos alunos. Ao colocar o modelo impresso e a escultura lado a lado, alguns alunos se aproximaram para examiná-lo.

O encontro se encerrou com o pesquisador prometendo que não iria quebrar os modelos impressos e que os levaria no próximo encontro.

5.7.2.

Segundo encontro – Escola

Esse encontro ocorreu 39 dias após o primeiro. Teve início por volta das 14 horas e duração de pouco mais de 3 horas. Nesse encontro, estavam presentes 11 alunos (nenhum faltou), a professora, a professora auxiliar, o pesquisador e duas pesquisadoras assistentes (uma ficou a cargo da gravação e a outra da customização dos modelos). A sala de aula estava situada no 2º andar do casarão, possuindo qua-

tro mesas pequenas, que estavam juntas no canto da sala, e algumas cadeiras, onde inicialmente estavam os alunos.

Primeiramente foram entregues as esculturas de massa de modelar e formados os grupos novamente no chão; os alunos que faltaram ao encontro anterior foram alocados nos grupos. Após as crianças lembrarem o experimento passado, os modelos impressos em 3D foram entregues, sendo recebidos com entusiasmo por elas, que compararam os impressos com as esculturas de massa de modelar (**figura 5.23**).



Figura 5.23: Alunos em grupos, manipulando e comparando os modelos.

A professora intercedeu, perguntando como os modelos foram obtidos. Uma aluna explicou o processo completo, passo a passo. Foi falado que eles poderiam fazer modificações no modelo 3D para impressão, o que trouxe algumas questões por parte dos alunos sobre possibilidades. Enquanto os *softwares* necessários eram iniciados, as crianças começaram a brincar com seus modelos impressos e as esculturas.

O primeiro grupo foi o da Catedral; enquanto isso, o pesquisador perguntou para os outros alunos o que eles gostariam de imprimir. A partir dessa pergunta, a professora passou a atividade de desenho.

O segundo grupo a modificar o modelo 3D foi o do Cristo; enquanto isso o modelo customizado dos Arcos da Lapa começou a ser impresso. Os alunos da customização usaram seus modelos impressos como referência, aproximando-os do modelo 3D na tela.

Dois dos alunos que não participaram do 1º encontro e uma que estava presente se aproximaram da impressora e começaram a fazer perguntas sobre ela. A impressão dos Arcos da Lapa terminou ao mesmo tempo que a customização do Cristo, chamando atenção da maioria da turma (**figura 5.24**).



Figura 5.24: Parte da turma observando o novo modelo impresso.

Enquanto o grupo do Cristo + Pão de Açúcar estava modificando seu modelo 3D, os outros alunos foram levados para o pátio com a professora. Esse grupo demorou mais que os outros, pois os alunos não chegavam a um consenso sobre as várias modificações pedidas; eventualmente outros alunos vinham ver o que estava acontecendo.

Enquanto os outros modelos eram impressos, as crianças brincaram com jogos disponíveis na sala. A professora também questionou uma das alunas sobre o que havia feito – a aluna novamente explicou todo o processo de customização do qual participou. Logo após, ela formou uma roda com os alunos para falar sobre o experimento. Nesse momento, a professora de Inglês (que seria a aula do horário do experimento) entrou na sala e os alunos explicaram o processo realizado a ela. Em seguida, a professora trouxe massa de modelar para que as crianças não se dispersassem.

Após todos os modelos terem sido impressos, eles foram entregues para os 3 alunos que haviam faltado no 1º encontro, e foi pedido para que todos falassem dos novos impressos (**figura 5.25**).



Figura 5.25: “Estava muito pequeno” disse uma das alunas, demonstrando corporalmente como estava o modelo anteriormente.

Enquanto os impressos eram entregues, uma das alunas pegou um pedaço de massa de modelar e, usando o modelo 3D que estava na tela do *notebook* como referência, “refez” o morro do Pão de Açúcar.

Após os alunos falarem sobre o que gostariam de imprimir em 3D, eles continuaram brincando, dessa vez com a massa de modelar em conjunto com os modelos impressos. O encontro foi encerrado após ser tirada uma foto dos alunos com seus modelos em mãos.

5.7.3.

Terceiro encontro – Escola

O encontro ocorreu 35 dias após o segundo. Iniciou-se às 14 horas e durou menos de 20 minutos (contando com a entrevista). Estavam presentes 9 alunos (2 faltaram), a professora, a professora auxiliar e o pesquisador. Foi utilizada a mesma sala do 2º encontro, desta vez com seis mesas pequenas dispostas juntas como uma grande mesa retangular, onde estavam sentados os alunos.

Eles lembravam dos encontros anteriores, falando sobre as modificações, os “bonequinhos” e o que fizeram com eles, além de lembrarem que o pesquisador iria trazê-los modificados.

Os novos modelos impressos foram entregues para cada grupo (os alunos se levantaram, pegaram o modelo e sentaram onde estavam) e o fato de o modelo estar

branco causou estranheza a alguns alunos. Logo isso se tornou motivo de alegria, pois foi dada a possibilidade de as crianças pintá-los, o que passou a ser comentado por elas após a entrega.

A professora intercedeu, perguntando aos alunos o que eles gostariam de fazer com a impressora, e recebeu várias respostas. O pesquisador complementou perguntando como os modelos seriam feitos, tendo como resposta a maneira como os alunos captaram o processo (figura 5.26). Uma das alunas disse que o processo era muito difícil, sendo repreendida por outra aluna: “A gente teve três aulas, cara de pau...”.

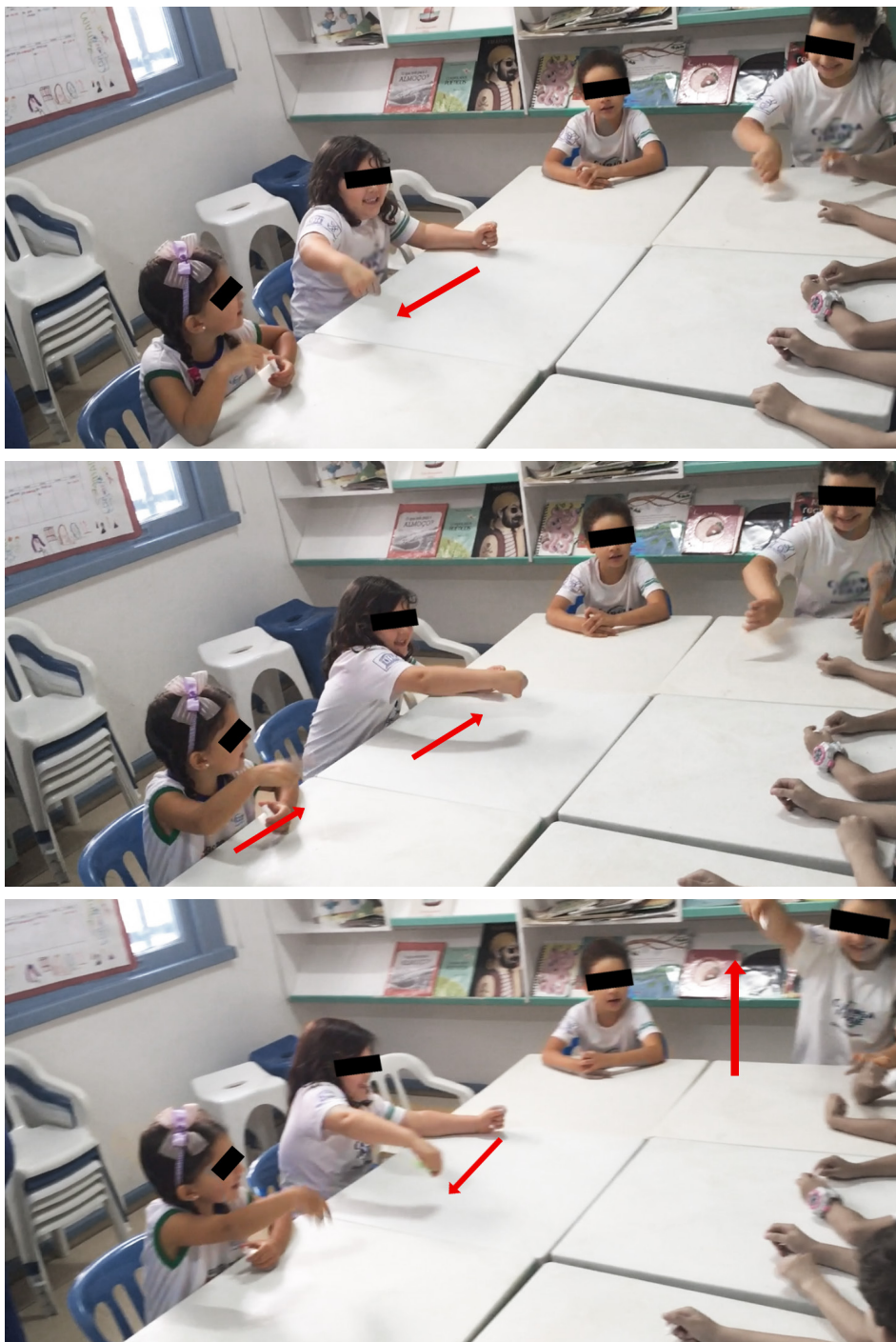


Figura 5.26: Alunos simulando o funcionamento da impressora 3D com os braços.

Antes mesmo de passar o modelo falho do Maracanã, os alunos o perceberam na mão do pesquisador e perguntaram sobre ele, bastante curiosos. A disposição dos alunos agilizou a coleta de observações sobre o modelo, trazendo diferentes pareceres. Um dos alunos colocou o modelo na cabeça, dizendo ser um chapéu e começou a dançar sentado (figura 5.27).



Figura 5.27: Aluno usando o modelo como parte de uma dança.

As crianças trouxeram questionamentos sobre as cores disponíveis de plástico e a produção do modelo falho. Enquanto o modelo era passado, a professora distribuiu as folhas da atividade realizada por elas. O pesquisador então perguntou a cada aluno sobre o que havia desenhado, seguindo a ordem da mesa. Feito isso, as atividades foram recolhidas e se iniciou a entrevista, em sala, a pedido da professora. Enquanto a entrevista ocorria, os alunos brincaram e conversaram entre si sobre os modelos.

5.7.4.

Entrevista com a professora

A professora também reiterou a importância das artes plásticas no cotidiano dos alunos e a novidade de aliar arte e tecnologia para os alunos. Ela comentou que os alunos traziam para o dia a dia de sala de aula assuntos do experimento. Por fim, ela complementou a fala dos alunos sobre a apropriação expressa na atividade mostrada em papel.

5.8.

Considerações

A execução dos testes preliminares foi de grande importância para o experimento, pois, por meio deles, foi possível conceber um roteiro adequado para a faixa etária escolhida. O teste de uso com a Turma 1 também se mostrou perti-

nente, apontando a importância de uma maior liberdade por parte do pesquisador no processo.

Apesar das dificuldades ao realizar o experimento com grupos de alunos, as informações foram obtidas com uma riqueza acima do esperado inicialmente. A sensibilidade e pró-atividade das professoras, ora instigando os alunos a falar, ora trazendo atividades complementares para que eles não se dispersassem, foram fundamentais para o percurso dos encontros. As pesquisadoras assistentes também foram de suma importância – sem elas o experimento não teria o êxito obtido. As gravações, os relatos e as atividades em papel serão analisados no próximo capítulo.

6

Análise do experimento

Os dados coletados no experimento foram decupados a partir da sociolinguística interacional (cujos elementos principais foram explicados no Capítulo 4) e, após explicação sobre como se procedeu essa decupagem, os resultados são apresentados. Posteriormente, são extraídos alguns contextos específicos que, relacionados com as teorias elencadas no Capítulo 2, buscam validar o pressuposto e hipótese desta pesquisa.

Em relação ao experimento com a Turma 1, devido à perda de parte dos vídeos e da ausência das duas pesquisadoras assistentes no 2º encontro (o que limitou a quantidade de situações gravadas), optou-se por não utilizar as sínteses de decupagem como dados quantitativos; os dados da entrevista desta turma são utilizados, pois possuem caráter somatório aos dados apresentados.

6.1.

Ferramental metodológico de análise – tabela de decupagem

A partir da tabela de decupagem desenvolvida por Necyk (2013), foi elaborada uma versão¹ que se adequasse ao experimento e ao que se buscava compreender (figura 6.1).

	Contexto Situacional		Registro			
	Fisiologia	Enquadre	Discurso		Alinhamento	Obs
			Verbal	Não Verbal		
			P: Eu vou mostrar agora, tá? Prof: Presta atenção tá gente? Aluna5: Tá bom. Aluno1: Se não der certo...? P: Se não der certo a gente tenta fazer outra coisa, mas ali vai dar certo sim.		Questão	
Situação 02 - Demonstração de uso das tecnologias 3D.	Pesquisador sentado, de costas para o semi círculo, para manusear o notebook, que se encontra no chão, ao lado dos equipamentos.	Tentativa de escaneamento	P: Dá pra ver aqui? Aluno: Siiim... Aluno1: Eu não (e se aproxima um pouco) P: Eu vou tentar hein. Todo mundo cruza os dedos/só não pode ficar muito perto (Aluno1 se aproxima demais da bandeja giratória e retorna). Todo mundo cruza o dedo pra dar certo. Aluna1: Assim? P: É. Aluna3: Todos cruzando os dedos... P: Ó, 1, 2, 3 e... (inicia o escaneamento)	Alunos atentos à tela do notebook	Contemplação	6700
			Aluna5 e Aluno2: Uaaaaa		Entusiasmo	Screen Shot 2017-01-18 at 1.06.25 AM
			P: Vocês tão vendo aqui? Alunos: Sim... P: O vermelinho? Ele tá tentando lê o que é aquilo ali (o modelo em massinha que está na bandeja giratória). Vamo ver se vai dar certo.		Compreensão	

Figura 6.1: Cabeçalho e início da tabela de decupagem elaborada.

¹ Ver tabelas de decupagem em <https://www.dropbox.com/sh/1uw12d84ctztzs/AAC0xo-LDU549ZVHx9R-ifTwa?dl=0>.

Nessa figura, é possível perceber a hierarquia das categorias, explicadas a seguir.

6.1.1.

Situação

Como apresentado no Capítulo 5, o experimento seguiu uma estrutura predefinida, podendo ser dividido em momento macro e micro. A aba lateral – situação – representa o macro, ocorrendo uma linha horizontal cinza para demarcar a mudança de situação.

Essas marcações envolvem mais o propósito de cada parte do experimento do que alguma mudança espacial ou de postura, já que o próprio experimento ocorreu em três encontros, com propósitos gerais bem definidos.

6.1.2.

Contexto situacional – fisiologia e enquadre

Em “Fisiologia”, foram apresentados como estavam dispostos os participantes no espaço, na impossibilidade da divulgação dos vídeos.

No campo “Enquadre”, baseado na definição da sociolinguística – principalmente na noção de Tannen e Wallerstein (2002), foram delineadas quais interações aconteciam em determinado momento. A maioria dos enquadres era proposta pelo pesquisador, que, de certa forma, “coordenava” o andamento dos encontros. Entretanto, em vários momentos, os alunos intercederam de maneira a alterar o enquadre das situações.

6.1.3.

Registro – discurso, alinhamento e obs.

Em “Registro”, os diálogos foram transcritos, não se limitando ao que foi falado, mas ao que ocorria durante a interação e os diálogos.

A categoria “Obs.” foi criada para demarcar diálogos-chave, seja pela síntese de algum registro ou pela geração de uma imagem a partir da gravação (estando o nome do arquivo gerado nesse campo).

6.1.3.1.

Discurso – verbal e não verbal

O discurso verbal foi preenchido com as transcrições das falas e das situações.

Na categoria “verbal”, foram colocados os diálogos, complementados por expressões ou interações não verbais ocorridas durante eles – nesse caso, parênteses

foram utilizados para destacar o que é falado e o que é descrito. Esse tipo de narrativa foi escolhido para uma maior percepção do andamento do diálogo como um todo, na impossibilidade da exibição dos vídeos.

No campo “não verbal”, foram inseridas situações nas quais não ocorreram falas, mas que expressaram alguma atitude ou estado.

Alguns diálogos não envolviam o uso das tecnologias, ou mesmo poderiam expor demais os participantes. Nesse caso, eles não foram transcritos, sendo marcadas apenas as partes em que eles estariam com o símbolo “[...]”.

6.1.3.2.

Alinhamento

O campo “Alinhamento” buscou interpretar as posturas dos alunos de acordo com os discursos não verbal e verbal (principalmente pelo tom utilizado nas falas). Esse campo é imprescindível para compreender os discursos transcritos, pois informa o sentido deles.

Os alinhamentos atribuídos foram:

- **Afirmação** – quando alunos expõem uma afirmação, de maneira positiva ou negativa sobre algo;
- **Explicação** – quanto alunos explicam algum conceito, situação ou desejo;
- **Contemplação** – quando os alunos observam objetos ou ações. Envolve falas curtas sobre o que está sendo contemplado;
- **Questão** – alguma dúvida ou questionamento sobre determinado fato ou assunto. Toda questão teve sua resposta (salvo quando os pesquisadores não a ouviram), o que presume uma compreensão em cada alinhamento “questão”;
- **Compreensão** – quando houve explicação espontânea (exceto respostas para as situações do alinhamento “questão”) para os alunos e eles prestaram atenção. Envolve respostas curtas dos alunos;
- **Entusiasmo** – expressão verbal ou não verbal acerca de algum acontecimento, claramente positiva e com manifestação mais efusiva que uma afirmação positiva;
- **Decepção** – expressão verbal ou não verbal acerca de algum acontecimento, claramente negativa e com manifestação mais explícita que uma afirmação negativa;

- **Cooperação** – quando um grupo de alunos age cooperativamente, ou quando um aluno se propõe a auxiliar outro ou responder uma questão de um aluno;
- **Conflito** – na ocorrência de atritos entre os alunos ou com os pesquisadores, de maneira mais expressiva;
- **Brincadeira** – quando ocorrem brincadeiras espontâneas, dentro do tema da pesquisa (com objetos ou com presença do tema nas falas).

Por se tratar de um contexto situacional envolvendo grupos de alunos e pela busca por dados não ser individualizada, optou-se por interpretar os alinhamentos pela turma como um todo, ou como grupos de alunos – salvo exceções em que a individualidade de cada aluno se destacava na situação. Portanto, quando um grupo de três alunos fazia perguntas sobre o mesmo tema, ao mesmo tempo, esse diálogo foi caracterizado pelo alinhamento “questão” uma única vez. Quando um mesmo diálogo possui características de dois alinhamentos, ele é dividido em dois, cada um sendo caracterizado por um dos alinhamentos, apesar de ambos serem caracterizados pelos dois.

6.2.

Síntese da decupagem

Após a decupagem de todos os vídeos dos encontros, foram geradas as tabelas “Situações”, “Enquadres” e “Alinhamentos” para cada encontro. Vamos, inicialmente, comparar cada encontro.

6.2.1.

Primeiro encontro

Em relação ao campo “Situação”, a diferença se manifestou pela não ocorrência de uma conversa final com a Turma 3, pois as questões foram levantadas durante a impressão do último modelo –, e os alunos já estavam cansados e dispersos ao final do encontro.

Os enquadres foram mais numerosos na Turma 2, devido, em parte, à queda de energia no museu e ao escaneamento dos alunos, em decorrência da falha ao escanear a escultura.

Abaixo estão os alinhamentos e suas frequências no 1º encontro das Turmas 1 e 2 (**tabela 6.1**). A diferença no número total de alinhamentos ocorre em virtude do problema da queda de energia com a Turma 2, o que fez com que o tempo “útil” do encontro fosse mais curto.

Turma 2 1º enc. Alinhamentos			Turma 3 1º enc. Alinhamentos		
Tipo	Quant.	Porcent.	Tipo	Quant.	Porcent.
Questão	18	25%	Questão	24	22%
Afirmação	15	21%	Afirmação	24	22%
Contemplação	15	21%	Compreensão	15	14%
Compreensão	12	17%	Contemplação	14	13%
Entusiasmo	6	8%	Entusiasmo	12	11%
Explicação	3	4%	Cooperação	5	4%
Conflito	1	1%	Explicação	5	4%
Decepção	1	1%	Brincadeira	5	4%
Brincadeira	1	1%	Decepção	5	4%
Cooperação	0	0%	Conflito	1	1%
Total	72	~100%	Total	110	~100%

Tabela 6.1: Frequência dos alinhamentos do 1º encontro das Turmas 2 e 3.

Os cinco primeiros alinhamentos de ambas as turmas foram os mesmos, com pequenas mudanças na frequência de cada. Isso mostra que o encontro estimulou bastante os alunos a formular questões e comentar sobre o que viram e ouviram.

6.2.2.

Segundo encontro

No segundo encontro, a diferença nas situações foi a roda de conversa da Turma 3, já narrada no Capítulo 5. Em termos de enquadres, na Turma 2 houve a apresentação do filamento derretido (que foi extrusado da impressora após o desentupimento) e o intervalo para o lanche – um momento de brincadeira entre os alunos; na Turma 3, ocorreram conversas dos alunos com a professora e entre si.

Abaixo estão os alinhamentos e suas frequências no 2º encontro das Turmas 1 e 2 (**tabela 6.2**).

Turma 2 2º enc. Alinhamentos			Turma 3 2º enc. Alinhamentos		
Tipo	Quant.	Porcent.	Tipo	Quant.	Porcent.
Afirmação	62	24%	Afirmação	63	30%
Questão	48	19%	Explicação	41	20%
Entusiasmo	35	14%	Questão	22	11%
Compreensão	31	12%	Contemplação	21	10%

Explicação	27	10%	Cooperação	18	9%
Contemplação	24	9%	Compreensão	17	8%
Decepção	11	4%	Entusiasmo	11	5%
Cooperação	9	3%	Conflito	9	4%
Brincadeira	8	3%	Brincadeira	5	2%
Conflito	3	1%	Decepção	1	~0%
Total	258	~100%	Total	207	~100%

Tabela 6.2: Frequência dos alinhamentos do 2º encontro das Turmas 2 e 3.

Nessa tabela, os alinhamentos com mais frequência também se equivalem, com menos semelhança que no 1º encontro. Na Turma 2, ocorrem mais momentos de “entusiasmo”, enquanto na Turma 3 o alinhamento “cooperação” teve frequência comparada maior. Pode-se supor que a causa para o grande número de momentos de entusiasmo da Turma 2 seja pelo menor tempo do 1º encontro, que os impossibilitou de ver a impressora construindo objetos mais complexos. Na Turma 3, a “cooperação” maior ocorreu devido à ausência de alunos no 1º encontro – principalmente com explicações entre alunos e pedidos para que algumas peças fossem impressas para que os faltantes pudessem vê-las.

Ao passo que o número de afirmações sobre o tema foi maior, o número de questões também continuou alto; o número de explicações também aumentou consideravelmente, demonstrando um maior domínio e confiança por parte dos alunos no 2º encontro.

6.2.3.

Terceiro encontro

A única diferença foi na Turma 3, que vivenciou as situações “Explicação dos desenhos pelos alunos” (na qual os alunos explicaram sobre a atividade em folha) e “Diálogo entre alunos” (captada, pois a entrevista da professora foi em sala). Sobre os enquadres, a disposição dos alunos em mesas separadas na Turma 2 fez com que as interações ocorressem mais divididas em certos momentos.

Abaixo estão os alinhamentos e suas frequências no 3º encontro das Turmas 1 e 2 (**tabela 6.3**).

Turma 2 3º enc. Alinhamentos			Turma 3 3º enc. Alinhamentos		
Tipo	Quant.	Porcent.	Tipo	Quant.	Porcent.
Questão	32	28%	Afirmação	31	46%
Afirmação	29	26%	Questão	8	12%
Explicação	19	17%	Explicação	8	12%

Contemplação	11	10%	Contemplação	5	7%
Entusiasmo	8	7%	Brincadeira	4	6%
Cooperação	6	5%	Conflito	4	6%
Brincadeira	4	4%	Entusiasmo	3	4%
Decepção	3	2%	Cooperação	2	3%
Conflito	1	1%	Compreensão	2	3%
Compreensão	0	0%	Decepção	0	0%
Total	113	100%	Total	67	~100%

Tabela 6.3: Frequência dos alinhamentos do 3º encontro das Turmas 2 e 3.

O 3º encontro também mostrou uma diferença no número de alinhamentos totais entre as duas turmas. Pode-se atribuir a isso o número menor de alunos no encontro da Turma 3 (que possuía 9 alunos, enquanto a Turma 2 possuía 12), entretanto o número de questionamentos também se mostrou muito menor nela.

Apesar das porcentagens diferentes, “questão”, “afirmação”, “explicação” e “contemplação” foram os alinhamentos mais frequentes em ambas as turmas. Pode-se supor maior domínio do tema, ao mesmo tempo que isso ocasiona mais dúvidas sobre possibilidades das tecnologias.

6.2.4.

Considerações sobre a síntese

A análise de frequência de alinhamentos mostrou que as experimentações foram semelhantes, porém com certas discrepâncias acentuadas. Devido à frequência de questões sobre o tema em todos os encontros foi possível verificar o impacto da experimentação 3D.

O alinhamento “brincadeira” entre os alunos esteve presente, mas de maneira tímida, em todos os encontros. Resgatando a definição do alinhamento “brincadeira”, diferencia-se “brincadeira” de “atividade pedagógica lúdica” da seguinte forma: a brincadeira é a atividade espontânea da criança, livre de propósitos educacionais. Já a atividade pedagógica lúdica envolve o aprendizado de conceitos e habilidades (QUEIROZ, MACIEL; BRANCO, 2006. p. 176), sendo que esta permeia todo o experimento.

6.3.

Análise de contextos específicos

Retomo aqui o pressuposto e a hipótese desta pesquisa, que, por meio da análise de contextos específicos, são validados no experimento realizado.

- **Pressuposto:** “as crianças compreendem os processos de uso das tecnologias 3D.”
- **Hipótese:** “através da experimentação 3D, as crianças desenvolvem novos meios de criação, significação e ressignificação, contribuindo para o exercício de sua liberdade de expressão e desenvolvimento do imaginário e lúdico.”

Os trechos foram inseridos com as informações de turma e o encontro a qual pertencem, enquadre e alinhamento (ex: 2-1, segunda turma e primeiro encontro).

6.3.1.

A partir do pressuposto

Seguem trechos comentados que mostram a relação dos alunos com os processos envolvidos na experimentação 3D.

Sobre o processo:

Turma	Enquadre	Alinhamento
3-1	Impressão do objeto escaneado	Explicação
Registro		
(ao ser perguntada de qual parte mais gostou do encontro) Larissa: Eu também, dessa parte. Pesquisador: Qual parte? Larissa: Ué, eu não sei dizer. Pesquisador: Não sabe dizer? Você primeiro fez o que com a massinha? Larissa: Ué, fiz uma escultura. Pesquisador: E depois o que a gente fez com a escultura? Larissa: Ficou ali secando. Pesquisador: Não, mas o que a gente fez com a escultura? Larissa: Ficou aqui sentado (Larissa não consegue se expressar e se aproxima da impressão)		

No final do 1º encontro da Turma 3, Larissa não consegue explicar o que viu (nesse encontro ocorreu todo o processo: do escaneamento da escultura até sua impressão).

Turma	Enquadre	Alinhamento
3-2	Explicação do processo	Explicação
Registro		
<p>Prof.: Eu não tô conseguindo entender como ele transformou, esse...</p> <p>Larissa: [Primeiro ele colocou numa maquininha, aí depois ele foi girando (gesticulando o giro com um dos braços). Depois ele colocou em outra, e aí fez e pronto!</p> <p>Prof.: Depois que passou por uma máquina, girou, girou e aí se transformou nesse daí?</p> <p>Larissa: Não, primeiro passou por uma máquina. Aí girou, girou, depois foi pra OUTRA máquina. Fez e aí mexeu no computador.</p> <p>Pesquisador: É que girou pra escanear, girou a massinha.</p> <p>Larissa: E aí depois ficou pronto!</p> <p>Prof.: Hm... Entendi. (figura 6.2)</p>		

No início do 2º encontro, a mesma Larissa já consegue apresentar o passo a passo realizado, mesmo sem tê-lo presenciado novamente. Pode-se influir a teoria dos conceitos espontâneos e científicos, nesse caso: no primeiro contato, direto, a aluna não compreendeu o processo pela visualização dele. A posterior troca com seus pares e com a professora fez com que o mesmo fosse compreendido de maneira mais sistematizada, científica.



Figura 6.2: Sequência na qual Larissa explica o processo para a professora, verbal e corporalmente.

Turma	Enquadre	Alinhamento
2-3	Conversa inicial com os alunos sobre o propósito do encontro	Explicação / Explicação / Afirmação
Registro		
<p>Pesquisador: Hm... Mas esculturas de quê?</p> <p>Aluna?: Bondinho!</p> <p>Aluna?: Cristo!</p> <p>Prof.: Mas como que são essas...</p> <p>Heloísa: (se vira para Vinícius) Catedral!</p> <p>Ricardo: De massinha!</p> <p>Prof.: De massinha?</p> <p>Pesquisador e Prof.: E depois?</p> <p>Ricardo: De fio!</p> <p>Pesquisador: De fio? Hm... E o fio era o quê? Era fio de...</p> <p>Otávio: [Plástico.</p>		
<p>Pesquisador: Hm.. E o que acontecia com esse fio?</p> <p>Vinícius: Foi o computador...</p> <p>Renan: Foi pra criar/copiar as esculturas (imitando o movimento da impressora com a mão direita)</p>		
<p>Pesquisador: E como é que a gente jogou pro computador? Como é que a gente fez?</p> <p>Ricardo: Isso eu já me esqueci.</p> <p>Tainá: Também esqueci.</p> <p>Aluno?: Eu também...</p>		

Já na Turma 2, mesmo no 3º encontro, os alunos não internalizaram o processo de escaneamento (essa turma não viu o escaneamento e nem a impressão de escultura em tempo real). Entretanto, o processo de impressão foi razoavelmente compreendido. A customização no computador também não foi comentada nesse trecho (que ocorreu antes da entrega dos impressos customizados).

Turma	Enquadre	Alinhamento
2-3	Depoimentos dos alunos da 4ª mesa	Explicação
Registro		
<p>Pesquisador: Ih! Será que quebrou? E se quebrar, o que a gente faz?</p> <p>Tainá: Monta de novo!</p> <p>Pesquisador: Hm...</p> <p>Otávio: A minha caiu (sua cadeira caiu ao se virar para pegar o modelo do chão)</p> <p>Pesquisador: O que acontece se quebrar? O que a gente faz?</p> <p>Otávio: A gente costura de novo!</p> <p>Pesquisador: Isso... Costura de novo na máquina?</p> <p>Otávio: É</p> <p>Tainá: É</p> <p>Pesquisador: Hm...</p> <p>Tainá: Ou faz outro.</p> <p>Pesquisador: Ou faz outro, né? Porque a máquina consegue fazer um montão, né?</p> <p>Otávio: Pois é, branco também!</p>		
Turma	Enquadre	Alinhamento
3-3	Impressão 3D do modelo 3D modificado do 1º grupo	Afirmação
Registro		
<p>Pesquisador: Dá pra colar, mas, e se não tiver cola e tiver uma impressora, o que a gente faz?</p> <p>Carolina: Hm... Faz outro!</p> <p>Larissa: Faz com a impressora.</p>		

Os trechos das 2 turmas mostram que a ideia de produção da “máquina” também foi captada pelos alunos. Cabe aqui o uso do verbo “costurar”, fazendo ligação com a “linha” ou “fio” que sai da máquina; os alunos usam conceitos que já existem em sua vivência e os “adaptam” ao novo processo.

Turma	Enquadre	Alinhamento
3-2	Customização do modelo 3D do 1º grupo (Lapa)	Questão
Registro		
<p>Fábio: Dá pra transformar isso num tamanho normal? (mostrando seu modelo impresso)</p> <p>Pesquisadora Assistente: Olha, então. A gente tem um limitação no tamanho, porque a gente imprime naquela impressora ali... (...)</p>		
Turma	Enquadre	Alinhamento
2-2	Impressão 3D do modelo 3D modificado do 3º grupo	Questão / Entusiasmo / Questão / Afirmação
Registro		
<p>Roberto: Mas você consegue fazer um boneco de Lego de plástico?</p> <p>Pesquisador: Consegue, aquele bonequinho, consegue. Só demora...</p> <p>(Roberto abre a boca de espanto por alguns segundos)</p> <p>Roberto: Quanto tempo demora?</p> <p>Renan: Você consegue fazer um dinossauro?</p> <p>Pesquisador: Um dia inteiro. Consigo. Dá pra fazer o que quiser.</p> <p>Ricardo: Só que não da pra fazer um prédio!</p>		
Turma	Enquadre	Alinhamento
2-2	Impressão 3D do modelo 3D modificado do 3º grupo	Contemplação / Questão / Entusiasmo
Registro		
<p>Pesquisador: Olha, esquentou...</p> <p>Renan: Eu queria fazer a Curiosa Idade!</p> <p>Pesquisador: A Curiosa Idade impressa em 3D? Toda ela?</p> <p>Renan: Aham.</p> <p>Izabella: Faz pequena, ué!</p>		

Nesses trechos, um dos alunos da Turma 3 questiona a capacidade das dimensões da “máquina”. Nos seguinte, ambos da Turma 2 - 2º encontro, os alunos apresentam em suas falas as limitações percebidas (após muito se falar sobre a questão de dimensões de impressão com eles) e a solução para problemas propostos pelos pares.

Agora, sobre o escaneamento:

Turma	Enquadre	Alinhamento
2-1	Tentativa de impressão	Questão
Registro		
Roberto: Quando é que isso vai imprimir? Pesquisador: Eu vou fazer agora. Roberto: Ele vai entrar nessa coisa, vai passar pro computador? (sobre o <i>Kinect</i>)		
Turma	Enquadre	Alinhamento
3-1	Tentativa de escaneamento	Questão
Registro		
Pesquisador: Agora o que tá aqui tá no computador! Né? Alun?: Uhum Fábio: Mas você disse que ia sair na má... na impressora! Pesquisador: Não, primeiro eu tenho que botar no computador.		

Já no 1º encontro da Turma 2, um dos alunos compreende a função do *Kinect*, apesar de não se interessar pela forma como se dá o processo. Na Turma 3, o escaneamento não pareceu ter sido compreendido como uma das etapas (mesmo sendo a única turma a ter presenciado o processo em tempo real de maneira correta).

Sobre a modelagem e customização:

Turma	Enquadre	Alinhamento
3-1	Tentativa de escaneamento	Compreensão
Registro		
Pesquisador: Isso aqui é 3D? (apontando para a tela) Alunos: É. Tatiane: É tipo, assim, uma nave (fazendo movimento circular com uma das mãos) fazendo assim? Pesquisador: É. Mas vocês podem tocar nela, assim? Alunos: Não... Pesquisador: E se eu fizer aqui (apontando pra impressora), vocês vão poder tocar? Alunos: Sim...		

Aqui os alunos esboçam compreender o 3D como algo maior do que seu esquema de conhecimento anterior (filmes do cinema), e a relação virtual e físico.

Turma	Enquadre	Alinhamento
2-2	Customização do modelo 3D do 1º grupo (Catedral)	Entusiasmo
Registro		
Ricardo: Ih, ficou vermelho! (olhando para a tela do notebook, onde parte da Catedral havia sido selecionada com o cursor)		
Pesquisadora Assistente: É que eu to selecionando. Aí eu vou apagar...		
Otávio: Nossa!		
Pesquisadora Assistente:... Pra depois fazer, tá vendo que dá pra ver por dentro?		
Otávio: Nossa!		
Otávio: Tá quebrado!		
Pesquisadora Assistente: Tá, eu quebrei ela pra ajeitar.		
Otávio: Quebrou pra ajeitar. Nossa, tá quebrado!		
Turma	Enquadre	Alinhamento
3-2	Customização do modelo 3D do 3º grupo (Cristo + Pão de Açúcar)	Contemplação
Registro		
Pesquisadora Assistente: Eu abri ele, tá vendo. Vocês tão vendo por dentro?		
Karina: Ih, parece que tá rasgado!		
Pesquisadora Assistente: Parece, né? É porque eu rasguei ele.		
Karina: [Hã?		
Pesquisadora Assistente: Pra fazer isso... E pra acertar!		
Turma	Enquadre	Alinhamento
3-2	Customização do modelo 3D do primeiro grupo (Lapa) com Pesquisadora Assistente	Questão
Registro		
Fábio: Você tá apagando?		
Pesquisadora Assistente: Isso mesmo. Vou tirar essa parte e vou reconstruir ele (sobre a parte de cima do modelo estar selecionada). (figura 6.3).		



Figura 6.3: Modelo 3D com uma parte selecionada (em vermelho).

Os modelos 3D são compreendidos como “sólidos” pelas crianças, que utilizam termos como “quebrar”, “rasgar” e “apagar” para se referirem à modificação que eles sofrem. Essa noção espacial de sólido também é expressa posteriormente em trechos sobre a hipótese – imaginário e lúdico.

Turma	Enquadre	Alinhamento
3-2	Conversa de aluna com a professora	Explicação
Registro		
<p>Prof.: O que vocês modificaram? (para Larissa)</p> <p>Larissa: Eu coloquei o braço maior, ele mais fino e ele menor.</p> <p>Prof.: Ah é? E todo mundo concordou com a mudança?</p> <p>(Larissa acena positivamente)</p> <p>Prof.: Será que vai dar?</p> <p>Larissa: Acho que sim! (figura 6.4)</p>		



Figura 6.4: Larissa se expressa corporalmente sobre modificações feitas no modelo.

Esse trecho, além de mostrar a relação que a aluna criou com o modelo 3D e sua modificação, também pode ser entendido como uma manifestação de expressão (via linguagem corporal).

Sobre a impressão 3D:

Turma	Enquadre	Alinhamento
2-1	Tentativa de impressão	Questão
Registro		
<p>Pesquisador: Assim que esfriar eu vou passar pra vocês, que ele sai quente.</p> <p>Otávio: [o que é essa coisa de...</p> <p>Pesquisador: Hã?</p> <p>Heloísa: Ele disse “o que é essa coisa de corda”?</p> <p>Pesquisador: De?</p> <p>Heloísa: Corda!</p> <p>Pesquisador: É o plástico.</p> <p>Pesquisadora Assistente: [é o fio.</p> <p>Otávio: É o plástico?</p> <p>Pesquisador: Ó como que ele fica fininho, é aquele plástico ali, ele sai e fica fininho. Eu vou botar um negocinho aqui pra imprimir...</p>		

Sobre o material, Otávio apresenta claramente a curva de aprendizado durante os encontros. Inicialmente ele não percebe a transformação que o filamento de plástico sofre na impressora, interpretando como materiais diferentes o que entra e o que sai da impressora, como visto acima, no 1º encontro.

Turma	Enquadre	Alinhamento
2-2	Explicação do experimento anterior	Afirmação / Entusiasmo
Registro		
<p>Vinícius: É o bondiiinho.</p> <p>Otávio: Virou plástico.</p> <p>Otávio: Caraca! Tem linha, é plástico mesmo.</p> <p>Roberta: *inaudível*</p>		
Turma	Enquadre	Alinhamento
2-2	Customização do Modelo 3D do 1º grupo (Catedral)	Compreensão / Explicação

Registro		
<p>Pesquisadora Assistente: Mais liso? Então, isso que eu tô te falando, esses risquinhos aqui, ele vai ficar porque é da impressora. Ela vai fazendo assim (gesticulando como se movimenta a impressora 3D), mas a gente pode deixar mais liso de tirar essas voltinhas, pode ser? (alunos olham seriamente para impressora 3D)</p>		
<p>(durante a fala final acima)</p> <p>Otávio: É da impressora? É o fio, que dá, é o fio que dá voltinha.</p>		
Turma	Enquadre	Alinhamento
2-2	Customização do modelo 3D do 1º grupo (Catedral)	Explicação
Registro		
<p>(Otávio conversa com Pesquisador e Renan observa a conversa)</p> <p>Otávio: (ao examinar o filamento preto) Tem vários tipos de fio. Fio vermelho, fio de todas as cores...</p>		

É no 2º encontro que Otávio expressa verbalmente a compreensão do material plástico e como ele se “manifesta” na impressão, além de compreender a questão da cor dos impressos.

Turma	Enquadre	Alinhamento
2-3	Entrega do novo modelo da Catedral	Questão
Registro		
<p>Pesquisador: Agora vocês têm a branca, que tá diferente, e a preta.</p> <p>Ricardo: Você comprou essa outra cor?</p> <p>Pesquisador: Foi. Eu comprei. *inaudível*</p> <p>Renan: Você comprou o outro fio, de outra cor, né?</p> <p>Pesquisador: Isso.</p>		

No 3º encontro da Turma 2, Renan e Ricardo também demonstram compreender a relação do filamento e a cor do impresso.

Turma	Enquadre	Alinhamento
3-3	Apresentação de modelo com falha de impressão	Afirmação
Registro		
<p>Pesquisador: Agora, isso aqui, é igual ou diferente do que eu trouxe pra vocês?</p> <p>Alunos: Diferente...</p> <p>Pesquisador: Qual é a diferença?</p> <p>Ângelo: É porque parece redemoinho, parece uma teia de aranha.</p> <p>Pesquisador: Mas o material é igual ou diferente do que tá com vocês?</p> <p>Alunos: Igual...</p>		

Ainda sobre o material, no 3º encontro da Turma 3, a noção de objetos com formas diferentes (modelos rígidos e modelo “falho”, maleável e disforme), mas com mesmo material, mostra ter sido compreendida pelos alunos.

Sobre o processo de impressão:

Turma	Enquadre	Alinhamento
3-1	Impressão do objeto escaneado	Questão
Registro		
<p>Karina: Que que isso tá parecendo?</p> <p>Tatiane: Isso é um rabisco?</p> <p>Pesquisador: Por enquanto é um rabisco.</p> <p>Tatiane: Mas vai fazer uma bola assim, sem nada?</p> <p>Pesquisador: Não, vai fazer o que tá aí, só que pequenininho (apontando para o modelo em massinha)</p> <p>Tatiane: Ah! (boquiaberta mexendo a língua)</p> <p>Pesquisador: Ó, dá pra ver o que tá *inaudível* também.</p>		
Turma	Enquadre	Alinhamento
2-2	Impressão 3D do modelo 3D modificado do 2º grupo	Explicação
Registro		
<p>Renan: Vou ficar sentado (se ajoelha)... Tá desenhando! (ao ver a impressora fazer as primeiras camadas)</p> <p>Pesquisador: Tá desenhando? O que foi que você falou?</p> <p>Renan: É que tá parecendo que tá desenhando.</p> <p>Pesquisador: Tá desenhando, só que em 3D.</p>		

Num primeiro momento, quando a impressão está nas primeiras camadas, os alunos a comparam ao processo 2D, por meio de termos como “rabisco” e desenhando”, baseados em seus esquemas de conhecimento.

Turma	Enquadre	Alinhamento
3-1	Tentativa de impressão	Explicação
Registro		
<p>Pesquisador: Você tão vendo que tá subindo/tá crescendo cada vez que ele passa?</p> <p>Carolina: Siiiiim... Tá ficando meio “coludo”.</p> <p>Pesquisador: Meio?</p> <p>Carolina: Coludo.</p> <p>Pesquisador: Coludo?</p> <p>Carolina: É, porque é tipo cola/aquelas bastão.</p> <p>Pesquisador: Ah...</p> <p>Carolina: Só que colorida.</p>		
Turma	Enquadre	Alinhamento
2-2	Customização do modelo 3D do 3º grupo (Pão de Açúcar)	Entusiasmo / Explicação
Registro		
<p>Otávio: [Nossa! Olha só, tá vendo o quadrado da Catedral!</p> <p>Vinícius: A Catedral tá “quecendo”!</p> <p>Pesquisador: Tá crescendo.</p>		
Otávio: A Catedral tá crescendo , até chegar no vermelho (o bico da impressora 3D).		

Ao perceberem a forma sendo construída tridimensionalmente, Carolina, da Turma 3, compara o modelo a uma cola bastão, “coludo” (a suposição é que seja pelo ato de girar sua base, para que a cola “suba” aos poucos). O ato da construção também é dito como “crescendo” por alunos da Turma 2. Isso mostra uma percepção diferente da inicial, de “rabisco” 2D.

Turma	Enquadre	Alinhamento
3-1	Retirada do objeto impresso da impressora	Cooperação
Registro		
<p>Carolina: Sim...</p> <p>Marcela: É, *inaudível*!</p> <p>Karina: Igual esse!</p> <p>Marcela: Ficou mesmo *inaudível*!</p> <p>Karina: Mas olha, essa tá igual esse (apontando para os modelos).</p> <p>Marcela: Esse tá gordo. Karina, esse tá gordo, tá pra cá... (figura 6.5)</p>		



Figura 6.5: Alunas comparando o resultado do processo de escaneamento e impressão.

No final do processo de impressão da Turma 3, duas alunas espontaneamente se voltam para a escultura e o modelo, dialogando sobre os mesmos e estabelecendo relações entre eles.

Turma	Enquadre	Alinhamento
2-2	Impressão 3D do modelo 3D modificado do 3º grupo	Explicação / Compreensão
Registro		
<p>Pesquisador: Ó, vamos ver o que vai acontecer.</p> <p>Renan: Ela tá maluca!</p> <p>Heloísa: Pra mim parece o Cristo! Sem cabeça...</p> <p>Pesquisador: Mas vai ficar sem braço...</p> <p>Heloísa: E sem cabeça! (...) Porque não tem braço pra segurar a cabeça, né?</p> <p>Pesquisador: É, porque não tem o braço pra segurar. Mas vamos ver o que vai acontecer, como que vai ficar?</p>		
<p>Heloísa: Pra mim parece um *inaudível*</p> <p>Pesquisador: Ó, viu que ela tenta o braço e não consegue? Por que ela não consegue fazer o braço?</p> <p>Heloísa: Porque tem que apoiar o...</p> <p>Pesquisador: Falta o apoiozinho. É porque a impressora, quando eu coloco o botão, ela faz o apoiozinho do braço, mas eu esqueci de colocar.</p>		

Aqui a Heloísa esboça a noção de “suporte” em impressão 3D, de modo espontâneo.

6.3.2.

A partir da hipótese

A hipótese foi fragmentada para melhor distribuição dos contextos específicos, mas cabe ressaltar que eles podem permear mais de um fragmento, quando não todos, em um mesmo diálogo.

6.3.2.1.

Sobre novos meios de criação, significação e ressignificação

Turma	Enquadre	Alinhamentos
3-1	Impressão do objeto escaneado	Entusiasmo/Questão
Registro		
<p>Pesquisador: Mas vocês sabiam que tem uma máquina que imprime chocolate? (Alunos ficam boquiabertos)</p> <p>Pesquisador: Tem um que imprime açúcar.</p> <p>Karina: Mamãe! (sorrindo)</p>		

Raul: Não pode comer muito, açúcar...

Tatiane: E faz *cupcake*...?

Pesquisador: Pode fazer *cupcake*....

Tatiane: Mas **de verdade**?

Raul: Não pode comer açúcar, muito.

Pesquisador: Não, não pode... Tem que fazer pequenininho, e só de vez em quando.

Larissa: E *frozen*!

Karina: Dá pra mim, só pra mim, mamãe.

Após se entusiasmarem com a possibilidade de impressão em chocolate, Tatiane questiona a “veracidade” da “réplica” produzida pela máquina.

Turma	Enquadre	Alinhamento
2-2	Explicação do experimento anterior	Compreensão
Registro		
Prof.: [Ô Ricardo, vamos ouvir ó: é mais ou menos o que vocês fazem com o desenho de esboço . Eles fazem com lápis, depois eles fazem a 2ª versão, depois eles pintam.		
Prof.: Né, como se fossem botando detalhes, entenderam? Igual o desenho de esboço, que vocês fizeram pras obras do leilão, fizeram, foi justamente dos cartões postais. Fizeram primeiro um esboço, depois foram, colocaram mais detalhes, depois pintaram. É mais ou menos isso que vocês vão fazer ali. Tá bom?		

Como exceção, foi inserida uma fala da professora, que relacionou o processo de impressão com a noção de “esboço” em desenho 2D. Talvez venha daí a relação entre 2D e 3D comentada acima, em “pressuposto”.

Turma	Enquadre	Alinhamento
3-2	Explicação da customização	Questão
Registro		
Fábio: Dá pra fazer mais um milhão disso?		
Pesquisador: Um milhão não dá por causa do tempo.		
Fábio: É...		

A quantidade milhão é utilizada de maneira (aparentemente) concreta, como possibilidade de marca a ser alcançada pela máquina.

Turma	Enquadre	Alinhamento
3-2	Customização do modelo 3D do segundo grupo (Cristo)	Contemplação
Registro		
<p>Raul: Deixa eu ver! (Raul coloca o modelo impresso ao lado da tela) Eu acho que essa coisa ajuda.</p> <p>Cláudia: Deixa eu ver o tamanho do braço (Cláudia coloca o modelo impresso ao lado do modelo 3D) (figura 6.6)</p>		

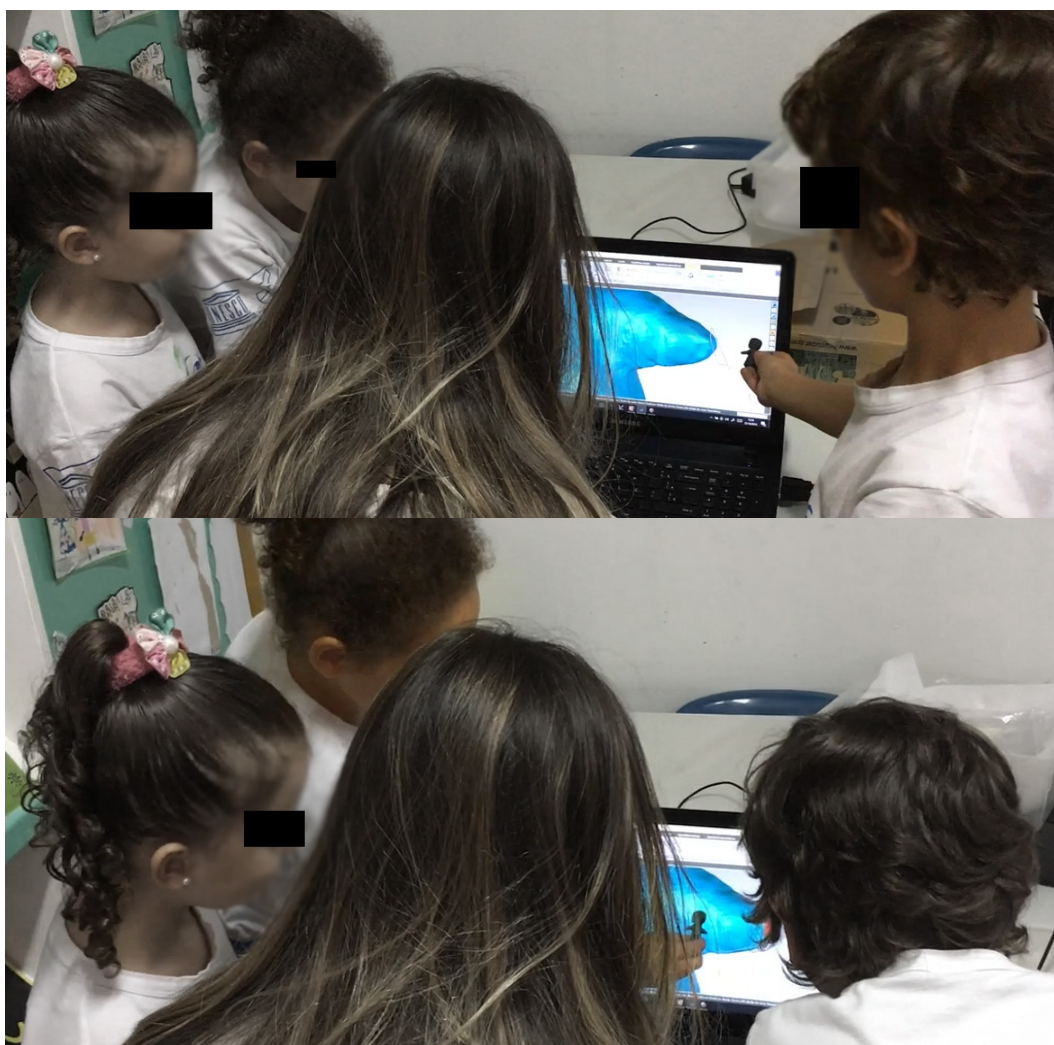


Figura 6.6: O objeto impresso físico é comparado ao modelo 3D virtual.

A “coisa” física, impressa em 3D, serve de referência para o modelo virtual, mesmo com escalas e naturezas diferentes.

Turma	Enquadre	Alinhamento
2-2	Brincadeira entre alunos	Brincadeira
Registro		
<p>(Sete alunos brincam com os impressos e modelos em massinha)</p> <p>Otávio: Tá duro. (ao tocar a escultura da Catedral)</p> <p>Aluno*: Deixa eu ver.</p> <p>Otávio: Tá durão.</p> <p>Tainá: Mas tá macio...</p> <p>Roberta: Isso aqui também tá macio. (ao tocar a escultura do Pão de Açúcar).</p> <p>(figura 6.7)</p>		



Figura 6.7: Alunos manipulando os modelos impressos em 3D e as esculturas em massa de modelar.

A relatividade de acordo com referenciais e comparativos se mostra nesse trecho, onde os alunos divergem sobre as propriedades físicas das esculturas, tendo como referencial seus modelos impressos.

Turma	Enquadre	Alinhamento
3-2	Entrega do 3º modelo impresso	Explicação
Registro		
Tatiane: Eu fiz uma cópiaaaa... Bem aqui no computador! (Tatiane usou o modelo 3D como base para fazer uma cópia em massinha do Pão de Açúcar) (figura 6.8)		



Figura 6.8: Tatiane usa o modelo 3D na tela como referência para “copiá-lo” em massa de modelar.

A (re)representação inusitada, seguindo o processo “inverso” do proposto no experimento, mostra que novos meios podem surgir espontaneamente.

Turma	Enquadre	Alinhamento
3-3	Conversa sobre os novos modelos	Explicação
Registro		
<p>Pesquisador: E o que vocês vão fazer com eles agora?</p> <p>Alunos: Eu vou pintar!</p> <p>Ângelo: Eu vou rezar com ele. Porque é o Cristo.</p> <p>Pesquisador: Você vai rezar com ele?</p> <p>(Ângelo acena positivamente)</p> <p>Tatiane: Eu também vou rezar com esses dois! Mas só *inaudível*</p> <p>Larissa: Eu vou fazer um olhinho, cabelinho, *inaudível*</p> <p>Ângelo: Porque é o Cristo, então eu vou rezar!</p>		

O objeto impresso, chamado pelos alunos de “brinquedo” (o que não ocorre com a massa de modelar, que é “escultura”), recebe outro significado simbólico para eles.

Turma	Enquadre	Alinhamento
2-3	Conversa final	Questão / Explicação
Registro		
<p>Vinícius: Pesquisador, você faz vulcão?</p> <p>Ricardo: Você consegue fazer vulcão?</p> <p>Pesquisador: Vulcão?</p> <p>Ricardo: É, vulcão.</p> <p>Pesquisador: É só fazer de massinha e escanear e depois a gente faz.</p>		
Renan: Ó, esse aqui que eu quebrei, ó, já é um vulcão. (mostrando o Cristo quebrado)		

Aqui a forma abstrata, parte de um todo, torna-se outro objeto completo a partir da interpretação do Renan.

Turma	Enquadre	Alinhamento
3-3	Explicação dos desenhos pelos alunos	Afirmação
Registro		
<p>Pesquisador: E você, o que você gostou?</p> <p>Rafaela: Eu fiz o computador, o fio, a máquina... Você e as outras moças.</p> <p>Pesquisador: Hm... O fio... “gostei de saber que depois de pronto pode mudar no computador”</p>		

O significado de “pronto” aqui se distancia, pelo registro escrito da aluna, do sinônimo “terminado”.

6.3.2.2.

Sobre liberdade de expressão

Turma	Enquadre	Alinhamento
3-2	Explicação da customização	Afirmação
Registro		
<p>Pesquisadora Assistente: Vocês querem mudar alguma coisa?</p> <p>Karina: Eu quero!</p> <p>Pesquisadora Assistente: A gente pode deixar ele maior, mais fino, mais alto, mais baixo...</p> <p>Pesquisadora Assistente 2: [Pode deixar ele gordinho.</p> <p>Ângelo: Maior... Assim ó (mostrando cerca de 20cm de altura com as mãos)</p> <p>Raul: Cristo é gordo?</p> <p>Alunos: *inaudível*</p> <p>Aluna?: Meu pai é gordinho!</p>		

Nesse trecho, os alunos expõem suas vontades (o que ocorreu em todos os grupos de customização de forma direta e objetiva), havendo ainda uma relação do pedido com a vivência de um deles.

Turma	Enquadre	Alinhamento
3-2	Customização do modelo 3D do primeiro grupo (Lapa) com Pesquisadora Assistente	Afirmação / Explicação / Explicação
Registro		
<p>Pesquisadora Assistente: Tá mais retinho, tá vendo?</p> <p>Carolina: É, tá bem melhor.</p> <p>Pesquisadora Assistente: E agora vocês querem aumentar um pouquinho?</p> <p>Alunos: É...</p> <p>Pesquisadora Assistente: Ou ainda quer deixar mais reto aqui em cima? Porque...</p>		
<p>Carolina: [Não, tudo bem! O Arcos da Lapa, ele tem curvinha (fazendo movimento de curva com a mão)</p> <p>Pesquisadora Assistente: Também acho.</p> <p>Carolina: Ele <i>*inaudível*</i> porque ele tava todo assim (fazendo movimentos com a cabeça)</p>		
<p>Pesquisadora Assistente: Então deixa maior um pouquinho, né?</p> <p>Fábio: É, e o bondinho (começa a fazer movimentos sinuosos com o corpo todo) uuuuu e andar no trilho todo uuu... O bondinho tava no trilho dos Arcos da Lapa! <i>*inaudível*</i> bondinho. Pra ele não passar no meio da rua com o bonde <i>*inaudível*</i>. (figura 6.9)</p>		



Figura 6.9: Fábio representa a sinuosidade do modelo dos Arcos da Lapa corporalmente.

Fábio se utiliza de voz e movimento para expressar seu pensamento, a partir do uso hipotético do bonde pelo modelo dos Arcos da Lapa em 3D.

Turma	Enquadre	Alinhamento
3-2	Customização do modelo 3D do segundo grupo (Cristo)	Explicação
Registro		
<p>Pesquisadora Assistente: Mais alguma coisa pra fazer?</p> <p>Cláudia: Isso daqui (apontando para a base do modelo 3D)</p> <p>Pesquisadora Assistente: O quê?</p> <p>Cláudia: Gira aí. (aponta para a parte desejada)</p> <p>Pesquisadora Assistente: Essa aqui atrás?</p> <p>Cláudia: É.</p>		

Cláudia capta como ocorrem as operações com o modelo 3D, mostrando de maneira impositiva como chegar ao resultado desejado.

Turma	Enquadre	Alinhamento
3-2	Customização do modelo 3D do segundo grupo (Cristo)	Explicação
Registro		
<p>Raul: Não, mas porque esse aqui *inaudível*</p> <p>Cláudia: *inaudível* (mostrando o modelo impresso)</p> <p>Raul: Um tá um pouquinho mais alto que esse, parece que ele tá assim ó (mostrando com os próprios braços)</p> <p>Pesquisadora Assistente: Tá, eu vou tirar um pouquinho daqui.</p> <p>Raul: Parece que um braço tá aqui e o outro tá aqui ó (apontando no próprio corpo o desnível do modelo). (figura 6.10)</p>		

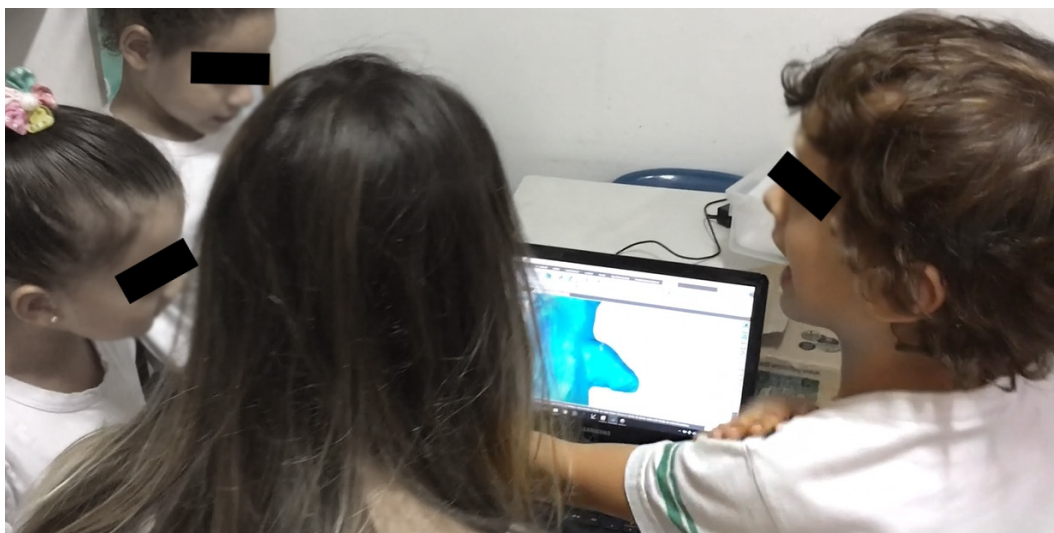


Figura 6.10: Raul usa o próprio corpo para expressar seu ponto de vista em relação ao modelo 3D.

Turma	Enquadre	Alinhamento
3-2	Customização do modelo 3D do terceiro grupo (Cristo + Pão de Açúcar)	Explicação
Registro		
<p>Pesquisadora Assistente: Pode tirar um pouquinho mais da cabeça, então?</p> <p>Karina: Gente, gente! Eu vou explicar e vocês vão fazer aqui.</p> <p>Pesquisadora Assistente: Fala, então.</p> <p>Karina: Médio, e grande, e grande e mais pequeno aqui, e...</p> <p>Pesquisadora Assistente 2: Mas como que faz grande e pequeno?</p> <p>Pesquisadora Assistente: Eu não entendi nada.</p> <p>Tatiane: É melhor cortar toda a cabeça dele!</p> <p>(Rafaela aponta na tela)</p> <p>Pesquisadora Assistente: Vocês querem cortar aqui a cabeça dele, é isso.</p> <p>Rafaela: Não! (rindo)</p> <p>Karina: Aqui, e botar aqui, a cabeça dele botar aqui, e depois botar outra cabeça aqui, e botar outra cabeça aqui e botar na, na, na barriga dele.</p> <p>Pesquisadora Assistente 2: Você quer ele com... 3 cabeças?</p> <p>(alunos riem)</p> <p>Pesquisador: Vocês todos querem ele com... 3 cabeças?!</p> <p>Rafaela: Não...</p> <p>Karina: Sim!</p> <p>Ângelo: Não, só uma.</p>		

Alunas se expressam de maneira fora do comum em relação a um símbolo de caráter religioso, surpreendendo a pesquisadora assistente.

Turma	Enquadre	Alinhamento
3-3	Entrega do novo modelo do Cristo	Contemplação / Questão / Entusiasmo
Registro		
<p>Pesquisador: Aqui ó, é esse aqui que vocês tinham feito? (Larissa acena positivamente) Larissa: Tá igualzinho mesmo.</p>		
<p>Tatiane: Só que branco?! Pesquisador: É, agora vocês vão poder pintar ele.</p>		
<p>Alunos: Eba/ êêê! Aluna?: Esse dá pra pintar! (Alunos comemoram com os braços levantados)</p>		
Turma	Enquadre	Alinhamento
2-3	Conversa final	Explicação
Registro		
<p>Pesquisador: Alguém tem alguma pergunta? (Ana levanta a mão) Pesquisador: Vai, fala. Ana: A gente vai pintar, aí vai ficar bonitinho. Pesquisador: É, vai botar a cor que quiser... Você já pintou, né? Tá com a mão toda colorida. Ana: É que eu pinte antes! Pesquisador: Hm... Aí depois você leva pra pintar. Testa com canetinha, mas tinta guache também pinta. Ana: Tá, eu vou pintar de roxo.</p>		

Os alunos se entusiasmam com a possibilidade de eles mesmos pintarem os modelos.

6.3.2.3.

Sobre desenvolvimento do imaginário e lúdico

Turma	Enquadre	Alinhamento
3-1	Tentativa de escaneamento	Questão
Registro		
Karina: Isso é... Tatiane: [Aí a gente vai *inaudível* todas? Pesquisador: Aí cada um vai ganhar um... Karina: Isso que só vai (apontando para a impressora 3D), só vai virar brinquedo , ou, os outros também, ou só esse? Pesquisador: Todos. Carolina: Todos, Karina.		
Turma	Enquadre	Alinhamento
3-2	Entrega dos impressos	Entusiasmo
Registro		
(ao receber o modelo impresso em 3D) Prof.: Uau... Fábio: Nossa! São mini brinquedos ! Pesquisador: Isso.		

Os alunos compreenderam que a impressora 3D era uma “máquina de fazer brinquedos”, diferente dos objetos feitos em massa de modelar. Presume-se que isso se deve pelo material rígido, possuindo aparência industrial, mesmo com formas artesanais.

Turma	Enquadre	Alinhamento
3-2	Customização do modelo 3D do segundo grupo (Cristo)	Afirmação
Registro		
Raul: Ih, quebrou! Vai ficar com gesso (observando o braço do modelo 3D sendo cortado)		
Raul: Quebrou! Vai ficar com gesso na cabeça. Pesquisadora Assistente: Gesso na cabeça ninguém merece, né?		

Turma	Enquadre	Alinhamento
3-2	Customização do modelo 3D do terceiro grupo (Cristo + Pão de Açúcar)	Afirmação
Registro		
<p>Pesquisadora Assistente: Um, dois, três e... Ai, rasguei! Querem ver por dentro?</p> <p>Rafaela: Sim!</p> <p>Leonardo: (que acabara de chegar) Tá amarelo!</p> <p>(Alunos riem ao ver o modelo 3D por dentro)</p> <p>Karina: Parece cocô amarelo.</p>		
Turma	Enquadre	Alinhamento
2-2	Customização do modelo 3D do 3º grupo (Pão de Açúcar)	Contemplação / Questão / Entusiasmo
Registro		
<p>Pesquisadora Assistente: Vê se vocês gostam.</p> <p>Renan: <i>*inaudível*</i> eu quero disjuntar o Pão da Açúcar com a <i>*inaudível*</i>. (...) Tá parecendo um quarto dourado. (figura 6.11)</p>		

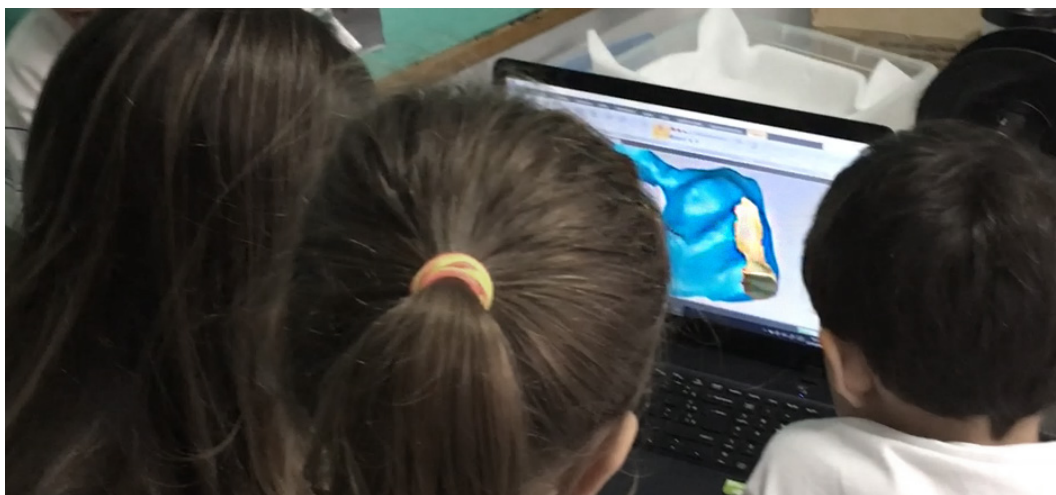


Figura 6.11: Modelo em 3D e sua parte interna (em amarelo).

Na parte da customização, ao verem a parte interna dos modelos de maneira espacial, fantasiam e comparam o que veem de acordo com sua imaginação.

Turma	Enquadre	Alinhamento
3-2	Customização do modelo 3D do segundo grupo (Cristo)	Entusiasmo / Afirmação
Registro		
<p>Pesquisadora Assistente: Vou tirando devagar pra não tirar muito.</p> <p>Raul: Olha! Tem aqui dentro! (ao ver a parte interna do modelo 3D)</p> <p>Pesquisadora Assistente: Tá vendo dentro da cabeça dele.</p>		
<p>Larissa: Saiu sangue! (ao selecionar parte do modelo 3D, a região fica vermelha)</p> <p>Pesquisadora Assistente: Saiu sangue?! (rindo)</p> <p>Larissa: É, agora tirou (após a região ser desseleccionada)</p> <p>Pesquisadora Assistente: Tirei. Agora tá consertado!</p>		

Ainda no processo de customização, a seleção de parte do objeto, que fica na cor vermelha, torna-se sangue.

Turma	Enquadre	Alinhamento
2-2	Impressão 3D do modelo 3D modificado do 1º grupo	Afirmação
Registro		
<p>Pesquisador: E se vocês pudessem fazer alguma coisa aqui, que vocês pudessem fazer do nada. O que vocês iam querer fazer com a impressora? E no computador? O que vocês iam querer fazer, impresso em 3D?</p> <p>Otávio: Eu queria fazer um carrinho.</p> <p>Pesquisador: Um carrinho de brinquedo ou de verdade?</p> <p>Otávio: Um carrinho de plástico.</p> <p>Pesquisador: hmmm...</p> <p>Tainá: Eu queria um carrinho, de brinquedo.</p> <p>Vinícius: Eu queria de verdade...</p> <p>Pesquisador: E você? (para Roberta)</p> <p>Roberta: Eu queria fazer uma bicicleta.</p> <p>Pesquisador: Bicicleta. E você? (para Izabella)</p> <p>Izabella: Eu queria fazer uma boneca.</p> <p>Pesquisador: E você? (para Vinícius)</p> <p>Vinícius: Também.</p>		

Ao serem questionados sobre o que fazer com a impressora, brinquedos e objetos “de verdade” se misturavam (isso ocorreu inúmeras vezes nos encontros).

Turma	Enquadre	Alinhamento
3-2	Conversa com pesquisador	Explicação
Registro		
<p>Karina: Eu queria fazer isso (mostrando seu modelo do Cristo + Pão de Açúcar).</p> <p>Pesquisador: O Cristo com o Pão de Açúcar? Maior? Mas como você queria?</p> <p>Karina: Eu queria também isso daqui nisso daqui (apontando para os 2 modelos).</p> <p>Queria que seja um pequenininho pra entrar aqui.</p> <p>Pesquisador: Ah! Você queria ser pequenininha pra entrar aqui?</p> <p>Karina: É.</p> <p>Pesquisador: Hm... Mas esse ainda não dá. (figura 6.12)</p>		



Figura 6.12: Karina se imagina na mesma proporção do impresso 3D.

Durante a conversa, a ideia da Karina parece mudar, indo de uma interseção entre os modelos para uma relação dela com eles.

Turma	Enquadre	Alinhamento
2-3	Conversa final	Questão
Registro		
<p>Ricardo: Ô pesquisador, dá pra fazer o vulcão, mas demora quantas horas?</p> <p>Pesquisador: Dependendo do tamanho. Cada um desses demorou 30 minutos pra fazer (sobre os novos impressos).</p> <p>Ricardo: E um vulcão maior que essa escola? (Ricardo estica os braços)</p> <p>Pesquisador: Aí vai demorar um montão e tem que colar, porque ela faz pequenininho.</p>		
<p>Renan: E deste, e do tamanho (Renan dá um salto com a mão para o alto) e do tamanho daqui? E até o espaço?</p>		

Em alguns momentos, as relações de medida pareciam concretas; nesse caso específico, dada a pergunta e o salto, presume-se um tom imaginativo.

Turma	Enquadre	Alinhamento
2-1	Conversa final	Explicação / Compreensão / Afirmação
Registro		
<p>O que que vocês gostariam de fazer com essas máquinas todas? O que vocês pensam em fazer?</p> <p>Roberto: Eu pensaria, em fazer com isso, uma peça do meu carro robótico, que eu tô pensando aqui como é que vai ser... (apontando pra própria cabeça).</p> <p>Pesquisador: Você vai pensar numa modificação pro seu brinquedo?</p> <p>Roberto: Não é brinquedo..!</p>		
<p>Pesquisador: Ah, é um carro robótico? É um de verdade que você vai fazer?! Ahh... Eles usam, as empresas que fazem carro hoje em dia já usam essa tecnologia. Só que é uma máquina grandona e caaara, caaara, mas faz já. Aqui no Brasil também. Não robótico ainda, mas você vai poder usar. Quem mais quer fazer?</p>		
<p>Roberto: É, mas vai... também vai ser 3D!</p>		

Já no 1º encontro, Roberto relaciona as tecnologias 3D com seu carro robótico já imaginado, misturando meios de produção (“peça”) com sua imaginação.

Turma	Enquadre	Alinhamento
3-2	Customização do modelo 3D do terceiro grupo (Cristo + Pão de Açúcar)	Afirmação / Explicação
Registro		
<p>Ângelo: Não, faz até Marte!</p> <p>Pesquisadora Assistente 2: Até Marte? Mas aí não cabe na impressora. A gente faz como?</p> <p>Karina: Até a Terra/até o céu! Aí vai queimar até o céu...</p> <p>Pesquisadora Assistente 2: Não cabe, gente. Tem que imprimir pequenininho. Até pra poder brincar, né?</p> <p>Karina: Tá bom! Pequenininho, desse tamanho! (mostrando o modelo impresso)</p>		

Ângelo: Tá, mas o peso diferente.. E aí dá pra fazer um luta.

Pesquisadora Assistente 2: Uma luta?

Ângelo: É, uma luta de boneco gigante.

Pesquisadora Assistente 2: Como que vai fazer essa luta de boneco gigante?

Ângelo: Ué, fazendo...

Aqui o Ângelo utiliza sua imaginação, transformando medidas (“até Marte”, “céu”) em narração (“aí vai queimar”). Ao ser trazido para a realidade (“tem que imprimir pequenininho”), ele consegue rapidamente adaptar seus desejos e imaginação ao proposto.

Turma	Enquadre	Alinhamento
3-2	Explicação do processo	Brincadeira
Registro		
(Fábio e Ângelo brincando com seus modelos e a escultura)		
Fábio: Pulem o céu! (Fábio se levanta e começa a pular, e depois senta). Agora pule uma casa! (brincando com o modelo como se fosse um jogo de tabuleiro) (figura 6.13).		



Figura 6.13: Fábio usando seu modelo impresso ludicamente.

Nesse momento, Fábio utiliza seu modelo impresso tal qual um boneco ou peça de jogo, aparentemente interagindo com Ângelo, e usando seu corpo como parte da brincadeira – saltando.

Turma	Enquadre	Alinhamento
3-2	Conversa final	Explicação / Explicação
Registro		
<p>Ângelo: Na verdade eu vou fazer um avião!</p> <p>Pesquisadora Assistente 2: Um avião?</p> <p>Pesquisador: Mas de brinquedo ou de verdade?</p> <p>Ângelo: De brinquedo... Com essa máquina.</p> <p>Carolina: Eu queria fazer um cachorro de brinquedo...</p> <p>Pesquisador: Um cachorro de brinquedo? Então, vai poder fazer, daqui a pouco...</p> <p>Carolina: Eu sei... Mas eu também queria fazer um bolo de chocolate, pra Tatiane.</p> <p>Pesquisador: Bolo de chocolate dá pra fazer também. Ela vai gostar.</p>		
<p>Pesquisador: Que ele tá fazendo, o que você fez aí?</p> <p>Ângelo: Ele tá pilotando!</p> <p>Pesquisador: O Cristo tá pilotando a massinha? O que é isso de massinha?</p> <p>Ângelo: Um carro!</p> <p>Pesquisador: Hm... Então você misturou os dois?</p> <p>Ângelo: Ah, é!</p> <p>Pesquisador: Muito legal! (figura 6.14)</p>		



Figura 6.14: Ângelo mistura massa de modelar e modelo impresso em sua brincadeira.

Aqui, Ângelo mistura dois materiais, transformando a massa de modelar em carro e o modelo do Cristo em piloto.

Turma	Enquadre	Alinhamento
3-2	Conversa final	Explicação / Cooperação
Registro		
<p>Pesquisador: O que você fez, Tatiane?</p> <p>Tatiane: O Cristo nos Arcos da Lapa! (Tatiane havia feito os Arcos da Lapa de massinha, olhando para o “original” em massinha seco.)</p> <p>Carolina: Coloca ele aqui em frente! (apontando para os Arcos da Lapa de massinha seca)</p> <p>Tatiane: Levando... a sua malinha! (referindo-se ao Pão de Açúcar)</p> <p>Pesquisador: O Cristo tá tirando foto no Arco da Lapa?</p> <p>Tatiane: Com a malinha dele!</p>		
<p>Pesquisador: Bota ele aqui também.</p> <p>Alun?: Mas vai misturar!</p> <p>Fábio: Esse é o meu!</p> <p>Carolina: Calmaí, o primo dele! (colocando o Cristo junto aos outros modelos no Arco da Lapa seco)</p> <p>Tatiane: Que prim/ esse nem é o primo! Tchau! Um beijo, Tchau! Pronto! (figura 6.15)</p>		

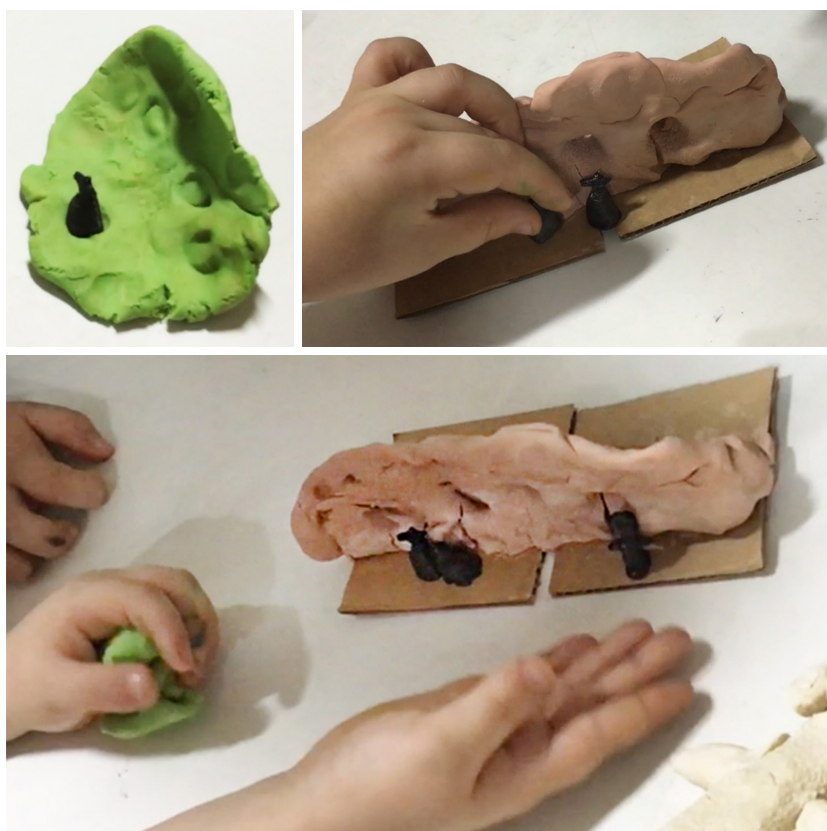


Figura 6.15: Mistura de massa de modelar e modelos impressos em outra brincadeira.

Como acima, aqui os alunos deram novos significados aos modelos impressos, utilizando materiais diferentes em uma brincadeira imaginativa.

Turma	Enquadre	Alinhamento
2-3	Entrega do novo modelo do Cristo	Brincadeira
Registro		
Otávio: Catedral decolou na velocidade de luz! (figura 6.16)		



Figura 6.16: Catedral sendo usada como uma espécie de jato.

Otávio utiliza a Catedral como uma espécie de jato ou foguete, ressignificando o objeto de sua concepção original.

Turma	Enquadre	Alinhamento
3-3	Diálogo entre os alunos	Cooperação
Registro		
<p>Carolina: E se fosse fazer assim, um redemoinho, do tamanho dessa sala...</p> <p>Leonardo: Igual o Cristo!</p> <p>Rafaela: *inaudível*</p> <p>Ângelo: Ia parecer o redemoinho de verdade! E ia só rodar, rodar, rodar!</p>		

Ao final do 3º encontro, alunos imaginam o modelo falho em uma grande escala, fantasiando sua transformação no que eles julgavam aparentar.

6.4.

Considerações

Por meio da sociolinguística interacional, foi possível decupar e compreender as situações do experimento executado de acordo com os alinhamentos dos alunos. Além de informações quantitativas – cuja síntese mostrou que os encontros ocorreram de maneira mais similar que o especulado logo após o acontecimento deles – a decupagem também auxiliou na visualização e seleção dos contextos específicos. Muitos desses contextos se manifestaram de maneira quase idêntica nas diferentes turmas, sendo escolhidos os mais expressivos em relação ao que se buscava na pesquisa.

As entrevistas, por serem olhares de profissionais da área da educação sobre alunos que já conheciam, tiveram importante papel ao lado da análise dos dados; trechos delas estão presentes no Capítulo 7.

Conclusão

Neste capítulo, procuro dialogar com os resultados obtidos na pesquisa, a partir do pressuposto e da hipótese dela. Também procuro responder ao questionamento em relação à contribuição da experimentação 3D no âmbito educacional, além de contribuições para o campo das próprias tecnologias em questão. Após um resumo da pesquisa, exponho desdobramentos futuros a partir dela.

7.1.

Considerações a partir da análise dos dados

A partir da síntese das tabelas do Capítulo 6, foi possível perceber o engajamento de todas as turmas em todos os encontros (questões e afirmações sempre entre os alinhamentos mais frequentes). Mesmo a Turma 3, em que ocorreu a dispersão e o desânimo por causa da demora na impressão de um modelo, nos encontros seguintes se mostrou bastante entusiasmada e engajada, principalmente na expressão de suas modificações dos modelos 3D. O final dos últimos encontros de todas as turmas foi marcado por perguntas como “Vocês vão voltar?”; pedidos como “Venham mais dias e tragam mais brinquedos” ou mesmo afirmações como “Gostei que vocês vieram”. Nas entrevistas com as professoras, em nenhum momento algum aspecto negativo do experimento foi levantado.

Ao comentar as atividades dos alunos, a professora da Turma 1 apontou que os três processos foram compreendidos:

Professora 1: Aqui é a Mariana, colocou: “Cristo Redentor foi para dentro do computador”.

Pesquisador: Massinha, aí ela fez três, né?

Professora 1: Fez três, é. Acho que os três que ela.

Pesquisador: Os três que ela...

Professora 1: Os três processos. Ela fez a impressão, do... *scanner*...

Pesquisador: Eles entenderam bem, né?

Professora 1: E como que eles entenderam esse processo, que precisa de uma máquina, igual ela colocou aqui, ela colocou os três processos aqui, entendeu?

Então assim, eu acho que isso ficou claro pra ela, de pegar a massinha, o material concreto, é, passar pelo *scanner* pra ir pra tela do computador e poder modificar pra poder sair uma outra coisa.

Isso foi corroborado pelas outras professoras e pelas atividades apresentadas pelos alunos. Dito isso e somado aos contextos específicos apresentados, é possível confirmar o pressuposto de que os alunos compreendem os processos de uso das tecnologias 3D. Ficou claro que os processos de modelagem e impressão 3D foram compreendidos de maneira mais eficiente. Já o processo de escaneamento 3D não despertou grande curiosidade dos alunos; parte disso se deve ao fato de as etapas que englobaram o escaneamento 3D não terem sido executadas como planejado.

A eficiência da compreensão dos processos de modelagem e impressão 3D também pode ser explicada pela facilidade de visualização de seus processos: a modelagem mostra quaisquer modificações do modelo 3D em tempo real; o mesmo ocorre com a impressão na Printbot, pois nela a construção progressiva dos objetos é facilmente visualizada pelos alunos.

Mais que entender os processos específicos, nas entrevistas das três professoras, o que ficou claro foi a compreensão do processo de **transformação** que essas tecnologias possibilitam:

Professora 1: Eu acho que fica marcado assim, é um outro tipo de vivência pra eles... de sair... eu acho que o que mais impressionou, a maioria dos desenhos, foi sair do computador. (...)

Professora 1: É... Praticamente... É... Assim ó, tá vendo? Saindo, é, saindo de um lugar pro outro pra transformar em outra coisa, tá vendo? Acho que é a **transformação**. É o foco foi esse: a transformação. Aí... Essa atividade, se quiser levar pode...

Professora 2: Então, isso é muito presente na vida deles. Acho que eles se envolveram, e o mais legal disso tudo, que eu achei, foi poder ver, né, que a escultura que eles fizeram se transformou, né, numa outra escultura feita com impressora, isso foi, pra mim o mais legal que eles falaram sobre isso.

Pesquisador: E algum deles lembrou o que aconteceu no experimento em algumas aulas depois? Trouxe alguma coisa de novo?

Professora 3: Então, apareceu na fala, nas conversas e trouxeram mais outros desenhos no caderno pedagógico, numa atividade, em que eles falavam muito do fio, do fio, do processo de **transformação**. Então foi isso, nos trabalhos, no cotidiano eles trouxeram, conseguiram trazer.

A hipótese, em sua totalidade, também foi confirmada, mostrando a experimentação 3D como uma possibilidade. Um dos receios era de que as tecnologias fossem compreendidas como um fim – o uso pelo uso. Mas não foi o que ocorreu:

os alunos utilizaram os diferentes recursos tecnológicos com um propósito que ia além de seu domínio. Resgatando a teoria da atividade de Leontiev, foi possível ver a motivação dos alunos em transpor o “aprendizado” e manuseio dos meios tecnológicos; eles os experimentaram como ferramentas para produzir seus “brinquedos”. Dessa maneira, o que seria atividade (escanear, modelar, imprimir) passou à ação e até mesmo à operação (visto a pouca importância dada ao escaneamento, sendo este um meio de se “jogar a massinha no computador”).

A experimentação trouxe um repertório de vivências novas realizadas, possibilitando aos alunos repensar e ressignificar fatos e fenômenos, por vezes até fora do esperado pelo pesquisador – como o caso da aluna que usou o modelo 3D como referência para refazer a escultura “modificada” em massa de modelar.

A liberdade de expressão mostrada pelos alunos demonstrou que as tecnologias 3D e sua experimentação não intimidaram os alunos, pelo contrário: eles exerceram seus desejos e vontades, algumas vezes entrando em conflito entre si, além de usarem a expressão corporal em vários momentos. Também é interessante ressaltar a desconstrução de um objeto que, originalmente, remete a um símbolo imponente – quando alunas pediram pelo modelo do Cristo sem cabeça ou com múltiplas cabeças.

Sobre o desenvolvimento do imaginário e do lúdico, mesmo as limitações das tecnologias não impediram que as crianças fantasiassem e formulassem brincadeiras e jogos na experimentação. A própria noção de “máquina de fazer brinquedos” não era esperada pelo pesquisador. Enquanto, inicialmente, os alunos hesitavam em compreender que aqueles objetos novos foram feitos para eles, durante o 2º e o 3º encontro das turmas foi possível notar a apropriação dos objetos, mas não por seu significado ou simbolismo, mas como um estopim de sua imaginação e ludicidade. Como dito por Benjamin (2002):

Nesses produtos residuais elas reconhecem o rosto que o mundo das coisas volta exatamente para elas, e somente para elas. Neles, estão menos empenhadas em reproduzir as obras dos adultos do que em estabelecer entre os mais diferentes materiais, através daquilo que criam com suas brincadeiras, uma relação nova e incoerente. Com isso as crianças formam o seu próprio mundo de coisas, um pequeno mundo inserido no grande. Dever-se-ia ter sempre em vista as normas desse pequeno mundo quando se deseja criar premeditadamente para crianças e não se prefere deixar que a própria atividade – com tudo aquilo que é nela requisito e instrumento – encontre por si mesma o caminho até elas (p. 104).

Validados o pressuposto e a hipótese, vamos retomar o questionamento desta pesquisa: “qual a contribuição da experimentação 3D por crianças no ambiente educacional?”.

7.2.

Contribuições da pesquisa

Como exposto no Capítulo 1, o questionamento em relação às contribuições da experimentação 3D deve ser interpretado como uma situação a ser construída, por meio do que foi adquirido na pesquisa.

Usando o design como mediador e catalisador das áreas da Educação e das tecnologias 3D, incidiu-se sobre o experimento as noções de processo, etapas e a complementariedade entre o concreto (físico, produto) e o abstrato (virtual, ideia). Tais noções – características do pensamento projetual em design – foram, mesmo que subjetivamente, apresentadas ao alunos durante o experimento.

7.2.1.

Contribuições no âmbito da Educação Infantil

Retomando as falas nas entrevistas com as professoras, é possível verificar contribuições desta pesquisa em relação à Educação Infantil:

Professora 2: É não... é isso! Eu achei muito interessante e, porque é um trabalho que a gente escuta falar da impressão 3D, mas deles poderem experimentar isso, né, porque às vezes as pessoas: “Ah! Eles são muito pequenos, eles não vão entender, né, é uma coisa mais complexa pra eles...” A gente não pensa assim, a gente acha que o que tiver de experiência, o que eles puderem experimentar, ou vivenciar, isso tudo vai enriquecer, né. (...) A gente faz muito desenho de esboço, de escultura, a gente trabalha muito com argila. Eu acho que poder mais... pra mim a sensação foi criar uma coisa e poder ver sair ali em 3D, né, que foi um objeto criado por eles.

[...]

Pesquisador: Eles fazerem alguma coisa...

Professora 2: Eles vivenciaram... Isso!

Nessa fala da professora da Turma 2, é possível notar a questão da vivência como fator enriquecedor. Usando o conceito de Zona de Desenvolvimento Potencial e a corrente sócio-histórica como bases, podemos compreender a experimentação 3D na Educação Infantil, de maneira mediada, como uma forma de potencializar o desenvolvimento dos alunos. Também os próprios alunos, ao se apropriarem dessas tecnologias, imputarão novos significados a elas, numa relação de ganho mútuo; dessa maneira, a tecnologia passa a se desenvolver juntamente com a competência e habilidade de seus usuários.

Professora 1: Que assim, do nada... É, eles iam ter essa curiosidade, nessa faixa etária eles iam ter essa curiosidade de saber como que vira. Não é assim igual aos outro “Grupos”, porque eles são pequeninhos, né, é como se fosse uma mágica, mas eles não. Eles sabem que precisa de um aparelho, de uma máquina, que pode ser modificado e se transformar em outro tipo de material.

Aqui a professora da Turma 1 valida a escolha do Grupo 5 para o experimento em detrimento a outros grupos de idades menores, justamente pela curiosidade em relação aos processos. Ela complementa:

Professora 1: (...) Aqui é a Clara, “o que aparece no computador faz virar realidade”. Essa coisa assim, né, de imprimir, de eles poderem pegar no concreto. A Educação Infantil, essa faixa etária assim, acho que ainda fica consistente desse negócio do concreto, porque muitas coisas assim, uma história que a gente conta, fica muito abstrato e eles não conseguem ainda diferenciar do que é real, de imaginar alguma coisa... Vamos supor, Saci Pererê.

Pesquisador: Se eles não veem alguma coisa, eles não sabem, não conseguem imaginar...

Professora 1: Uma coisa, assim, que eles não veem alguma coisa, sabe... a imaginação eles conseguem imaginar, mas assim, da forma deles, uma coisa, entendeu, quando você vai falando, a imaginação deles é assim, é outra coisa. Agora quando eles, pegam assim, eles precisam muito desse concreto ainda. De ver e tudo. Eles não conseguem, vamos supor... Esses ditados que a gente fala, eles não conseguem saber o real sentido, porque pra eles, eles ficam imaginando coisas.

O fato de ser um procedimento de materialização de ideias, com a possibilidade de visualização dessa construção, vai de encontro ao que é pré-requisito da Educação Infantil. Ao mesmo tempo, a experimentação trabalha a questão do concreto físico e virtual, do processo concreto como um possibilitador de processos abstratos – remetendo aos conceitos espontâneos e conceitos científicos.

Professora 3: Eles mesmos já comentaram, eu achei que, assim, ficou bem bacana mesmo! Trazendo, tá vendo, a realidade. Tem uma que falou “Gostei dele fazendo os bonecos minúsculos.”. Então assim, essa consciência da concepção de que pode diminuir, pode aumentar, essa transformação, né. Teve um que falou dos fios, achei bem bacana! Ó “Gostei de ver os bonecos prontos.”... Deixa eu ver mais o que... Ó: “O que mais gostei foi do boneco do Rio de Janeiro e a transformação no computador”, então essa diferença, né, que eles conseguiram fazer. Deixa eu ver... Ó, ”Gostei dele transformando a massinha em pedra”. Ó que bacana: você, o computador e transformação sendo feita. Ó, “Gostei que dá para mudar.” E ela ainda escreveu o “fio” aqui.

A experimentação proporcionou o exercício de conceitos a serem trabalhados na Educação Infantil. Vamos resgatar a **tabela 3.4**, referente aos eixos norteadores, e refazê-la a partir do experimento:

Eixos norteadores das práticas pedagógicas do DCNEI	Formas experimentadas na pesquisa
Experiências sensoriais, expressivas, corporais; movimentação ampla, expressão da individualidade.	Alunos se expressando corporalmente sobre modificações no modelo 3D.
Imersão das crianças nas diferentes linguagens; progressivo domínio de vários gêneros e formas de expressão: gestual, verbal, plástica, dramática e musical.	Criação de esculturas, modificação de modelos, customização de objetos impressos.
Experiências de narrativas, de apreciação e interação com a linguagem oral e escrita.	Atividade em folha referente ao experimento.
Recriação, em contextos significativos, de relações quantitativas, medidas, formas e orientações espaço-temporais.	Customização dos modelos 3D e comparação de impressos e esculturas. (figura 7.1)
Ampliação da confiança e da participação das crianças nas atividades individuais e coletivas.	Trabalhos em grupo, modificações em modelos 3D de forma cooperada.
Situações de aprendizagem mediadas para a elaboração da autonomia das crianças nas ações de cuidado pessoal, auto-organização, saúde e bem-estar.	

Vivências éticas e estéticas com outras crianças e grupos culturais.	Vivência no museu, possibilidades com o leilão de arte da escola.
Incentivo à exploração, ao encantamento, ao questionamento, à indagação e ao conhecimento das crianças em relação ao mundo físico e social, ao tempo e à natureza.	Inúmeras questões levantadas pelas crianças acerca da experimentação 3D.
Relacionamento e interação das crianças com diversificadas manifestações de música, artes plásticas e gráficas, cinema, fotografia, dança, teatro, poesia e literatura.	Apropriação das tecnologias 3D por meio da experimentação.
Interação, cuidado, preservação e conhecimento da biodiversidade e da sustentabilidade da vida na Terra, assim como o não desperdício dos recursos naturais.	—
Interação e o conhecimento pelas crianças das manifestações e tradições culturais brasileiras;	Temática da cidade onde vivem, e sua retratação artística (artes Naïf).
Utilização de gravadores, projetores, computadores, máquinas fotográficas, e outros recursos tecnológicos e midiáticos.	Uso (mesmo que não autônomo) dos equipamentos.

Tabela 7.1: Relação entre eixos norteadores das DCNEI e possíveis formas de atuação das tecnologias.



Figura 7.1: Aluna comparando as alturas do primeiro modelo impresso e do modelo modificado com os dedos.

Foi possível preencher praticamente todos os eixos do DCNEI (alguns inclusive com várias opções a partir do experimento). O campo da preservação não foi trabalhado de maneira expressiva, mas a tecnologia tem evoluído na questão de reaproveitamento de plástico, além da questão intrínseca de produção sob demanda da impressão 3D, que pode ser facilmente trabalhada em sala de aula.

A utilização dos equipamentos por parte dos alunos não foi possível; os motivos e possibilidades são comentados a seguir. Apesar disso, tais equipamentos possuem o custo de implementação mais acessível, além da facilidade em relação à manutenção e aos insumos (peças e filamentos), o que viabiliza sua adoção em sala de aula – o que pode ser mais oneroso e complexo com outros modelos de equipamentos, tidos como mais modernos.

7.2.2.

Contribuições no âmbito das tecnologias 3D

O experimento mostrou que o processo de transformação é tido como característico dessas tecnologias (para os alunos e os professores). O uso convergente delas possui grande potencial, não só no campo da educação formal.

Professora 1: Porque assim, a massinha igual eles brincam aqui, não todos os dias, mas é uma coisa que tá muito no hábito, na rotina escolar deles. Mas ver a massinha de outra forma, porque eles viram, pra eles ainda é massinha, mesmo estando no computador ainda é massinha. E se transformar num outro tipo de material, eu acho assim, o retorno, essa percepção, que valeu a pena e como que eles viram isso.

Como exposto pela professora, a transformação entre materiais atraiu a atenção do público da pesquisa, bem como a possibilidade de modificação de objetos dados como “prontos”.

Professora 1: É, saindo mesmo do computador. Aqui é a Yana, “A máquina vira tecnologia. Ela desenha e faz virar de verdade”. Acho que essa parte ela desenha, na parte que vocês tiraram e colocaram o que eles queriam, né.

Pesquisador: Aham...

Professora 1: Na hora da modificação, e aí eu acho que ela colocou aqui... O que tinha feito e a modificação, está vendo que não está igual?

Pesquisador: Ah, é verdade...

Professora 1: (...) ela fez de um jeito, aí vocês mudaram e fizeram e a impressora imprimiu de outro jeito.

O maior engajamento das crianças ocorreu justamente na customização dos modelos 3D, que já eram fruto de suas criações, se apropriando mais ainda destas.

Também foi interessante o fato de um dos alunos se interessar em ter uma impressora 3D (ele já possuía um *Kinect*):

Professora 2: É... e teve uma mãe que veio me perguntar também: “Ah, mas ele usou..”, porque a criança falou em casa que você usou, foi o Ricardo, o *Kinect*, que ele ficou encantado com essa história. Ela: “Ele usou esse *Kinect*, mas consegue?” Eu falei: “Com o *Kinect* que ele captou a imagem”. Aí ela também ficou super interessada e achei legal que ele levou pra casa isso.

Esse mesmo aluno comentou, no 3º encontro, sobre a vontade de adquirir uma máquina dessa e sobre o pedido ao pai. Isso mostra o nível de interesse que as tecnologias são capazes de despertar; por mais que os equipamentos e interfaces apresentados apresentassem complexidade e dificuldades, os alunos mantiveram o interesse alto.

Foi percebido também que questões relacionadas aos sentidos chamaram bastante atenção do público infantil: cheiros, gostos e texturas foram investigados no contato com os modelos impressos em 3D (**figura 7.2**).



Figura 7.2: Alunas tentando identificar cheiro na peça impressa do 1º encontro.

A relação do tempo de produção e com a dimensão das peças também foi bastante lembrada pelos alunos, por vezes com certo ar de decepção. A expectativa pela máquina que transformava o virtual em físico era, principalmente na apresentação, superada pelo tédio da espera ou pela frustração do tamanho reduzido (um dos recursos disponíveis para acelerar o processo de impressão).

Os *softwares* e *hardwares* utilizados no experimento são bastante acessíveis, porém carecem de uma interface mais amigável e intuitiva. Havia o tempo todo a preocupação de os alunos encostarem na impressora e condenarem a impressão, e os *softwares* necessitavam dos pesquisadores integralmente para que o processo ocorresse. Impressoras ditas *plug and play*, ou seja, de fácil utilização, tendem a se tornar o padrão futuro; entretanto, a perda da noção de “construção” e “transformação” pode ser um efeito colateral dessa evolução tecnológica.

7.3.

Desenvolvimento da pesquisa

Esta dissertação teve por objetivo abrir possibilidades para o entendimento das formas de experimentação de tecnologias 3D por alunos do último ano da Educação Infantil (5 e 6 anos), no Rio de Janeiro, e quais aprendizados essas experiências podem trazer para os campos das tecnologias e do desenvolvimento infantil.

A hipótese desta pesquisa, que teve por pressuposto a compreensão do processo de uso das tecnologias 3D por parte dos alunos de 5 e 6 anos, é que, através da experimentação 3D, os alunos desenvolvem novos meios de criação, significação e ressignificação, contribuindo para o exercício de sua liberdade de expressão e do desenvolvimento do imaginário e lúdico.

No capítulo 2, a partir de pesquisa documental e bibliográfica, buscou-se conceituar a “criança” e apresentar as propostas educacionais para a Educação Infantil. Trouxe, ainda, teorias, hipóteses e conceitos de desenvolvimento e aprendizagem infantil, destacando a teoria sócio-histórica, na qual Vygotsky aborda a hipótese de “zona de desenvolvimento potencial”, a noção de “conceitos espontâneos e conceitos específicos” e a “teoria da atividade”, descrita por Leontiev. Tais abordagens serviram de alicerce para o desenvolvimento do experimento posterior.

No capítulo 3, foram levantadas e categorizadas as experiências de uso das tecnologias digitais tridimensionais, nos âmbitos nacional e internacional, verificando-se a carência no envolvimento dos alunos com as tecnologias, na faixa etária escolhida – especialmente em âmbito nacional.

No capítulo 4, foram apresentados o paradigma da pesquisa, através do design, o *corpus* – composto pelos alunos do último ano da Educação Infantil da escola Curiosa Idade –, os cenários – a escola Curiosa Idade e o Museu Internacional de Arte Naïf – e o recorte das tecnologias em escaneamento 3D, modelagem 3D e impressão 3D. A pesquisa de campo, de caráter qualitativo, foi composta inicialmente pela observação assistemática nos cenários. Após testes preliminares, foi desenvolvido o roteiro do teste de uso, dividido em três encontros, e executado durante a observação participante. Após o terceiro encontro, foram feitas entrevistas semiestruturadas com as professoras das

diferentes turmas, a fim de se obterem dados de profissionais da área, possuidores de outro olhar e já familiarizados com os alunos participantes. A abordagem para a análise dos dados obtidos na pesquisa foi a sociolinguística interacional, por meio de tabelas de decupagem dos vídeos gravados nos testes de uso.

No quinto capítulo, o processo da pesquisa de campo foi descrito, desde seu planejamento até a execução dos seus passos, a partir de testes preliminares, sendo o primeiro com uma criança cursando o mesmo ano da Educação Infantil (porém fora do contexto escolar) e o outro no cenário do museu. Com base nesses testes, foi possível o refinamento do roteiro inicialmente pensado, fundamentado em questões técnicas e interacionais surgidas. O teste de uso, que foi aplicado em três turmas do chamado “Grupo 5” (nome dado pela escola para as turmas do último ano da Educação Infantil), constituiu-se de três encontros. O primeiro, que visou apresentar as tecnologias, ocorreu no museu – trazendo a unidade temática para todos os encontros posteriores. O segundo encontro, já no ambiente escolar da sala de aula, trouxe maior envolvimento dos alunos devido à noção de pertencimento e de possibilidades que a customização e impressão no local proporcionaram. O terceiro encontro mostrou que os alunos internalizaram o processo apresentado, demandando questões e anseios por novas possibilidades de uso das tecnologias. Ao final do terceiro encontro, ocorreram as entrevistas semiestruturadas com as professoras, que se dispuseram a captar em papel as percepções dos alunos sobre os testes de uso em outro momento, além de comentá-las durante as entrevistas.

O sexto capítulo analisou os dados obtidos no experimento – gravações dos testes de uso e das entrevistas, além das atividades em folha propostas pelas professoras – que, a partir da sociolinguística foram decupados e categorizados. A partir da síntese desses dados, foi possível extrair impressões *macro* do experimento. Pela seleção de trechos específicos do experimento, o pressuposto e a hipótese (fragmentada para facilitar o uso de tais trechos) foram relacionados.

No presente capítulo, a partir da análise de contextos específicos e de trechos das entrevistas das professoras, foi possível validar tanto o pressuposto quanto a hipótese em sua totalidade, assim como relacionar o experimento com as teorias utilizadas como base para ele.

7.4.

Perspectivas futuras

Ao longo do percurso da pesquisa e, principalmente, após a análise dos dados coletados, possíveis desdobramentos se tornaram evidentes.

No campo da educação, com a comprovação de que crianças de 5 e 6 anos já conseguem compreender – à sua maneira – o processo de escaneamento, customi-

zação e impressão 3D, o uso de *FabLabs*¹ como parte da prática educacional pode ser um caminho interessante no âmbito nacional.

Outro caminho seria a disposição dessas tecnologias no espaço escolar, agindo como uma ferramenta pedagógica, ao lado das tradicionais (desenho, corte e colagem, como exemplos), visando expandir as possibilidades de criação e ludicidade por parte de alunos. Para tal, o domínio prático por parte dos professores é um ponto chave, dependendo do aprimoramento das interfaces, citadas no parágrafo acima, para seu êxito. Um dos caminhos possíveis a partir desta pesquisa é o oferecimento de capacitação para professores, trabalhando tanto aspectos técnicos dos equipamentos como maneiras de trabalhar as competências necessárias para os alunos.

No campo das tecnologias, as considerações apontam caminhos para a pesquisa e o desenvolvimento de materiais pensando, principalmente, nos sentidos (pelo experimento, especialmente, o olfato).

Em relação à demora do processo de impressão, já existem soluções surgindo – como impressoras de grandes dimensões e novas tecnologias com maior velocidade de impressão –, carecendo apenas de maior acesso e barateamento ao público, o que deve ocorrer ao longo dos próximos anos. Entretanto, o termo “prototipagem rápida” ainda se mostra distante de “prototipagem imediata”.

A modelagem 3D e o escaneamento 3D também se tornam cada vez mais acessíveis, ora por meio de *softwares* – muitos dos quais “livres” – cada vez mais desenvolvidos, ora pela ubiquidade e praticidade que *smartphones* e *tablets* trazem para esse mercado – já é possível realizar todo o processo feito no experimento por meio desses dispositivos. O que carece para essas tecnologias são interfaces mais amigáveis para o público infantil – algo que, por consequência, facilitaria o acesso para o público em geral.

Em ambos os caminhos, a proposição de novas práticas pedagógicas curriculares podem vir a ser uma frente de pesquisa, uma vez que tais tecnologias já fazem parte do currículo oficial em alguns países, como descrito no Capítulo 3.

A verificação do impacto da presente pesquisa nos alunos participantes, após certo período, também desperta interesse e curiosidade, independente do prosseguimento acadêmico escolhido.

O percurso desta pesquisa, além de expandir meus conhecimentos acerca do campo do design, trouxe à tona conhecimentos de outros campos do saber – principalmente da Pedagogia e da Engenharia. A ideia do design como um aglutinador de saberes se tornou ainda mais presente em minha concepção do campo, norteando minhas perspectivas.

¹ Abreviação de “Fabrication Laboratory”, laboratório de fabricação em inglês. São oficinas equipadas com equipamentos de fabricação digital, como impressoras 3D e fresas CNC. Alguns são abertos ao público e possuem viés educacional.

Para um futuro doutorado, almejo trabalhar ainda mais essa possibilidade de interseção de campos de saber que o design proporciona, tentando aliar as inovações tecnológicas com o bem-estar da sociedade, buscando gerar impactos positivos – não apenas materialmente, mas também na maneira de pensarmos sobre ela.

Referências bibliográficas

BECKER, F. *O caminho da aprendizagem em Jean Piaget e Paulo Freire: da ação à operação*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010.

BENJAMIN, W. *Reflexões sobre o brinquedo, a criança e a educação*. São Paulo: Editora 34, 2002.

BRASIL; MEC; COEDI. *Política Nacional de Educação Infantil*. Brasília: MEC/SEF/DPEF/COEDI, 1994.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Nacionais de Qualidade para Educação Infantil*. v. 1. Brasília: MEC/SEC, 2006.

_____. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Nacionais de Qualidade para Educação Infantil*. v. 2. Brasília: MEC/SEC, 2006.

_____. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CEB nº 5/2009. *Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Infantil*. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 18 dez. 2009.

_____. Lei n. 9.394. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*. Brasília, DF: MEC, 1996.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Diretrizes curriculares nacionais para a educação infantil*. Brasília: MEC, SEB, 2010.

_____. Ministério de Educação e do Desporto. *Referencial curricular nacional para educação infantil*. Brasília, DF: MEC, 1998.

_____. *Práticas Cotidianas na Educação Infantil*: bases para reflexão sobre as orientações curriculares. Projeto de Cooperação Técnica MEC, Universidade Federal do Rio Grande do Sul para Construção de Orientações Curriculares para a Educação Infantil. Brasília, MEC: Secretaria de Educação Básica, UFRGS, 2009.

CARVALHO, J., VOLPATO, N. Prototipagem rápida como processo de fabricação. In: VOLPATO, N. et al. *Prototipagem Rápida - Tecnologias e Aplicações*. São Paulo: Blücher, 2007.

CASE, R. Mudanças nas visões do conhecimento e seu impacto sobre as pesquisas e a prática educacional. In: OLSON, D.; TORRANCE, N. *Educação e desenvolvimento humano*. Porto Alegre: Artes Médicas, 2003, p. 73-91.

CHEN, C-C et al. Preparation and characterization of biodegradable PLA polymeric blends. *Biomaterials*, v. 42, p.1167-1173, 2003.

FACCI, M. G. D. A periodização do desenvolvimento psicológico individual na perspectiva de Leontiev, Elkonin e Vigotski. *Cad. CEDES*, Campinas, v. 24, n. 62, p. 64-81, abr. 2004.

FARBIARZ, J. *Utopia e realidade na atuação do professor de língua e literatura*. 2001. n° páginas. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, USP, São Paulo, 2001.

FARIA, A. L. G. *Educação pré-escolar e cultura*. São Paulo: Cortez, 1999.

FRAYLING, C. Research in Art and Design. *Royal College of Art Research*, v.1, n. 1, 1993.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008

GOFFMAN, E. Footing. In: RIBEIRO, B. T.; GARCEZ, P. M. (orgs.). *Sociolinguística interacional*. 2 ed. São Paulo, Loyola, 2013.

HOFFMANN, C. *Geometric and Solid Modeling: an Introduction*. Califórnia: Morgan Kaufmann Publishers, 1992.

ICOM – International Council of Museums. Museum Definition, 1974. In: *ICOM – Development of the Museum Definition according to ICOM Statutes (2007-1946)*. Disponível em: <http://icom.museum/hist_def_eng.html>. Acesso em: 19 jun. 2016.

KAHNEY, L. *Jony Ive: o gênio por trás dos grandes produtos da Apple*. São Paulo: Penguin Companhia, 2013.

KRAMER, S. A infância e sua singularidade. In: BRASIL. Ministério da Educação. *Ensino fundamental de nove anos: orientações para a inclusão da criança de 6 anos de idade*. Brasília, DF, 2006, p. 19-21.

LAKATOS, E.M; MARCONI, M.A. *Fundamentos de metodologia científica*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LAVILLE, C. ; DIONNE, J. *A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas*. Porto Alegre: Artes Médicas; Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1999.

LEONTIEV, A. *O desenvolvimento do psiquismo*. Tradução de Rubens Eduardo Frias. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2004.

LOPES, J.; BRANCAGLION, Jr. A.; AZEVEDO, S. A., et al. *Tecnologias 3D: desvendando o passado, modelando o futuro*. Rio de Janeiro, RJ: Lexikon Editora Digital, 2013.

MANOEL-CARDOSO, P. O que é museologia? *Cadernos do CEOM* – Centro de Memória do Oeste de Santa Catarina. Chapecó, Unochapecó, ano 27, n. 41 – Museologia Social, 2014. Disponível em: <<http://bell.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/rcc>>. Acesso em: 19 jun. 2016.

MARÇAL, D. de C.; FARBIARZ, J. L. *Mediações do design na construção de interfaces de jogos infantis online*. 2011. 88 f. Dissertação (Mestrado em Design) - Departamento de Artes & Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2011.

MARTINS, L. et al. Reflexões sobre um design em transformação. In: *UDI6: 5º Encontro de Doutoramentos em Design*, 2016, Aveiro. Aveiro: UA Editora, 2017. No prelo.

MELLO, S. A. Infância e humanização: algumas considerações na perspectiva histórico-cultural. *Perspectiva*, Florianópolis, v. 25, n. 1, p. 83-104, jan./jun., 2007.

MOREIRA, A. F. B.; KRAMER, S. Contemporaneidade, educação e tecnologia. *Educação e Sociedade*, Campinas, v. 28, n.100 (especial), p. 1037-1057, out. 2007.

MOREIRA, D. A. *O método fenomenológico na pesquisa*. São Paulo: Pioneira Thomson, 2002.

NARAYAN, K. L. *Computer Aided Design and Manufacturing*. New Delhi: Prentice Hall of India, 2008.

NECYK, B. J.; FARBIARZ, J. L. *Usos e sentidos de tecnologias digitais de formação e comunicação em contextos de ensino-aprendizagem no Design*. Rio de Janeiro, 2013. 238 f. Tese (Doutorado em Design) - Departamento de Artes & Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2013.

PIAGET, J. A teoria de Piaget. In: MUSSEN, R.H. (Org.). *Carmichael, Psicologia da Criança. Desenvolvimento Cognitivo I* v. 4. São Paulo: EPU/EDUSP, 1977.

PIAGET, J. A Epistemologia Genética; Sabedoria e Ilusões da Filosofia; Problemas de Psicologia Genética. In: *Piaget*. Traduções de Nathanael C. Caixeiro, Zilda A. Daeir, Celia E.A. Di Pietro. São Paulo: Abril Cultural, 1978.

PIAGET, J. *Seis estudos de psicologia*. Tradução de Maria Alice Magalhães D'Amorim e Paulo Sérgio Lima Silva. 24. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1999.

QUEIROZ, N. L. N., MACIEL, D. A.; BRANCO, A. U. Brincadeira e desenvolvimento infantil: um olhar sociocultural construtivista. In: *Paideia*, 16 (34), p. 169-179, 2006.

RAMAL, A.C. *Educação na cibercultura: hipertextualidade, leitura, escrita e aprendizagem*. Porto Alegre: Artes Médicas, 2002.

RIBEIRO, B. T.; GARCEZ, P. M. (orgs.). *Sociolinguística interacional*. 2. ed. São Paulo, Loyola, 2013.

RIBEIRO, B. T.; PEREIRA, M. das G. D. A noção de contexto na análise do discurso. In: *Veredas*, Rev. Est. Ling. Juiz de Fora, v. 6, n. 2, p. 49-67, jul./dez. 2002.

RUDIO, F. V. *Introdução ao projeto de pesquisa científica*. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 1979.

SCHEFFER, N. F. Modelagem matemática: uma abordagem para o ensino-aprendizagem da matemática. In: *Educação matemática em revista*, RS, n.1, p.11-16, 1999.

SFORNI, M. S. F. *Aprendizagem conceitual e organização do ensino*: contribuições da teoria da atividade. Araraquara: JM Editora, 2004.

SOUZA, S. J. *Infância e linguagem*: Bakhtin, Vygotsky e Benjamin. Campinas, SP: Papirus, 1994.

TABAK, T; FARBIARZ, J. L. *(Não) resolução de (não) problemas*: contribuições do design para os anseios da educação em um mundo complexo. 2012. 99 f. Dissertação (Mestrado em Design) – Departamento de Artes & Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2012.

TANNEN, D.; WALLAT, C. Enquadres interativos e esquemas de conhecimento em interação. In: RIBEIRO, B. T.; GARCEZ, P. M. (orgs.). *Sociolinguística interacional*. 2. ed. São Paulo, Loyola, 2013.

THIOLLENT, M. J. M. *Metodologia da Pesquisa-Ação*. 8. ed. São Paulo: Cortez, 1998.

TRILLA, J. et al. (org.) *Educação formal e não formal*: pontos e contrapontos. São Paulo: Summus, 2008.

TRILLA, J. *La educación fuera de la escuela*: enseñanza a distancia, por correspondência, por ordenador, radio, vídeo y otros médios no formales. Barcelona: Planeta, 1985. 179 p.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 31, n. 3, set./dez. 2005, p. 443-466. Tradução de Lólio Lourenço de Oliveira.

VYGOTSKY, L. S. *Imaginação e criação na infância*: ensaio psicológico. Apresentação e comentários de Ana Luiza Smolka. Tradução de Zoia Prestes. São Paulo: Ática, 2009.

_____. *Vygotsky: sobranie socinenii* [Obras completas]. v. 6. Moscou: Pedagogika, 1982-1984.

_____. *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona, Grijalbo, 1979.

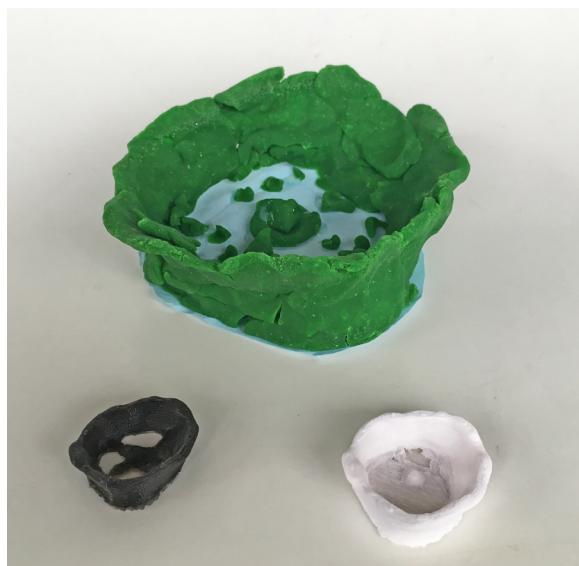
- _____. *A Construção do Pensamento e Linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 2001.
- _____. Aprendizagem e desenvolvimento na Idade Escolar. In: VIGOSTKY, L. L.; LEONTIEV, A. N. *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. 11. ed. São Paulo: Ícone, 2010, p. 103-116.
- _____. *Pensamento e Linguagem*. Rio de Janeiro: Martins Fontes, 1998.
- _____. *Formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes, 1991.
- WADSWORTH, B. *Inteligência e afetividade da criança na teoria de Piaget*. 2. ed. São Paulo: Editora Pioneira, 1993.
- WARTOFSKY, M. A construção do mundo da criança e a construção da criança do mundo. In: KOHAN, W. O.; KENNEDY, D. (orgs). *Filosofia e Infância: possibilidades de um encontro*. Petrópolis: Vozes, 1999.
- ZHANG, Z. Microsoft *kinect* sensor and its effect. *MultiMedia, IEEE*, v.19, n. 2, p. 4-10, 2012.

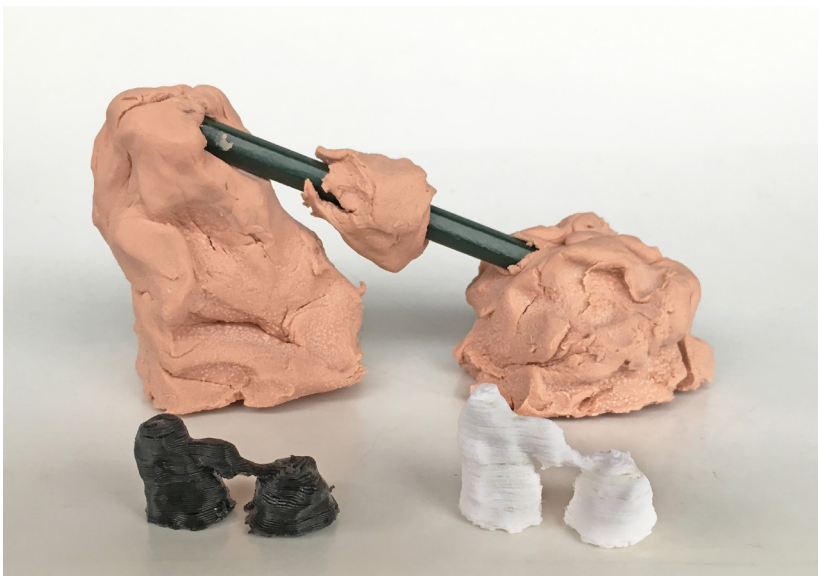
Apêndices

Convenções para as transcrições

Colchete “[“	indica sobreposição da fala com a anterior de outro indivíduo
Barra “/”	indica sobreposição da própria fala
[...]	pausa longa ou supressão de trecho
(...)	pausa curta
inaudível	quando não foi possível compreender o que foi dito, apesar de ter sido possível discernir o alinhamento da fala, em alguns momentos
P:	abreviação de “Pesquisador”
PA:	abreviação de “Pesquisadora Assistente”
PA2:	abreviação de “Pesquisadora Assistente 2”
Alun?	Quando não foi possível saber o autor e seu gênero na fala
Aluno?	Quando não foi possível saber o autor ou autora na fala
Aluna?	

Modelos – Turma 1



Modelos – Turma 2

Modelos – Turma 3

Entrevista com Mr. Deshais

1- Can you describe the kids' first reactions seeing the 3D printer in action?

Since I teach kindergarten, in a way, everything can be something new. So the 3D printer in my classroom is just as interesting to them at the start of the new year as is my play kitchen. The first week of school each year I make sure to print a few new toys during free choice time. This draws a crowd of curious students interested in just watching it print for minutes at a time.

2- Which were the first things they wanted to make with the printer?

Once they learn about what the printer can do I get a lot of requests for toys to accompany areas in the classroom. However, my main goal is to show the children 3D printing can be used to create solutions to real-world problems. With some encouragement students have recommended we print door stops, lost puzzle pieces, desktop art drying racks, counters for math activities, and more!

3- Did they create/scan/customize anything on their own? If so, can you tell me about the experience?

I guide the students (whole class) during the design process. Using TinkerCAD on the 50" monitor I ask guiding questions and collect student input as I design, explaining how I am using the program the whole time. Their reaction to seeing the items we designed come off the printer is nothing short of amazement.

4- Currently, are they using the printer in a more autonomous way? If so, can you describe it?

Given that my students are 5 and 6 years old, I continue to be their means to design for the printer. However, I am planning to encourage families to use TinkerCAD at home for us to print things in class.

5- Do you think that having a 3D printer in the classroom improved teaching and learning? Can you tell me about it?

While 3D printing is becoming slightly more common, it still feels more like science fiction than reality. For that reason I think just exposing students to this technology goes a long way to prepare them in a subtle way for the tech rich world in which they live. Also, as I become more competent at the design process, I find new ways to use 3D printing in my teaching. For example, I recently designed,

printed, and shared on Thingiverse.com a rekenrek for math time. While it is true I could have bought pre-made rekenreks quite easily, once my students know the tools they use were fabricated on the printer, their interest in the activity increases.

6- About the 5 previous questions, was there any significant difference between boys and girls reactions/choices?

I have yet to notice any noticeable difference in interest in the printer based on gender.

ROTEIRO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

- 1 - O que você pode dizer sobre o interesse da turma acerca do teste de uso?
- 2 - Você considera que eles compreenderam o processo apresentado?
- 3 - Algum aluno relembrou algo do experimento em um momento posterior aos testes de uso?

Entrevista com a professora da Turma 1

Professora 1: É Tatiana o nome dela?

Pesquisador: É Pesquisadora Assistente.

Professora 1: Ah, eu estava com Tatiana. (Risos)... “eles mostraram que a nossa arte pode ser aliada à tecnologia digital. Diante desta experiência, desenha o que você mais gostou e depois escreva”.

Tiveram umas respostas interessantes. É..

“O Cristo foi parar dentro do computador”. Quando eles... ah...

Pesquisador: Isso aqui é o Cristo ou ela?

Professora 1: O Cristo.

Pesquisador: Ah tá!

Professora 1: O Cristo, aí foi ver no computador . Na verdade assim, é... eles colocam na forma deles, entendeu?

Pesquisador: Não, mas é exatamente isso

Professora 1: O Cristo, ela desenhou e saiu ela mesmo. E aqui... “Dá para a massinha ..da mass..”

Pesquisador: “Dá para a massinha ir para o computador”

Professora 1: É

Pesquisador: Isso aí é... o que será que foi o desenho?

Professora 1: Aqui foi é... é aquela escultura foi da LÍlian. Aqueles que eles fizeram, que tem o bondinho.

Pesquisador: Aham.

Professora 1: Então, acho que aqui eram vocês sentados, né, com a escultura delas, e aqui é a escultura dela...

Pesquisador: Posso gravar com vídeo, então?

Professora 1: Pode! Pode ser...

[...]

Professora 1: Então, retomando aqui, das atividades, né, que eles fizeram em relação ao passeio e às esculturas. E aqui eles falam o que mais chamaram atenção, né. Esse...

Pesquisador: Aí somos nós dois mexendo na impressora.

Professora 1: É, você e a Pesquisadora Assistente mexendo na impressora com a escultura dela.

Pesquisador: Ah...

Professora 1: E aqui é a imagem da escultura no computador. Ela colocou “dá para a massinha ir para o computador”. Aqui quem foi... Foi o Rodolfo, né. Ele colocou: “passaram a massinha para o computador”. Computador com a tela, e a escultura, acho que do Maracanã, né?

Pesquisador: Hum, não sei, mas isso a gente vai descobrir quando for entregar. Eles têm que lembrar o que eles fizeram. Mas acho que... O Rodolfo é um que tem [...]?

Professora 1: Não, o Rodolfo é um [...].

Pesquisador: Ah, acho que ele fez o Cristo. Ele fez o Cristo marrom.

Professora 1: É.

Pesquisador: Uhum.

Professora 1: É, aqui está com o braço aberto. (risos)

Pesquisador: (risos) Ah tá, entendi, tá caído.

Professora 1: Aqui, “a massinha”... A Núbia, “A massinha vira tecnologia”, né. Da massinha ir pro computador.

Pesquisador: Aí da pra entender o desenho... aqui acho que é o *scanner*, talvez?

Professora 1: Talvez sim. Seria o *scanner* e aqui é a escultura dela. Aqui foi a escultura dela, o desenho que ela fez.

Pesquisador: Deve ser um...

Professora 1: Não sei.

Pesquisador: Ou é o Pão de Açúcar ou é o Cristo.

Professora 1: Ou o bondinho, parece ser o bondinho.

Pesquisador: Então pode ser. Será que dá pra, na hora de entregar... estar com esses desenhos. E perguntar pra eles, do desenho?

Professora 1: Pode.

Pesquisador: Então está ótimo.

Professora 1: Não sei assim, se você vai ter uma resposta precisa, como já tem muito tempo que eles desenharam, então eles podem responder coisas diferentes, o que é normal.

Pesquisador: Não tem problema não, o importante é ver o que eles vão lembrar mesmo. É até bom que levasse um tempo maior.

Professora 1: Eles não vão lembrar assim, precisamente o que eles desenharam, o que eles escreveram.

Pesquisador: A menina que estava ali com a tela lembrou do meu nome.

Professora 1: Lembrou?! (risos)... Aqui é da Cristina,” Saiu da máquina um brinquedo”, que aí foi a... Os desenhos, assim, tem uns que estão bem definidos, mas tem outros que ainda é da forma deles, né.

Pesquisador: É interessante o uso das cores.

Professora 1: Aqui a Elisa, “O que está no computador pode ser transformado em chocolate”, que vocês falaram. Vocês falaram que poderia ser chocolate, né, que poderia ser outras coisas também. Aí aqui ela desenhou vocês né, ela e talvez aqui né, a escultura.

Aqui a Rosane, é “quando o fio passa na máquina ele fica fino”. Fio grosso e o fio fino, depois que passa na máquina. Achei legal também. A Gabriela, “os fios

grandes ficam pequenos”, aqui são os fios que ela fez, né.

Pesquisador: Uhum...

Professora 1: Acho que a ideia dela foi a mesma da Rosane, o fio mais grosso, aqui ele vai afinando...

Pesquisador: É, ele vai afinando. Ele botou igualzinho eu dei pra elas um pedacinho.

Professora 1: É... Pra poder...

Pesquisador: Ela mudou a cor.

Professora 1: Mudou a cor.

Pesquisador: Aqui é preto e roxo, e aqui é rosa com laranja. Mostrar a diferença.

Professora 1: Desenho é assim, sempre colorido demais. Aqui é a Clara, “o que aparece no computador faz virar realidade”. Essa coisa assim, né, de imprimir, de eles poderem pegar no concreto, a Educação Infantil, é, essa faixa etária assim, nem, acho que ainda fica consistente desse negócio do concreto, porque muitas coisas assim, né, uma história que a gente conta, é fica muito abstrato e eles não conseguem ainda assim, diferenciar do que é real, de imaginar alguma coisa, tipo assim, é... Vamos supor, Saci Pererê.

Pesquisador: Se eles não veem alguma coisa, eles não sabem, não conseguem imaginar...

Professora 1: Uma coisa assim, que eles não veem alguma coisa, sabe... a imaginação eles conseguem imaginar, mas assim, da forma deles, uma coisa, entendeu, quando você vai falando, a imaginação deles é assim, é outra coisa. Agora quando eles, né, pegam assim, eles precisam muito desse concreto ainda. De ver, e tudo. Eles não conseguem assim, vamos supor, é... uma é... Esses ditados que a gente fala, eles não conseguem assim, saber né, o real sentido, porque pra eles, eles ficam imaginando coisas.

Pesquisador: Uhum...

[...]

Professora 1: Aí “o que aparece no computador faz virar realidade”. Aqui é a Fernanda, “eu gostei da impressora” (risos). Ela fez a impressora saindo fiozinho, a base mesmo.

Pesquisador: Que é azulzinha mesmo, da fita

Professora 1: É azulzinha mesmo.

Pesquisador: Que legal.

Professora 1: Aqui “o fio grande vira fino”. Um monte de fio que vocês... da até pra ver... Daniel, “o bondinho saindo do computador”.

Pesquisador: Ele colocou, saindo mesmo.

Professora 1: É, saindo mesmo do computador. Aqui é a Yana, “A máquina vira tecnologia. Ela desenha e faz virar de verdade”. Acho que essa parte ela dese-

nha, na parte que vocês tiraram e colocaram o que eles queriam, né.

Pesquisador: Aham...

Professora 1: Na hora da modificação, e aí eu acho que ela colocou aqui...

Pesquisador: O que ...

Professora 1: O que tinha feito e a modificação, está vendo que não está igual?

Pesquisador: Ah, é verdade...

Professora 1: Quando você, é, ela fez de um jeito, aí vocês mudaram e fizeram e a impressora imprimiu de outro jeito.

Pesquisador: Ah, que legal. É essa noção mesmo que a gente queria que pegassem. Pegaram direitinho.

Professora 1: Aqui é a Mariana, colocou: “Cristo Redentor foi para dentro do computador”.

Pesquisador: Massinha, aí ela fez três, né?

Professora 1: Fez três, é. Acho que os três que ela...

Pesquisador: Os três que ela...

Professora 1: Os três processos. Ela fez a impressão, do... *scanner*...

[...]

Professora 1: Eu acho que eles pegaram bem, assim... A gente até pensou em fazer, porque a gente tem um leilão de artes, e o leilão é pra outubro. Então a gente começa a trabalhar agora sobre... Eu imaginei assim: seria até melhor se você viesse no segundo semestre... O leilão acontece agora no segundo semestre.

Pesquisador: Que dia?

Professora 1: O leilão é em outubro.

Pesquisador: Eu posso fazer um grande de cada...

Professora 1: Não, mas eu nem falo... É, poderia até ser! Porque assim, da gente aproveitar essa experiência deles assim, e poder fazer, né, uma escultura, alguma coisa se você puder as outras professoras também podem aproveitar isso. Aproveitar essa escultura, entendeu? Pra gente poder falar um pouquinho desse trabalho que eles fizeram também que fica exposto aqui e aí tem o leilão e o dinheiro arrecadado vai pra escola irmã, que fica em Berila. É um trabalho que...

Pesquisador: Eu li isso no site... Escola pública.

Professora 1: É, escola pública. E aí a gente faz essa correspondência. A gente já começou a fazer essa correspondência. E eles, todo ano, a partir do Grupo 3, eles fazem essa... esse... essa obra e tudo e a gente até queria que esse ano fosse uma coisa diferente, pra não ser sempre uma pintura, um material diferente. Como eles já vivenciaram essa arte e tecnologia, a gente poderia, assim, aproveitar de alguma forma pra poder expor.

Pesquisador: O que vocês.. Ah vê o que vocês pensam que é melhor. Isso aqui eu já tenho pra mostrar. É um pouco maior também, eu usei o material branco, pra se eles quiserem pintar.

Professora 1: Ah tá! Ah é, você falou que eles poderiam...

Pesquisador: Modificar. É...

Professora 1: Ah, entendi...

Pesquisador: Um pouquinho maior e branquinho. Eu tenho esse arquivo. Eu posso fazer, ou um de cada *inaudível* de tamanho assim considerável... É só eu ter tempo pra imprimir. Cada um tem sido uma hora, um grande deve demorar três horas.

Professora 1: Nossa!

Pesquisador: Por isso que não dá nem pra fazer todos.

Professora 1: É...

Pesquisador: Ou se vocês quiserem refazer uma peça... Esse aqui é um que deu errado. Trouxe pra eles verem. Parece um ninho.

Professora 1: Parece um ninho, é!

Pesquisador: É, ou vocês pegarem uma peça só e se for pra fazer grande eu faço. Vocês que sabem.

Professora 1: É a gente teria que conversar juntos e tudo pra poder fazer, porque cada um escolhe um tipo de arte. Inclusive nós escolhemos até assim, o meu grupo a arte de rua por causa do Boulevard Olímpico, eles vão fazer esse passeio, na próxima semana e aí a gente pode fazer esse link de uma coisa diferente tipo escultura, tecnologia, arte de rua, alguma coisa assim. E todo ano, assim, a gente escolhe um artista plástico, desses assim clássico.

Pesquisador: Qual foi desse? Qual é o desse?

Professora 1: Todo ano...

Pesquisador: É por ano? Qual é o desse ano?

Professora 1: Não, cada professor... Não tem uma... Cada professor escolhe o seu.

Pesquisador: Hum.

Professora 1: Como esse negócio das Olimpíadas, a gente queria uma coisa diferente, eles terem uma experiência diferente. Eles já tiveram essa. Mas pra não ficar sempre telas, telas... Uma escultura, uma rua ou pichação, pra eles verem outros tipos também, porque fica preso no clássico: Van Gogh, Da Vinci...

Pesquisador: Você tá pensando em escolher algum contemporâneo e...

Professora 1: É.. porque aí dá pra eles aproveitarem isso também porque eu não sei... mas aí a outra turma vai também, vai ver como é que é o que eles acharam, se eles se interessaram, que acontece também, né...

Pesquisador: De uma turma não se interessar...

Professora 1: De não ter, é... de uma criança não se interessar.

Pesquisador: Essa o que você achou?

Professora 1: Eu achei que eles buscaram bem, ficaram impressionados, é... foi uma coisa nova, uma coisa diferente pra eles, entendeu?

Pesquisador: Uhum.

Professora 1: Porque assim, a massinha igual eles brincam aqui, não todos os dias, mas é uma coisa que tá muito no hábito, na rotina escolar deles. Mas ver a massinha de outra forma, porque eles viram, né, pra eles ainda é massinha, mesmo estando no computador ainda é massinha. E se transformar num outro tipo de material, eu acho assim, o retorno, essa percepção, que valeu a pena e como que eles viram isso.

Pesquisador: Eles entenderam bem, né?

Professora 1: E como que eles entenderam esse processo, que precisa de uma máquina, igual ela colocou aqui, ela colocou os três processos aqui, entendeu? Então assim, eu acho que isso ficou claro pra ela, de pegar a massinha, o material concreto, é, passar pelo scanner pra ir pra tela do computador e poder modificar pra poder sair uma outra coisa.

Pesquisador: É, ela botou as três etapas.

Professora 1: É, ela colocou os três. Então assim, é... Eu acredito que a ideia seria essa, entendeu? Deles entenderem isso.

Pesquisador: É, o processo.

Professora 1: Não que uma coisa assim, que seria uma mágica, né.

Pesquisador: E eles entenderam...

Professora 1: Que assim, do nada... É, eles iam ter essa curiosidade, nessa faixa etária eles iam ter essa curiosidade de saber como que vira. Não é assim igual aos outro grupos, porque eles são pequeninhos, né, é como se fosse uma mágica, mas eles não. Eles sabem que precisa de um aparelho, de uma máquina, que pode ser modificado e se transformar em outro tipo de material.

Pesquisador: E algum falou que queria fazer alguma coisa, que queria ver de novo ou lembrou?

Professora 1: Eles perguntam assim... de vez em quando eles perguntam, eles lembram, né: “Ah, igual aquele dia...”. Igual essa semana mesmo, eles brincaram de massinha, né: “Ah, igual aquele dia que a gente foi ... vai virar escultura e tal...”. Eles tocam nesse assunto assim, né, porque foi uma vivência deles e foi, é uma vivência assim não é, não fazem, entre aspas, parte do cotidiano deles verem essa máquina e deles assistirem esse processo, né. Igual eu to falando, as massinhas eles brincam sempre, mas transformar a massinha em uma outra coisa, entendeu.. é... Eu acho que fica marcado assim, é um outro tipo de vivência pra eles... de sair... eu acho que o que mais impressionou, a maioria dos desenhos, foi sair do computador.

Pesquisador: Foi o do Daniel.

Professora 1: É...

Pesquisador: Teoricamente o mais quietinho...

Professora 1: É... Praticamente... É... Assim ó, tá vendo? Saindo, é, saindo de um lugar pro outro pra transformar em outra coisa, tá vendo? Acho que é a transformação. É o foco foi esse: a transformação. Aí... Essa atividade, se quiser levar pode...

Pesquisador: Mas... é eu ia tirar foto.

Professora 1: Essa atividade, se quiser levar, não tem problema nenhum.
Coloco dentro da pasta deles.

Entrevista com a professora da Turma 2

Professora 2: Aí ela: “Não, professora, mas eu vou fazer o Bondinho”.

Pesquisador: Hum.. Foi a que recebeu um hoje, que não tinha...

Professora 2: É.. Eu falei: “Não vou te dar essa folha porque você não foi, eu ia propor uma outra atividade pra você.” Ela falou: “Não, eu vou fazer o Bondinho”. Eu falei: “Ah! Legal, então tá!”. Aí ela fez.

Pesquisador: Mesmo sem ter participado. Ela não foi em nenhuma?

Professora 2: Ela não foi. Ela viajou na primeira, na segunda ela faltou. Aí quando você veio aqui também, ela faltou... já tava. E aí eles fizeram desde o início, acho que, é... eles se envolveram porque é... a escolha, né, da arte, porque a gente... a arte pra gente é muito forte, tá presente em todos os momentos. A gente trabalha muito com... a gente vai muito no museu *Naïf* e a gente tem o leilão de arte. Você já ouviu falar desse leilão?

Pesquisador: Aham.

Professora 2: Então, isso é muito presente na vida deles. Acho que eles se envolveram, e o mais legal disso tudo, que eu achei, foi poder ver, né, que a escultura que eles fizeram se transformou, né, numa outra escultura feita com impressora, isso foi, pra mim o mais legal que eles falaram sobre isso.

Pesquisador: É... o interesse da turma... Eles compreenderam? Você acha que eles compreenderam bem o processo todo que eu mostrei?

Professora 2: Compreenderam.

Pesquisador: Nos desenhos eles chegaram a...

Professora 2: Eles ficaram mais nas esculturas pelo o que vi. Ó... o resultado, né de como foi. Primeiro, porque foi o que eles fizeram com a massinha e depois, o que você imprimiu. Ninguém desenhou o processo.

Pesquisador: Uhum... Isso aqui é eles tentando falar do...

Professora 2: Isso aqui, o que que acontece, até cortou. É a escrita, porque eles tão no início da alfabetização, e a escrita do jeito deles.

Pesquisador: Uhum.

Professora 2: Então aqui na escola a gente não divide tá certo, tá errado. Faz parte do processo de alfabetização escrever desse modo. Então, Ca-te-dral.. Aqui ó, bon-di-nho. Se terminar o ano, eles tão no Grupo 5 agora, se eles terminarem o ano e colocarem uma letra para cada sílaba, com valor sonoro, então pro bondinho ele botou o “o”, que é o que tem mais som pra ele nesse momento, o “di” ele botou o “i”, “bondinhu”, ele botou o “u”.

Pesquisador: Entendi.

Professora 2: Faz parte desse processo. Ele tá lá no meio do processo pra de fato escrever de uma forma convencional. Aqui eu ainda escrevi. Vou até escrever

ali que cortou a xerox, Cristo, aí coloca mais letras, por quê? Porque aqui eles começam a escrever e pensam: “Nossa! O Cristo é imenso, é enorme! Como que vai ter pouca letra numa...”. Eles fazem muita relação com o objeto. Se Cristo é tão grande, então ele colocou mais letras.

Pesquisador: Entendi.

Professora 2: Essa escrita aqui não tá errada. É um processo também muito legal, a gente considera ó: “ca-te-dral”. É uma escrita pensando. O “ca” ele botou o “c”, que pra cada um tem um som. Pra algumas crianças o “k” é o som do catedral é o “k”, “ca-te-dral”. Eles tão no início dessa alfabetização. Alguns já até foram, né, já tão... é o caso da Tainá, o Renan também tá escrevendo convencionalmente. E aí no primeiro ano é que eles vão, ano que vem, aprender a escrever da forma convencional, que a gente chama aqui. Aqui ó: “Cristo Redentor”...

Pesquisador: Ah... botou tudo...

Professora 2: “Cristo Redentor”. Vou até escrever aqui pra você saber depois que a xerox cortou.

Pesquisador: Ah, isso é uma xerox colorida?

Professora 2: Eu tirei uma xerox colorida e botei esse trabalho na pasta deles de atividades, entendeu? Aí eles levaram pra casa. Aí o que que aconteceu? Eles levaram já duas esculturas dessa, não foi?

[...]

Pesquisador: É, essa é a segunda.

Professora 2: Essa é a segunda? Aí eu mandei a primeira então, aí foi. E na reunião de pais eu falei sobre isso, sobre esse trabalho que você fez, mostrei as fotos lá do museu, depois você fazendo, eles interagindo, mudando no computador, dando as sugestões... Aí os pais: “Ah, mas foi para casa?” Eu falei: “Foi”. “Ah, pequenininho, nem percebi!.. Nossa, aquilo que era!”. Eu falei: É. Dessa vez, eu falei com a [...], eu vou botar num saquinho e vou escrever um pouquinho que esse é o produto final do trabalho realizado por você, porque se eles levarem assim solto, os pais não conseguem se dar conta. Entendeu? Aí eu vou deixar eles desenharem, você falou que... Acho que se usar aquela caneta de plástico é melhor, né, de escrever em CD. A gente tem algumas cores...

Pesquisador: Talvez. Mas eu acho que a canetinha hidrocor deve pegar mesmo...

Professora 2: Pega?

Pesquisador: Ainda não testei, mas...

Professora 2: Aí eu vou fazer isso, vou deixar eles na Arte, uma pintura aí e depois eu vou botar num saquinho e vou mandar com um bilhetinho para os pais entenderem, né.

Pesquisador: Hum, legal!

Professora 2: É, porque eles também participaram, à distância, desse processo.

Pesquisador: O que eu tenho certeza que pega é guache, porque eu já usei.

Professora 2: Ah tá! A gente até tem aqueles pincéis de número zero que de repente dá pra pintar, né. É, então tá.

Pesquisador: É muito no teste também, muita coisa pega porque é plástico, né.

Professora 2: É plástico.

Pesquisador: E algum dos alunos lembrou do experimento em alguma aula depois, comentou alguma coisa?

Professora 2: Eles comentaram com a Ana, na primeira vez que ela não foi, eles contaram para ela o que que tinha acontecido, aí falaram que depois você vinha trazer a escultura. Eles resgataram com ela. Quando a gente fez esse trabalho também eles falaram, conversavam entre eles falando: “Ah! Foi muito legal! Eu fiz isso, Cristo..”. É... e teve uma mãe que veio me perguntar também: “Ah mas ele usou..”, porque a criança falou em casa que você usou, foi o Ricardo, o *kinect*, que ele ficou encantado com essa história. Ela: “Ele usou esse *kinect*, mas consegue?” Eu falei: “Com o *kinect* que ele captou a imagem”. Aí ela também ficou super interessada e achei legal que ele levou pra casa isso.

Pesquisador: Ele tem o *kinect*?

Professora 2: Eles têm, eu não sei se é Xbox ou se é o Wii.

Pesquisador: Porque eu posso passar o endereço, você falou Xbox, eu posso passar o endereço onde ela baixa os programas que são gratuitos, para ela poder escanear.

Professora 2: Ah, então depois se você quiser deixar eu mando pra ela por agenda. Tá?

Pesquisador: Tá. Eu mando pra... é, eu não sei de cor, é eu posso ver aqui os nomes.

Professora 2: Tá bom. Então tá. Aqui a Catedral... Alguma coisa mais?

[...]

Pesquisador: (...) Se quiser falar mais alguma coisa sobre o experimento...

Professora 2: É não... é isso! Eu achei muito interessante e, porque é um trabalho que a gente escuta falar da impressão 3D, mas deles poderem experimentar isso, né, porque às vezes as pessoas: “Ah! Eles são muito pequenos, eles não vão entender, né, é uma coisa mais complexa pra eles...” A gente não pensa assim, a gente acha que o que tiver de experiência, o que eles puderem experimentar, ou vivenciar, isso tudo vai enriquecer, né. E essa pesquisa e o tema também, porque o Rio de Janeiro a gente trabalha muito com esse tema, a gente fez a... esse ano fizemos um passeio na Lagoa Rodrigo de Freitas... A gente faz muito desenho de esboço, de escultura, a gente trabalha muito com argila. Eu acho que poder mais... pra mim a sensação foi criar uma coisa e poder ver sair ali em 3D, né, que foi um objeto criado por eles.

Pesquisador: É né, a ideia não foi só mostrar. A ideia mesmo do projeto era...

Professora 2: É...

Pesquisador: Eles fazerem alguma coisa...

Professora 2: Eles vivenciaram... Isso!

Pesquisador: Isso! E ter o pertencimento deles.

Professora 2: Isso foi bárbaro!

Entrevista com a professora da Turma 3

Pesquisador: O que você achou do interesse das crianças quanto ao uso da tecnologia?

Professora 3: Eu achei que elas super se interessaram porque, assim, foi uma experiência nova para eles. A escola já promove a arte diariamente no cotidiano, mas essa experiência de aliar a arte com a tecnologia, foi uma experiência nova que eles acham que conseguiram levar, né...

Pesquisador: Uhum, é, os desenhos mostram isso...

Professora 3: É.

Pesquisador: E vocês acham que eles compreenderam bem o processo todo de como transformar?

Professora 3: Então, eu acho que o processo é o que tá mais nítido aqui no trabalho, né, eu acho que você pode ver a realidade toda trazida para o trabalho. Tudo que eles conseguiram compreender e apreender do trabalho, eles conseguiram registrar aqui nas atividades.

Pesquisador: E algum deles relembrou o que aconteceu no experimento em algumas aulas depois? Trouxe alguma coisa de novo?

Professora 3: Então, apareceu na fala, nas conversas e trouxeram mais outros desenhos no caderno pedagógico, numa atividade, em que eles falavam muito do fio, do fio, do processo de transformação. Então foi isso, nos trabalhos, no cotidiano eles trouxeram, conseguiram trazer.

[...]

Pesquisador: Você quer comentar alguns trabalhos deles?

Professora 3: Eles mesmos já comentaram, eu achei que, assim, ficou bem bacana mesmo! Trazendo, tá vendo, a realidade. Tem uma que falou “Gostei dele fazendo os bonecos minúsculos.”. Então assim, essa consciência da concepção de que pode diminuir, pode aumentar, essa transformação, né. Teve um que falou dos fios, achei bem bacana! Ó “Gostei de ver os bonecos prontos.”... Deixa eu ver mais o que... Ó: “O que mais gostei foi do boneco do Rio de Janeiro e a transformação no computador”, então essa diferença, né, que eles conseguiram fazer. Deixa eu ver...

Ó, “Gostei dele transformando a massinha em pedra”. Ó que bacana: você, o computador e transformação sendo feita. Ó, “Gostei que dá para mudar.” E ela ainda escreveu o “fio” aqui.

Pesquisador: Ela que escreveu? Ah..

Professora 3: Ela que escreveu o “fio”, então a concepção dela mesma. A sua máquina, o fio...

Pesquisador: O computador...

Professora 3: Você e as duas meninas, suas assistentes. Achei bem bacana!

Então é isso...

Pesquisador: Já fez a máquina...

Professora 3: Fez a máquina com o fio... “Gostei de saber que dá para transformar massinha em brinquedo...”. Então é isso, esse trabalho da arte aliada à tecnologia. Bacana!



**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE
CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO
Programa de Pós-Graduação em Design**

**TERMO DE CONSENTIMENTO
LIVRE E ESCLARECIDO**

Convidamos a V.S^a a participar voluntariamente da pesquisa apresentada a seguir.

Título da Pesquisa: Os usos das tecnologias tridimensionais digitais por crianças na Educação Infantil do Rio de Janeiro

Pesquisador Responsável: Mario Ricardo da Silva Lima

Orientador: Prof. Dr. Jorge Roberto Lopes dos Santos

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Jackeline Lima Farbiarz

Contato: ***** marioricardolima@gmail.com

Objetivo da pesquisa

Verificar como se dão os usos das tecnologias tridimensionais digitais (modelagem, escaneamento e impressão 3D) pelas crianças em idade pré-escolar por meio de testes de uso.

Alternativa para participação

A participação é voluntária, e a qualquer momento você pode optar por abandonar a pesquisa sem qualquer ônus, mesmo que tenha concordado inicialmente em participar.

Procedimentos da pesquisa

A coleta de dados para o desenvolvimento da mesma se dará por meio de teste de uso com os participantes e depoimentos (colhidos a partir de gravações e anotações). Fica facultado ao aceite, por parte dos responsáveis legais, obtenção registros fotográficos.

Riscos

Os riscos em participar da pesquisa são mínimos, relacionados à possibilidade de algum constrangimento ao compartilhar informações ou apresentar opiniões. Não haverá incentivos, indenizações, remunerações ou reembolsos aos participantes.

Benefícios

Participando desta pesquisa você contribuirá para um estudo original e para a constituição de uma análise sobre a percepção acerca da interação de crianças em fase pré-alfabetização e as tecnologias tridimensionais digitais, ampliando a compreensão sobre o tema e a divulgação do conhecimento gerado.

Confidencialidade

Todas as informações registradas serão utilizadas somente para este estudo. Quaisquer frases ou imagens citadas na dissertação não possuirão identificação por meio de nome ou descrição física; a mesma será designada por uma letra do alfabeto ou pseudônimo.

Dúvidas e reclamações

Sempre que necessário, o participante poderá se comunicar com os pesquisadores por meio dos contatos listados neste documento.

Caso concorde em participar, este termo, apresentado em duas vias de igual teor, deverá ser assinado e rubricado. Uma destas cópias, devidamente assinada, é para sua referência e documentação.

Eu, _____
 __, responsável legal de _____,
 convidado a participar da pesquisa “Os usos das tecnologias tridimensionais digitais por crianças em idade pré-escolar no Rio de Janeiro”, declaro que li e entendi as informações sobre os objetivos e procedimentos da pesquisa, e tive minhas dúvidas sanadas. Com minha assinatura, concordo e autorizo voluntariamente a participação na pesquisa descrita acima.

Assinatura do(a) participante ou do responsável legal

Rio de Janeiro, ____ de _____ de 2016.

Assinatura do orientador – Prof. Dr. Jorge Roberto Lopes dos Santos
 Rua Marquês de São Vicente, 225, Gávea – Rio de Janeiro, RJ

Assinatura do pesquisador – Mario Ricardo da Silva Lima
 Rua *****, *** - ***** - Rio de Janeiro, RJ



**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE
CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO
Programa de Pós-Graduação em Design**

**TERMO DE CONSENTIMENTO
LIVRE E ESCLARECIDO
ENTREVISTA**

Convidamos a V.S^a a participar voluntariamente da pesquisa apresentada a seguir.

Título da Pesquisa: Os usos das tecnologias tridimensionais digitais por crianças na Educação Infantil do Rio de Janeiro

Pesquisador Responsável: Mario Ricardo da Silva Lima

Orientador: Prof. Dr. Jorge Roberto Lopes dos Santos

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Jackeline Lima Farbiarz

Contato: ***** marioricardolima@gmail.com

Objetivo da pesquisa

Verificar como se dão os usos das tecnologias tridimensionais digitais (modelagem, escaneamento e impressão 3D) pelas crianças em idade pré-escolar por meio de testes de uso.

Alternativa para participação

A participação é voluntária, e a qualquer momento você pode optar por abandonar a pesquisa sem qualquer ônus, mesmo que tenha concordado inicialmente em participar.

Procedimentos da pesquisa

A coleta de dados para o desenvolvimento da mesma se dará por meio de entrevista semiestruturada (colhida a partir de gravação e anotações).

Riscos

Os riscos em participar da pesquisa são mínimos, relacionados à possibilidade de algum constrangimento ao compartilhar informações ou apresentar opiniões. Não haverá incentivos, indenizações, remunerações ou reembolsos aos participantes.

Benefícios

Participando desta pesquisa você contribuirá para um estudo original e para a constituição de uma análise sobre a percepção acerca da interação de crianças em fase pré-alfabetização e as tecnologias tridimensionais digitais, ampliando a compreensão sobre o tema e a divulgação do conhecimento gerado.

Confidencialidade

Todas as informações registradas serão utilizadas somente para este estudo. Quaisquer frases ou imagens citadas na dissertação não possuirão identificação por meio de nome ou descrição física; a mesma será designada por uma letra do alfabeto ou pseudônimo.

Dúvidas e reclamações

Sempre que necessário, o participante poderá se comunicar com os pesquisadores por meio dos contatos listados neste documento.

Caso concorde em participar, este termo, apresentado em duas vias de igual teor, deverá ser assinado e rubricado. Uma destas cópias, devidamente assinada, é para sua referência e documentação.

Eu, _____, convidado a participar da pesquisa “Os usos das tecnologias tridimensionais digitais por crianças em idade pré-escolar no Rio de Janeiro”, declaro que li e entendi as informações sobre os objetivos e procedimentos da pesquisa, e tive minhas dúvidas sanadas. Com minha assinatura, concordo e autorizo voluntariamente a participação na pesquisa descrita acima.

Assinatura do(a) participante

Rio de Janeiro, ____ de _____ de 2016.

Assinatura do orientador – Prof. Dr. Jorge Roberto Lopes dos Santos

Rua Marquês de São Vicente, 225, Gávea – Rio de Janeiro, RJ

Assinatura do pesquisador – Mario Ricardo da Silva Lima

Rua ***** - ***** - Rio de Janeiro, RJ

PROPOSTA DE TESTE DE USO

Esta proposta de experimento tem por objetivos:

1. Apresentação e iniciação ao uso das tecnologias 3D de escaneamento, modelagem e impressão para as crianças da pré-escola no ambiente não formal do museu; e
2. estimular a criatividade e a expressão das crianças, com foco em uma maior autonomia e liberdade, no ambiente formal da sala de aula.

Materiais (a serem disponibilizados pelo pesquisador)

- Massa de modelar (atóxica, à base de amido)
- Scanner 3D (*Kinect*)
- Notebook
- Impressora 3D (Printrbot)

Metodologia

Para que haja uma melhor contextualização, a temática dos testes de uso obedecerá aos temas eleitos pelos mediadores do museu.

Primeiro encontro (museu)

Parte 1 - modelagem

Após visita guiada ao museu, as crianças serão convidadas a materializar ideias relacionadas ao que foi visto, com uso de massa de modelar.

Parte 2 - escaneamento e modelagem 3D

Com a presença das crianças, as peças por elas produzidas serão escaneadas, juntamente com uma explicação básica do processo.

Após a peça ser escaneada, serão demonstradas as possibilidades de manipulação da peça no computador.

Parte 3 - impressão 3D

Uma das peças produzidas nas etapas anteriores será impressa em tempo real para os alunos, com uma breve explicação do processo. Devido à baixa velocidade da tecnologia de impressão disponível, as peças serão impressas posteriormente, para serem entregues no 2º encontro.

Segundo encontro (creche)

Após a entrega dos objetos impressos em 3D produzidos no primeiro encontro, as crianças terão liberdade e autonomia para modificar os modelos 3D produzidos a partir da massinha de modelar. Este segundo encontro busca analisar como as crianças assimilaram os conceitos das novas tecnologias, bem como as maneiras pelas quais elas poderão se expressar com elas.

Segundo encontro (creche)

Se possível, haverá uma entrevista não estruturada com a professora responsável, a fim de se obter seu olhar sobre as ações das crianças nos testes de uso.

Observações

- Microsoft *Kinect* 360 - o sensor *Kinect* foi originalmente desenvolvido para jogos eletrônicos, também podendo ser utilizado como *scanner* 3D (o que é incentivado pela própria Microsoft). Tal fato o torna um dispositivo seguro para uso com crianças.
- Impressora 3D *Printrbot* - esta impressora é produzida nos Estados Unidos, utiliza-se de baixa voltagem e não emite partículas tóxicas (pois se utiliza apenas do plástico PLA, biodegradável). Apenas seu bico injetor, com aproximadamente 3 cm, precisa esquentar para ocorrer o derretimento do plástico. Mas seu entorno é coberto com fita térmica, diminuindo a temperatura externa do mesmo, sem perigo de causar queimaduras; de qualquer maneira, o manuseio direto da impressora não é necessário e não será permitido às crianças tocar nas partes sensíveis da impressora 3D.