

**A proporcionalidade por meio da Cultura
Maker no ensino de matemática**

Douglas Takasu Bomfim de Oliveira

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO
INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA
DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
MESTRE EM CIÊNCIAS

Programa: Mestrado Profissional em Ensino de Matemática
Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Brolezzi

São Paulo
Maio de 2023

**A proporcionalidade por meio da Cultura
Maker no ensino de matemática**

Douglas Takasu Bomfim de Oliveira

Esta versão da dissertação contém
as correções e alterações sugeridas
pela Comissão Julgadora durante a
defesa da versão original do trabalho,
realizada em 22 de Maio de 2023.

Uma cópia da versão original está
disponível no Instituto de Matemática e
Estatística da Universidade de São Paulo.

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Antonio Carlos Brolezzi (orientador) – IME-USP

Prof. Dr. Henrique Marins de Carvalho – IFSP

Prof^a. Dr^a. Marília Prado – Colégio Itaca

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Ficha catalográfica elaborada com dados inseridos pelo(a) autor(a)
Biblioteca Carlos Benjamin de Lyra
Instituto de Matemática e Estatística
Universidade de São Paulo

Oliveira, Douglas Takasu Bomfim de
A proporcionalidade por meio da cultura maker no ensino de
matemática / Douglas Takasu Bomfim de Oliveira; orientador,
Antonio Carlos Brolezzi. - São Paulo, 2023.
120 p.: il.

Dissertação (Mestrado Profissional) - Programa
de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de
Matemática / Instituto de Matemática e Estatística /
Universidade de São Paulo.

Bibliografia
Versão corrigida

1. maker. 2. ensino de matemática. 3. mão na massa. 4.
proporcionalidade. I. Carlos Brolezzi, Antonio. II. Título.

Bibliotecárias do Serviço de Informação e Biblioteca
Carlos Benjamin de Lyra do IME-USP, responsáveis pela
estrutura de catalogação da publicação de acordo com a AACR2:
Maria Lúcia Ribeiro CRB-8/2766; Stela do Nascimento Madruga CRB 8/7534.

*Aos Meus Pais e Irmão,
Ao mestre, com carinho...*

Agradecimentos

Ao longo da minha extensa trajetória no mestrado tive o prazer e a alegria de ter o apoio de muitas pessoas incríveis que me ajudaram e me acreditaram em mim em momentos que nem eu acreditava. Sou grato imensamente a todas as pessoas que me incentivaram e sorriram comigo. Agradeço, em especial:

À minha mãe, Olga Satsumi Takasu, por sempre cuidar, proteger e cobrar resultados visando o melhor para mim. Ao meu pai, Nilton Bomfim de Oliveira, por me ensinar as ferramentas necessárias para enfrentar os obstáculos da vida.

Ao meu irmão, Eduardo Takasu Bomfim de Oliveira, por lutar comigo e me auxiliar quando foi necessário, sempre com coragem e determinação, sendo meu exemplo e eu sendo o seu. A todos os meus amigos que me honraram com sua amizade, amor e respeito em diversos momentos da vida. Sou grato, em especial, à Cynthia, à Marília, à Liliane e ao Fernando pelas inúmeras tardes de estudo e incentivo para a minha permanência no mestrado.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Antonio Carlos Brolezzi, pelo acolhimento e paciência em muitas situações durante essa trajetória. Obrigado por todas as orientações e conversas.

Ao Prof. Dr. Henrique Marins de Carvalho por todas as contribuições no trabalho e por ter aceitado participar da minha banca de defesa. Que a Força esteja com você.

À Profa. Dra. Marília Prado por todo o incentivo, por todas as contribuições no trabalho e por ter aceitado participar da minha banca de defesa.

Aos Professores Dra. Ana Paula Jahn, Dr. Vinicio de Macedo Santos e Dra. Cristina Dalva Van Berghem Motta por terem aceitado participar da banca de defesa e pelas contribuições no trabalho.

Aos técnicos administrativos e funcionários da Universidade de São Paulo, especialmente ao Irineu Ruel de Oliveira por toda paciência e ajuda.

Aos Professores Me. Débora Denise Dias Garófalo, Eliana Raquel Silva, Me. Fabio de Paiva e Jorgea Débora Silva por terem aceitado e contribuído com este trabalho através da entrevista.

Ao Centro de Inovação da Educação Básica Paulista (CIEBP) e aos meus colegas de trabalho que me auxiliaram no processo de busca e atualização na minha vivência como formador

e docente.

À Universidade de São Paulo (USP) por toda a estrutura e por toda a contribuição que tem como exemplo de excelência para a ciência e para a educação de qualidade.

A todos os envolvidos que direta ou indiretamente contribuíram para a minha formação acadêmica, como pessoa e como ser humano capaz de contribuir com o desenvolvimento de uma sociedade melhor para todos, o meu sincero muito obrigado.

*É necessário
o coração em chamas
para manter os sonhos aquecidos.*

Acenda fogueiras.

— Sergio Vaz

Resumo

Douglas Takasu Bomfim de Oliveira. **A proporcionalidade por meio da Cultura Maker no ensino de matemática**. Dissertação (Mestrado). Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

Através da necessidade da mudança e adaptação das novas realidades trazidas pelas tecnologias nas escolas e pelo seu uso cada vez mais intenso por parte dos estudantes e da sociedade como um todo. Uma atualização nos métodos e formas de ensinar e aprender a Matemática é necessária. A Cultura Maker vem revolucionando os meios de produção e movimentando as pessoas para colocarem a “mão na massa” em suas casas e através de espaços maker. Com as entrevistas realizadas e as pesquisas bibliográficas feitas pudemos construir uma proposta de atividade maker que auxilie no ensino de proporcionalidade. Para este desafio, a cultura maker contribuiu com grande valia, por meio de seus princípios e com o auxílio da tecnologia na modelagem e na fabricação digital, via máquina de corte a laser. Realizamos a construção e a aplicação desta experiência no Centro de Inovação da Educação Básica Paulista (CIEBP).

Palavras-chave: maker. ensino de matemática. mão na massa. proporcionalidade.

Abstract

Douglas Takasu Bomfim de Oliveira. **Proportional reasoning through Maker Culture in mathematics education**. Thesis (Master's). Institute of Mathematics and Statistics, University of São Paulo, São Paulo, 2023.

Through the need for change and adaptation to the new realities brought by technologies in schools and their increasingly intense use by students and society as a whole, an update in methods and forms of teaching and learning mathematics is necessary. The Maker Culture has been revolutionizing production methods and moving people to get their “hands on” in their homes and through makerspaces. By interviews and bibliographic research, we were able to create a proposal for a maker activity that helps teach proportionality. For this challenge, the Maker Culture contributed greatly, through its principles and with the aid of technology in modeling and digital fabrication, via laser cutting machines. We carried out the construction and application of this experience at the Centro de Inovação da Educação Básica Paulista (CIEBP), in the training of teachers from the Rede Estadual de Ensino de São Paulo.

Keywords: maker. mathematical education. hands on. proportionality.

Lista de abreviaturas

2D	Bidimensional (<i>Two dimensions</i>)
3D	Tridimensional (<i>Three dimensions</i>)
ABS	Acrilonitrila butadieno estireno (<i>acrylonitrile butadiene styrene</i>)
BDTD	Biblioteca Digital de Teses e Dissertações
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CIEBP	Centro de Inovação da Educação Básica Paulista
CITEM	Coordenadoria de Informação, Tecnologia, Evidência e Matrícula
DIY	Faça você mesmo (<i>Do it yourself</i>)
IFSP	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
IoT	Internet das Coisas (<i>Internet of Things</i>)
LDB	Lei de Diretrizes e Bases
MDF	Fibra de média densidade (<i>Medium Density Fiberboard</i>)
MUSA	Museu da Amazônia
PCNP	Professor Coordenador do Núcleo Pedagógico
PISA	Programa Internacional da Avaliação de Estudantes (<i>Programme for International Student Assessment</i>)
PLA	Ácido polilático (<i>Polylactic Acid</i>)
POIE	Professores Orientadores de Informática Educativa
Proatec	Professor de Apoio à Tecnologia
SAEB	Sistema de Avaliação da Educação Básica
SARESP	Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo
SED	Secretaria Escolar Digital
STEM	Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (<i>Science, Technology, Engineering and Mathematics</i>)
STEAM	Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática (<i>Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics</i>)
TDIC	Tecnologia Digital de Informação e Comunicação
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (<i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization</i>)
USP	Universidade de São Paulo

Lista de Figuras

Figura 1 : Entrada do CIEBP	10
Figura 2 : Espaço Hub de Inovação	11
Figura 3 : Espaço Programação Descomplicada.....	13
Figura 4 : Espaço Estúdio	14
Figura 5 : Espaço Cultura <i>Maker</i>	14
Figura 6 : Espaço Cultura Digital	15
Figura 7 : Espaço Robótica e Modelagem.....	16
Figura 8 : Espaço Prototipagem e Fabricação Digital.....	17
Figura 9 : Parede lateral	67
Figura 10 : Parede lateral duplicada	68
Figura 11 : Parede frontal.....	68
Figura 12 : Parede frontal rotacionada	69
Figura 13 : Quatro paredes montadas.....	69
Figura 14 : Base do telhado	70
Figura 15 : Base do telhado transladada em z.....	70
Figura 16 : Bases do telhado duplicadas e posicionadas.....	70
Figura 17 : Telhado	71
Figura 18 : Telhado duplicado e espelhado	71
Figura 19 : Porta	72
Figura 20 : Porta posicionada na parede frontal	72
Figura 21 : Porta e parede frontal agrupadas.....	73
Figura 22 : Janela	73
Figura 23 : Casa com as janelas agrupadas	74
Figura 24 : Parede maior e parede menor	74
Figura 25 : Telhado e parede do telhado	75
Figura 26 : Parede maior e menor ampliadas em 200%	75
Figura 27 : Telhado e parede do telhado ampliadas em 200%	76
Figura 28 : Parede maior e menor reduzidas em 50%	76
Figura 29 : Telhado e parede do telhado reduzidas em 50%.....	77
Figura 30 : As três casas construídas fisicamente	77

Lista de Quadros

Quadro 1 :	Diagrama de ilha.....	47
Quadro 2 :	Diagrama de estrutura didática.....	48

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Comparativo entre *Maker*, *Tinkering* e Aprendizagem Criativa..... 50

Sumário

INTRODUÇÃO.....	1
1 Delimitando o tema de pesquisa	5
1.1. Motivação e delimitação do problema	5
1.2. Objetivos	6
1.3. Questões metodológicas	6
2 O Centro de Inovação da Educação Básica Paulista	9
2.1. Formação de estudantes e professores no CIEBP	19
2.2. As trilhas formativas	20
3 Cultura <i>Maker</i>	23
3.1. As bases filosóficas	23
3.2. O <i>Maker</i>	29
3.3. O <i>Maker</i> na educação formal	36
4 As pesquisas sobre Cultura <i>Maker</i> e Ensino	43
4.1. Cultura <i>maker</i> digital.....	43
4.2. Movimento <i>Maker</i> na sala de aula	45
4.3. Cultura <i>Maker</i> como proposta curricular de tecnologia	49
5 Pesquisa de Campo	56
5.1. Análise das entrevistas	58
6 Atividade <i>maker</i> sobre proporcionalidade	63
6.1. Justificativa	63
6.2. Plano de aula	65
6.3. Aplicação	66
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	82
8 Apêndice.....	90
8.1. Apêndice A – Entrevista com Débora Denise Dias Garofalo.....	90
8.2. Apêndice B – Entrevista com Eliana Raquel Silva	93
8.3. Apêndice C - Entrevista com Fabio Paiva.....	94
8.4. Apêndice D - Entrevista com Jorgea Débora Silva	99

INTRODUÇÃO

Muitos caminhos e trajetórias nos trouxeram até aqui e observaremos pelo decorrer desta dissertação que as possibilidades e extensões desde trabalho são muitas e assim como em muitos momentos da nossa vida, caso não estejamos encontrando a utilidade para certo conhecimento adquirido agora, certamente ele estará disponível para alguma função que venhamos a executar no futuro.

Quando iniciei meus estudos no técnico em eletrônica na Escola Técnica Getúlio Vargas, aprendendo sobre circuitos e microcontroladores até o desenvolvimento de outras habilidades técnicas mais ligadas na área de programação. E, posteriormente, quando aprendi linguagens de programação C++ e Java desenvolvendo aplicações como jogos e outras mais utilitárias no Tecnólogo em Jogos Digitais na Fatec São Caetano do Sul – Antonio Russo. Observei o papel intrínseco das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) nas diversas áreas. Mas a minha paixão inicial fora voltada para a Matemática, os algoritmos e resoluções de problemas prendiam a atenção de uma forma que só quando realizei a licenciatura em Matemática, no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) pude me encontrar.

A contar desse momento vinha atuando como professor de Matemática na Educação Básica nas redes particulares e públicas do Estado de São Paulo, no Ensino Fundamental, nos Anos Finais, e no Ensino Médio. E embora buscasse sempre a inovação havia uma falta que não me era preenchida. Utilizando giz e lousa, caneta e quadro branco, lousa digital, TV, projetor, computadores, notebooks, tablets, uma vasta quantidade de recursos para a sala de aula. Evidentemente algumas escolas tinham mais possibilidades que outras.

No entanto, ainda faltava algo que tornasse as coisas mais fáceis de serem utilizadas que realmente integrasse tudo, um fio condutor. Enquanto esses acontecimentos vinham ocorrendo, estudava disciplinas no mestrado profissional em Ensino de Matemática da Universidade de São Paulo (USP) que apresentaram possibilidades de interação e integração entre as diversas áreas da Matemática e a tecnologia. Disciplinas como Tendências da Educação Matemática e Recursos digitais no Ensino e Aprendizagem de Matemática que buscam trabalhar habilidades e

competências para o professor que me auxiliariam a estudar e me desenvolver melhor nesta área. E foi aí que percebi a necessidade de mudança de ambiente para explorar novos rumos e ingressei, em março de 2022, para trabalhar no Centro de Inovação da Educação Básica Paulista (CIEBP) donde me foram apresentando possibilidades que, norteadas pela cultura *maker*, abordavam as tecnologias em muitas áreas do conhecimento. A ideia do termo *maker* a que estamos nos referindo, que em tradução livre significaria criador ou fabricante, poderia ser contextualizado no período pós-Segunda Guerra Mundial no qual as pessoas, por falta de recursos, necessitavam construir suas próprias ferramentas e objetos para viver. A partir daí, esta expressão tem se relacionado com o *do it yourself (DIY)*, ou faça você mesmo, movimento que se popularizou nas redes sociais com as pessoas compartilhando suas invenções enquanto outras replicavam em seus lares.

Desde então, julgo que este será o escopo de trabalho que cada vez mais ganhará espaço nas escolas e instituições de ensino, pois o crescimento do movimento *maker* já abarca os chamados espaços *maker* no Brasil e no mundo. As comunidades digitais andam se apropriando dos princípios do movimento *maker* e compartilhando suas experiências com as pessoas que aprendem com os erros e acertos expostos para realizarem seus próprios projetos em casa. Buscam colocar a mão na massa e substituem, quando podem, as coisas prontas e industrializadas que são vendidas nas lojas.

Diante desta nova realidade que nos encontramos, nós propomos o desenvolvimento de uma atividade que aborde uma habilidade do currículo de Matemática e que integre os princípios da cultura *maker*. Buscamos em muitos momentos, qual seria a melhor forma de aplicá-la na educação, ou seja, foram estudados diversos métodos para tornar esta construção possível. De modo que nossa pergunta norteadora desta pesquisa fosse “Como encontrar uma maneira para abarcar a cultura *maker* no ensino de Matemática com o tema da proporcionalidade?”.

Com todos os desafios que a Educação Matemática tem demonstrado através de avaliações de larga escala, nacionais e internacionais, dos quais são apresentados índices baixos de aproveitamento por parte dos estudantes, tanto no Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) quanto no Programa Internacional da Avaliação de Estudantes (PISA). Além dos problemas recorrentes que em mais de

cinco anos de experiência no Estado como professor da disciplina de Matemática tenho encontrado tais como a indisciplina, falta de motivação, falta de respeito pela figura do professor, a violência, as drogas, entre tantos outros. Nossa proposta não visa solucionar todos os problemas da escola, nem do ensino. Porém, estamos propondo algo que possa enfrentar o que estamos observando como o cerne da questão. Uma possibilidade de resolução que não tem um fim em si mesmo, mas que seja, como muitas que já estão sendo abertas, uma janela para vislumbrar o ensino de matemática sob outra perspectiva.

Iremos realizar este estudo com abordagens metodológicas que visam, de forma qualitativa, adentrar uma atividade para a sala de aula que fora estudada com base nos preceitos da cultura *maker*. De forma complementar, realizamos uma pesquisa de campo com professores que vivenciam esta prática e contribuíram com através da entrevista semiestruturada.

A partir do olhar dos professores entrevistados em consonância com as referências bibliográficas trabalhadas, pudemos também coletar dados de duas experiências que tivemos com outros professores das diversas áreas do conhecimento que atuam na educação básica do Estado de São Paulo que aprenderam sobre a atividade e realizaram formações com alunos e professores a cerca dela.

Os momentos que foram citados foram divididos nos seguintes capítulos a seguir dos quais um resumo se apresenta:

No capítulo 1, realizaremos breve introdução dos objetivos da pesquisa, suas limitações e metodologias utilizadas para subsidiar este trabalho.

No capítulo 2, apresentamos a política pública do Estado de São Paulo, criado pela Secretaria da Educação de São Paulo, o Centro de Inovação da Educação Básica Paulista (CIEBP) que tendo a cultura *maker* como fundamento principal de seus espaços e suas ações para atender professores e alunos das redes estaduais.

No capítulo 3, discorreremos sobre a cultura *maker* em si, suas bases teóricas e principais aportes e referências bibliográficas que dão subsídio para este tema.

No capítulo 4, abordaremos outras dissertações que trataram da mesma temática e que abordaram a questão da cultura *maker* no ensino, em sala de aula, na

educação básica. De modo que realizaremos um resumo estendido dos trabalhos para que possamos analisar os percursos, as prerrogativas e a direção da pesquisa.

No capítulo 5, dissertaremos sobre a pesquisa de campo que foi realizada, como foram estruturadas as perguntas e como pudemos relacionar as referências com as informações dadas pelos entrevistados, além de observar suas experiências práticas.

No capítulo 6, estruturamos um plano de aula com base nas pesquisas relacionando a cultura *maker* com o ensino de proporcionalidade e aplicamos em dois momentos com professores em formação, no CIEBP.

1 Delimitando o tema de pesquisa

Neste capítulo, serão apresentados os motivos que levaram à escolha do tema abordado nesta dissertação, bem como a delimitação do problema em questão, os objetivos que se pretendem alcançar com a pesquisa e a metodologia desenvolvida para atingir esses objetivos.

1.1.Motivação e delimitação do problema

Tanto pesquisas acadêmicas quanto estudos informais apontam que as práticas de ensino e aprendizagem experimentadas podem proporcionar avanços significativos no conhecimento, criando oportunidades para o aprimoramento do desenvolvimento intelectual e podendo auxiliar na melhora dos processos de ensino e aprendizagem.

Nossa motivação de estudo para esta área se dá pelas tecnologias que são utilizadas no Centro de Inovação da Educação Básica Paulista (CIEBP) que visam melhorar a qualidade de ensino na rede estadual de São Paulo por meio do atendimento de estudantes e professores que buscam inovar na educação, em suas escolas e em sua comunidade escolar.

Buscando estudar e nos aprimorar, traremos luz às teorias da educação que darão suporte na fundamentação teórica para este trabalho. Analisaremos cada aspecto da nossa pergunta norteadora para dar respostas e questionamentos para sua implementação.

Nosso problema se delimita na educação básica do Estado de São Paulo, ao utilizar a tecnologia com base na educação *maker* para desenvolver habilidades matemáticas presentes no Currículo Paulista (SÃO PAULO, 2019a) que foram diagnosticadas a partir de resultados da avaliação de larga escala de estudantes da rede pública estadual de ensino, via Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (SARESP).

Não propomos uma solução, nem uma fórmula para auxiliar na defasagem da habilidade apresentada, mas nossa intenção é buscar meios para tornar a tecnologia e a educação cada vez melhor através da criatividade e da inovação.

1.2.Objetivos

Neste contexto apresentado, nosso objetivo é identificar as principais características da Educação *Maker* nos textos e na revisão bibliográfica para produzir uma atividade que seja fundamentada e que possa auxiliar no ensino de Matemática através das ideias da proporcionalidade. Para realizar essa identificação, é necessário compreender as premissas do movimento *maker* na educação.

Para realizar essa análise, serão executadas ações específicas, conforme os objetivos definidos pela pesquisa:

- a) Apresentar e contextualizar o Centro de Inovação da Educação Básica Paulista (CIEBP);
- b) Demonstrar a evolução do *maker* na educação;
- c) Fundamentar a educação *maker* nas teorias de aprendizagem;
- d) Revisar dissertações e bibliografias na área;
- e) Realizar pesquisa de campo com profissionais que atuam na área;
- f) Construir uma atividade *maker* para o ensino de proporcionalidade;
- g) Aplicar e analisar os resultados.

A organização desta pesquisa é guiada pelos objetivos específicos descritos.

1.3.Questões metodológicas

A pesquisa realizada se caracteriza como qualitativa. Segundo Triviños (1992), em suas reflexões sobre pesquisas qualitativas, uma de suas principais características é a flexibilidade e dinamismo em relação às hipóteses que o pesquisador pode ter durante todo o processo de investigação. O pesquisador tem a possibilidade de reavaliar as questões orientadoras da pesquisa, de acordo com os dados encontrados na fase de análise do objeto de estudo. Além disso, o autor aponta que as pesquisas qualitativas permitem uma compreensão mais profunda e abrangente dos fenômenos estudados, uma vez que se baseiam em dados descritivos e interpretativos, em contraposição à simples quantificação dos resultados.

A pesquisa qualitativa não segue uma sequência tão rígida de etapas como a pesquisa quantitativa, segundo Trivinõs (1992). Ao contrário, a coleta e análise de dados não são separadas de forma estanque. As informações coletadas geralmente são interpretadas, o que pode levar a novas buscas de dados. Isso ocorre porque o pesquisador não começa o trabalho orientado por hipóteses levantadas a priori e não considera todas as alternativas possíveis que precisam ser verificadas empiricamente seguindo passo a passo um plano previamente estabelecido, como metas.

Na pesquisa qualitativa, temos que, inicialmente, nossa investigação foi construída por meio de uma revisão de literatura, na qual o pesquisador busca responder a uma pergunta de investigação por meio da busca, análise e descrição de materiais relevantes. Esses materiais podem incluir livros, artigos de periódicos, registros históricos, teses e dissertações, entre outros tipos de documentos. É possível identificar três tipos de revisão na literatura: narrativa, sistemática e integrativa.

A revisão do tipo narrativa na literatura não segue critérios explícitos e sistemáticos para a busca e análise de materiais, sendo comumente utilizada para a fundamentação teórica em pesquisas acadêmicas, de acordo com Rother (2007). Nesse tipo de revisão, a seleção dos materiais é baseada na subjetividade do pesquisador, sem uma metodologia rigorosa.

Nós utilizaremos da revisão na literatura do tipo narrativa para aprofundarmos nossos estudos e possibilitar que o aprendizado seja desenvolvido para atingirmos a nossa proposta.

Os procedimentos adotados para a realização desta pesquisa começaram com a revisão da literatura, que permitiu o aprofundamento do referencial teórico. Entendo os processos e as pesquisas e dissertações na área da cultura *maker* na educação. Revisamos e construímos pedagogicamente os subsídios necessários para introduzir o *maker* na educação, demonstrando tanto a evolução do movimento *maker* quanto das teorias construtivistas na educação.

Apresentamos o Centro de Inovação da Educação Básica Paulista (CIEBP), seu funcionamento e como ele se situa e se relaciona com a nossa pesquisa, pois realizamos pesquisa de campo na forma de entrevista semiestruturada, neste

contexto, com a professora que auxiliou na criação do CEIBP e alguns dos professores que atuam nele.

Com todo o nosso aporte e estudos, construímos uma atividade que foi desenvolvida e aplicada no CIEBP utilizando os preceitos da educação *maker* com foco num tema da Matemática.

Por fim, coletamos os resultados, analisamos as entrevistas e mostramos perspectivas para ações futuras nesta área promissora.

2 O Centro de Inovação da Educação Básica Paulista

O Centro de Inovação da Educação Básica Paulista (CIEBP) é uma política pública do Estado de São Paulo que teve sua inauguração em 18/11/2020, localizado na Rua Padre Chico, 420. Segundo o “Manual de implementação do Centro de Inovação da Educação Básica paulista” publicado em 2022 (De Inovação, 2022), o CIEBP é o resultado de uma tríade de estratégias da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo para promover a tecnologia e a inovação na rede estadual. A tríade é composta por:

- Inova Educação que é responsável pela inserção do componente de tecnologia no Currículo Paulista através das competências e habilidades específicas da área tecnológica, tendo como eixo estruturante as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), o Letramento Digital e o Pensamento Computacional atendendo desde os Anos Iniciais do Ensino Fundamental até as últimas séries do Ensino Médio;
- Movimento Inova que é um evento voltado para professores e estudantes com o intuito de oportunizar a vivência dos três componentes do Programa Inova Educação (SÃO PAULO 2019b), formado pelas disciplinas de Projeto de Vida, Eletivas e Tecnologia e Inovação, buscando proporcionar um ambiente de criação, compartilhamento de ideias e soluções que buscam melhorar e desenvolver a escola e a comunidade escolar;
- CIEBP é uma iniciativa voltada para a promoção da inovação educacional no Estado de São Paulo, no Brasil. O CIEBP tem como objetivo principal utilizar a tecnologia e as metodologias ativas para promover uma rede colaborativa de inovação na educação básica. Para isso, ele se concentra em quatro eixos principais: Pensamento Computacional, Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação, Letramento Digital e Cultura *Maker*.

O CIEBP busca incentivar a criatividade, o trabalho cooperativo, o protagonismo e o pensamento crítico e científico dos estudantes, por meio de projetos

e vivências que auxiliem na formação e consolidação dos projetos de vida tanto dos professores quanto dos estudantes. O Centro busca ressignificar a prática docente em sala de aula, estimulando a formação contínua dos professores e a promoção de atividades práticas que possam ser multiplicadas e replicadas pela rede de ensino. Por fim, o CIEBP é uma expressão da educação pública comprometida com a excelência e a equidade, em que toda a comunidade escolar é envolvida na cultura de inovação e vivencia o papel da transformação social.

Desde a data de sua criação o CIEBP tem se articulado em múltiplas áreas para aprimorar a criação, o desenvolvimento e a avaliação através da demonstração de metodologias ativas na prática utilizando a tecnologia para enfrentar os desafios da educação pública contemporânea. A partir do Currículo Paulista no Ensino Médio (SÃO PAULO, 2020) e no Ensino Fundamental (SÃO PAULO, 2020) e das Diretrizes de Tecnologia e Inovação do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2019a) busca-se atender e aprimorar os métodos de ensino para que sejam cada vez mais inovadores e adaptados às necessidades atuais, utilizando-os como um poderoso recurso educacional para o desenvolvimento de habilidades e competências essenciais. O CIEBP dispõe de uma ampla gama de ferramentas tecnológicas plugadas e desplugadas para facilitar o acesso e a aprendizagem de professores e alunos. Formando os estudantes para o pleno exercício da cidadania digital, projeto de vida e protagonismo juvenil.



Figura 1 - Entrada do CIEBP
Fonte: Autor (2023)

Conforme a figura 1, o CIEBP se adentra ao atravessar esta porta de vidro, no segundo andar da Escola Estadual Professora Zuleika de Barros Martins Ferreira. O

CIEBP conta com sete espaços distintos, onde são realizadas formações e atividades, que tem como norte as metodologias ativas que tornam o estudante como protagonista de seu conhecimento, que vão desde a ideação de projetos, atividades de programação em blocos, montagem de circuitos elétricos, robótica educacional, cultura digital e “mão na massa”, até a prototipação e modelagem. Detalharemos sobre cada um dos sete espaços para uma melhor compreensão do todo.

O Hub de Inovação é um espaço para compreender a construção de projetos que buscam soluções inovadoras de forma colaborativa, com base em desafios reais da sociedade contemporânea. Seu objetivo é trabalhar na formação de professores e estudantes com propostas voltadas à criação e desenvolvimento de projetos, em temas como a Educação Financeira, o Empreendedorismo e a Sustentabilidade, por meio de Trilhas Formativas e Mentorias com o auxílio de metodologias ativas. Conforme está representado na figura 2, é ressaltado no espaço a importância da criação e da educação empreendedora.



Figura 2 - Espaço Hub de Inovação
Fonte: Autor (2023)

O espaço de Programação Descomplicada é um local para trabalhar o pensamento computacional e a linguagem de programação de forma simples e lúdica, com uma proposta de trabalho “plugada” e “desplugada” na criação de jogos, histórias e animações. Podemos entender como atividade “plugada” aquela que envolve o uso de tecnologia, geralmente um dispositivo eletrônico, como computador, tablet, smartphone, entre outros. Alguns exemplos de atividades “plugadas” incluem jogar um jogo no computador, assistir a um vídeo no YouTube ou enviar um e-mail. Por outro lado, atividade “desplugada” é aquela que não requer o uso de tecnologia ou

eletricidade para ser realizada. Essas atividades podem envolver ações manuais como ler um livro, desenhar, escrever um diário, jogar um jogo de tabuleiro ou resolver um quebra-cabeça.

O objetivo das atividades neste espaço é de compreender os quatro pilares do pensamento computacional: a decomposição, o reconhecimento de padrão, a abstração e o algoritmo, de maneira que possibilite, a alunos e professores, a autonomia para a resolução de problemas. Brackmann (2017), resume os pilares da seguinte maneira

Pensamento Computacional envolve identificar um problema complexo e quebrá-lo em pedaços menores e mais fáceis de gerenciar (DECOMPOSIÇÃO). Cada um desses problemas menores pode ser analisado individualmente com maior profundidade, identificando problemas parecidos que já foram solucionados anteriormente (RECONHECIMENTO DE PADRÕES), focando apenas nos detalhes que são importantes, enquanto informações irrelevantes são ignoradas (ABSTRAÇÃO). Por último, passos ou regras simples podem ser criados para resolver cada um dos subproblemas encontrados (ALGORITMOS). (BRACKMANN, 2017, p.33)

Não apenas neste espaço é possível observar a importância de cada um destes pilares, pois eles são guia para muitas atividades de outras salas que desenvolvem o pensamento computacional dos estudantes ao conduzir e aplicar estes conceitos. Podemos observar na figura 3, o papel do Pensamento Computacional permeando os tabuleiros e atividades lúdicas presentes no espaço que auxiliam as atividades pedagógicas desenvolvidas com os estudantes e professores.



Figura 3 - Espaço Programação Descomplicada
Fonte: Autor (2023)

No Estúdio, ocorre o desenvolvimento de atividades voltadas à Educomunicação, com infraestrutura básica para gravação, edição e veiculação de conteúdos audiovisuais, transformando ideias em formatos multimídia. Para entendermos melhor sobre a Educomunicação, temos o entendimento de De Oliveira Soares (2014) sobre o assunto,

No caso, a Educação para a Comunicação, aqui denominada como Educomunicação preocupa-se fundamentalmente com o fortalecimento da capacidade de expressão de crianças e jovens. Para que a meta seja alcançada, todas as formas de comunicação são objeto de análise, desde a interpessoal, a familiar, passando pela escolar, até chegar à midiática massiva. (DE OLIVEIRA SOARES, 2014, p. 18)

Portanto, a educação para a comunicação abarca a mediação tecnológica na educação que consiste no campo de estudo que abrange as mudanças advindas da incidência das inovações tecnológicas no dia a dia dos grupos sociais e das pessoas. E, também, permite que sejam feitas reflexões sobre os interlocutores do processo de comunicação, no campo pedagógico, para a formação de pessoas que recebem a mensagem de forma crítica e autônoma, independente do meio (DE OLIVEIRA SOARES, 2002). Vemos na figura 4, os recursos necessários para gravação e captura de imagens para desenvolver atividades de comunicação e se conectar com os jovens.



Figura 4 - Espaço Estúdio
Fonte: Autor (2023)

O espaço *Cultura Maker*, tem como proposta o aprender fazendo, por meio da criatividade, colaboração, escalabilidade e sustentabilidade. Seu objetivo é o desenvolvimento do pensamento crítico do estudante, seu trabalho em equipe, sua resiliência ao erro e empatia, por meio de atividades mão na massa onde eles sejam os protagonistas no desenvolvimento de protótipos que poderão ser utilizados em seu cotidiano. Observemos na figura 5, o reuso de materiais e as ferramentas para a adaptação e construção de objetos que são disponibilizados aos estudantes e professores que participam das atividades.



Figura 5 - Espaço *Cultura Maker*
Fonte: Autor (2023)

Na Cultura Digital, propõe-se a professores e estudantes a produção de atividades audiovisuais, por meio da abordagem da educomunicação e fazendo uso, também, do pensamento computacional como forma de resolução de problemas. O principal objetivo deste espaço é, levando sempre em consideração o uso ético e reflexivo das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), utilizar a tecnologia para otimizar a aprendizagem, engajar os estudantes e desenvolver habilidades e competências, reconhecendo o seu papel fundamental na contemporaneidade.



Figura 6 - Espaço Cultura Digital
Fonte: Autor (2023)

Além das principais ferramentas de gravação, vistos na figura 6, há também uma gama de atividades de edição de imagem e som que compõem o espaço. Para isso, são oferecidas experiências na elaboração de narrativas digitais, a reflexão e o pensamento crítico em relação à comunicação nas redes sociais e ao desenvolvimento de aplicativos, bem como a possibilidade de compreender o uso de ferramentas para a criação, gravação e edição de conteúdos multimídias.

O espaço de Robótica e Modelagem é um local que torna acessível, a estudantes e professores, a criação de protótipos e projetos, por meio do uso da linguagem de programação, plataformas de prototipagem e simuladores, a partir da compreensão dos quatro pilares do pensamento computacional. Seu objetivo é garantir ao estudante o pensamento crítico e a reflexão na prática no processo de

exploração e criação de modelos funcionais. Nesse caso, torna-se importante entender o uso de componentes eletrônicos e de plataformas de prototipagem (online e offline), além de permitir a criação e o refinamento da programação do projeto em simuladores. Observamos na figura 7, algumas possibilidades de criação de robôs que desempenham funções variadas, com microcontroladores, motores, sensores, dentre outros dispositivos.



Figura 7 - Espaço Robótica e Modelagem
Fonte: Autor (2023)

No espaço de Prototipagem e Fabricação Digital, temos um lugar para criação, inovação e descobertas, que ganham forma através de protótipos e objetos com propostas pedagógicas. O objetivo das atividades propostas nesse espaço é o desenvolvimento de projetos que podem ser utilizados com diversos materiais e equipamentos, como a impressora 3D e a máquina de corte a laser. As modelagens nesses equipamentos são realizadas a partir da utilização de softwares de criação 3D e de vetorização em 2D, respectivamente.



Figura 8 - Espaço Prototipagem e Fabricação Digital
Fonte: Autor (2023)

Conforme a figura 8, as duas máquinas podem produzir e reproduzir diferentes e diversificados projetos, como mapas geográficos, foguetes, patrimônios históricos, dispositivos para acessibilidade, dentre outros. As possibilidades são grandes uma vez que a fabricação digital permite infinitas construções. É possível constituir protótipos e artefatos a partir de filamentos para impressão 3D, com o ácido polilático (PLA) e o acrilonitrila butadieno estireno (ABS). Também é possível modelar criações que podem ser montadas através do corte a laser de materiais como o painel de fibra de média densidade (MDF) e de placas de cartão ondulado (mais conhecido como papelão). Além destes, há outros materiais que serviriam como matéria prima para ambas as máquinas que variam conforme o fabricante e o modelo do equipamento.

Por meio destes sete espaços apresentados, o CIEBP se estrutura para fomentar iniciativas e contribuir para a melhoria na qualidade da educação básica no Estado de São Paulo. Através de pilares como a tecnologia, a inovação e a Cultura *Maker*, todas as atividades do centro focam no aprimoramento do processo ensino aprendizagem com recursos que normalmente não se encontram na sala de aula regular.

Atualmente, o CIEBP conta com dezoito unidades inauguradas (SÃO PAULO, 2022b):

- CIEBP Capela do Alto – Prédio da Secretaria da Educação Municipal

- Parque das Crianças localizado em Jundiaí

Estes dois acima atuam em regime de colaboração com o município atendendo, por conta disso, professores e estudantes da rede municipal de suas cidades também. Os outros abaixo relacionados atendem apenas estudantes e professores da rede estadual de Educação do Estado de São Paulo:

- Escola Estadual Albino Cesar, localizado na zona norte de São Paulo
- Escola Estadual Ângelo Mendes, localizado na zona sul de São Paulo
- Escola Estadual Barão do Rio Branco localizado em Catanduva
- Escola Estadual Cidade Soimco II localizado em Guarulhos
- Escola Estadual Dona Pilar Garcia Vidal localizado na zona leste de São Paulo
- Escola Estadual Doutor Thomaz Alberto Whately localizado em Ribeirão Preto
- Escola Estadual Francisco Euphrasio Monteiro localizado em Sorocaba
- Escola Estadual João Cursino localizado em São José dos Campos
- Escola Estadual Joaquim Fernando Paes de Barros Neto localizado em Itapeçerica da Serra
- Escola Estadual Maestro Callia localizado na zona sul de São Paulo
- Escola Estadual Professor Veiga Junior localizado em Iguape
- Escola Estadual Professora Esmeralda Becker Freire de Carvalho localizado em Carapicuíba
- Escola Estadual Urubupungá localizado em Ilha Solteira
- Escola Estadual Victor Lacorte localizado em Araraquara
- Escola Estadual Professora Zuleika de Barros Martins Ferreira localizado na zona oeste de São Paulo

Sendo este último, o CIEBP central, que faz parte do Órgão Central, ligado à Coordenadora Pedagógica (COPED) da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, do qual faço parte e atuo profissionalmente, que organiza, coordena e lidera as formações pedagógicas das equipes em seus respectivos centros. Além de cuidar das inaugurações, fomentar estratégias e articular com a Secretaria Estadual da Educação

do Estado de São Paulo ações e políticas para promoção de seus ideais e métodos em prol da educação.

Desta forma, os outros CIEBP replicam e realizam atendimentos tomando como base o que é produzido e construído pelo CIEBP central, se reportando em suas dificuldades e desafios pedagógicos que venham a ocorrer durante sua operacionalização.

Há também o que é conhecido como CIEBP móvel, pois se desloca de tempos em tempos pelo Estado de São Paulo, chamado de Carreta CIEBP Presente que funciona dentro de um caminhão articulado que contém os principais espaços do CIEBP para sua operação.

2.1. Formação de estudantes e professores no CIEBP

O Centro de Inovação da Educação Básica Paulista (CIEBP) possui três modalidades principais de atendimento ao público que são agendadas para que possam ocorrer. As trilhas formativas que são direcionadas aos estudantes, mas que os professores também participam, as mentorias que são focadas em parcerias entre professores e alunos e a formação de professores direcionada apenas aos profissionais da educação. Descreveremos um pouco de cada um a seguir:

As trilhas formativas advém do termo trilha que sugere um caminho que os alunos seguem à medida que constroem seu conhecimento. São atividades delimitadas em quarenta minutos por espaço e, normalmente, os estudantes percorrem três salas por visita. Com base em três eixos temáticos (Sustentabilidade e Meio Ambiente, Internet das Coisas (IoT) e Educação 5.0, Projeto de Vida e Mundo do Trabalho), os visitantes percorrem as salas e se envolvem com as competências e habilidades específicas de cada uma.

A mentoria caracteriza-se como uma via aberta onde estudantes e professores têm a oportunidade de receber formação específica e educação de sua escolha em cada sala do Centro de Inovação da Educação Básica Paulista (CIEBP). Dessa forma, torna-se um momento em que cada indivíduo pode personalizar sua experiência ao utilizar os recursos do Centro. Por meio da mentoria, alunos e professores recebem o apoio necessário para realizar seus projetos com o apoio dos professores do CIEBP

em todas as etapas (planejamento, execução e avaliação) e para utilizar as diversas instalações do Centro. Uma mentoria pode consistir em várias reuniões, dependendo das necessidades do projeto. A primeira reunião geralmente consiste em uma análise do projeto apresentado pelo professor e sua turma em conjunto com a equipe do CIEBP para determinar as etapas do processo, as estimativas e a quantidade de reuniões necessárias para concretização de seu projeto, cada encontro de mentoria dura duas horas.

A formação de professores oferecida pelo Centro de Inovação da Educação Básica Paulista (CIEBP) visa dar aos profissionais da educação básica paulista a oportunidade de vivenciar e experimentar novas tecnologias, ferramentas inovadoras e metodologias ativas na prática, as atividades têm duração de vinte minutos por espaço, totalizando duas horas. Dessa forma, podem contribuir para a melhoria da qualidade do ensino onde atuam. A formação apresenta três eixos: Pensamento Computacional, Cultura Digital e Empreendedorismo.

As trilhas formativas podem ser agendadas nas segundas-feiras, quartas-feiras e nas sextas-feiras. As mentorias e as formações de professores são agendadas nas terças-feiras e nas quintas-feiras. Por meio destas três frentes de ação que o CIEBP busca demonstrar inovação e tecnologia no ensino para a educação básica paulista, desde os anos iniciais do ensino fundamental até o último ano do ensino médio.

2.2. As trilhas formativas

As trilhas formativas são a principal forma de atendimento para os estudantes e o mais estruturado, pois existem nove trilhas para cada espaço presente no CIEBP. Para os alunos do Ensino Fundamental dos Anos Finais e do Ensino Médio, há três trilhas que são de nível básico e outras três trilhas de nível de aprofundamento, no qual a mesma habilidade encontrada no básico, presente no componente de Tecnologia das Diretrizes de Tecnologia e Inovação do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2019a), é trabalhada em nível mais avançado, numa segunda formação do estudante.

Estas seis trilhas são definidas para sua aplicação conforme o eixo e seu dia da semana, por exemplo, na segunda-feira é o eixo de Sustentabilidade e Meio

Ambiente, na quarta-feira temos a Educação 5.0 e Internet das Coisas (IoT) e a sexta-feira o norte é o Mercado de Trabalho e o Projeto de Vida. Os três eixos podem ser resumidos desta forma:

Em Sustentabilidade e Meio Ambiente, o estudante é convidado para realizar uma reflexão crítica sobre os problemas que acometem o nosso planeta, para que ele consiga se conscientizar e transformar suas atitudes diárias, tomando necessárias ações sustentáveis, bem como, buscando soluções para essa circunstância ambiental, além de conhecer, analisar e planejar formas e meios mais harmônicos de conviver com a natureza.

Na Educação 5.0 e Internet das Coisas (IoT), temos a inclusão do IoT já na Educação 4.0 que ao avançar para a 5.0 traz como foco principal para o estudante juntar, não apenas a aplicabilidade da tecnologia no ensino, porém também notabilizar o bem-estar da pessoa trabalhando suas competências socioemocionais (SANTOS et al, 2019).

No Mercado de Trabalho e Projeto de Vida, buscamos desenvolver um projeto de vida individualizado que permite a identificação das aspirações próprias do indivíduo bem como suas potencialidades e desafios para trazê-los para a realidade do mercado de trabalho, ao valorizar a diversidade de experiências e vivências culturais. (SÃO PAULO, 2020)

Por meio destes três eixos, busca-se contribuir para uma formação integral do sujeito que vise seu exercício pleno para a cidadania, sua formação para o mercado de trabalho e seu pleno desenvolvimento, conforme os princípios da LDB 9394/96 (BRASIL, 1996).

As trilhas voltadas para os anos iniciais são divididas da seguinte maneira, uma para os alunos do primeiro e segundo ano do Ensino Fundamental e outra voltada para o terceiro, quarto e quinto ano do Ensino Fundamental. Por conta do nível de letramento e amadurecimento das crianças, as trilhas iniciais buscam promover o desenvolvimento de habilidades motoras e de compreensão mais básica, sem a necessidade de leitura. Nas trilhas voltadas a partir dos terceiros, começam a trabalhar habilidades de leitura em conjunto com a atividade tecnológica particular de cada espaço.

Outra modalidade de trilha que surgiu como atividade extra para as férias dos estudantes são as trilhas de diversidade e antirracismo. Estas buscam trabalhar estes temas com foco na reflexão, debate e crítica dos sistemas excludentes que permeiam nossa sociedade. Necessária e importante, esta trilha se tornou parte integrante das atividades oferecidas pelo CIEBP após debate entre os pares. Esta trilha é voltada para os Anos Finais do Ensino Fundamental e para o Ensino Médio.

Todas as trilhas são agendadas pelos professores via Secretaria Escolar Digital pelo site (SÃO PAULO, 2022). Por conta de sua duração, é possível escolher três trilhas formativas por visita, totalizando duas horas. As opções estão divididas em seis percursos que buscam abranger a maior quantidade possível de estudantes e professores visitando o Centro durante a operacionalização. Estruturada para uma média de trinta e cinco pessoas por espaço, é possível atender duzentos e dez indivíduos a cada quarenta minutos. Em carga total, ou seja, com todos os espaços atendendo durante todo o dia apenas trilhas formativas, seria possível atender algo em torno de mil e duzentos e sessenta alunos por dia, conforme a reportagem de São Paulo (2022b).

3 Cultura Maker

Para introduzir o conceito do *maker* na educação, iremos inicialmente seguir alguns passos introdutórios, fornecendo subsídios através das bases filosóficas, depois analisando os primeiros movimentos e o crescimento do termo *maker* e, por fim, das perspectivas quanto as possibilidades de aplicação na educação formal, bem como a análise dos documentos oficiais que o referenciam.

3.1.As bases filosóficas

Para aprofundar nosso entendimento sobre as bases e linhas de estudo que utilizamos para fundamentar o *maker* na perspectiva pedagógica, é útil traçar alguns paralelos e tendências da educação que podem contribuir, de maneiras distintas, para o nosso trabalho. Para isso, vamos começar por compreender o importante papel da Teoria da Aprendizagem Construtivista, que tem em Piaget e Vygotsky seus grandes criadores e colaboradores.

De acordo com Vasconcelos et al (2003), o modelo piagetiano permitiu reconhecer o aluno como o principal responsável pela sua própria aprendizagem e construtor do seu conhecimento. Por meio da sua teoria sobre o desenvolvimento cognitivo da criança, Piaget (1985) dividiu esse processo em quatro períodos, e ao observar os sistemas de assimilação e acomodação do indivíduo, possibilitou um grande avanço no entendimento sobre o funcionamento do cérebro infantil.

Outra teoria que aprimorou o construtivismo foi a sociocultural, concebida por Vygotsky (1998). Através do seu conceito de zona de desenvolvimento proximal, que é a distância entre o nível atual de desenvolvimento de uma criança e o seu potencial máximo, que pode ser alcançado com a ajuda de um tutor ou colega mais experiente, Vygotsky destacou o papel da interação e da cultura na qual a criança está inserida. Ambas as teorias enfatizam o papel do indivíduo na construção do conhecimento, e por isso são referenciadas para o construtivismo.

Complementando a teoria construtivista, Dewey (2011) ressalta a importância da boa experiência como propulsora de desafios que causam impacto positivo na pessoa. Ele destaca que uma experiência ruim leva à frustração e à desistência,

enquanto uma experiência significativa pode gerar novas buscas naquele sentido. Nessa perspectiva, posteriormente Dewey (1979) reflete sobre a importância do método na formação de hábitos de pensamento reflexivo, estabelecendo condições que despertem e guiem a curiosidade, preparando conexões nas experiências que promovam o fluxo das sugestões e criem problemas e propósitos que favoreçam a consecutividade na sucessão de ideias.

Essa abordagem complexa e intrigante da educação propõe despertar a curiosidade, valorizar as experiências relevantes e permitir a sucessão nos degraus do conhecimento. É uma proposta que vai além das repetições de fórmulas e exercícios sem contexto, oferecendo uma perspectiva mais ampla e significativa para a aprendizagem.

Seguindo essa linha de pensamento, o matemático e educador sul-africano Seymour Papert elaborou a Teoria Construcionista. Essa teoria se baseia na Teoria Construtivista e nas premissas de Piaget, mas acrescenta o papel da experiência da criança na criação e compartilhamento de objetos físicos ou digitais (SOSTER, 2018). Segundo Flores (2016), o Construcionismo conceitua a aprendizagem como sendo feita através do fazer, no qual são elaboradas formas de investigação ou invenção com o uso de ferramentas ou ideias.

A Teoria Construcionista, proposta por Papert em 1985, integra os aspectos cognitivos e emocionais do desenvolvimento infantil por meio da criação de artefatos concretos. Ao assumir o papel de cientista em um laboratório equipado com diversas ferramentas, a criança pode experimentar e aprender de forma não instrutiva, explorando os objetos, máquinas e dialogando com seus colegas sobre suas obras e experiências. Além disso, ao ter acesso a um computador conectado à internet, o estudante amplia ainda mais sua experiência, interagindo com objetos, pessoas e vivências de diversas partes do mundo.

A Teoria Construcionista é uma junção das teorias construtivista de Piaget e da ideia de que a construção do conhecimento acontece quando os alunos criam, fazem e compartilham objetos publicamente. Conforme Blikstein (2013), essa teoria fundamenta o que muitos entusiastas do movimento *maker* propõem, mesmo que muitos não estejam cientes disso. Assim, é possível perceber o quanto o fazer, o compartilhar e o criar contribuem na construção do conhecimento.

Nessa teoria, busca-se que a possibilidade do significado do fazer na educação seja utilizado como referência para a educação *maker*, trazendo o indivíduo para o papel central de protagonista e construtor de conhecimento por meio da experimentação. O construcionismo de Papert tem como base o construtivismo de Piaget e defende que o conhecimento é mais bem construído quando os alunos criam, produzem e compartilham objetos.

Para unir e alinhar as perspectivas fundamentais para o *maker*, podemos analisar a importante contribuição de Clapp *et al* (2016) ao resumir as teorias:

Em suma, aprendizagem centrada no *Maker* claramente tem raízes profundas nas teorias progressivas de aprendizagem de pensadores como John Dewey, Jean Piaget, Seymour Papert e Lev Vygotsky. Ela também está claramente conectada com abordagens educacionais como aprendizagem em pares e baseada em projetos. Mas apesar dessas raízes e conexões, a aprendizagem *Maker* tem seu próprio centro de gravidade, o qual é caracterizado por temas como o encorajamento da agência no aluno e construção do caráter, ensino-aprendizagem distribuídos, uma celebração do comportamento de descoberta exploratório-experimental (*tinkering*) e de uma ética no compartilhamento do conhecimento. (CLAPP *et al.*, 2016, p. 50).

Os quatro autores citados destacam, cada um à sua maneira, a contribuição necessária para subsidiar o uso do *maker* na educação. A Teoria Construtivista, aliada à experiência e ao uso de computadores, integra a essência da aprendizagem *Maker*. Esta, por sua vez, vai muito além de uma simples metodologia ativa, pois contribui para incentivar a autonomia do aluno e o desenvolvimento de seu próprio aprendizado. O espírito *maker*, através do *tinkering*, valoriza o hábito de explorar e experimentar. Inicialmente, podemos entender o *tinkering* como a atividade de experimentação, exploração e manipulação de objetos ou materiais, sem um objetivo pré-definido.

Nesse contexto, é importante destacar a relevância do brincar para auxiliar no processo de construção de aprendizagem, colocando em prática as vivências e conhecimentos adquiridos. Ao validar hipóteses, experimentar o erro e realizar ajustes e melhorias, o erro é valorizado como parte integrante do processo de aprendizagem.

Criando protótipos, observa-se muitas imperfeições na peça, das quais é possível buscar melhorias e aperfeiçoamentos para torná-la funcional e estética.

A estética é crucial para a identificação e formação pessoal. Inicialmente, a tecnologia e o *maker* estavam relacionados apenas à Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (*STEM*, na língua inglesa), mas com a adição das Artes, temos a atual *STEAM* (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics). A transformação do *STEM* para o *STEAM*, que inclui a arte, é amplamente utilizada na educação atualmente. A estética desempenha um papel crucial na identificação e formação pessoal e não é apenas uma questão superficial. Cilleruelo e Zubiaga (2014) destacam que muitos cientistas, matemáticos e engenheiros avaliam suas atividades posteriormente e veem "certas qualidades artísticas" como a chave para o sucesso, incluindo a curiosidade subjetiva, a observação precisa, a percepção de objetos de maneira diferente e o trabalho efetivo com outros.

Em resposta a essa necessidade, em 2006, Georgette Yakman cunhou o termo *STEAM* como um novo paradigma para a educação por meio das disciplinas, interpretando a ciência e a tecnologia por meio da engenharia e das artes. Dessa forma, a inserção da arte no contexto do *maker* e do *STEM* permite uma abordagem mais holística e enriquecedora da educação, estimulando a criatividade e a inovação.

A abordagem *STEAM* nas propostas pedagógicas visa integrar interdisciplinarmente, de forma conjunta, as habilidades das disciplinas referenciadas em prol de uma aprendizagem inovadora e integrativa para o estudante. Estimulando o desenvolvimento de um pensamento crítico e proporcionando aos alunos uma maior habilidade de lidar com a complexidade do mundo. A Educação *STEAM* é particularmente interessante quando combinada com a Cultura *Maker*, que reforça a proposta de *STEM*-ampliado, segundo Maia *et al.* (2021):

Dentre as metodologias privilegiadas pelas práticas em Educação *STEAM*, destacam-se a ABP e Cultura *Maker*, reforçando a proposta de *STEM*-ampliado. Tais metodologias ativas de aprendizagem e de tendências de uso de tecnologias educacionais preconizam o aluno como protagonista da sua aprendizagem, produtor de conhecimento e criativo com "mão na massa" para desenvolver suas soluções. (MAIA *et al.*, 2021, p.83)

As metodologias ativas de aprendizagem e as tendências de uso de tecnologias educacionais buscam colocar o aluno como protagonista de sua própria aprendizagem, incentivando-o a ser produtor de conhecimento e criativo, tendo uma postura ativa na construção do seu aprendizado. Nesse contexto, a Abordagem Baseada em Problemas (ABP) e a Cultura *Maker* são duas metodologias ativas que são muito utilizadas. A ABP é uma metodologia que se concentra na resolução de problemas reais como forma de aprendizagem. Os alunos são incentivados a fazer perguntas, a explorar diferentes fontes de informação e a desenvolver habilidades de pensamento crítico e resolução de problemas. A Cultura *Maker*, por sua vez, incentiva o aprendizado a partir da experimentação, do "faça você mesmo" e do "mão na massa", permitindo que os alunos desenvolvam suas habilidades manuais e criativas.

De acordo com Lima (2019), as metodologias ativas são aquelas que se baseiam em abordagens pedagógicas que empregam experiências reais ou simuladas para criar condições que permitam a resolução de desafios contextualizados em diferentes situações práticas, de acordo com a prática social. Essas metodologias proporcionam um ambiente propício para práticas docentes críticas e libertadoras, de forma que no diálogo e na reflexão crítica sobre a realidade social do estudante contribuem para promover a conscientização e a transformação social, preceitos defendidos por Freire (1996).

Além disso, Mitchel Resnick (2020), professor do MIT Media Lab, enfatiza a importância de proporcionar aos alunos experiências em que eles possam criar, experimentar e explorar, em vez de apenas receber informações passivamente. Ele defende que a educação deve ser baseada em projetos, em que os alunos possam construir coisas reais e solucionar problemas reais, o que é uma abordagem semelhante às metodologias ativas. Resnick também enfatiza a importância de ensinar habilidades para a vida, como pensamento crítico, criatividade e resolução de problemas, em vez de simplesmente ensinar conteúdos específicos. Assim, a integração da Cultura *Maker* com a Educação STEAM pode oferecer um ambiente de aprendizagem mais eficaz e enriquecedor para os alunos, permitindo que eles desenvolvam habilidades importantes para o século XXI.

Segundo Resnick (2020), a aprendizagem criativa é baseada em quatro princípios fundamentais: "imaginação, experimentação, descoberta e criação".

Através da imaginação, os estudantes são instigados a criar ideias e soluções criativas para problemas e desafios. A experimentação é uma forma de testar essas ideias na prática, permitindo que os estudantes descubram o que funciona e o que não funciona. A descoberta é o processo de aprendizagem a partir das experiências de experimentação, permitindo que os estudantes descubram novas ideias e possibilidades. Por fim, a criação é o resultado da aplicação desses princípios, permitindo que os estudantes desenvolvam projetos criativos e inovadores.

A abordagem de aprendizagem criativa de Resnick valoriza o processo de aprendizagem, incentivando a experimentação, a colaboração e o trabalho em equipe. Através da exploração de diferentes áreas do conhecimento, como a arte, a tecnologia e a ciência, os estudantes são incentivados a desenvolver soluções criativas e inovadoras para problemas e desafios complexos.

Resnick (2009) é o criador do programa Scratch, uma plataforma de programação visual utilizada por estudantes em todo o mundo para criar histórias interativas, jogos e animações. Através do Scratch, Resnick busca incentivar a criatividade e a experimentação, permitindo que os estudantes desenvolvam projetos criativos e inovadores utilizando a programação.

Essa abordagem de aprendizagem busca promover um ambiente em que os estudantes possam experimentar, criar e desenvolver projetos inovadores, utilizando as ferramentas e tecnologias disponíveis em espaços *makers*. Através da aprendizagem criativa através da educação *maker*, os estudantes podem desenvolver habilidades como a resolução de problemas complexos, o pensamento crítico, a colaboração e a comunicação, enquanto criam projetos que combinam diferentes áreas do conhecimento.

A aprendizagem criativa através da educação *maker* incentiva a experimentação e a exploração, permitindo que os estudantes criem soluções criativas e inovadoras para problemas e desafios reais. Essa abordagem valoriza a colaboração e o trabalho em equipe, incentivando os estudantes a compartilharem ideias e conhecimentos para desenvolver projetos que possam ter impacto na sociedade.

3.2.O *Maker*

Na sociedade moderna, vivemos um aumento cada vez maior da necessidade de consumo, o qual, através do modelo socioeconômico que vivemos, representa um status, um valor, uma imagem que se transmite ao estar na moda. Ao adquirir tal produto obtém-se a identidade reconhecida por todas as pessoas que valorizam aquilo, o ter é mais importante do que o ser.

É possível perceber que as indústrias atendem essas necessidades e geram novas demandas, alimentando o consumo exacerbado e praticando algo que ficou conhecido como obsolescência programada. Este é um conceito que define uma vida útil cada vez mais curta para os produtos que consumimos, a fim de garantir que sejam descartados e seja feita uma nova compra, girando cada vez mais rápido o mercado e as empresas.

Na contramão desta perspectiva, algumas pessoas ao redor do mundo, tem divulgado e compartilhado o que chamamos de faça você mesmo ou *do it yourself* (*DIY*) que conhecemos como a ideia de se produzir o seu próprio produto, utensílio, brinquedo etc. Dentro dessa cultura, temos milhares de possibilidades de reuso, pois são coisas que serão produzidas a partir do lixo que seria descartado, evitando o desperdício. Conforme nos explica Cabeza e Moura (2014, p.1):

O *DIY* implica em um retorno ao mundo do compartilhamento sobrepondo-se ao individualismo, dos bens comuns sobrepondo-se à propriedade privada, da distribuição sobrepondo-se à acumulação, da descentralização sobrepondo-se ao centralizado, da livre competência sobrepondo-se ao monopólio. O *DIY* implica a democratização da produção, uma luta contra a ditadura dos artefatos industriais, uma possibilidade dos humanos afirmarem-se e projetarem o mundo autonomamente.

Observemos quão necessária e requisitada é esta mudança de valores para que possamos contribuir para uma sociedade mais sustentável e igualitária. Descentralizar as grandes indústrias e monopólios significa dar poder à população, para ter acesso a itens que antes apenas poderiam ver através de uma vitrine de uma loja. Democratizando os meios de produção, as pessoas têm uma liberdade maior de escolha e podem agir mais de acordo com o bem comum.

Nesta linha de pensamento, o termo *maker* vem ganhando destaque entre as pessoas, pois demonstra o potencial criativo e inventivo através de experiências compartilhadas de forma online, em sites e redes sociais. Desde pequenos objetos de decoração até grandes construções funcionais, o *maker* abre a possibilidade de se aprender enquanto experimenta fabricar algo de que precisa para suprir suas necessidades ou de sua comunidade. Conforme Hatch (2014), podemos definir as pessoas que praticam o *maker* da seguinte forma:

Makers são pessoas que consideram a tecnologia como um convite para explorar e experimentar, com a definição mais abrangente de tecnologia, ou seja, qualquer habilidade ou técnica que aprendamos e empregamos. O que uma vez chamamos de hobbistas, tinkerers, artistas, inventores, engenheiros, artesãos - todos esses são *makers*. O poder do “*maker*” como um novo termo está em sua ampla aplicação, seu senso de inclusão e sua falta de alinhamento com um campo particular, ou área de interesse, para que as pessoas sejam livres para reivindicar a identidade por si mesmas. (HATCH, 2014, p.10, tradução nossa)

A facilidade com que é possível se tornar *maker* e partir de reflexões da forma como já fomos *maker* em diversos momentos da vida, enquanto crianças através da criação de um cenário ou de um brinquedo com peças de outros objetos, tem popularizado o termo. O pesquisador Hatch (2014), em sua obra “The *maker* movement manifesto: rules for innovation in the new world of crafters, hackers, and tinkerers” faz uma proposta de traduzir o que é o movimento *maker* através deste manifesto e quais seriam as regras ou premissas para se inovar no novo mundo, com diferentes exemplos para cada uma delas; *crafters*, pessoas que criam ou produzem itens de forma manual, utilizando habilidades artesanais e técnicas tradicionais para fazer objetos únicos e personalizados; *hackers*, alguém com grande habilidade em programação e conhecimento avançado em tecnologia da informação; e *tinkeres*, pessoas que gostam de consertar ou modificar objetos, muitas vezes utilizando materiais e técnicas improvisadas.

Temos na introdução do manifesto de Hatch (2014) os seguintes dizeres “No espírito do *making*, eu fortemente sugiro que você tome este manifesto, faça mudanças a ele e construa o seu próprio. Esse é o ponto do *making*.” (HATCH, 2014,

p.17, tradução nossa). No qual ele tenta traduzir o significado do *maker* através dessa apropriação que podemos fazer das coisas, dar a nossa contribuição e construir uma nossa, da forma que quisermos. Dentre os nove principais princípios de Hatch (2014), temos:

- O “*make*” como a ideia de que construir, criar e nos expressar são a chave para o que nos torna humanos. Através da citação de alguns psicanalistas, o autor defende que os atos criativos são fundamentais para as pessoas.
- O “compartilhamento” transmite que o que nós fizemos, nós temos que compartilhar. Tanto os métodos para fazê-lo quanto o produto em si devem ser compartilhados para que a filosofia passe adiante;
- O “dar” representa entregar algo de si que está naquele objeto que foi criado. Através desta experiência observamos o quão memorável é um presente que foi feito pelas próprias mãos da pessoa;
- O “aprender” versa sobre o aprender a aprender e a busca pelo aprender para fazer. A busca pelo aprendizado por meio da curiosidade em querer fazer as coisas é visto como natural;
- O “instrumentalizar” se refere ao acesso às ferramentas corretas para o seu projeto. Tanto pelo investimento quanto por conseguir adentrar locais que tem a tecnologia e os equipamentos para fazer o que a pessoa quer construir;
- O “brincar” remete ao ato de se divertir com o que se está fazendo. Tanto nas ideias quanto com o objeto em si, é possível se divertir durante todo o processo de construção;
- O “participar” abarca a noção de que não somos pessoas isoladas e não estamos sozinhos, então devemos participar e proporcionar momentos de compartilhamento das ideias e do trabalho;
- O “suporte” nos induz para o ato de pedir ajuda e oferecer suporte. Seja através de instituições de pesquisa ou de outras pessoas que partilham do mesmo ideal.

- O “mude” reflete as mudanças que o *maker* pode te trazer, ao conhecer novas pessoas, questionar como os objetos são construídos e buscar entender de onde vieram.

Com esta ideia do que foi o manifesto, podemos sintetizar o que o movimento *maker* é e representa. Atualmente, há espaços coletivos conhecidos como *makerspace* e, também, o Fab Lab, laboratórios de fabricação digital, que vão sendo construídos mundo afora com o intuito de trazer para mais pessoas as tecnologias e ferramentas necessárias para que possam construir e fabricar o que precisam. E, justamente, por conta das proporções de que alcançaram mundialmente que encontramos o termo *Cultura Maker* como sendo essa representação deste ideal em ações nas pessoas que buscam a construção através do fazer.

No Brasil, em São Paulo, o primeiro Fab Lab Livre SP foi construído em 2015, segundo reportagem de São Paulo (2015). Hoje conta com treze unidades espalhadas pela cidade de São Paulo, conforme São Paulo (2023). Trata-se de uma rede de laboratórios públicos que consistem em espaços acessíveis a qualquer pessoa interessada em desenvolver e construir projetos utilizando processos colaborativos de criação, compartilhamento do conhecimento e ferramentas de fabricação digital. Esses laboratórios são locais de criatividade, aprendizado e inovação que visam democratizar o acesso a tecnologias avançadas e fomentar a cultura *maker*. Essa influência da cultura *maker* vai adentrando a escola à medida que as pessoas vão sendo influenciadas pelo meio, segundo Almeida e Silva (2011), carecemos

No momento em que distintos artefatos tecnológicos começaram a entrar nos espaços educativos trazidos pelas mãos dos alunos ou pelo seu modo de pensar e agir inerente a um representante da geração digital evidenciou-se que as TDIC não mais ficariam confinadas a um espaço e tempo delimitado. Tais tecnologias passaram a fazer parte da cultura, tomando lugar nas práticas sociais e resignificando as relações educativas ainda que nem sempre estejam presentes fisicamente nas organizações educativas. (ALMEIDA; SILVA, 2011, p. 3).

Deste modo, a tecnologia e os meios para sua produção não estariam mais aquém ou à parte da escola, pois o capital cultural dos estudantes influencia

professores e toda a comunidade escolar a se adaptar e aprender a lidar com as novas inserções tecnológicas. De acordo com Dougherty (2013), apesar de a tecnologia ter sido o catalisador do movimento *maker*, ele evoluiu para um movimento social inclusivo que abrange todas as formas de fabricação e fabricantes, conectando-se ao passado e transformando nossa visão do futuro. De fato, o movimento *maker* parece estar revitalizando certos valores culturais.

Para incluir tais concepções na educação observa-se que as abordagens instrucionistas têm pouco impacto na realização dessa meta, tornando-se necessário alinhar as práticas aos objetivos pedagógicos desejados. Neste caso, são necessárias abordagens que enfatizem a ativa participação dos indivíduos em seu ambiente. É indubitável que a educação deve incorporar uma ampla variedade de elementos culturais com o objetivo de oferecer uma formação integral, promovendo situações que estimulem a atividade intelectual que resulte na aquisição de conhecimento, que por sua vez, é um produto do trabalho mental do educando (PESTANA; PACHECO, 2013).

O *maker* pode ser inserido na educação como percebido por Paula, Martins e Oliveira (2021) que em seu estudo têm analisado o crescimento de publicações com essa temática, com critérios claros e que nos serviram de guia para estudar nossa revisão bibliográfica. Em sua pesquisa, foi apresentada a influência da cultura *maker* em diferentes níveis de ensino e abordagens em disciplinas distintas que se apropriaram deste contexto e o interligaram com as demandas da sala de aula e na confluência com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), quando aplicado na educação básica.

A ideia geral da cultura *maker* é colocar a mão na massa. Assim, qualquer um pode fazer uso de recursos tecnológicos nesse processo e a pessoa tem a possibilidade de criar, idealizar, transformar, elaborar protótipos, testar e automatizar objetos. Alinhar essa cultura no ambiente escolar possibilita diversas abordagens que ampliam o escopo de atividades do professor, uma vez que o educando poderá aprender com aquilo que ele estiver criando, errando, acertando, compreendendo e agindo na prática. Por isso, concordamos com Filatro e Cavalcante (2018), quando afirmam que:

Na Educação, os princípios deste movimento têm sido adotados e aplicados em diferentes níveis e contextos de aprendizagem. Paulo Blikstein, professor da Graduate School of Education da Universidade Stanford, defende a necessidade de apresentar problemas significativos a estudantes do Ensino Fundamental. Ele explica que isso pode ser feito quando os estudantes se envolvem na aprendizagem *Maker* de tal maneira que se engajem, em nível pessoal, coletivo e/ou comunitário, na projeção de soluções relevantes. (FILATRO E CAVALCANTE, 2018, p. 848)

Nesta perspectiva, os princípios *maker* podem e já são adotados nos mais variados ambientes e níveis de ensino. Quando o estudante busca suprir sua demanda com algo que seja real para ele e contextualizado, temos que sua curiosidade e busca natural por conhecimento é acionada. Na aprendizagem *Maker*, isto é possível, uma vez que o engajamento do estudante em algo que ele possa construir e manipular de forma concreta pode ocorrer na procura por soluções reais para seus problemas.

Como podemos ver, a aprendizagem *Maker*, representa uma abordagem ativa de aprendizagem, possibilitando que o educando seja protagonista de sua aprendizagem, isto é, ele poderá tomar decisões e refletir sobre suas ações enquanto produz soluções para problemas que o engaje e o motive a resolver. Observemos que conforme Resnick e Rosenbaum (2013) ressaltam:

Embora a maioria das pessoas envolvidas no Movimento *Maker* não esteja focada explicitamente em educação ou aprendizagem, as ideias e práticas do Movimento *Maker* ressoam com uma longa tradição no campo da educação – desde o progressismo de John Dewey (Dewey, 1938) ao construcionismo de Seymour Papert (Papert, 1980, 1993) - que incentivam uma abordagem experiencial à aprendizagem. (RESNICK E ROSENBAUM, 2013, p. 163, tradução nossa)

Desta forma, não há relação direta das pessoas que praticam o *maker* seja em seus lares ou em oficinas e laboratórios com as teorias da educação, mas, ainda assim, conseguimos relacioná-las por correspondências e similaridades que observamos na prática. Atividades *maker* envolvem o aprender fazendo, priorizam a experiência e o uso de tecnologias para construir. Estas e outras características têm

respaldo acadêmico na pedagogia, isto é, podemos correlacionar as bases filosóficas das teorias de aprendizagem, em especial, a teoria construtivista com a aprendizagem *Maker*, entendendo-a e analisando-a, como muitos autores também o fazem, como Educação *Maker* e assim ampliar seu escopo.

A Educação *Maker* é influenciada por uma forte corrente pautada na máxima "Inventar é Aprender" de Jean Piaget. O estímulo à invenção se alinha as ideias do construtivismo e também a ideia do aprender pelo fazer que faz parte da educação há tempos e é defendida por Papert na concepção do construcionismo e inserção das tecnologias digitais como possibilitadoras de diversas e inovadoras formas de trabalhar, expressar e construir. (GAVASSA, 2020, p. 59)

Essa abordagem enfatiza o estímulo à invenção, que se alinha com as ideias do construtivismo, bem como a concepção de aprender fazendo, igualmente com a adição do computador na educação, defendida por Papert, na abordagem do construcionismo. A introdução de tecnologias digitais possibilita diversas e inovadoras formas de trabalhar, expressar e construir, que estão alinhadas com essa visão.

Nesta linha de pensamento, Bevan (2017) categoriza a Educação *Maker* como uma ramificação do *Maker* em si. Dentro desta perspectiva, ele apresenta três maneiras de empregar a Educação *Maker* nas escolas, não necessitando de um espaço *maker* apropriado. Na primeira abordagem, podem ser utilizados kits de robótica, kits de Lego ou outros, que vêm com instruções passo a passo da montagem, contendo o que deve ser feito e como fazê-lo, há a possibilidade do auxílio de outra pessoa. Embora, num primeiro momento, uma abordagem como essa possa ser vista como menos rica do ponto de vista cognitivo, os processos de montagem podem permitir que os aprendizes desenvolvam habilidades e fluências específicas com materiais que podem ser úteis para processos futuros mais criativos.

Um segundo caminho seria pela construção criativa, onde os estudantes são munidos com objetivos concretos, ferramentas e passos para realizar esses objetivos, mas ao longo do caminho eles têm pontos de decisão importantes que exigem o exercício da competência criativa. São atividades que não dependem de kit e passo a passo, mas que podem ter objetivos e materiais pré-determinados. Embora todos os

alunos possam construir um mesmo mecanismo principal, a personalização e a criatividade determinarão individualmente como seu projeto resultará.

O terceiro tipo se refere diretamente ao *tinkering*, pois as questões e objetivos de uma atividade muitas vezes são de natureza aberta e os materiais podem ser intencionalmente selecionados para não se encaixarem perfeitamente. Desta forma, demanda do estudante soluções criativas para os problemas, estimulando a invenção, o teste e a resolução iterativa, um processo de resolução de problemas que envolve ciclos de tentativa e erro, que terão mais valor educacional do que o próprio produto (QUINN e BELL, 2013).

Dentre as possibilidades citadas, nosso trabalho focará na primeira abordagem, conforme demonstraremos o passo a passo para a construção da casa, necessitaremos de sua similaridade para que a razão e a proporcionalidade sejam registradas e mantidas para o nosso objetivo proposto. Entendendo como uma introdução às tecnologias que serão referenciadas, esta atividade pode servir de porta de entrada, isto é, uma ferramenta para que outras possam ser desenvolvidas.

3.3.O *Maker* na educação formal

Para inserir e contextualizar a educação *maker* na educação básica formal devemos compreender os documentos oficiais da educação brasileira que são norteadores das políticas públicas e do currículo no Brasil com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018). Em particular, no Estado de São Paulo, vamos analisar também o Currículo Paulista para o Ensino Infantil e para o Ensino Fundamental (SÃO PAULO, 2020b) e o Currículo Paulista para o Ensino Médio (SÃO PAULO, 2020a) e as Diretrizes Curriculares de Tecnologia e Inovação (SÃO PAULO, 2019) para entender melhor quais as possibilidades de integração e junção para tal temática.

Conforme a BNCC (BRASIL, 2018), a competência pode ser definida como a capacidade de mobilizar conhecimentos, incluindo conceitos e procedimentos, juntamente com habilidades práticas, cognitivas e socioemocionais, além de atitudes e valores, para solucionar problemas complexos na vida cotidiana, exercer plenamente a cidadania e enfrentar desafios no mundo do trabalho. Dentro desta

perspectiva, as ações educativas visam desenvolver competências nos estudantes para que eles se tornem autônomos, críticos e possam cumprir os objetivos previstos na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) (BRASIL, 1996).

Nos estudos de Stella et al (2018) podemos analisar sua proposta de relacionar a BNCC com a cultura *maker*, apresentando os quatro pilares da educação para o século XXI propostos pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), as competências gerais da BNCC e as competências específicas da área de matemática. Tomaremos este trabalho como guia para entendermos melhor tais relações e correlacionaremos as quatro competências gerais da BNCC que apresentam uma relação mais próxima com a educação *maker* e a cultura *maker*. Lembrando que as competências estão interrelacionadas e se desdobram conforme a proposta pedagógica. Isto posto, ressaltamos, dentre elas, a competência número dois:

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas. (BRASIL, 2018, p. 9)

Essa competência diz respeito ao aprimoramento do pensamento crítico, que deve ser realizado através de diversas estratégias, dando ênfase ao questionamento, à avaliação crítica e à exploração de soluções inovadoras e criativas. Na educação *maker*, os alunos são encorajados a explorar e investigar ideias, utilizar materiais e tecnologias para criar projetos, e testar suas soluções de forma iterativa e colaborativa. Através desse processo, eles aprendem a pensar criticamente, a resolver problemas complexos, e a desenvolver habilidades práticas em áreas como programação, robótica, eletrônica e fabricação digital.

Na competência número quatro, temos:

Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e

sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo. (BRASIL, 2018, p. 9)

De acordo com essa competência, a fim de comunicar-se efetivamente, crianças e jovens precisam compreender, analisar criticamente e ser capazes de expressar-se através de uma variedade de linguagens e plataformas. Para tanto, a educação *maker* enfatiza a importância da comunicação efetiva para a colaboração e a resolução de problemas em grupo. Os estudantes são encorajados a expressar suas ideias e soluções utilizando diferentes linguagens, como a visual (através de esboços, protótipos e modelos), a verbal (através da discussão e apresentação oral) e a digital (através de programas de computador e dispositivos eletrônicos).

A competência número cinco diz:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (BRASIL, 2018, p. 9)

Essa competência reconhece a importância fundamental da tecnologia e estabelece que os estudantes devem dominar o universo digital, sendo capazes de fazer um uso qualificado e ético das diversas ferramentas disponíveis, além de compreender o pensamento computacional e os impactos da tecnologia na vida das pessoas e da sociedade. Os estudantes na educação *maker* são incentivados a utilizar as tecnologias digitais como ferramentas para a comunicação, resolução de problemas e criação de soluções inovadoras. Além disso, os alunos são incentivados a refletir criticamente sobre as tecnologias digitais, seus impactos na vida das pessoas e da sociedade, bem como sobre questões éticas relacionadas ao uso dessas tecnologias.

Por exemplo, ao utilizar ferramentas digitais para criar protótipos de soluções, os alunos são incentivados a considerar como as tecnologias podem ser utilizadas para resolver problemas reais e como elas podem impactar positiva ou negativamente

a vida das pessoas. Além disso, os alunos são encorajados a refletir sobre questões éticas relacionadas ao uso de tecnologias, como privacidade e segurança de dados.

A sexta competência da BNCC, busca:

Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade. (BRASIL, 2018, p. 9)

Desta forma, a competência requer que os estudantes reflitam sobre seus objetivos e desejos, aprendam a se organizar, estabelecer metas, planejar e perseguir seus projetos com determinação, esforço, autoconfiança e persistência. Isso também envolve a compreensão do mundo do trabalho, suas implicações na sociedade e o conhecimento das novas tendências e profissões. Na educação *maker*, os alunos têm a oportunidade de trabalhar em projetos que envolvem diferentes áreas do conhecimento, como ciência, tecnologia, engenharia, arte e matemática (STEAM). Isso permite que eles entrem em contato com diferentes saberes e vivências culturais e valorizem a diversidade de conhecimentos e experiências. Além disso, ao trabalhar em projetos que têm aplicação prática e podem resolver problemas reais, os alunos são incentivados a refletir sobre as implicações do mundo do trabalho e a tomar decisões responsáveis e conscientes em relação ao seu projeto de vida.

Portanto, podemos relacionar e buscar desenvolver estas competências gerais ao abordar a educação *maker* nas escolas brasileiras. Reparemos que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) não cita explicitamente a cultura *maker* ou a educação *maker* em seus documentos, porém podemos, através da nossa análise, dizer que é possível utilizar muitos princípios do *maker* para desenvolver diversas competências e habilidades previstas.

As possibilidades são amplas e buscaremos trabalhar de forma mais local ao estudar o Currículo Paulista para entender e vasculhar maneiras mais relacionadas com a nossa realidade no Ensino Público do Estado de São Paulo, que é o nosso escopo. À primeira vista, ao analisar o Currículo Paulista para o Ensino Infantil e para o Ensino Fundamental (SÃO PAULO, 2020b) e o Currículo Paulista para o Ensino

Médio (SÃO PAULO, 2020a) podemos observar que não há menção à Cultura *maker*, educação *maker* em si. No entanto, ao incorporar o Componente de Tecnologia e Inovação em seu propósito através da tríade de Inovação, as Diretrizes Curriculares de Tecnologia e Inovação (SÃO PAULO, 2019), elaborada em 2019, mudaram este patamar.

As Diretrizes (SÃO PAULO, 2019) incorporam a Tecnologia e Inovação ao currículo ao estabelecer três eixos estruturantes: Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), Letramento Digital e Pensamento Computacional. Estas deram origem a objetos de conhecimento com a função de potencializar as aprendizagens planejadas que estão organizadas em habilidades. Dentre os objetos de conhecimento, o *maker*, “que utiliza materiais não estruturados e materiais diversos, podendo ser combinados com a programação e/ou robótica” (SÃO PAULO, 2019, p. 25) é incluído. Podemos entender materiais não estruturados como objetos que não possuem uma forma ou estrutura pré-estabelecida.

Nas Diretrizes Curriculares de Tecnologia e Inovação (SÃO PAULO, 2019), são identificadas seis habilidades a serem trabalhadas no Ensino Fundamental Anos Finais e no Ensino Médio. Destacaremos elas a seguir: inicialmente, para o sexto e o sétimo ano do Ensino Fundamental, temos as habilidades “(EF67TEC24) Identificar as potencialidades, as principais ferramentas e os recursos utilizados no espaço *maker*” (SÃO PAULO, 2019, p.42) que visa a oportunidade de reconhecer as potencialidades e explorar as capacidades do espaço *maker*. Além disso, conhecer as principais ferramentas disponíveis é fundamental para desenvolver habilidades específicas, permitindo a realização de projetos mais complexos. A compreensão dos recursos disponíveis auxilia na organização do espaço, na gestão dos materiais e na otimização dos resultados alcançados. E a habilidade “(EF67TEC25) Construir objetos usando materiais não estruturados e algum material eletromecânico” (SÃO PAULO, 2019, p.42) que ao ser desenvolvida com os estudantes permite com que eles desenvolvam soluções criativas e inovadoras. A utilização de materiais não estruturados, como papelão, tecidos e plásticos, combinada com elementos eletromecânicos, como motores e sensores, amplia as possibilidades de criação e aprimora a funcionalidade dos objetos produzidos.

Para o oitavo e nono ano do Ensino Fundamental, temos “(EF89TEC27) Identificar as características dos materiais produzidos por intermédio de equipamentos e recursos existentes no espaço *maker*” (SÃO PAULO, 2019, p.42) que busca proporcionar ao estudante a compreensão das possibilidades e limitações desses materiais. Nesse sentido, é importante que os usuários do espaço *maker* tenham acesso a informações precisas sobre os materiais produzidos e sejam capacitados para realizar a análise das características deles, a fim de utilizá-los da melhor forma possível em seus projetos e produções. E a habilidade “(EF89TEC28) Construir objetos usando materiais não estruturados, combinados com material produzido por intermédio de equipamentos e recursos tecnológicos existentes no espaço *maker*” (SÃO PAULO, 2019, p.42), que amplifica a utilização de materiais não estruturados, combinada com materiais produzidos por equipamentos e recursos tecnológicos, como impressoras 3D e cortadoras a laser, permitindo com que os estudantes desenvolvam projetos mais complexos, com maior precisão e qualidade, no espaço *maker*.

Para as três séries do Ensino Médio, há “(EM13TEC27) Entender as principais características dos equipamentos de fabricação digital para prototipagem” (SÃO PAULO, 2019, p.42), que busca estudar os equipamentos de fabricação digital, como impressoras 3D e cortadoras a laser, que possuem características técnicas específicas, como área de trabalho, resolução e precisão, que devem ser compreendidas pelos usuários do espaço *maker*. Conhecer essas características permite que sejam selecionados os equipamentos mais adequados para cada projeto, evitando problemas com a qualidade e a funcionalidade dos protótipos produzidos. E a habilidade “(EM13TEC28) Construir objetos usando equipamentos de fabricação digital, mobilizando conceitos de física, de engenharia e arte” (SÃO PAULO, 2019, p.42), que possibilita a criação e a utilização de equipamentos de fabricação digital, combinada com a mobilização de conceitos de física, engenharia e arte, para ampliar as possibilidades de modelagem digital e vetorização de objetos com o intuito de aprimorar a funcionalidade dos objetos produzidos.

Por conseguinte, podemos identificar o *maker* como essencial para o desenvolvimento da tecnologia e inovação no currículo e destacar suas possibilidades dentro da escola e na sala de aula. Em especial, para os estudantes do Ensino

Fundamental Anos Finais e para o Ensino Médio, através da progressão de habilidades aqui destacadas pelas Diretrizes Curriculares de Tecnologia e Inovação.

4 As pesquisas sobre Cultura *Maker* e Ensino

Neste capítulo iremos revisar diferentes dissertações da área que tratam da Cultura *Maker* na educação, através de metodologias ativas, em disciplinas do currículo. Foram analisados trabalhos em bases e bibliotecas digitais que versavam sobre o tema, como o *Google Acadêmico*, a Biblioteca de Dissertações e Teses da USP e o Repositório da PUCSP. Embora, ainda haja poucos trabalhos acadêmicos para se referenciar sobre o papel e a função do *maker* na educação e no ensino de Matemática, conforme constatado em outras pesquisas que selecionamos a seguir, é possível que estejamos ajudando a construir uma base sólida para novas pesquisas nesta área tão promissora.

4.1. Cultura *maker* digital

Na dissertação intitulada “Cultura *maker* digital e o desenvolvimento das habilidades socioemocionais no aprendizado de matemática” escrito por Nilcecleide da Silva Cascaes (2021), podemos resumir que após uma breve introdução das dificuldades enfrentadas em escolas e o baixo desempenho dos estudantes numa avaliação de larga escala internacional, o PISA, a pesquisadora apresenta as mudanças tecnológicas que a sociedade está caminhando e a forma como estas tecnologias podem ser implementadas na sala de aula. Em particular, alinhando-se com a cultura *Maker* e suas possibilidades, destrincha-se um percurso para abordar a Matemática de forma mais significativa.

A metodologia e a base teórica para este caminho, apoia-se no Construcionismo de Papert (1985) que demonstra a possibilidade da utilização dos computadores não somente como uma ferramenta, mas também no auxílio da construção de conceitos e modelos mentais da criança. Há então uma nova associação na forma de assimilar o conhecimento, buscando a integração do que o estudante gosta com o que ele entende, salientando o papel do socioemocional no desenvolvimento da pessoa. Através do desenvolvimento da inteligência emocional e das habilidades que o compõem, torna-se possível para o estudante aprender de forma mais holística, integrando todo o ser, visando a curiosidade e o respeito aos

seus limites, preparando-o melhor para o exercício de sua cidadania e convivência em sociedade.

Para tanto, Papert (1985) introduz as cinco dimensões do construcionismo para a apropriação do conhecimento:

- A dimensão pragmática corresponde ao primeiro contato do aprendiz com o objeto a ser explorado de forma concreta ou útil para a construção de novos conceitos;
- A dimensão sintônica se refere aos conceitos que devem ser trabalhados de forma contextualizada para potencializar a conexão do estudante com o objeto de conhecimento;
- A dimensão sintática tange a acessibilidade e manipulação dos elementos de aprendizagem que permitem ao aprendiz progredir conforme o seu nível de desenvolvimento cognitivo;
- A dimensão semântica salienta a necessária manipulação do objeto de conhecimento do estudante para que seja possível criar um sentido e um significado para ele;
- A dimensão social se preenche na clara integração da atividade de trabalho do estudante com a sociedade a qual ele está inserido, uma vez que a cultura agrega valor em seu potencial de aprendizagem.

Ao agregar estas cinco dimensões no trabalho do professor ao pensar no protagonismo do seu aluno com o objeto de conhecimento que ele irá mediar, estimula-se a criatividade a busca por conceitos formais de forma mais significativa, oferecendo a oportunidade do estudante se apropriar do conhecimento tecnológico para criar e não apenas consumir.

Após examinar cinco trabalhos acadêmicos recentes na literatura brasileira sobre as competências socioemocionais, trinta e seis trabalhos sobre a cultura *maker* na educação e outros cinco trabalhos que utilizam o Arduino, um microcontrolador, Cascaes (2021) vislumbra a possível correlação entre cultura *maker*, tecnologias digitais e programação em conjunto com as habilidades socioemocionais para criar uma estratégia para a aprendizagem de Matemática.

Inicia-se então a aplicação da proposta da autora com seus doze alunos do primeiro ano do Ensino Médio do turno matutino numa escola pública localizada na

área central de Manaus. Os instrumentos utilizados para a coleta de dados foram: diário de bordo; observações em sala; questionários semiestruturados e apresentação oral em apresentações de projetos. A proposta toda foi dividida em nove atividades:

- Na primeira foi realizado um diagnóstico com o objetivo de reconhecer os conhecimentos prévios dos estudantes;
- Na segunda, houve a visitação do Museu da Amazônia (MUSA);
- Na terceira consistiu numa oficina a partir de um *brainstorm* para a escolha dos projetos que seriam desenvolvidos pela equipe;
- Na quarta atividade lhes foi apresentado as potencialidades do Arduino e das ferramentas tecnológicas de programação que eles iriam utilizar;
- Na quinta ocorreu a montagem dos circuitos elétricos e a programação inicial dos primeiros passos do projeto;
- No sexto momento foi validado a montagem e a programação dos circuitos;
- Na sétima, os alunos apresentaram seus projetos à comunidade escolar;
- Na oitava, foi realizada uma entrevista com eles;
- Na nona atividade, os estudantes realizaram um questionário.

Foi realizada então uma análise sobre os dados coletados durante todo o processo, com registro de falas e fotos dos principais momentos. A partir daí, a pesquisadora pôde investigar as principais habilidades socioemocionais observadas na pesquisa e concluir, através do engajamento dos participantes, que há um forte indício de que houve uma melhora na motivação dos estudantes e um avanço no desenvolvimento matemático dos jovens participantes desta pesquisa.

4.2. Movimento *Maker* na sala de aula

A pesquisadora Hadassa Harumi Castelo Onisaki (2021) em sua pesquisa intitulada “Movimento *Maker* na sala de aula: orientações para o planejamento e implementação de atividades no ambiente educacional” trata, em seu trabalho de dissertação, sobre o movimento *maker* na sala de aula analisando criticamente sua utilização nas escolas sob a perspectiva de “diagramas de ilha” e “diagramas de estrutura didática”, referenciando a teoria de Bardin (2016) como embasamento.

Para construir tais diagramas, a autora apresenta, inicialmente, o papel do movimento *maker* em suas reflexões e sua prática na sala de aula, assim como a cultura do “faça você mesmo” vem se desenvolvendo ao longo dos anos. Alinhando com o avanço tecnológico que foi se tornando mais acessível, a trajetória *maker* viu um respaldo cada vez maior na sociedade com a criação dos primeiros FabLabs (Laboratórios de Fabricação Digital) com equipamentos modernos à disposição das pessoas.

A cultura *maker* é inserida cada vez mais nas escolas como uma alternativa ao se questionar o ensino tradicional, pois ganha espaço na busca de um modelo de ensino que estimule o interesse e a criatividade dos alunos. Como analisado na pesquisa, embora seja baixo o número de publicações com esta temática, o volume de pesquisas na área está crescendo, tanto no Brasil quanto nos Estados Unidos e na China.

A partir deste panorama, a pesquisadora observou a necessidade de se criar indicadores promissores para o planejamento e implementação de práticas em termos de movimento *maker* em sala de aula. Para tanto, seguiu-se alguns passos: inicialmente, realizou-se um estudo teórico exploratório com autores da área, partindo dos primeiros nomes vinculados ao Movimento *Maker*, como Hatch (2014) e outros que vivenciaram e teorizaram a respeito desta nova ideia de ser conceber e materializar as coisas.

Após o estudo deste movimento, foi realizada pela autora uma proposta de categorização das principais características das atividades *maker*. Com essas informações, houve um levantamento e uma apuração dos relatos de experiência da prática em artigos publicados. A metodologia escolhida para tal missão foi a qualitativa, com revisão na literatura de forma integrativa, e, em conjunto, foi realizada uma análise de conteúdo, com todas as suas fases, para interpretar os relatos de experiência dos professores pesquisados, no total foram analisados quinze trabalhos. Desta forma, para cada um dos trabalhos estudados foram construídos dois tipos de diagramas: um diagrama de ilha e outro de estrutura didática.

Os diagramas de ilha correspondem a esquemas gráficos que foram elaborados pela pesquisadora para facilitarem a análise e a organização de dados. Conforme podemos observar no quadro 1:

Quadro 1 – Diagrama de ilha



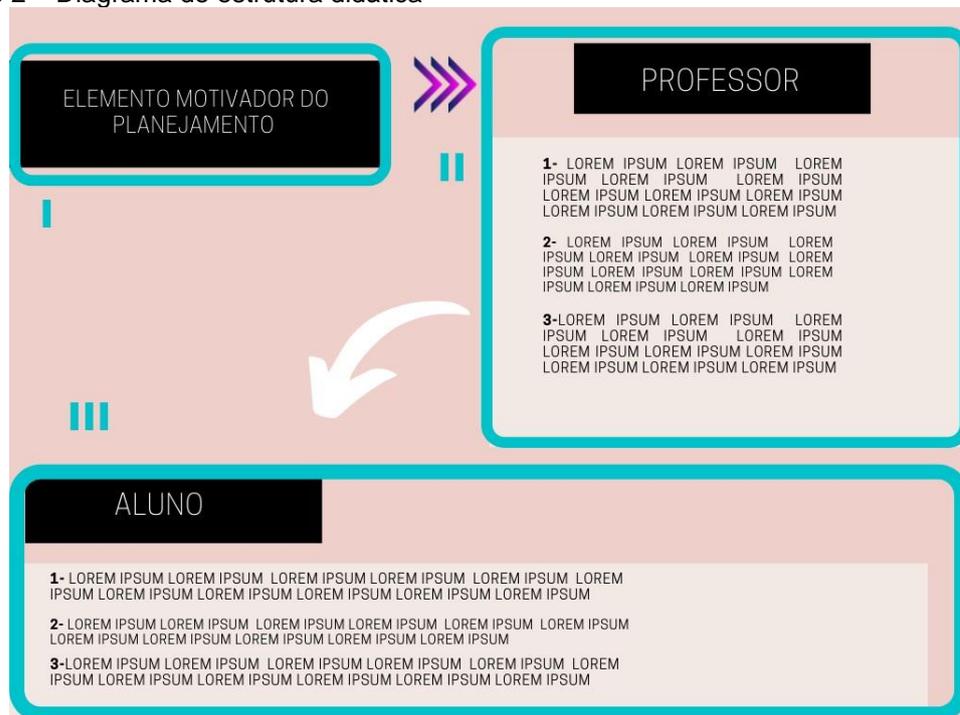
Fonte: Onisaki (2021, p.63)

Onisaki (2021, p.63) explica cada uma das partes do diagrama:

Na parte **A** o pesquisador identifica a ilha a ser analisada, em nosso caso temos 3 tipos: ação do professor, dos alunos e características da prática. Na parte **B** do Diagrama é o local em que se insere, a partir da leitura do texto analisado, frases curtas referentes às ações verificadas na leitura. A parte **C** é o local em que se assenta um trecho do texto original, que possui relação com as ações verificadas. Finalmente, na parte **D** insere-se os traços característicos de cada ilha, construídos a partir de inferência pelo conjunto de ações. (grifo da autora)

Depois do processo de identificação, sistematização e organização das informações é possível iniciar o processo de análise da prática estudada. Para este segundo momento, Onisaki (2021) introduz os diagramas de estrutura didática que também são separados em partes conforme o quadro 2, a seguir:

Quadro 2 – Diagrama de estrutura didática



Fonte: Onisaki (2021, p.64)

Segunda a autora, na parte I, o elemento motivador do planejamento do professor, será preenchido com a fonte principal de sua curiosidade para elaborar aquela atividade ou o objetivo principal do professor naquela prática. Na parte II, temos um espaço para que sejam inseridas todas as ações, de forma sequencial, que foram realizadas pelo professor durante a atividade. Na parte III, há o local para que as ações realizadas pelos alunos estejam registradas.

Posteriormente, foram verificadas as principais características na ação dos alunos e dos professores nas atividades. Assim, foi possível construir indicadores que possam contribuir para a compreensão de caminhos viáveis para práticas de planejamento educacional à luz do Movimento *Maker*. Dessa forma, foram observados oito pontos principais:

1. A motivação dos alunos
2. A problemática;
3. A produção de artefatos ou produtos digitais;
4. A interação com a comunidade online;

5. A proatividade do professor;
6. A interação dialógica de parceria entre professor/aluno;
7. O trabalho em grupo;
8. A exploração de materiais e ferramentas pelo aluno.

A partir dos relatos de experiência, a autora verifica que uma prática que tem como base os princípios do Movimento *Maker* constitui-se das principais características: interdisciplinaridade, pois a tendência de abordar mais de uma área do conhecimento é muito maior; Distanciamento do modelo de ensino puramente tradicional, por possuírem muitos momentos mão na massa nos quais os estudantes podem exercitar seus saberes; Desafio prático desencadeador, uma vez que, geralmente, a contextualização vem de uma problemática clara e significativa para o ambiente que o aluno vive.

Portanto, a autora, através da pesquisa, destacou as características do Movimento *Maker*: motivação, exploração de ferramentas e materiais de baixa e alta tecnologia, boas práticas e conscientização para preservação do meio ambiente, uso dos recursos da internet, ação em materializar ideias e aprendizagem colaborativa. E é justamente contando com esse potencial, que visualizamos e observamos o alcance e a aplicabilidade da nossa atividade *maker* para estudantes e professores.

4.3. Cultura *Maker* como proposta curricular de tecnologia

Analisaremos agora a dissertação “Cultura *Maker* como proposta curricular de tecnologia na política educacional da cidade de São Paulo” de Regina Célia Fortuna Broti Gavassa (2020), cujo trabalho focou na proposta curricular da Rede Municipal de ensino da Cidade de São Paulo, a saber “Currículo da Cidade – Tecnologias para Aprendizagem”, e suas interfaces com as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC). A pesquisa analisou banners apresentados no 1º Seminário e Mostra de Tecnologias “Ação promovendo a Reflexão” com base em indicadores construídos sobre os preceitos da Cultura *Maker*.

A autora inicia o trabalho contextualizando os termos *Maker*, *Tinkering* e Aprendizagem Criativa olhando para as principais bases teóricas que subsidiam a teoria, os princípios norteadores das abordagens, qual o propósito de uso na

educação, os desencadeadores do processo e de qual forma as TDIC podem ser utilizadas nas abordagens, conforme a tabela 1 a seguir:

Tabela 1 – Comparativo entre *Maker*, *Tinkering* e Aprendizagem Criativa

	<i>Maker</i>	<i>Tinkering</i>	Aprendizagem Criativa
Conceito	Abordagem pelo fazer/Forma de pensar/atitude/interação pela mediação de tecnologias diversas	Abordagem exploratória que valoriza o erro na experimentação de hipóteses e descoberta de novas formas de fazer/aprender	Comunidade de pessoas que fomentam a criatividade no processo de aprendizagem
Bases Teóricas	Dewey (1938/2011) Hatch (2014) Papert (1985) Vygotsky.(1991) Freire (1996, 2004)	Vygotsky.(1991) Dewey (1938/2011) Papert (1985).	Papert (1985) Resnick (2017)
Princípios	Aprender pelo Fazer Intencionalidade Compartilhamento Prototipação Protagonismo Interação	Improviso Exploração Engajamento Intencionalidade Inovação Interação Solidariedade	Projeto Paixão Pessoas Brincar Intencionalidade Colaboração Interação
Propósito de uso na educação	Motivar estudantes Aplicação de conceitos na prática Atrair os estudantes para prática científica e de engenharia Demandas de aprendizagens do Século XXI	Motivar estudantes Atrair os estudantes para prática científica e de engenharia	Motivar estudantes Ludicidade Aprender de forma criativa Manutenção da Criatividade
Desencadeadores do processo	Definição inicial de um tema de interesse ou problema comum que direcione o fazer a partir da estruturação de um projeto	A exploração livre de materiais faz com que surjam novas ideias do que se deseja construir.	A organização do espaço e contexto com materiais diversos que leve a ação/produção.
TDIC como:	Espaço e instrumento de produção, compartilhamento e cooperação	Não há definição de utilização.	Não há definição de utilização

Fonte: Gavassa(2020)

Primeiramente, é feita uma diferenciação entre os principais conceitos de cada um deles. No *maker*, temos uma abordagem voltada ao fazer que é uma forma de pensar na qual foco é maior na ação do que apenas na teoria. A atitude tem uma

influência importante neste processo, pois nossa motivação e nossas ações são fatores decisivos para termos sucesso nesse caminho. A interação pela mediação de diversas tecnologias proporciona aos alunos a possibilidade de se apropriarem de maneira mais criativa dos conteúdos. No tinker, há uma busca maior pela exploração ao abordar um conteúdo de tal forma que a experimentação e a valorização do erro se tornem essenciais para gerar novas conexões e novas descobertas na forma de aprender do estudante. Na aprendizagem criativa, a criatividade e a inovação serão fundamentais no processo de ensino e aprendizagem, pois ajudam a desenvolver habilidades que permitem a assimilação de novos conhecimentos e, nesse processo, as comunidades de pessoas auxiliam a incentivar e a compartilhar as conquistas dos estudantes.

Para fundamentar as três ideais, a autora separou algumas bases teóricas para cada uma delas. Reparemos que elas não são excludentes e muitas vezes, aparecem em mais de uma abordagem, pois sua teoria dá alicerce a mais de uma perspectiva sobre o assunto. Entre as obras citadas, temos Dewey(1938/2011) cuja obra são apresentadas as ideias de que a educação deve ser vista como uma experiência interativa e que as pessoas aprendem melhor quando são motivadas e têm a oportunidade de experimentar por conta própria; Hatch (2014) que defende que a inovação é melhor alcançada quando colaboramos e nos unimos para criar ações positivas, além de abordar novas formas de conhecimento criativo através da experimentação e da tentativa; Papert (1985) que aborda a forma como os computadores podem ser utilizados na educação em todos os níveis, com ideias para criar um ambiente educacional eficaz e criativo no qual a tecnologia tem papel primordial; Vygotsky (1991) propõe a ideia de que o aprendizado humano ocorre a partir da interação entre o indivíduo e o ambiente cultural que o cerca, sendo mediado pela linguagem e pelas relações sociais; Freire (1996) explora a ideia de que a educação deve ser um processo de construção da autonomia dos estudantes, ao invés de uma transmissão passiva de conhecimentos; Freire (2004) expõe sua teoria da educação como prática da liberdade, que tem como objetivo a conscientização das pessoas para que possam agir ativamente na transformação da realidade em que vivem; e Resnick (2017) que defende que a criatividade é fundamental para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo, e que a educação deve ser repensada para

preparar as pessoas para um futuro em que a inovação e a criatividade serão cada vez mais importantes.

Analisando os princípios de cada abordagem, temos: no *maker*, o aprender pelo fazer que propõe a experimentação e a interação com o objeto com intencionalidade, isto é, com clareza sobre o objetivo a ser alcançado que será compartilhado. Permitindo a troca de ideias e identificação de erros e acertos, por meio da prototipação, visando com que o estudante se torne protagonista de seu próprio processo de aprendizagem; No *tinkering*, valoriza-se o imprevisto na exploração de um novo conhecimento para que o aprendiz interaja e saiba a intencionalidade do que aprende, engajando-se, inovando na solução e sendo solidário com seus colegas; Na aprendizagem criativa, busca-se pela paixão e pelo brincar um projeto que interaja e que motive o aluno a enxergar a intencionalidade do que ele busca para que tenha a colaboração das pessoas e de sua comunidade a ajudá-lo numa solução.

Ao pensar no propósito de uso de cada uma das abordagens na educação, podemos observar que as três visam motivar os estudantes ao despertar a curiosidade para o conhecimento. Tanto o *maker* quanto o *tinkering* visam atrair os estudantes para a prática científica e de engenharia desenvolvendo essa competência. Contudo, o *maker* se diferencia pela premissa de aplicação dos conceitos na prática, com o “mão na massa”, e por atender demandas de aprendizagens do séc. XXI ao lidar com a tecnologia. Já a Aprendizagem Criativa, considera a manutenção da criatividade como essencial não apenas na infância, mas em toda a vida adulta da pessoa, para que através da ludicidade seja possível aprender.

Observando os desencadeadores do processo nas três abordagens, vemos que há uma diferenciação clara no *maker* ao abordar um tema ou problema que direciona o fazer, enquanto no *tinkering* o problema em si apenas tomará forma após a exploração livre dos materiais. Enquanto, na aprendizagem criativa, há um direcionamento da ação pelo fato de haver uma organização do espaço propícia para a atividade.

Por fim, ao analisar o papel das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) nas abordagens, a pesquisadora argumenta que não há uma definição clara de sua utilização. Em contrapartida, no *maker*, faz-se necessário que

haja este espaço para que as TDIC sejam instrumento de produção, compartilhamento e cooperação de ideias.

Após a explicação e a clareza que a autora trouxe através das teorias, foi realizada uma pesquisa, em meados de 2019, na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD) e ela constatou doze produções científicas dentre Teses de Doutorado e Dissertações de Mestrado, buscando as palavras chaves *Maker* na Inovação, Educação formal e Educação informal, sendo que destes, apenas dois versam sobre a educação básica.

A partir destas pesquisas, foi relatado a motivação e a delimitação do problema para a pesquisadora que destaca as rotas de implantação do uso de tecnologias na Rede Municipal de Ensino de São Paulo, a criação dos indicadores para análise das práticas realizadas no 1º Seminário e Mostra de Tecnologias “Ação promovendo a Reflexão” e posterior embasamento das práticas *Maker* no documento Currículo da Cidade – Ensino Fundamental – Tecnologias para Aprendizagem.

Traçando a rota histórica das TDIC na Rede Municipal, Gavassa(2020) analisa diversos documentos para fundamentar a pesquisa, mostrando o início em 1986, com o Projeto Introdução à Informática, a criação do Projeto Gênese de Informática Educacional, em 1992, durante a gestão Paulo Freire como Secretário da Educação. Em 1995, ocorreu o processo licitatório para aquisição de 200 laboratórios de informática. A partir daí, foram realizadas diversas formações em tecnologia, robótica, linguagem de programação para formar os professores que seriam responsáveis por organizar os trabalhos realizados com uso de tecnologias, os Professores Orientadores de Informática Educativa (POIE). Com os avanços na tecnologia e através de parcerias, novos decretos e resoluções foram criados para fomentar as TDIC na Rede Municipal, até que em 2017 foi proposto o novo currículo, no qual as “Tecnologias para Aprendizagem” aparecem como componente curricular com o *Maker* integrado.

Para entender melhor o papel *Maker* no currículo e nas práticas, a pesquisadora apresenta a origem do conceito e seu manifesto como movimento que busca dez preceitos para fundamentação com Hatch (2014): Fazer; Compartilhar; Presentear; Aprender; Equipar-se; Divertir-se; Participar; Apoiar; Mudar; Permitir-se

errar. Partindo desses parâmetros e relacionando-a à cultura *Maker* na educação, os seguintes indicadores para análise foram construídos:

- Curiosidade – existiu um tema gerador e/ou a demanda foi construída coletivamente;
- Inventividade – houve a geração de novas ideias e/ou os talentos foram valorizados;
- Projeto – é possível perceber um planejamento com fases;
- Produção (Mão na massa) – ocorreu a produção de um item partindo de uma ideia;
- Motivação/Engajamento – percebeu a adesão ao trabalho, a vontade de participar e pegar para si;
- Prototipação – a ideia foi colocada em prática, as hipóteses foram testadas, houve experimentação;
- Uso de Ferramentas Digitais – houve uso de projeção, produção e colaboração;
- Colaboração – expressou as ideias na rede ou com pares;
- Compartilhamento – disponibilizou o produto para que outros possam reproduzir ou se inspirar para modificar;
- Conceitos Curriculares – houve formalização de conceitos curriculares e/ou interdisciplinaridade.

Esses indicadores foram utilizados para avaliar os trabalhos em três níveis: “nada evidente”, “algo evidente” e “bem evidente”. Por intermédio das avaliações dos dez projetos selecionados foram realizados gráficos e interpretações sobre os projetos, todos eles apresentados em forma de Banners no 1º Seminário e Mostra Ação Promovendo a Reflexão realizado em 2015 pela rede municipal de São Paulo.

Depois deste momento, a autora se volta para a proposta curricular de tecnologias na política educacional da cidade de São Paulo, publicada em 2017, para analisar os fundamentos e os objetivos da proposta. Com o alinhamento e junção de diversas teorias, dentre elas, a matriz dos saberes, que tem como norte o Pensamento Computacional, foi definido a criação de três eixos: Programação, Letramento Digital e Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) dos quais deriva-se os objetos de

conhecimento e objetivos de aprendizagem do documento (SÃO PAULO, 2017). Neste panorama, a cultura *maker* vem ganhando destaque e já se encontra presente em momentos posteriores, mas que na elaboração inicial do documento não foi mencionada.

Por conseguinte, a autora conclui demonstrando os subsídios históricos, teóricos e conceituais trazidos pela sua pesquisa para contribuir com a inserção das tecnologias para a formação dos profissionais da Rede Municipal de Ensino de São Paulo revelando ações que foram desenvolvidas que já se remetiam à Educação *Maker*, mesmo que o termo não fosse utilizado. Ela que espera que tais subsídios possam contribuir para uma revisão da proposta curricular e que sejam incluídos futuramente.

5 Pesquisa de Campo

Para a nossa pesquisa de campo, escolhemos realizar a entrevista semiestruturada com quatro pessoas relevantes para a cultura *maker* e por sua atuação direta no CIEBP permitindo assim que os dados levantados sejam passíveis de diálogo com a literatura. A fim de contribuir com a nossa pesquisa, foi realizada uma entrevista semiestruturada com a professora Débora Denise Dias Garofalo, eleita uma das 10 melhores professoras do mundo em 2019, pelo *Global Teacher Prize* (Prêmio Global de Professores [tradução nossa]), considerado o Nobel da Educação (GAROFALO, 2019). Ela possui diversos trabalhos nas áreas de tecnologias, cultura *maker*, robótica com sucata, gêneros digitais, educação 4.0, educação 5.0, metodologias ativas, ensino híbrido, STEAM, educação disruptiva, entre outros. Atualmente, é coordenadora do CIEBP, projeto do qual fez parte de sua criação atuando na Secretaria da Educação como assessora no governo do Estado de São Paulo até o final de 2022.

Comentaremos a seguir as questões que fizeram parte da entrevista para entendermos melhor o papel de cada ideia e a relevância para a nossa pesquisa.

1) O que é cultura *maker* para você?

Entender a cultura *maker* de forma prática e por alguém com vasta experiência na área aplicando-a de diversas formas, tanto em sala de aula quanto em projetos que a tem como foco é importante para o conhecimento prático do estudo.

2) Durante a sua atuação em sala de aula, como você buscava trabalhar a cultura *maker*?

Nesse momento, estamos buscando dados de quando a entrevistada trabalhava em salas de aula regulares com alunos do ensino fundamental. O objetivo é entender quais os métodos empregados e de que forma se materializava o papel do *maker* em seus estudantes.

3) Como foi sua trajetória de trabalho com a robótica na Escola Municipal de Ensino Fundamental Ary Parreiras que lhe levou a se inscrever e ser finalista do Global Teacher's Prize?

Através desta pergunta, buscamos compreender melhor a jornada da entrevistada para sobrepujar os obstáculos e desafios da sala de aula e se observar

como uma forte candidata e se inscrever num prêmio reconhecido mundialmente, e o melhor, ser finalista dele.

4) De onde surgiu a ideia de criação do Centro de Inovação da Educação Básica Paulista (CIEBP)?

Neste momento, gostaríamos de entender como a cultura *maker* se materializou na rede estadual de ensino de São Paulo através do CIEBP, com seus espaços diferenciados, equipamentos e tecnologias.

5) De que forma a cultura *maker* permeia os espaços presentes no Centro de Inovação da Educação Básica Paulista (CIEBP)?

Após a materialização da ideia, propomos este questionamento para observar em quais momentos e estruturas o CIEBP abarca a cultura *maker* e a aplica de forma efetiva para todos os alunos e professores que atende.

6) Qual a sua perspectiva para o futuro da cultura *maker* no Brasil?

Esta pergunta busca vislumbrar o papel educacional da cultura *maker* nas gerações futuras e realizar uma previsão do potencial de replicabilidade, alcance e mudanças que ela pressupõe e como elas refletirão na sociedade.

7) Embora não seja a sua área de formação, como você enxerga a relação entre o ensino da matemática e a cultura *maker*?

A Débora Garofalo é formada em Letras e Pedagogia, mas por conta de sua atuação e seus trabalhos, ela possui uma visão ampla das áreas de conhecimento e a questão veio nessa direção para alinhar a proposta que estamos desenvolvendo aqui no ensino de matemática e as possibilidades de interação com a cultura *maker*.

Em conjunto com esta entrevista, mais três professores que trabalham no CIEBP foram convidados para responder cinco questões relacionadas à cultura *maker* e sua relação com a educação, tanto no dia a dia atuando pelo CIEBP quanto na atuação em sala de aula. O questionário destinado à estes professores é análogo ao que foi apresentado acima, com exceção das questões número 3 e 4 que foram suprimidas, pois estavam relacionadas apenas ao trabalho da professora Garofalo, e a questão número 5 que foi adaptada para entender a atuação do profissional em seu espaço de trabalho. Os entrevistados são Eliana Raquel Silva, professora de Matemática que atua no espaço de Prototipagem e Fabricação Digital, Me. Fabio

Paiva, professor de Física, e Jorgea Débora Silva, professora de Biologia e Química, ambos se dedicam ao espaço nomeado como Cultura *Maker*. Buscamos através desta entrevista entender como eles veem a Cultura *Maker* tanto no CIEBP quanto na atuação em sala de aula antes de virem a trabalhar no centro, bem como analisar o que definem como Cultura *Maker*, suas perspectivas para ela e a relação existente com a Matemática.

5.1. Análise das entrevistas

Nesta etapa iremos analisar as respostas dadas pelos entrevistados para as nossas questões, parte das entrevistas foram realizadas pessoalmente e outras foram realizadas de maneira remota. A transcrição das entrevistas está presente nos apêndices A, B, C e D referente aos participantes Débora Denise Dias Garofalo, Eliana Raquel Silva, Fabio Paiva e Jorgea Débora Silva, respectivamente. Nesta ordem, indicaremos por Garofalo, Raquel Silva, Paiva e Débora Silva para facilitar a identificação em suas falas. Nossa análise se baseia no que temos presente na literatura sobre os temas abordados e paralelos que encontramos nas falas dos entrevistados.

Inicialmente, partiremos do que é entendido como cultura *maker* para os nossos participantes, uma vez que podemos observar que todos citam o “faça você mesmo”, termo oriundo do “*do it yourself (DIY)*” e, também, percebemos que Paiva e Débora Silva citam sua origem no pós-Segunda Guerra Mundial, período de escassez de recursos, no qual as pessoas reaproveitavam o que tinham para adaptar e obter o que precisavam. É possível observar que todos citam a reutilização de materiais que poderiam ser descartados com o foco no “mão na massa”, isto é, a experimentação de novas ideias de forma prática, a partir de materiais não-estruturados.

Quando adentramos o campo da sala de aula, analisamos algumas experiências interessantes dos docentes, citando a cultura *maker* como uma metodologia ativa em suas disciplinas e, esta, servindo como ponte para se trabalhar programação e robótica, no caso da Garofalo. O Paiva e a Débora Silva citaram alguns exemplos dos diversos experimentos que eles realizaram com seus alunos e como adaptaram as ferramentas de trabalho com objetos que fosse de fácil acesso, e, na

Matemática, a Raquel Silva cita principalmente o reaproveitamento do papelão para as mais variadas utilizações, que iam desde um molde até uma maquete completa, em escala.

Todos eles trouxeram suas experiências para contribuir com o Centro de Inovação da Educação Básica Paulista (CIEBP) de diversas maneiras. Tanto na coordenação e auxiliando no projeto de construção do CIEBP, no qual a Debora Garofalo nos compartilhou o processo de ideação desta iniciativa na rede Pública do Estado de São Paulo. Sintetizando desde a concepção em 2019, com a tríade de inovação que é composta pelo Expo Movimento Inova, um evento que reúne, reconhece e divulga o trabalho com tecnologia nas escolas públicas da rede estadual de ensino, o componente curricular da tecnologia e o CIEBP. Quanto na atuação dentro das salas que compõem o centro de inovação, através do relato de como trabalham e como propõem as atividades para os professores e alunos que vão ao centro.

Dentre as possibilidades de atuação e concepção dos espaços do CIEBP, Raquel Silva e Paiva ressaltam a sustentabilidade como eixo central em suas atividades, visando de forma prática trabalhar este conceito com os visitantes. É unânime o uso da colaboração para o desenvolvimento das propostas, os três citam o quanto é necessário e imprescindível que os estudantes trabalhem em equipe para atingir o objetivo ali proposto. Eles ainda reforçam o quanto se preocupam com a replicabilidade das atividades, pois buscam entender que se há a possibilidade de refazer o que eles vivenciaram em suas escolas ou em suas casas, então a proposta abrange mais pessoas e se torna mais acessível.

Nesta linha de pensamento, Garofalo salienta que a cultura *maker* pode ser vista como um pilar importante para o acesso à tecnologia e inovação, pois através da criação e inovação com as próprias mãos é possível construir projetos que auxiliam no desenvolvimento da criatividade e da colaboração, além de contribuir com a habilidade de resolução de problemas.

Ao tratar sobre os detalhes da operacionalização do uso da cultura *maker* em seus espaços, Débora Silva, Fábio e Raquel Silva citam principalmente, o uso do material. O material de fácil acesso, como Fábio comenta, é escolhido para que não apenas seja barato, em termos de valores, mas que os estudantes possam encontrar

em locais comuns, no dia a dia. Ao citar o material não estruturado, Raquel Silva define o papelão como um dos principais exemplos, por ter diversos usos e não ter uma forma pronta e única. Débora Silva salienta o cuidado com o termo reciclável nas construções e projetos, por não se valer apenas desse tipo de material, mas de outros que podem ser reutilizados com outras funções de forma rústica, ou seja, que não voltariam para a cadeia de produção de uma empresa, porém que seria possível ter outras finalidades, além daquela a que foi proposta pela indústria. Um exemplo seriam as caixas de leite que por conta das seis camadas que envolvem folha de alumínio, papel e polietileno são difíceis de serem recicladas, sem fazer a separação de cada camada, logo, o reaproveitamento para artesanato, parte de um robô ou outras utilidades torna-se uma alternativa viável para o reaproveitamento deste material.

Podemos observar que muitos dos pilares da cultura *maker* proposto por Hatch (2014) estão presentes no relato dos entrevistados. Vamos demonstrar como as principais características do Movimento *Maker* se relaciona com as atividades do CIEBP:

- A parte “*maker*” com o “mão na massa” das atividades desenvolvidas nos espaços;
- O “compartilhamento” através da troca de ideias entre os professores e estudantes em suas escolas, nas redes sociais e em eventos;
- O “dar” ao receber e entregar aos alunos o que construíram no CIEBP;
- O “aprender” através da mobilização das competências e habilidades do aluno para entender a proposta e atuar sobre ela;
- O “instrumentalizar” que ocorre através da operação das máquinas, circuitos elétricos e softwares propostos nas atividades;
- O “brincar” pois a experiência de testar ideias e trabalhar com tecnologia é algo memorável para os alunos;
- O “participar” se apresenta através da oportunidade de conhecer outras experiências tanto de colegas que compartilharam da mesma atividade na escola quanto de outros alunos de outras escolas que também frequentaram o CIEBP;

- O “suporte” é onde nós, professores e formadores, atuamos mais diretamente auxiliando o estudante em suas necessidades para desenvolver seu projeto;
- E, por fim, a “mudança”, na qual o erro é já entendido como parte do processo e que realizar adaptações conforme se constrói um projeto é essencial.

Diante deste espectro positivo de alinhamento entre a teoria e a prática, as perspectivas para o futuro da cultura *maker* no Brasil são vistas com otimismo pelos entrevistados, todos ressaltam a expansão, a difusão e o engajamento cada vez maiores da sociedade como um todo neste processo. Débora Silva enfatiza o aspecto sustentável desta ideia, Paiva foca no engajamento que gera, Raquel Silva acredita que é uma abordagem benéfica ao aprender fazendo e Debora Silva reforça que não é apenas ter espaços *maker*, mas é necessária uma mudança comportamental, uma cultura de aprendizado que realmente coloque o estudante como protagonista no processo de aprendizagem.

Para relacionar a Matemática com a cultura *maker*, dentro dos diversos campos de atuação dos docentes, nos deparamos com a maneira que enxergam a Matemática como ferramenta enquanto outros apontam que o *maker* poderia facilitar o processo de abstração. Despontamos as visões de cada um dos entrevistados para este importante tópico:

Garofalo contextualiza o patamar no qual o ensino de matemática e das linguagens está citando avaliações de larga escala que demonstram desempenho abaixo do esperado. Como um alerta para as consequências de que um ensino voltado para a repetição de exercícios e aulas apenas expositivas podem agravar. Para contrapor esta realidade, Garofalo afirma o potencial da cultura *maker* para alavancar o aprendizado não só da Matemática, mas, em especial dela, para lidar de forma prática nas suas competências e habilidades através de uma abordagem que seja investigativa, significativa e que desenvolva o raciocínio lógico dos estudantes.

Raquel Silva afirma que a união da Matemática com a Cultura *Maker* pode trazer bons benefícios para ambas, uma vez que a criação de forma organizada facilita a construção de objetos e artefatos, enquanto o caráter concreto e prático facilita a

abstração do objeto de conhecimento. Tendo como base o raciocínio e a lógica como pontos centrais para o ganho no desenvolvimento e protagonismo do indivíduo.

Paiva comenta sobre a necessidade de materializar do aluno e como isto ajuda no processo de abstração. Ao explicar sobre os eixos cartesianos na modelagem tridimensional de um cubo, com a manipulação do objeto e das suas coordenadas num ambiente virtual, o estudante tem a oportunidade de abstrair a partir de um experimento. Desta forma, os ambientes matemáticos poderiam contribuir na abstração de modelos experimentais.

Débora Silva sustenta a relação de dependência da Cultura *Maker* e da Matemática ao destacar a importância de se saber utilizar elementos como ângulo, medidas de objetos e projeções nas construções de objetos. Assim como, a Matemática carece destes objetos físicos para exemplificar e auxiliar no processo de abstração. Exemplificando o raciocínio, cita um trabalho no qual a catapulta poderia ser construída para demonstrar uma aplicação e a semelhança com uma parábola.

Podemos observar que embora os participantes desta entrevista sejam de áreas diferentes, todos puderam contribuir com esta pesquisa em diversos aspectos da forma como veem, atuam e acreditam que a cultura *maker* está inserida no dia a dia tanto da sala de aula quanto na atuação dentro do CIEBP e, também, na sociedade como um todo.

6 Atividade *maker* sobre proporcionalidade

Neste capítulo iremos abordar a justificativa para o tema da proporcionalidade, as habilidades relacionadas, a atividade que visa desenvolver estas habilidades com seu plano de aula e a aplicação da atividade em duas situações distintas.

6.1. Justificativa

A partir dos dados da Plataforma Foco Aprendizagem, disponível no domínio da Secretaria Escolar Digital (SÃO PAULO, 2022), que analisou os resultados do Saesp realizado em 2019, constatou-se que o grau de domínio da habilidade, cuja sigla é H24-T02-EM, do ensino médio “Identificar figuras semelhantes mediante o reconhecimento de relações de proporcionalidade” era de 32,28%. Portanto, há uma defasagem entre os estudantes da rede estadual de ensino público.

Buscamos estabelecer uma equivalência entre a habilidade acima indicada com as do Currículo Paulista do Ensino Fundamental e do Ensino Médio (SÃO PAULO, 2020). Assim, temos em, EF06MA21, “Construir figuras planas semelhantes em situações de ampliação e de redução, com o uso de malhas quadriculadas, plano cartesiano ou tecnologias digitais” (SÃO PAULO, 2020); EM13MAT308, “Aplicar as relações métricas, incluindo as leis do seno e do cosseno ou as noções de congruência e semelhança, para resolver e elaborar problemas que envolvem triângulos, em variados contextos” (SÃO PAULO, 2020).; de acordo com a proposta, também se aplica a habilidade das Diretrizes de Tecnologia e Inovação, EF89TEC28, “Construir objetos usando materiais não estruturados, com material produzido por intermédio de equipamentos e recursos tecnológicos existentes no espaço *Maker*” (SÃO PAULO, 2019a).

Portanto, dependendo do direcionamento da nossa atividade pelo professor, poderemos seguir uma linha ou outra. Esta abertura foi mantida no desenvolvimento e na aplicação desta atividade por conta de havermos realizado apenas com professores. Julgamos que desta forma, fica a cargo do docente decidir qual caminho tomar uma vez que as duas habilidades citadas poderiam ser ambas trabalhadas a partir da sequência desta atividade e de seu objeto final, sem muitas modificações no

processo. Mas é de suma importância que o público-alvo seja identificado para que sejam feitas as alterações necessárias.

Para tanto, conforme São Paulo (2020a) caso a habilidade trabalhada seja a voltada para o sexto ano do ensino fundamental, então o objeto de conhecimento será a “construção de figuras semelhantes: ampliação e redução de figuras planas em malhas quadriculadas”. Caso a habilidade escolhida seja a do primeiro ano do ensino médio, então o objeto de conhecimento será a “semelhança entre triângulos (por transformações geométricas – homotetias)”, segundo São Paulo (2020b). Em ambas as perspectivas, a possibilidade de se trabalhar também a habilidade de tecnologia se mantém, logo seu objeto de conhecimento será a Cultura *Maker*, de acordo com São Paulo (2019a).

Nesta atividade, buscamos desenvolver a competência geral da Educação Básica estabelecida na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), tida como:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (BRASIL, 2018, p. 9)

Nesta perspectiva, utilizaremos a tecnologia digital que visa a vetorização e a modelagem tridimensional para trabalhar com a nossa proposta de trabalho. Com o foco na produção e desenvolvimento de conhecimentos que coloquem o estudante como protagonista de seu aprendizado.

Por conseguinte, esta atividade propõe-se a adicionar ludicidade e propósito aos estudantes no desenvolvimento, apoiados em uma plataforma de prototipagem versátil, dinâmica e gratuita. Nossa proposta é desenvolver noções de proporcionalidade através da criação de um projeto de uma casa na plataforma Tinkercad e a construção com objetos não-estruturados. Deste modo, construiremos três casas no software de modelagem digital e três casas com materiais não estruturados (papelão) observando e refletindo sobre as proporcionalidades envolvidas na redução e ampliação de figuras e sólidos geométricos, intercalando os momentos.

6.2.Plano de aula

A atividade proposta fará uso de ferramentas tecnológicas ao passo de intensificar o processo de aprendizagem com práticas do *Maker*. Dessa forma, é necessário o preparo prévio do espaço físico com os materiais de cada etapa. Para a fabricação digital, precisaremos de computadores para utilizar a plataforma *Tinkercad*. Para o segundo momento, vamos precisar de papelão cortado, na máquina de corte a laser, nas medidas das casas construídas no primeiro momento, cola quente, régua e transferidor. A seguir, encontra-se a descrição sequencial de toda a atividade.

Introduziremos a atividade através de alguns slides contendo a proposta inicial, a justificativa para a atividade e qual o objetivo a ser alcançado. Para iniciar a primeira etapa, devemos garantir que há quantidade suficiente de computadores para o grupo e verificar se todos tem conexão com a internet. Acessaremos o site <https://www.tinkercad.com/> e iniciaremos a modelagem digital. Realizando o login ou cadastro, para iniciar em “Projetos” e depois em “Novo” projeto 3d.

Ao nos depararmos com o “plano de trabalho” em azul claro, que será o local que iremos colocar nossas peças em cima, apresentaremos as principais funcionalidades do software, como a movimentação, ao transladar nos eixos, o giro, ao mudar o ângulo de uma peça em relação ao solo, e o redimensionamento, através do aumento e diminuição das medidas dos lados, facilitando a técnica de criação dos participantes. A proposta é que seja construída digitalmente uma casa, parede por parede, telhado, janela e porta, com as medidas pré-estabelecidas. Tais medidas poderiam ser alteradas, sem perda de generalidade, desde que seja possível construir a casa tanto digitalmente quanto fisicamente e que ao final, suas alterações sejam proporcionais para manter a razão.

Após criar a casa no *Tinkercad*, via modelagem digital, nós mostramos quais os processos necessários para construir aquela casa, peça por peça, utilizando a cortadora a laser. Realizamos o corte do papelão com as medidas que foram modeladas para que os participantes possam montar o artefato fisicamente. Note que seria possível fabricar a casa na impressora 3D, com alguns passos simples, mas por

conta do tempo e da nossa necessidade para o momento, optamos pela construção com material mais acessível para todos.

Assim que todos as pessoas obtiveram com suas peças, feitas com materiais não estruturados (papelão), cortados nas mesmas medidas modeladas no software. A montagem das peças pode ser feita coletivamente, utilizando cola quente. Com a construção da casa em papelão, iremos verificar se as medidas são equivalentes ao modelo digital e registraremos as medidas e os ângulos das figuras geométricas utilizadas para realizar a comparação.

Agora, vamos reduzir os comprimentos das paredes, telhados, portas e janelas pela metade, mantendo o ângulo das peças, assim teremos uma casa menor que a primeira casa construída. Dirigimo-nos a realizar este procedimento via software e depois montar a casa com cola quente, através das peças que foram reduzidas.

Posteriormente, vamos dobrar os comprimentos das paredes, telhados, portas e janelas, mantendo o ângulo de curvatura das peças, assim teremos uma casa duplamente maior que a primeira casa que foi edificada. Mais uma vez orientamos para a ampliação na plataforma do *Tinkercad* e, em seguida, faremos os passos para a produção das peças para que a casa possa ser montada.

Concluindo a construção das três casas, vamos conferir os ângulos. Utilizaremos o transferidor para medir e verificar os ângulos, mas caso não o tenhamos à disposição, é possível com um pedaço de sulfite marcar os ângulos formados no telhado, para destacar a marcação podemos utilizar canetas ou tintas, depois de marcados no sulfite, basta recortar nas marcações e verificar que os ângulos do telhado foram mantidos na redução e na ampliação da casa.

Ao término das construções será possível conceitualizar ideias de proporcionalidade em figuras geométricas, tais como a razão nas medidas de comprimentos e noções de semelhança de triângulos no software *Tinkercad* e na casa construída fisicamente, com material não estruturado.

6.3.Atividade Maker

Apresentaremos a atividade maker que nós propomos, com o passo-a-passo de todos os momentos que ela contém. O mão na massa presente nesta atividade se

divide tanto na parte digital, com a modelagem em software da casa, quanto no físico na qual cortaremos e construiremos a casa ao juntarmos partes dela com cola quente para formá-la. Para o corte dos pedaços físicos da casa, utilizamos o papelão cortado pela máquina de corte a laser presente no CIEBP. Porém, caso não haja uma cortadora a laser disponível, isso não inviabiliza a atividade, pois as peças poderiam ser cortadas com um estilete e/ou uma tesoura com ponta, com a devida cautela e cuidado.

Dito isto, a atividade se inicia acessando o site *Tinkercad* que possui um software de modelagem gráfica para criação virtual de objetos tridimensionais. Ao realizar o acesso, via *login*, podemos observar um grande plano azul que corresponde ao plano de trabalho, ou “cama” no contexto da impressora 3d. No canto esquerdo, temos meios para rotacionar e mudar a visão do plano de trabalho, na parte superior observamos as principais ferramentas para trabalhar os objetos e no canto direito é possível escolher as formas que darão início às criações na plataforma. A maioria das criações que realizaremos utilizará a o objeto “caixa” que corresponde a um cubo vermelho de dimensões 20 mm de comprimento, 20mm de largura e 20mm de altura, entendendo o comprimento o eixo x, a largura o eixo y e a altura ao eixo z. Avançaremos na atividade à medida que vamos nos familiarizando com a ferramenta.

Para construir as paredes da casa, modificaremos a partir do objeto “caixa” no *Tinkercad* e as dimensões do cubo para 100 mm de comprimento, 10mm de largura e 60mm de altura, as quais correspondem ao eixo x, eixo y e eixo z, respectivamente, conforme a figura 9.

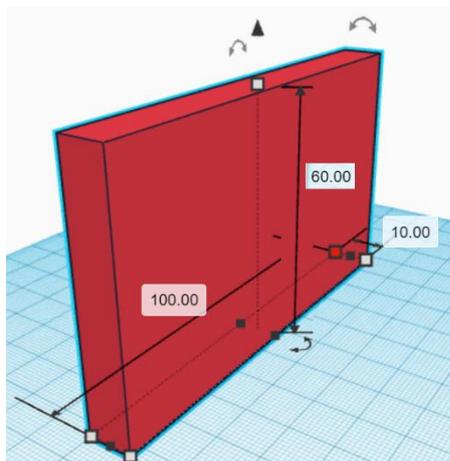


Figura 9 - Parede lateral
Fonte: Autor (2023)

Construída a primeira parede, utilizaremos a ferramenta de duplicação (CTRL+D, no teclado) para que a segunda parede seja posicionada paralelamente à primeira, distando 60mm, uma da outra. Assim, temos as duas paredes laterais modeladas e posicionadas corretamente, de acordo com a figura 10.

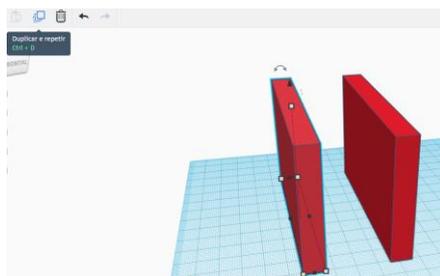


Figura 10 - Parede lateral duplicada
Fonte: Autor(2023)

Continuando a construção, partiremos para a parede frontal, que a partir do objeto “caixa”, um cubo vermelho, é remodelado para ter as medidas de 60 mm de comprimento, 10mm de largura e 60mm de altura, exemplificado na figura 11.

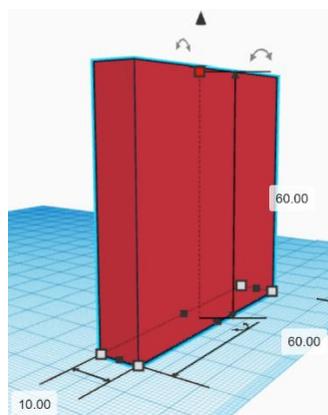


Figura 11 - Parede frontal
Fonte: Autor (2023)

No entanto, esta parede não está na orientação correta, então para corrigir, orientamos que ela seja rotacionada em 90 graus em relação ao eixo do plano de trabalho, conforme a figura 12.

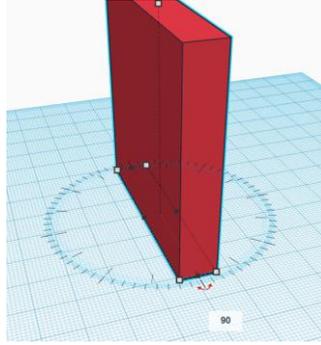


Figura 12 - Parede frontal rotacionada
Fonte: Autor (2023)

Após posicioná-la entre as duas paredes, duplicamos para movimentar outra parede de tal forma que ela fique diametralmente oposta à parede frontal, obtendo assim a parede posterior. Essas quatro paredes montadas formam a estrutura da casa, confira a montagem na figura 13.

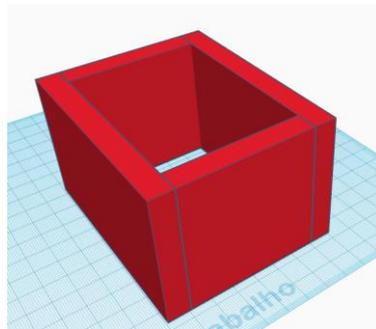


Figura 13 - Quatro paredes montadas
Fonte: Autor (2023)

Continuando a modelagem, desta vez utilizaremos a forma básica “telhado”, que consiste num prisma de base triangular verde na plataforma, e modificaremos suas dimensões em x, y e z, respectivamente, 60 mm de comprimento, 10mm de largura e 40mm de altura para montar o suporte do telhado, conforme a figura 14. O objeto telhado deve ter suas dimensões alteradas diretamente na figura.

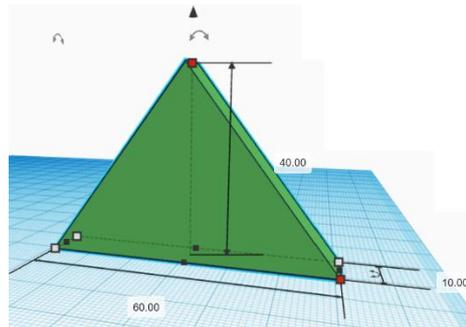


Figura 14 - Base do telhado
Fonte: Autor (2023)

Após o redimensionamento, iremos transladar a peça no eixo z para que ela diste 60 mm do plano do trabalho, a base azul claro, clicando no cone acima do objeto, conforme a figura 15.

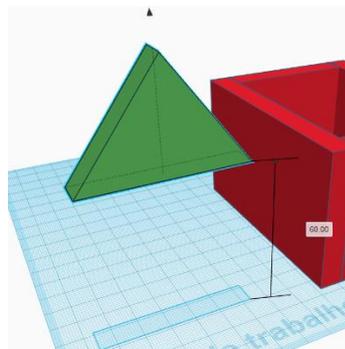


Figura 15 - Base do telhado transladada em z
Fonte: Autor (2023)

Com o encaixe correto acima da parede frontal, duplicamos o suporte do telhado e movimentando-o paralelamente ao eixo x para que seja posicionado acima da parede posterior, de acordo com a figura 16.

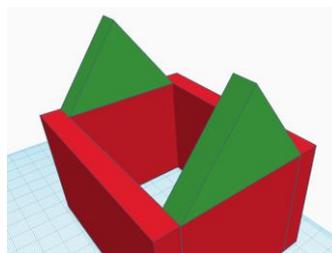


Figura 16 - Bases do telhado duplicadas e posicionadas
Fonte: Autor (2023)

Agora, iremos edificar o telhado, a partir da “caixa”, mudando sua cor em “sólido” para verde e alterando suas medidas, seu comprimento para 120 mm, sua largura para 10 mm e sua altura para 50 mm, em conformidade com a figura 17.

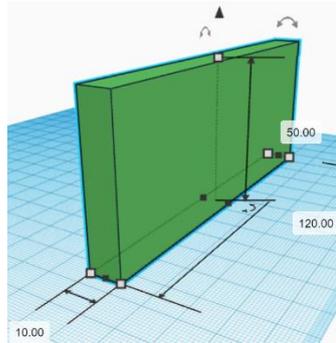


Figura 17 - Telhado
Fonte: Autor (2023)

Agora, posicionaremos o telhado a 60mm em relação ao solo e acima da parede lateral. Para que o encaixe seja suficientemente bom, rotacionaremos nosso telhado em 36 graus, feito isto e com os ajustes necessários, duplicaremos o telhado para posicioná-lo sobre a outra parede lateral, e então utilizaremos a ferramenta “espelhar” e selecionar o vetor que está na frente da parede frontal a fim de o telhado se incline e possa encaixar do outro lado do suporte do telhado, em conformidade com a figura 18.

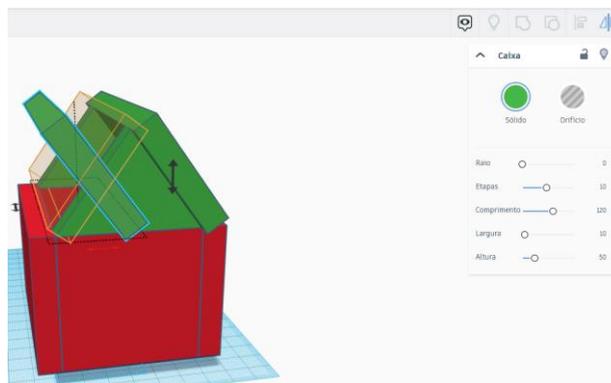


Figura 18 - Telhado duplicado e espelhado
Fonte: Autor (2023)

Modelaremos a porta, a partir do objeto “caixa” que está cinza em listras, sua cor está definida na plataforma como “orifício”, todas as outras peças que utilizamos até aqui estavam configuradas como “sólido”, em seguida, redimensionaremos nosso

objeto para 20mm de comprimento, 10mm de largura e 40mm de altura, como na figura 19.

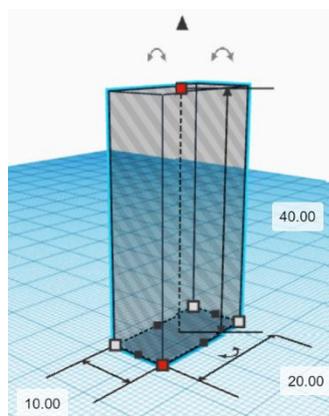


Figura 19 - Porta
Fonte: Autor (2023)

Assim como na parede frontal, será necessário rotacionar em 90 graus a porta. Então a posicionaremos no centro dela, em concordância com a figura 20.

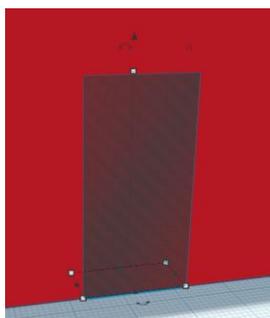


Figura 20 - Porta posicionada na parede frontal
Fonte: Autor (2023)

Com a porta posicionada corretamente, iremos selecionar a porta e a parede frontal e utilizaremos a ferramenta “agrupar” (CTRL+G, no teclado) para juntar os dois objetos, o resultado correto é a abertura de um vão no local da porta de tal forma que seja possível observar dentro da casa ao movimentar as perspectivas do plano de trabalho, em correspondência com a figura 21.

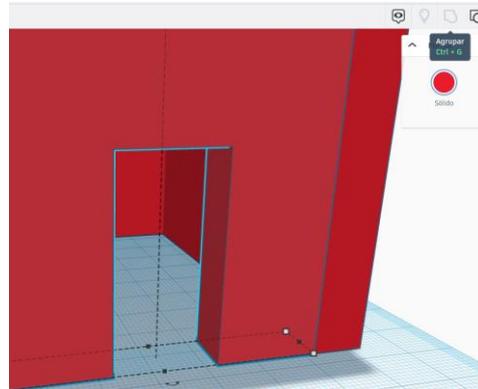


Figura 21 - Porta e parede frontal agrupadas
Fonte: Autor (2023)

A construção da janela é parecida com a da porta, partimos do objeto “caixa” de orifício, alteramos as dimensões dela para 20mm de comprimento, 10mm de largura e 20mm de altura, conforme a figura 22.

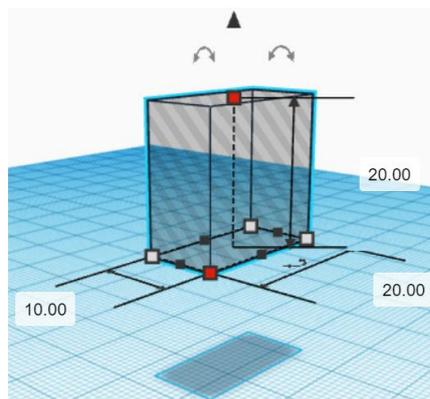


Figura 22 - Janela
Fonte: Autor (2023)

Em seguida, elevamos sua distância do solo em 20mm, posicionando-a de maneira central na parede lateral. A segunda janela pode ser construída como uma duplicação da primeira, sendo apenas necessário que se movimente de forma paralela à parede lateral e então encaixar-se nela. Ao selecionar as duas janelas e as duas paredes laterais, iremos “agrupar” tudo e, se estiver correto, será possível através da perspectiva direita ou esquerda enxergar o outro lado da casa pela janela, de acordo com a figura 23.

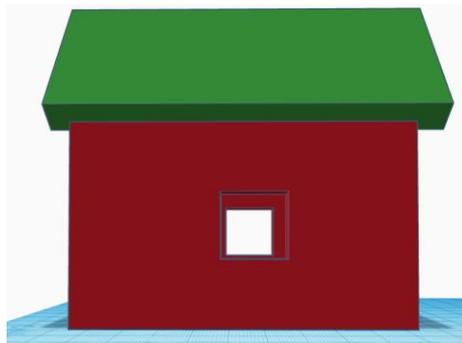


Figura 23 - Casa com as janelas agrupadas
Fonte: Autor (2023)

Finalizamos assim a nossa casa e a primeira etapa desta atividade. Neste momento, cabe observar que as peças que acabamos de construir podem ser refeitas no software *Inkscape* para posterior corte na máquina de corte a laser. É possível ainda selecionar todas as peças que acabamos de construir da casa e irmos posicionando-as no plano de trabalho do próprio *Tinkercad* para que seja possível exportar o arquivo em .svg, formato abreviado de *Scalable Vector Graphics*, que pode ser traduzido como gráficos vetoriais escalonáveis, pois este formato é compatível com o *Inkscape* e então transformá-lo num formato que seja possível de ser cortado na máquina de corte a laser. O que deve resultar nas figuras seguintes, vejamos na figura 24, que com a parede maior correspondendo à parede lateral com a janela agrupada e a parede menor sendo a parede frontal com a porta agrupada em uma delas.

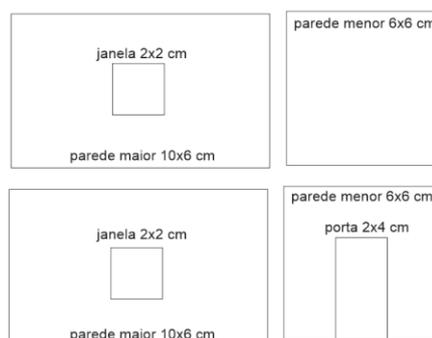


Figura 24 - Parede maior e parede menor
Fonte: Autor (2023)

E na figura 25, com o telhado e a parede do telhado representando a base do telhado que construímos no tinkercad.

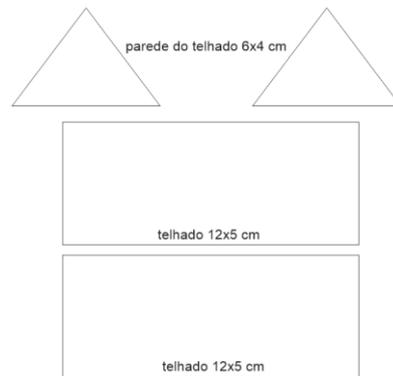


Figura 25 - Telhado e parede do telhado
Fonte: Autor (2023)

Após todas as peças serem cortadas nas máquinas de corte a laser, damos início à segunda parte da nossa formação, onde teremos em mãos as peças da casa e utilizaremos a cola quente para montar e juntar seus pedaços. Construída a primeira casa, orientamos que aumente todas as peças em 200% no software *Inkscape* e seja feito novo corte a laser, em conformidade com as figuras 26 e 27.

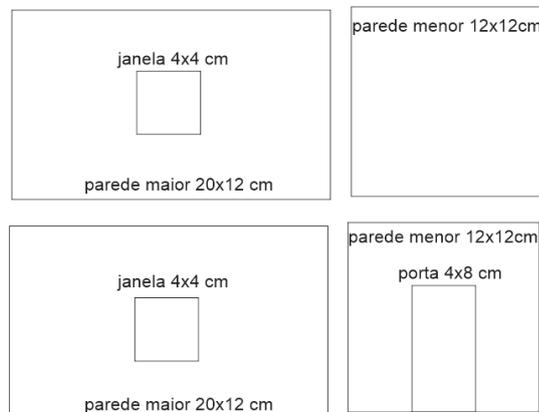


Figura 26 - Parede maior e menor ampliadas em 200%
Fonte: Autor (2023)

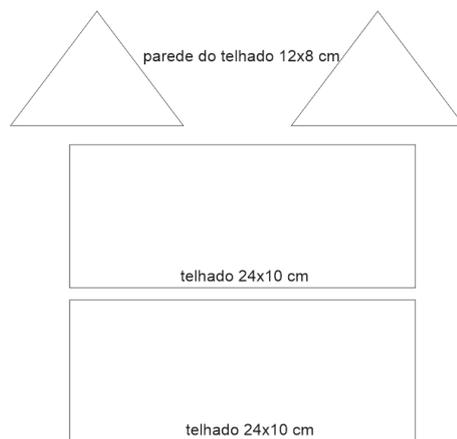


Figura 27 - Telhado e parede do telhado ampliadas em 200%
Fonte: Autor (2023)

Depois orientaremos que todos os objetos devem ser reduzidos para 50% do original e feito novo corte a *laser*, de acordo com as figuras 28 e 29.

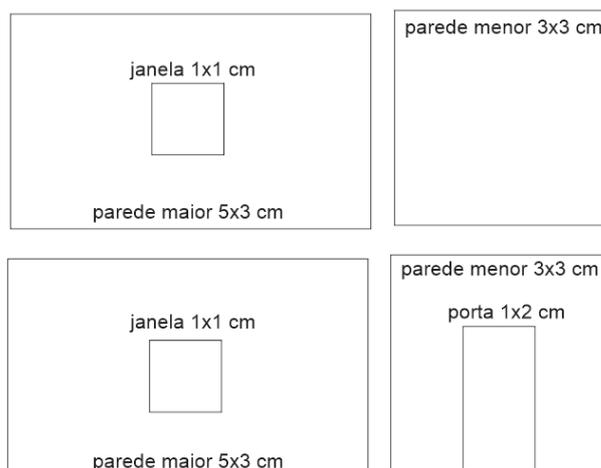


Figura 28 - Parede maior e menor reduzidas em 50%
Fonte: Autor (2023)

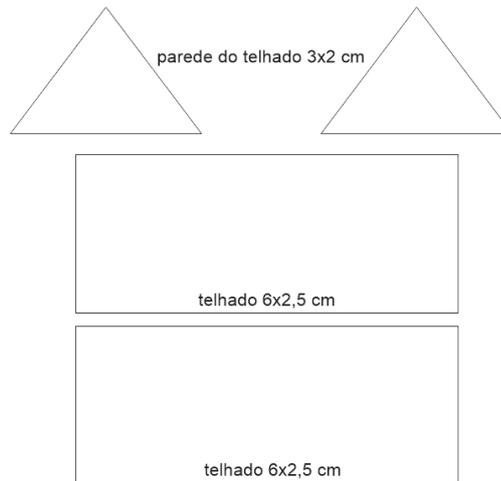


Figura 29 -Telhado e parede do telhado reduzidas em 50%
Fonte: Autor (2023)

Com estas novas peças, duas outras casas podem ser cortadas na máquina de corte a laser, montadas com cola quente e, assim, construídas. Por fim, podemos verificar as medidas das casas e refletir sobre os segmentos que foram dobrados de tamanho, no primeiro caso, e reduzidos pela metade, no segundo caso, conforme a figura 30.



Figura 30 -As três casas construídas fisicamente
Fonte: Autor (2023)

No software *Tinkercad* observaremos este fenômeno triplicando a quantidade de casas para que numa delas, sejam todas as medidas multiplicadas por dois, na outra que seja reduzida pela metade e na última se mantenha as medidas originais dela.

Desta forma, nos possibilita a observação do quanto as medidas aumentam e reduzem proporcionalmente à razão 2 e na razão 0,5, respectivamente. Analisando também a manutenção da forma e dos ângulos envolvidos nas peças, observamos de

forma empírica que há uma homotetia ocorrendo. Este feito pode ser notado tanto na casa modelada digitalmente quanto na casa construída, obtendo a forma virtual e a forma física equivalente do mesmo objeto.

Um ponto importante deve ser advertido ao refletirmos sobre a espessura do material, uma vez que podemos dobrar facilmente em meios digitais essa medida, mas que fisicamente teríamos dificuldade, já que poderíamos utilizar duas placas de papelão ao dobrar o tamanho, mas dividir uma placa ao meio torna-se complicado. Então, vale a menção de que por conta disso, não modificamos a espessura. Todavia, podemos ainda observar que a proporcionalidade se mantém, uma vez que estamos fazendo o uso de propriedades matemáticas que garantem a equivalência através dos ângulos e das medidas.

Isto posto, vamos aplicar esta atividade com professores das diversas áreas do conhecimento no Centro de Inovação da Educação Básica Paulista (CIEBP).

6.4.Aplicação

A presente aplicação da atividade proposta foi realizada em dois momentos na orientação de professores. Com a duração de duas horas para a atividade, não foi possível cortar o papelão via laser enquanto a aplicação dela ocorria, então optamos por fixar as medidas das partes da casa e cortar previamente o material para os professores, mas todo o processo de corte foi explicado para conhecimento.

A primeira experiência, que não houve registro gravado, foi desempenhada presencialmente, nos dias 17 e 18 de maio de 2022, das 9h00 às 18h00, com os noventa e um professores coordenadores do núcleo pedagógico (PCNP) de Tecnologia, dos quais há ao menos um PCNP por área em cada diretoria de ensino no Estado de São Paulo, que foram convocadas para esta formação de dois dias no CIEBP. Os professores foram divididos em seis grupos com, na média, quinze pessoas em cada. O desenrolar das atividades ocorreu de tal forma que cada grupo permanecesse duas horas em cada um dos espaços do CIEBP. Somado a isto, houve uma apresentação do Centro de uma forma geral realizada pela Coordenadora do CIEBP, Débora Garofalo, no início do primeiro dia, com dinâmicas e bate-papo sobre a concepção, funcionamento e futuro desta política pública. Juntamente com esta

apresentação, Marcos Barros, Coordenador da Coordenadoria de Informação, Tecnologia, Evidência e Matrícula (CITEM) discursou sobre o trabalho e os desafios das tecnologias no Ensino Público Estadual de São Paulo que somando totalizaram quatro horas.

Quando o primeiro grupo chegou ao espaço de Prototipagem e Fabricação Digital, sala em que atuo profissionalmente, houve uma breve apresentação do que trabalhamos naquele ambiente e logo iniciamos nossa atividade. Através da explanação com slides, fomos apresentando a proposta do trabalho, a justificativa, o objetivo e a metodologia para que fosse possível iniciar a parte “mão na massa” virtual da atividade na qual foi apresentada as principais ferramentas do software *Tinkercad* para então dar início à modelagem digital de uma casa com paredes, teclado, porta e janelas através das figuras geométricas prisma reto de base retangular e o prisma reto de base triangular.

Após a construção digital da casa, os professores foram conduzidos a observar o processo de criação e fabricação digital, que através do corte a laser foi possível moldar, milimetricamente, no papelão as peças que eles criaram. Com isso, a segunda etapa da formação é iniciada e a casa, agora física, deve ser montada colando suas partes com cola quente. Além da casa com as mesmas medidas que foram criadas digitalmente, foram dadas peças para a construção de duas outras casas aos professores, uma dela com duas vezes o comprimento de cada uma e outra com a metade dos valores de comprimento da primeira. Desta forma, foi observada a proporcionalidade nas construções, através da manutenção dos ângulos das peças correspondentes e os comprimentos foram aumentados e reduzidos proporcionalmente.

Para finalizar, os professores foram orientados a retornar ao software *Tinkercad* para aumentar em duas vezes o tamanho da casa toda e observar as medidas de cada peça, assim como, de forma análoga, reduziram pela metade a casa e analisaram as medidas. Feita a comparação, concluíram que a proporcionalidade foi mantida pela homotetia, ou seja, pela transformação geométrica que altera o tamanho de uma figura, mas mantém as características principais, como a forma e os ângulos.

Ao final desta formação e depois de terem aprendido e vivenciado esta experiência de dois dias no CIEBP, os PCNPs tem um prazo para replicarem as

atividades em suas respectivas diretorias de ensino com os professores das escolas estaduais as quais fazem parte.

A segunda experiência, que foi gravada e realizada por videoconferência, ocorreu de forma remota e síncrona, no dia 14 de setembro de 2022. Dessa vez, quarenta e oito professores estavam presentes, estes professores atuam como professores de apoio à tecnologia (Proatec) no CIEBP, pertencentes a um dos CIEBPs localizados no Estado de São Paulo, dos quais estão limitados a terem, no máximo, quatro professores por espaço.

A aplicação foi iniciada após uma breve conferência dos participantes e ajustes de equipamento. A formação técnica do “Lar da razão” tem como área de conhecimento a Matemática e suas tecnologias se justificando no contexto da necessidade de protótipos pedagógicos presentes nos CIEBPs, constada numa visita de avaliação das unidades onde foi verificado muitos objetos sem cunho pedagógico. Apresentamos a proposta trazendo a justificativa dos resultados do Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (SARESP) realizado em 2019, um ano antes da pandemia, que por meio dos graus de domínio deflagraram as principais habilidades do currículo que estavam em defasagem, estes dados foram acessados pela Secretaria Escolar Digital (SED) através do perfil de professor. O objetivo da atividade foi apresentado em seguida e qual fora a metodologia adotada.

Desta forma, a primeira parte do “mão na massa” começa e é orientado aos professores participantes que eles mostrem as principais ferramentas do *Tinkercad* com os alunos e professores que eles forem aplicar a atividade, no contexto desta aplicação este passo não foi necessário, pois os professores do CIEBP já estão familiarizados com o software e já o utilizam no dia a dia.

Ao desenrolar a atividade com os professores, observamos dúvidas pontuais e questionamentos que foram surgindo de natureza mais mecânica e técnica. O que nos permite dizer que a facilidade com a ferramenta foi um diferencial para que a atividade pudesse ocorrer de forma remota mais facilmente. Todavia, as conclusões ao término da atividade foram gratificantes pois pudemos perceber pelo relato que uma boa parte do objetivo fora alcançado. Orientamos que replicassem a atividade quantas vezes fosse necessário antes e a utilizarem com os estudantes e que quaisquer dúvidas que surgissem que nos fosse enviada posteriormente.

Em ambas as experiências os professores ficaram encantados e elogiaram a proposta, sugerindo meios e alternativas para introduzir assuntos durante a atividade. Isto foi incentivado, pois nosso intuito era de que não apenas aprendessem a utilizar as tecnologias e o processo da atividade, mas que consigam elaborar propostas e planejar aulas a partir delas.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atividade aqui apresentada teve como objetivo possibilitar e demonstrar uma aplicação que levasse em consideração os princípios da cultura *maker* na educação pública do Estado de São Paulo por meio de tecnologias no Centro de Inovação da Educação Básica Paulista (CIEBP).

O CIEBP representa um alicerce da cultura *maker* e da tecnologia e inovação na educação pública de São Paulo, como foi apresentado, há outros centros espalhados em todo o Estado de São Paulo, totalizando dezoito, até o presente momento. A acessibilidade que sempre foi carente, principalmente na rede estadual em termos de tecnologia, está expandindo e tornando-se referência. Entretanto, não é necessário que se construa um CIEBP para ter contato com a educação *maker*, mas que sejam criadas oportunidades como citada por Blikstein (2020) para sua implantação.

A implantação da educação *maker* deve ser embasada em quatro pilares: a criação do espaço *maker*; a formação de professores; os projetos a serem desenvolvidos; e o protagonismo dos alunos. (BLIKSTEIN, 2020, p. 13)

Desta forma, podemos observar que é possível a sua construção e ensinamos que nosso trabalho seja uma das referências para trabalhar com a educação *maker*. Sabemos que, embora, alguns números de publicações na área do *maker* e da educação ainda estejam baixos, conforme constatado pelos autores pesquisados, acreditamos que está crescendo.

O Movimento *maker*, através do seu manifesto, com Hatch (2014) nos possibilitou observar a grandeza e a escalabilidade que se pode alcançar. A participação de variados públicos torna a comunidade um bem para todos que inserido e contextualizado com suas necessidades buscam compartilhar interesses e objetivos comuns. A introdução cada vez maior das tecnologias nos espaços *maker* tornam a sua compatibilidade com as ciências e as diversas áreas do conhecimento mais integrativas.

Para a construção de nossa proposta, foi necessário estudar e compreender de qual forma o movimento *maker* atua na sociedade e analisar seus pontos de consonância com a educação e com o ensino de Matemática. Para uma análise mais cuidadosa, especialistas na área que trabalham com a cultura *maker* no seu dia a dia foram entrevistados e suas respostas foram de grande valia para esta pesquisa. Demonstrando um caminho e nos orientando onde ainda não estava sedimentado.

Alguns levantamentos sobre os principais precursores do *maker* foram citados, bem como suas bases bibliográficas, demonstrando o espaço e o caminho que as atividades *maker* na educação podem trilhar. Conceitualizando e apresentando como a tecnologia poderia ser utilizada na sala de aula, na prática. A ideia é que esta seja uma de muitas outras que ainda virão com esta temática em busca de uma maior qualidade no ensino e aprendizagem de Matemática.

Observamos como as ideias de proporcionalidade em figuras geométricas foram sendo desenvolvidas, ao refletirmos sobre o modo pelo qual as medidas de comprimentos foram ampliadas e reduzidas, enquanto os ângulos permaneceram constantes. Essa exploração ocorreu tanto no software Tinkercad quanto na construção da casa na forma física.

A relevância da atividade não se limitou apenas à aprovação e elogios dos professores que a acompanharam, mas sim à mensagem de que era possível realizar tal trabalho. A Matemática pode ser abordada de diferentes maneiras, permitindo que os estudantes e professores enxerguem-na sob diversas perspectivas, tais como o método prático, a experiência concreta e a aplicação.

É válido ressaltar que o uso de métodos concretos não é uma novidade no meio acadêmico, porém, a incorporação das tecnologias nesse contexto é algo mais recente. Um exemplo disso é a robótica educacional, que busca conciliar conceitos básicos de programação, matemática e outros conhecimentos com o que há de novo. O alinhamento do movimento *maker* com a tecnologia e a educação representa um marco crucial para o desenvolvimento educacional do século XXI. Ao integrar conceitos de criação, inovação e aprendizado prático, o movimento *maker* estimula uma abordagem “mão na massa” que cativa e engaja os estudantes de forma única.

Ao utilizarmos as ferramentas tecnológicas, como impressoras 3D, kits de robótica e softwares de *design*, o potencial educacional é ampliado exponencialmente.

Os estudantes têm a oportunidade de aplicar os conhecimentos teóricos em projetos reais, fomentando o pensamento crítico, a resolução de problemas e o trabalho colaborativo. Além disso, a interseção entre o movimento *maker* e a tecnologia abre caminhos para o desenvolvimento de habilidades altamente valorizadas no mercado de trabalho atual, preparando-os para enfrentar os desafios do futuro. Desse modo, ao abraçarmos essa sinergia entre tecnologia e educação, estamos capacitando os jovens a se tornarem criadores, inventores e solucionadores de problemas, impulsionando uma sociedade mais inovadora e próspera.

Concluimos, portanto, que o estudo e o ensino da proporcionalidade e da Matemática como um todo devem ser aprofundados cada vez mais. Essa busca visa construir um mundo mais justo e igualitário, ao possibilitar um acesso amplo e adequado ao conhecimento, aumentando a capacidade para lidar com números, formas e suas relações de maneira eficaz.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini de; SILVA, Maria da Graça Moreira da. **Currículo, Tecnologia e Cultura Digital: Espaços e tempos de Web Currículo.** Revista e-curriculum, São Paulo, v.7 n.1 Abril/2011. Disponível em: <<http://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum>>. Acesso em: 18 jan. 2023.
- BARDIN, Laurence. 2016 [1977]. **Análise de conteúdo.** São Paulo: Edições 70.
- BEVAN, Bronwyn. **The promise and the promises of making in science education.** Studies in Science Education, v. 53, n. 1, p. 75-103, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/03057267.2016.1275380>>. Acesso em: 17 nov. 2022.
- BLIKSTEIN, Paulo. **Digital fabrication and ‘making’ in education: The democratization of invention.** FabLabs: Of machines, *makers* and inventors, v. 4, n. 1, p. 1-21, 2013.
- BLIKSTEIN, Paulo; VALENTE, José Armando; MOURA, Éliton Meireles de. **Educação *maker*: onde está o currículo?.** Revista e-Curriculum, v. 18, n. 2, p. 523-544, 2020.
- BRASIL. **Lei nº 9.394**, de 20 de dezembro de 1996. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 24 dez. 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm>. Acesso em: 09 nov. 2022.
- _____. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf>. Acesso em 17 nov. 2022.
- CASCAES, Nilcecleide da Silva. **Cultura *Maker* digital e o Desenvolvimento da Habilidades Socioemocionais no Aprendizado de Matemática.** 2021. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2021.
- CABEZA, Edison Uriel Rodríguez; MOURA, M. **O *DIY* vive!** In: VIRUS. São Carlos, n. 10, 2014. Disponível em: <<http://www.nomads.usp.br/virus/virus10/index.php?sec=4&item=8&lang=pt>>. Acesso em: 15 de junho de 2022.
- CILLERUELO, Lourdes; ZUBIAGA, Augusto. **Una aproximación a la Educación STEAM.** Prácticas educativas en la encrucijada arte, ciencia y tecnología. Jornadas de Psicodidáctica, v. 18, p. 1-18, 2014. Disponível em: <<https://www.augustozubiaga.com/web/wp-content/uploads/2014/11/STEM-TO-STEAM.pdf>>. Acesso em: 09 fev. 2023.
- CLAPP, Edward; et al. **Maker-Centered Learning: Empowering young people to shape their worlds.** California: Jossey-Bass, 2016.

DE INOVAÇÃO, C. P. C. **MANUAL DE IMPLEMENTAÇÃO DO CENTRO DE INOVAÇÃO DA EDUCAÇÃO BÁSICA PAULISTA**. 2022. Disponível em: <https://centrodeinovacao.educacao.sp.gov.br/wp-content/uploads/2022/10/manual-ciebp-versao-site-novodocx-1.pdf>. Acesso em 6 de fev. de 2023.

DE OLIVEIRA SOARES, Ismar. **Gestão comunicativa e educação**: caminhos da educomunicação. Comunicação & Educação, n. 23, p. 16-25, 2002.

_____. **Educomunicação e Educação Midiática**: vertentes históricas de aproximação entre Comunicação e Educação. Comunicação & educação, v. 19, n. 2, p. 15-26, 2014.

DEWEY, John. **Experiência e educação**. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2011.

_____. **Como pensamos**: como se relaciona o pensamento reflexivo com o processo educativo, uma reexposição. São Paulo: C. E. Nacional, 1979.

DOUGHERTY, Dale. **The maker mindset**. In: Design, make, play. Routledge, 2013. p. 25-29.

FILATRO, Andrea; CAVALCANTE, Carolina Costa. **Metodologias Inovativas**: Na educação presencial, a distância e corporativa. São Paulo: Saraiva, 2018.

FLORES, Christa. **Constructionism, a Learning Theory and a Model for Maker Education**. FabLearn Fellows – FabLearn Blogs. 2016. Disponível em: <https://fellows.fablearn.org/constructionism-a-learning-theory-and-a-model-for-maker-education/>. Acesso em: 09 jan. 2023.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

_____. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2004.

GAROFALO, Débora. Varkey Foundation. 2019. Disponível em: <https://www.globalteacherprize.org/person?id=7504>. Acesso em: 20 de setembro de 2022.

GAVASSA, Regina Célia Fortuna Broti. **Cultura Maker como proposta curricular de tecnologias na política educacional da cidade de São Paulo**. 2020, 116f. Dissertação (Mestrado em Educação: Currículo) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

HATCH, Mark. **The maker movement manifesto**: rules for innovation in the new world of crafters, hackers, and tinkerers. New York: McGraw-Hill Education, 2014.

JOHNSON, Larry; ADAMS, Samantha. **Challenge Based Learning**: The Report from the Implementation Project. Technical report, The New Media Consortium, Austin, TX, USA, 2011.

LIMA, Priscilla Alves. **O uso de metodologias ativas e plataformas digitais para o desenvolvimento de um projeto de multiletramentos em Língua Portuguesa.** 2019. Disponível em: <<http://repositorio.unitau.br/jspui/handle/20.500.11874/5702>>. Acesso em: 02 fev. 2023.

MAIA, Dennys Leite; DE CARVALHO, Rodolfo Araújo; APPELT, Veridiana Kelin. **Abordagem STEAM na educação básica brasileira:** uma revisão de literatura. Revista Tecnologia e Sociedade, v. 17, n. 49, p. 68-88, 2021. Disponível em: <<https://revistas.utfpr.edu.br/rts/article/view/13536>>. Acesso em: 10 fev. 2023.

ONISAKI, Hadassa Harumi Castelo, Pinto. **Movimento Maker na sala de aula:** orientações para o planejamento e implementação de atividades no ambiente educacional. 2021. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

PAPERT, Seymour. **LOGO: Computadores e Educação.** São Paulo: Editora Brasiliense, 1985.

PAULA, Bruna Braga de; MARTINS, Camila Bertini; OLIVEIRA, Tiago de. **Análise da crescente influência da cultura maker na educação:** revisão sistemática da literatura no Brasil. Educitec-Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico, v. 7, p. e134921-e134921, 2021.

PESTANA, Tânia; PACHECO, José Augusto. **Currículo, tecnologias e inovação:** para uma discussão da aprendizagem em contextos educacionais. 2013.

QUINN, Helen; BELL, Philip. **How designing, making, and playing relate to the learning goals of K-12 education.** 2013. Publicado em M. Honey e D. Kanter (Eds.), Design, make, play: Growing the next generation of STEM innovators (p. 17–33). New York, NY: Routledge. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=4iAmadd3AJYC&oi=fnd&pg=PA17&dq=quinn,+H.%3B+Bell,+P..+How+designing,+making,+and+playing+relate+to+the+learning+goals+of+K-12+education.+2013.&ots=XMkwKglfob&sig=187hTFhBe82eS9aINN_8jbMPV3w#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 30 jan. 2023.

RESNICK, Mitchel et al. **Scratch:** programming for all. Communications of the ACM, v. 52, n. 11, p. 60-67, 2009.

RESNICK, Mitchel, ROSENBAUM, Eric. **Designing for Tinkerability:** Mit Media Lab, 2013. Disponível em: <<https://www.media.mit.edu/publications/designing-for-tinkerability>>. Acesso em: 15 nov. 2022.

RESNICK, Mitchel. **Jardim de infância para a vida toda:** por uma aprendizagem criativa, mão na massa e relevante para todos. Penso Editora, 2020.

ROTHER, Edna Terezinha. **Revisión sistemática X Revisión narrativa.** Acta paulista de enfermagem, v. 20, p. v-vi, 2007.

SANTOS, Amarildo Enes dos; OLIVEIRA, Carlos Antonio de; CARVALHO, Elma Nunes de. **Educação 5.0:** uma nova abordagem de ensino-aprendizagem no

contexto educacional. 2019.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. **Matrizes de referência para a avaliação SARESP**: documento básico. São Paulo: SEE, 2009.

_____. Secretaria Especial de Comunicação da Prefeitura de São Paulo. **Prefeitura inaugura primeiro Fab Lab**. 2015. Disponível em: <<https://www.capital.sp.gov.br/noticia/prefeitura-inaugura-primeiro-fab-lab>>. Acesso em 12 de jan de 2023.

_____. Secretaria Municipal de Educação. Coordenadoria Pedagógica. **Currículo da cidade**: Ensino Fundamental: componente curricular: Tecnologias para Aprendizagem. 2.ed. São Paulo, SME / COPED, 2017. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4192718/mod_resource/content/1/Curriculo%20SME_TECNOLOGIAS_AF.indb.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2022.

_____. Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. **Diretrizes Curriculares de Tecnologia e Inovação**. São Paulo: SEE- SP, 2019a. Disponível em: <efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/wp-content/uploads/2020/02/diretrizes-curriculares-tecnologia-e-inovacao.pdf>. Acesso em 09 ago. 2022.

_____. Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. **Nossos estudantes sonham com uma escola que faça mais sentido**. 2019b. Disponível em: <<https://inova.educacao.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/2/2019/05/Inova-Educac%CC%A7a%CC%83o-%E2%80%93-Lanc%CC%A7amento2.pdf>>. Acesso em 5 de dez. de 2022.

_____. Secretaria de Educação do Estado de São Paulo. **Currículo Paulista: Ensino Médio, 2020a**. Disponível em: <<https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/wp-content/uploads/2020/08/CURR%C3%8DCULO%20PAULISTA%20etapa%20Ensino%20M%C3%A9dio.pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2022.

_____. Secretaria de Educação do Estado de São Paulo. **Currículo Paulista: Ensino Infantil e Fundamental, 2020b**. Disponível em: <<https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/wp-content/uploads/2019/09/curriculo-paulista-26-07.pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2022.

_____. Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. **Secretaria Escolar Digital**. 2022a. Disponível em: <<https://sed.educacao.sp.gov.br/>>. Acesso em 10 de maio de 2022.

_____. Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. **Centro de Inovação da Educação comemora 2 anos com 18 unidades**. 2022b. Disponível em:

<https://www.educacao.sp.gov.br/centro-de-inovacao-da-educacao-comemora-2-anos-com-18-unidades/>>. Acesso em 23 jan. 2023.

_____. Fab Lab Livre SP. **Onde estamos**. 2023. Disponível em: <<https://www.fablablivresp.prefeitura.sp.gov.br/unidades/>>. Acesso em 13 de jan de 2023.

SOSTER, Tatiana Sansone et al. **Revelando as essências da Educação Maker**: percepções das teorias e das práticas. 2018.

STELLA, Ana Lucia et al. **BNCC e a Cultura Maker**: uma aproximação na área da matemática para o ensino fundamental. Revista InovaEduc, n. 4, p. 1-37, 2018. Disponível em: <https://www.lantec.fe.unicamp.br/pf-lantec/n4.art6_.pdf>. Acesso em: 06 out. 2022.

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. **Introdução à pesquisa qualitativa em ciências sociais**. São Paulo: Atlas, 1992.

VASCONCELOS, Clara; PRAIA, João Félix; ALMEIDA, Leandro S. **Teorias de aprendizagem e o ensino/aprendizagem das ciências**: da instrução à aprendizagem. Psicologia escolar e educacional, v. 7, p. 11-19, 2003.

VYGOTSKY, Lev Semyonovich. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 4^a ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

8 Apêndice

8.1. Apêndice A – Entrevista com Débora Denise Dias Garofalo

Douglas: Primeiramente, eu gostaria de saber se você está de acordo e tem ciência, segundo a lei geral de proteção de dados, com o tratamento de dados que serão obtidas nesta entrevista e que poderão ser utilizados com finalidade de pesquisa acadêmica, uma vez que a entrevista será gravada e transcrita?

Débora: Sim.

Douglas: O que é cultura *maker* para você?

Débora: Cultura *Maker* para mim é a possibilidade de você experimentar o aprendizado, de você mobilizar todas as áreas do conhecimento, não segregá-las, em torno de resoluções de problemas colaborativas reais. Então a Cultura *Maker* para mim é uma grande porta de entrada para você trabalhar com inovação tanto no campo desplugado como no plugado. Os estudantes têm a oportunidade de conhecer a inovação através da Cultura *Maker* e através disso fazer um aprendizado gradual com programação desplugada, até você conseguir chegar na robótica.

Douglas: Durante a sua atuação em sala de aula, como você buscava trabalhar a cultura *maker*?

Débora: O trabalho de robótica com sucata já nasce dentro da premissa do Pilar da Cultura *Maker* e não só da Cultura *Maker*, como das metodologias ativas. Porque ele traz ali um pilar essencial, que era um problema real, que era a questão do lixo, e a partir daí, então, essa foi a porta de entrada para que eu pudesse trabalhar com os estudantes programação e robótica. Então, eu sempre falo, a gente começou de uma maneira muito atrás, muito devagar, trabalhando com a questão da Cultura *Maker*, até a gente chegar no potencial do aprendizado de robótica e pensar em resolver soluções de dentro da comunidade.

Douglas: Como foi sua trajetória de trabalho com a robótica na EMEF Ary Parreiras que te levou a se inscrever e ser finalista do Global Teacher's Prize?

Débora: Bom, eu enxerguei na EMEF Almirante Ary Parreiras uma oportunidade de sair da minha zona de conforto como professora de língua portuguesa, professora regente, e ter oportunidade de desenvolver um trabalho no

âmbito do que eu acreditava. A tecnologia como precursora desse processo de ensino e aprendizagem. Então, eu saí um pouco da minha zona de conforto e comecei a fazer uma proposta para a comunidade escolar trabalhar com programação, trabalhar com robótica. Em 2015 isso era algo muito novo até a gente poder, enfim, desenvolver esse trabalho. Ao longo desse trabalho, incentivado pelos meus coordenadores, eu comecei a participar de alguns prêmios, principalmente aqueles que revertiam o valor para que a gente pudesse comprar materiais para poder realizar o trabalho. Surgiu a oportunidade de inscrição no Global Teacher Prize, sem nenhuma pretensão. Eu escrevi o trabalho no último dia, praticamente no último horário e nem esperava que tivesse repercussão. Mas foi uma importante trajetória não só para mim como professora, mas principalmente para os estudantes compreenderem que eles podiam ser alguém, que não era aquele lugar de ser uma pobreza que podiam decidir a vida deles, que eram eles. Então, acho que foi importante essa concepção.

Douglas: De onde surgiu a ideia de criação do Centro de Inovação da Educação Básica Paulista (CIEBP)?

Débora: A ideia de constituir o Centro de Inovação da Educação Básica Paulista nasce de uma tríade de inovação. Em 2019, eu fui convidada para incorporar a equipe da Secretaria Estadual de Educação, propriamente da parte de tecnologia pedagógica, da implementação de um currículo de tecnologia, onde eu trouxe o viés do trabalho de robótica com sucata para a rede. Era uma rede que já vinha sofrendo há muito tempo, desde 2010, sem a troca de um parque tecnológico. Então, falar de inovação em 2019 para uma rede que sofreu muito era quase impossível. Trazer o meu exemplo era algo real para que a gente pudesse estar evoluindo e acrescentando. Antes ainda de implementar o componente, a gente trouxe a Expo Movimento Inova, que é um evento que reconhece e valoriza as boas práticas da educação. Por quê? Porque eu queria que esse novo componente tivesse o olhar da rede estadual. Então, ao fazer isso, a gente constatou coisas incríveis que essa rede já fazia. E aí, o terceiro pilar que veio consagrar era ter uma frente experimental. Era ter, na primeira vez na história da educação, um centro tecnológico interligado a essa rede de ensino, que foi a proposta do Centro de Inovação. Mas foi uma proposta baseada em muito diálogo, com muitos parceiros e, principalmente, conhecendo práticas que deram certo e errado no mercado para que a gente pudesse desenvolver

o Centro de Inovação da Educação Básica Paulista. E a partir daí, a gente forma uma tríade que leva, principalmente, à democratização do acesso à tecnologia e inovação à rede pública de ensino.

Douglas: De que forma a cultura *maker* permeia os espaços presentes no Centro de Inovação da Educação Básica Paulista (CIEBP)?

Débora: O Centro de Inovação está dentro de alguns pilares e missões. Ser excelência no ensino, ter a democratização do acesso. E a Cultura *Maker* vai muito nessa ideia de que é uma porta de entrada para que você possa criar. Então, apesar de a gente ter salas muito diferenciadas, que vão desde um hub de inovação até uma sala de prototipagem, a gente traz ali a Cultura *Maker* presente, uma dentro dessas salas para mostrar o potencial que tem de você inovar com as suas mãos, de você poder fazer projetos que partam da criatividade, da escalabilidade, da colaboração e principalmente das resoluções de problemas olhando para questões ambientais. Então, eu considero que a Cultura *Maker* é um pilar importante para que a gente possa democratizar o acesso à tecnologia e inovação.

Douglas: Qual a sua perspectiva para o futuro da cultura *maker* no Brasil?

Débora: Eu acho que nós estamos numa perspectiva boa, eu acho que é preciso desmistificar, a gente vê muitas escolas no movimento de ter um espaço, eu acho que ter um espaço é importante pela questão do processo de ensino e aprendizagem, mas ele não é suficiente. A gente precisa ter uma nova mentalidade, uma mentalidade que use as mãos, que traga problemas reais, que realmente lide com questões ambientais para que a gente possa trazer a cultura *maker*, que ganhou força nos anos 2000 e que vem se intensificando. Mas como eu faço questão de repetir, não é só ter aparatos tecnológicos, tem uma mudança comportamental, é você trazer uma nova cultura de aprendizado e de deixar os estudantes realmente assumirem esse centro do processo protagonista. Então nós temos ainda um longo caminho para olhar para essa educação desta forma.

Douglas: Embora não seja a sua área de formação, como você enxerga a relação entre o ensino da matemática e a cultura *maker*?

Débora: O ensino de matemática, a gente sabe que sofreu muito nos últimos anos, não só ele, mas o ensino de linguagens também. São duas áreas, são duas competências de ensino que são muito aquém do que nós esperamos. Isso traz

resultados como o Pisa, que nos coloca como quase um dos últimos países em rendimento nessas áreas. A cultura *maker* tem um poder de alavancar o aprendizado. Então, eu vejo uma sintonia muito grande, não só com a matemática, mas todas as áreas do conhecimento, especificamente a matemática, porque a matemática está ligada dentro de alguns processos. Dentro da cultura *maker*, com a possibilidade de a gente desenvolver, e agora com a base nacional comum de computação, de estar desenvolvendo habilidades e competências relacionadas à área da matemática, principalmente a questão do raciocínio lógico, desenvolvimento dessas competências. Mas, em especial, quando a gente olha para a cultura *maker*, a gente vê ali um grande pilar para se trabalhar matemática e trabalhar matemática de forma prática. Então, eu acredito que a gente precisa cada vez mais investir, e não só na cultura *maker*, como o próprio STEAM, que é o acrônimo das áreas do conhecimento e que traz a matemática como um pilar importante dentro dessa relação, no olhar da investigação, mas que a gente precisa começar a investir em outras abordagens de ensino, porque a cultura *maker* é exatamente isso, é uma nova abordagem de ensino para que você possa despertar o aluno para um currículo que não seja só repetitivo, expositivo, mas principalmente que seja cheio de significados para colocar a mão na massa.

8.2. Apêndice B – Entrevista com Eliana Raquel Silva

Douglas: O que é cultura *maker* para você?

Eliana: É o fazer, fazer você mesmo com o material já disponível, em casa, na escola.

Douglas: Durante a sua atuação em sala de aula, como você buscava trabalhar a cultura *maker*?

Eliana: Basicamente minha atuação em sala de aula foi na disciplina de Matemática e disciplinas oferecidas na escola integral, Laboratório de Matemática, Eletivas (sempre com outras áreas do conhecimento) e Orientação de Estudos, para facilitar a compreensão e prática nas aulas, sempre utilizei material não estruturado e demais embalagens que poderiam ser reaproveitadas, o papelão foi o material mais utilizado, para moldes, maquetes feitas com escala, sempre priorizando etapas para o estudante executar e compreender todo o processo, levando o material, organizando

grupos e definindo as ações de cada um de forma colaborativa, para futura socialização de cada grupo.

Douglas: De que forma a cultura *maker* permeia o espaço que você trabalha no Centro de Inovação da Educação Básica Paulista (CIEBP)?

Eliana: Todo o trabalho no CIEBP tem foco na sustentabilidade, mesmo que esteja em outro eixo temático, pois a Sustentabilidade é oferecida no formato de trilha em seis salas, cada uma com um foco pré-determinado, nas demais trilhas ofertamos uma experiência, com a mesma intencionalidade, bem mão na massa, em que o estudante ou professor integra a prática e o conhecimento teóricos presentes no Currículo Paulista, já atuei na Cultura *Maker* e, no momento, Prototipagem e Fabricação Digital e Robótica.

Douglas: Qual a sua perspectiva para o futuro da cultura *maker* no Brasil?

Eliana: A cultura *maker* está presente no meu trabalho, incentivo professores e estudantes a essa abordagem, o ensino só tem a ganhar com o aprender fazendo.

Douglas: Como você enxerga a relação entre o ensino da matemática e a cultura *maker*?

Eliana: A Matemática e a cultura *Maker* juntas, só nos trazem benefícios, é um ganho enorme criar de forma organizada, pois a Matemática tem como base o raciocínio e a lógica, contribuindo para o desenvolvimento do estudante protagonista. Nem sempre as escolas possuem recursos, mas precisam de soluções vindas de seus próprios alunos, que na maioria das vezes já estão em atividades que integram demais áreas do conhecimento.

8.3. Apêndice C - Entrevista com Fabio Paiva

Douglas: Olá, estamos aqui com o Fábio de Paiva, e primeiramente eu gostaria de saber se você está de acordo e tem ciência, segundo a lei geral de proteção de dados, com o tratamento dos dados que serão obtidos nessa entrevista e que poderão ser utilizados como finalidade de pesquisa acadêmica, uma vez que a entrevista será gravada e transcrita?

Fabio: De acordo!

Douglas: Isso é para formalizar nosso processo. Primeira pergunta que eu gostaria de te fazer, o que você entende, o que é cultura *maker* pra você?

Fabio: Bom, cultura *maker*, como tido aí historicamente, é a cultura do fazer, é fazer você mesmo, fazer com as suas próprias mãos, você construir, e, às vezes, o fazer com as suas próprias mãos envolve a colaboração de outros. Então, talvez alguns acadêmicos aí dizem por necessidade. Surgiu essa necessidade das pessoas começarem a fazer as coisas com as próprias mãos delas. Elas mesmas consertarem seus objetos, ou elas mesmas construírem seus equipamentos e alguns acadêmicos mencionam aí a respeito da necessidade que surgiu num momento de pós-guerra que as pessoas, ou por necessidade, ou por um momento social que estavam vivendo, começaram a reformar, construir seus próprios móveis reformar, construir suas próprias roupas. Isso passou de uma necessidade, de uma situação ali local, para uma coisa, um comportamento mundial. Hoje, talvez, com o manual, todo mundo busca o manual para construir ou reformar, quer construir sua própria coisa? Isso virou agora fenômeno cultural? Isso que agora é a cultura do fazer, do faça você mesmo é um evento que agora no mundo inteiro as pessoas tentam construir ou reformar suas próprias coisas você já deve ter consertado uma chinela?

Douglas: Chinela? Sim!

Fabio: Tem um prego, agora, só que pronto, aí você já é um alguém dessa cultura, já tá na cultura de fazer, um *maker* pronto! Você já consertou o próprio carrinho? Tem gente que já reformou seu chuveiro... essa é a cultura! Por isso que, aliás, é comum se mencionar a cultura *maker* como derivada do movimento do do it yourself. É comum se apresentar ela, uma cultura que derivou disso daí. É comum também se falar da cultura *maker* como a cultura que derivou de outros movimentos. Aí as pessoas apontam, aí também, por exemplo, o movimento punk é um movimento que se aponta aí como um dos movimentos que precederam a cultura *maker*, o movimento punk? Também é apontado. Porque os caras começaram a construir seus próprios LPs, não tinha que falar CD, né? Mas pensando no movimento pós-guerra, os caras construíram o disco deles, começaram aí, às vezes, a gravar, a produzir e aí é mais um leque pra cultura *maker*. Não é só uma coisa manual ali, de se cortar, costurar é uma parte de produção digital. Você mesmo fazer a sua produção digital, entende? Aí é um leque para a cultura *maker* também.

Douglas: Agora um pouquinho sobre a sua atuação em sala de aula. Como você buscava trabalhar a cultura *maker*?

Fabio: Boa, então, eu sou professor de Física e a Física demanda-se uma parte experimental muito grande, eu sou físico experimental, eu sempre gostei de levar pra sala de aula a parte experimental. O fazer... E uma coisa que eu não gostava na minha vida de aluno, era o professor fazer o experimento e depois ele falar aí, é isso, tá galera, o que a gente viu, vamos guardar tudo e agora vamos falar sobre o que a gente viu ele fazia a parte expositiva. Então, dentro da sala de aula eu sentia necessidade de... Eu queria fazer o experimento. Você vê lá o experimento, você pensa, eu quero fazer o experimento e aí depois eu, na prática docente, eu comecei a passar umas atividades assim. Que o aluno participa do experimento, construa, realiza, executa e aí a cultura *maker*, como ela é... O forte dela... De você mesmo fazer. Então, me permitiu dar essa oportunidade para o estudante. Talvez usando coisas mais simples. Instrumentos simples, materiais simples, e permitir ao aluno ele fazer o experimento, participar da construção do experimento, sempre procurei fazer propostas. Ah, vamos fazer um experimento aqui mostrando alguma... Pensando nas ondas eletromagnéticas, por exemplo, construção de um rádio, ou construção de um ímã, do eletroímã, trabalhar motores elétricos então, ele fazendo, ele construindo, aí, à medida que ele vai construindo o conhecimento. Na sala de aula, eu acho que foi isso, uma grande vantagem e depois, atuando no centro de mídias de São Paulo, por exemplo, não tinha oportunidade de eu fazer com o aluno. Mas sempre procurei construir com ele, por exemplo, construir. De uma maneira que ele pudesse olhar e dizer "Opa, eu consigo fazer esse experimento", ele reproduzir isso então, acho que essa é a relação aí, da cultura *maker* com a minha atuação na sala de aula: o aluno participar e fazer.

Douglas: Falando do seu trabalho no CIEBP, de que forma a cultura *maker* permeia o espaço que você trabalha aqui no Centro de Inovação da Educação Básica Paulista?

Fabio: Trabalho no espaço da cultura *maker*. Lá a gente procura fazer as atividades pensando nos pilares da cultura *maker* pensando na colaboratividade, pensando na sustentabilidade, a gente procura desenvolver atividades quando o aluno chegar e realizar ele conseguir trabalhar de maneira colaborativa, não individual. Nós sempre pensamos numa atividade em que ele possa trabalhar em grupo, nós

escolhemos materiais que sejam fáceis, de fácil acesso. Pra que ele possa ir lá na casa dele e fazer de novo, porque a gente usa muito papelão, muita cola quente também que hoje é mais de fácil acesso e aí, nesse sentido, a gente, lá no nosso espaço, nós temos uma lógica de materiais. Nós construímos a lógica assim a gente não fala mais de material reciclável, de material barato. A gente fala de material de fácil acesso por exemplo, até o LED, por exemplo, é um material barato. Mas, às vezes, não é fácil do aluno encontrar. Quando a gente vai fazer alguma proposta, a gente pensa nisso, um material que seja fácil dele encontrar. Apesar que o LED hoje é bem fácil. Mas se a gente vai propor uma montagem, por exemplo que usa algum recurso tecnológico, que seja barato, mas não seja fácil em que a pessoa vai ter que comprar isso na internet, muitas vezes, esperar 40 dias para chegar, então, nós procuramos uma outra opção. Porque a atividade precisa ser replicável.

Douglas: Qual a sua perspectiva para o futuro da cultura *maker* no Brasil?

Fabio: A cultura *maker* dentro do Brasil eu acho que ela veio para ficar, viu, Douglas? Porque, olha, é crescente o interesse das pessoas em fazer, principalmente depois da pandemia, todo mundo cansou um pouco da tela, de ver e não fazer. Eu acho que é crescente eu acho que é uma coisa que veio para ficar e está mais forte agora. As escolas tão falando muito disso, as escolas em São Paulo tão construindo espaço *maker*, fora de São Paulo também, já tem muitos lugares que tem salas *maker*. Eu acho que veio pra ficar e aí a gente tá naquela coisa agora os professores têm que relacionar isso com o conteúdo deles e permitir aos alunos o fazer. O professor depende que exista um espaço pra ele fazer isso, o menino vai trabalhar com estilete, tesoura e cola quente precisa ter um espaço pra ele fazer isso, pois também tem que pensar na segurança do aluno. Mas à medida que as políticas públicas permitirem ter mais espaços dentro da escola acredito que isso vai ficar mais forte. Eu vejo que o futuro da cultura *maker* é brilhante, mais engajador e vai permitir com que o aluno possa se engajar com o conteúdo, com a escola e com a turma.

Douglas: Como você enxerga a relação entre o ensino de matemática e a cultura *maker*?

Fabio: Nossa, é... Perfeito! Porque assim, segundo a área de matemática, sabe-se que a maior dificuldade é a abstração. O aluno sente essa necessidade de materializar. Até coisas assim simples, por exemplo, o eixo cartesiano pensar no x e

y aí quando você coloca o z o aluno fica... Mas se você constrói, por exemplo, com ele uma coisa física mesmo, ele vê o eixo x, o eixo y e ele manipula. Então, isso aqui você vai colocar nas coordenadas x, y, z imaginando assim uma coisa aqui. Imagina que tem um cubo pra ele. Então, tem um cubo e ele vai seguir as coordenadas pra posicionar lá um objeto nessas coordenadas e ele vai fazendo isso dentro do mundo material, acho que é mais fácil olhar depois pro abstrato. Para o adulto, eu acho que a gente consegue com mais facilidade pensar abstratamente e depois materializar. Mas talvez na forma como o aluno pertence àquele estágio de aprendizado acho que quando a gente coloca uma coisa física ali materializada. Depois a gente parte pras abstrações matemáticas eu acho que é um caminho mais tranquilo. Acho que dentro da história da física também é assim. As pessoas tinham a realidade que eles enxergavam e depois tentaram validar isso com as leis matemáticas. Se formos pensar em Galileu, por exemplo, Galileu tinha os aparatos ali experimentais dele e aí ele validou isso com as leis matemáticas quando Newton vem depois é um trabalho muito matemático. Embora existam os experimentos de Newton. Claro que tem o físico experimental também, mas a gente vê essa consolidação da realidade que você enxerga. Muitas vezes, você talvez não tenha uma boa explicação para aquilo, para colocar sua vivência, aí vem a professora: "Olha tem um ambiente matemático que explica isso daí".

Fabio: Eu acredito que tem uma relação muito profunda e próspera da matemática com a cultura *maker*, acho que esse é o caminho para estudar matemática, porque pra isso que a gente fala de as crianças não saberem a matemática já mostra que a forma como foi ensinada antes não valeu.

Douglas: Você gostaria de adicionar alguma observação? Algum comentário?

Fabio: Embora no nosso estado (de São Paulo), na realidade sala de aula, a gente tem trabalhado muito com materiais de fácil acesso e materiais baratos. Mas eu acho que não deveria ser sempre assim, é muito ruim quando a gente fala de cultura *maker* e os estudantes só mexem com papelão e palito, sabe? Acredito que a cultura *maker* dentro da escola que está dentro do estado mais rico do Brasil que a gente está, nós deveríamos por mais tecnologia pro aluno, pois a cultura *maker* possui um leque muito grande de atividades que envolvem a impressora 3D, a cortadora laser e muitas tecnologias, como placas de arduino, microcontroladores, sensores, entre

outros. Todas essas coisas o aluno deveria ser exposto. Pensando pedagogicamente nas séries iniciais pode se começar com materiais não estruturados, materiais mais simples, mas acho que a tecnologia de ponta deve ser colocada pro aluno. Porque essa coisa do material simples todos os dias não enriquece o aluno no potencial que a cultura *maker* pode ter, que é o uso das tecnologias dentro da cultura *maker*. Então, a exposição pra eles, por exemplo, de coisas mais tecnológicas que ele possa ter contato seja em simuladores, seja na impressão 3D, eu acho que ele precisa ser mais exposto porque se ele ficar só cortando papelão não vai ajudar tanto quanto pode. Precisa ter isso, mas não pode ser só isso. A cultura *maker* é muito mais que isso. Quando a gente pensava sobre jovens nas comunidades por aí, espalhados pelo mundo e eles fazem coisas grandiosas e isso por causa da tecnologia que tem dentro de alguns vários lares. Acho que dentro da cultura *maker* também precisa ter esse olhar, senão o menino acha que a cultura *maker* é só tesoura e estilete.

Fabio: Muitas vezes, o aluno não tem o acesso por falta de recursos da escola pública. Fica uma coisa muito ruim, pois o aluno não conhece a tecnologia. Agora, tendo esse recurso em algum lugar na rede pública, um lugar que tenha uma cortadora a laser, uma impressora 3D, que tenha outros recursos tecnológicos, como um scanner 3D, por exemplo, o aluno precisa ter isso. Ele tem que ter contato com circuitos elétricos, colocar um Arduino para ser utilizado, para o aluno ver, para o aluno programar. Ter contato com a programação, imagina o aluno ter os primeiros contatos com a linguagem de programação. Essa vivência seria muito enriquecedora.

8.4.Apêndice D - Entrevista com Jorgea Débora Silva

Douglas: Estamos aqui com Jorgea Débora Silva, certo? Tudo bem? Seja bem vinda.

Jorgea: Obrigada.

Douglas: Primeiramente, gostaria de saber se você está de acordo e tem ciência, segundo a lei geral de proteção de dados, com o tratamento de dados que serão obtidos nessa entrevista e que poderão ser utilizados com a finalidade de pesquisa acadêmica, uma vez que a entrevista será gravada e transcrita.

Jorgea: Sim, estou ciente.

Douglas: Legal. Vamos começar então.

Douglas: O que é a cultura *maker* para você?

Jorgea: Para mim a cultura *maker* é baseada no faça-você-mesmo, mas eu acho que todo mundo é um pouco *maker*, porque todo mundo já tentou consertar alguma coisa, alguma fase da sua vida para reaproveitar. Então, além do faça-você-mesmo, é a essência da pessoa, fazer as coisas, reciclar as coisas. Para mim a cultura *maker* é isso, é você aproveitar algo que você tem e dar uma nova vida para aquilo, baseado no faça-você-mesmo. Isso é a cultura *maker*.

Douglas: Durante a sua atuação em sala de aula, como você buscava trabalhar a cultura *maker*?

Jorgea: Uma das linhas da cultura *maker* é a falta de recursos da Segunda Guerra Mundial. Então, quando você tinha recurso escasso, você tinha que fazer as coisas você mesma. Então, na sala de aula, a primeira parte disso é a falta de recursos, porque eu dava aula de ciências da natureza. Então, ciências da natureza a gente não tem toda a vidraria, não tem o material. Então, o que eu ia fazer com os alunos? Experimento, uma tecnologia experimental. Só que aí a gente usava recursos que a gente tinha. Então, eles mesmos tinham que fazer os instrumentos que eles iam usar, eles mesmos tinham que providenciar, por exemplo, para fazer uma pilha, eles tinham que providenciar o limão, eles tinham que providenciar as plaquinhas. Então, ele tirava de alguma coisa que já tinha para ele fazer a pilha, por exemplo. Então, é nessa parte que eu usava a cultura *maker*. Eles tinham que fazer os próprios experimentos com recursos que eles tinham em mão, nem sempre aquele que a gente acostuma a ver no laboratório de química, biologia. Até um microscópio rudimentar a gente construiu, com glicerina, vidro e caixa escura. Então, aí é a cultura *maker* mesmo.

Douglas: De que forma a cultura *maker* permeia o espaço que você trabalha no Centro de Inovação da Educação Básica Paulista?

Jorgea: Eu trabalho no espaço que chama cultura *maker*. Daí, como tem o nome, cultura *maker*, está bem envolvido nisso. Só que a gente ali foca, para não entrar em outros espaços, na parte *maker* mesmo, de construção. A gente pega o papelão e faz aquela construção que a gente chama de rudimentar, sem acabamento, sem acabamento fino. A gente pega o papelão, corta, cola com cola quente e ali surge

num objeto. A gente usa muito palito de sorvete, papelão, coisas que foram jogadas que a gente pode reciclar. A gente costuma não usar o termo reciclar, porque nem tudo é reciclado. Mas a gente usa o material não estruturado. Então, ali é a parte mais rústica, para mim, que eu falo sempre, é a parte mais rústica da cultura *maker*. Você faz a modelagem sem um acabamento fino, que daí tem outros espaços para esse acabamento. Então, ali é a construção, a idealização de uma maquete, de um objeto, de um protótipo mais rústico. Só que a cola quente ali é tesourinha, eu não uso a cortadora a laser.

Douglas: Qual a sua perspectiva para o futuro da cultura *maker* no Brasil?

Jorgea: Eu acho que a cultura *maker* veio para ficar. Então, como as coisas estão ficando muito caras e a consciência ecológica também está aumentando, eu acho que ela vai ficar e ela vai ampliar. Então, eu acho que vai ter construções, prédios, outras coisas maiores que vão aderir à cultura *maker*. Não é assim que eu vou construir um prédio, mas, por exemplo, tem gente já construindo a própria casa, que são as casas sustentáveis de material reciclado. Então, eu acho que a tendência da cultura *maker* é aumentar, ampliar, mesmo porque a gente tem recurso escasso. Para renovar esse recurso sem agredir a natureza, eu acho essencial a cultura *maker*, que é um movimento, não é só uma coisa que é usada dentro da escola ou alguma coisa que é usada em determinada região. Ela é um movimento. Se é um movimento, ela está em constante modificação. E eu acho que ela muda para frente, ela vai ampliar o espaço dela. Todos nós seremos *makers* no futuro.

Douglas: Legal!

Jorgea: Já somos e seremos.

Douglas: E como você enxerga a relação entre o ensino de matemática e a cultura *maker*?

Jorgea: Eu acho que ali a gente tem duas visões da cultura *maker*. Uma, que a cultura *maker* precisa da matemática, porque você vai trabalhar com metragem, com ângulo, com projeção. E eu também acho que a matemática precisa da cultura *maker*, porque ela abstrai os conhecimentos da matemática. Por exemplo, se eu quero trabalhar uma parábola, eu posso construir uma catapulta. É uma coisa *maker* e é visual. É possível mostrar para o aluno ali como é usada a parábola. Então, por exemplo, se eu quero construir as engrenagens, eu tenho que usar ângulo. Aí o aluno

pergunta onde eu uso o ângulo. Na engrenagem. Aí se você levar para o dia a dia dele, você usa para o carro, para a bicicleta. Então, eu acho que a matemática, a cultura *maker*, andando juntas, uma abstrai e a outra completa. Então, uma é necessária para a outra. É isso.

Douglas: Legal! Para finalizar, você quer fazer algum comentário?

Jorgea: Eu gostei muito de participar dessa entrevista.