

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES, COMUNICAÇÃO E DESIGN
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MÍDIA E TECNOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL

MILLER ANTONIO RAMOS CHAMORRO

OFICINAS PEDAGÓGICAS MAKER ITINERANTES

**Desenvolvimento de Práticas e Produtos Tecnológicos Para
Aprendizagem Criativa**

Bauru-SP

2024

MILLER ANTONIO RAMOS CHAMORRO

**OFICINAS PEDAGÓGICAS MAKER ITINERANTES: Desenvolvimento de Práticas e
Produtos Tecnológicos para Aprendizagem Criativa**

**Trabalho profissional apresentado ao
programa de Pós-Graduação
em Mídia e Tecnologia
(PPGMiT) – FAAC – UNESP –
Bauru para obtenção do
título de Mestre em Mídia e
Tecnologia, sob a orientação
do Prof. Dr. Dorival Campos Rossi**

Bauru-SP

2024

Chamorro, Miller Antonio Ramos.

Oficinas Pedagógicas Maker Itinerantes: Desenvolvimento de Práticas e Produtos Tecnológicos para Aprendizagem Criativa / Miller Antonio Ramos Chamorro, Bauru, 2024
123 p. : tabs., fotos

Orientador: Dorival Campos Rossi

Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Estadual Paulista (UNESP). Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design, Bauru, 2024

1. Cultura Maker. 2. Faça Você Mesmo. 3. Fabricação Digital. 4. Sustentabilidade. 5. Educação. I. Título.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE MILLER ANTONIO RAMOS CHAMORRO, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MÍDIA E TECNOLOGIA, DA FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES, COMUNICAÇÃO E DESIGN - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 27 dias do mês de março do ano de 2024, às 14:30 horas, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de MILLER ANTONIO RAMOS CHAMORRO, intitulada **OFICINAS PEDAGÓGICAS MAKER ITINERANTES: Desenvolvimento de Práticas e Produtos Tecnológicos Para Aprendizagem Criativa**. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Professor Doutor DORIVAL CAMPOS ROSSI (Orientador(a) - Participação Presencial) do(a) Departamento de Design da Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design / Universidade Estadual Paulista, Professora Doutora MARIA DA GRACA MELLO MAGNONI (Participação Presencial) do(a) Departamento de Educação da Faculdade de Ciências / Universidade Estadual Paulista, Professora Doutora ADELINÉ GABRIELA SILVA GIL (Participação Virtual) do(a) Área de Conhecimento / Artes Visuais. Após a exposição pelo mestrando e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, o discente recebeu o conceito final: APROVADO. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.

Professor Doutor DORIVAL CAMPOS ROSSI



MILLER ANTONIO RAMOS CHAMORRO

**OFICINAS PEDAGÓGICAS MAKER ITINERANTES: Desenvolvimento de Práticas e
Produtos Tecnológicos para Aprendizagem Criativa**

Área de Concentração Ambientes Midiáticos e Tecnológicos
Linha De Pesquisa 2 - Tecnologias Midiáticas

Banca Examinadora:

Presidente/Orientador: Dorival Campos Rossi
Instituição: UNESP-Bauru

Prof. 1: Maria da Graça Mello Magnoni
Instituição: UNESP-Bauru

Prof. 2: Adeline Gabriela Silva Gil
Instituição: UNICAMP – Campinas

Resultado: Aprovado

Bauru, 27 / março / 2024

AGRADECIMENTOS

Agradeço a meus pais pelo apoio sempre.

Agradeço a todos os professores e professoras do curso profissional de Mídia e Tecnologia da UNESP-Bauru pelas ótimas aulas e que contribuíram muito para meu aprendizado: Prof. Dr. Dorival Campos Rossi, Prof. Dr. Laan Mendes de Barros, Prof. Dra. Célia Maria Retz Godoy dos Santos, Prof. Dra. Maria da Graça Mello Magnoni, Prof. Dr. Francisco Rolfsen Belda e Prof. Dra. Jaqueline Costa Castilho Moreira.

Agradeço a todos os funcionários e funcionárias da Seção Técnica De Pós-Graduação, supervisionados por Caroline Etâne Bolla Ruggeri, pelo atendimento e esclarecimentos durante todo o curso.

Agradeço também às instituições de Piratininga-SP: Banda Musical Arte e Educação; Asilo Cantinho do Idoso; Serviço e Acolhimento Institucional Para Crianças e Adolescentes; PAASP - Serviço de Convivência e Fortalecimento de Vínculos e às pessoas atendidas por elas por terem aceitado participar dos experimentos e protótipos deste projeto.

Agradeço ao Prof. Dr. Francisco Tupy por ter aceitado participar da banca do trabalho final como suplente.

Agradecimentos especiais:

- Prof. Dra. Célia Maria Retz Godoy dos Santos por, além de suas aulas importantes, ter participado da minha qualificação, da banca do trabalho final como suplente e por ter dado grandes contribuições tanto na qualificação como posteriormente nos questionários do trabalho final.

- Prof. Dra. Maria da Graça Mello Magnoni por suas ótimas aulas que auxiliaram muito e indicaram caminhos para este trabalho, e por ter participado da banca de qualificação e do trabalho final, com grandes contribuições em ambos.

- Prof. Dra. Adeline Gabriela Silva Gil por ter aceitado participar da banca do trabalho final e pelas correções e grandes contribuições para a versão final do trabalho.

- Prof. Dorival Campos Rossi por ser meu grande orientador desde 2007: foi meu professor na graduação em Design, orientador do TCC e agora orientador deste trabalho. Suas aulas e ensinamentos seguem mudando a vida de muita gente, assim como a minha para sempre. Muito obrigado!!!

CHAMORRO, Miller Antonio Ramos. **OFICINAS PEDAGÓGICAS MAKER ITINERANTES: Desenvolvimento de práticas e produtos tecnológicos para aprendizagem criativa**, 2024, Relatório Técnico Científico (Mestrado Mídia e Tecnologia) – FAAC – UNESP, sob a orientação do prof. Dr. Dorival Campos Rossi, Bauru, 2024.

RESUMO

Com a crise ambiental, econômica e social atual, se faz necessário novos olhares e práticas. E para que isso seja possível, os processos e práticas da educação formal precisam ser revistos, no sentido de preparar as pessoas para o futuro, para propor soluções, enfrentar desafios de maneira criativa, evitando também crises futuras. Neste contexto, este projeto pretende apresentar um modelo de oficinas maker itinerantes para desenvolver produtos a partir da aprendizagem criativa, ou seja, que possa levar a escolas públicas ferramentas, máquinas e materiais, além de oferecer práticas pedagógicas para orientar alunos e professores a transformar, consertar, restaurar e reaproveitar objetos para fabricar outros, como brinquedos, instrumentos musicais, decoração e móveis, num processo criativo, via apoio das tecnologias digitais, promovendo o protagonismo dos estudantes ao longo de seu processo educacional. O método empregado nas oficinas será a Aprendizagem Baseada em Projetos – uma metodologia ativa que se baseia em atividades instrucionais, capazes de engajar os participantes no processo de construção do próprio conhecimento. Este prioriza a formação coletiva, prevendo momentos de interação e troca de saberes, a partir de uma horizontalidade na construção do saber inacabado. No resultado, espera-se que este processo possa contribuir com alunos e professores na ampliação de habilidades manuais, além de desenvolver aspectos de cooperação, sustentabilidade, empreendedorismo, criatividade e outras variáveis importantes para o aprendizado das disciplinas regulares do ensino fundamental e médio.

PALAVRAS-CHAVE: cultura maker; faça você mesmo; fabricação digital; sustentabilidade; educação

ABSTRACT

With the current environmental, economic and social crisis, new perspectives and practices are necessary. And for this to be possible, the processes and practices of formal education need to be reviewed, in order to prepare people for the future, to propose solutions, to face challenges in a creative way, also avoiding future crises. In this context, this project aims to present a model of itinerant maker workshops to develop products based on creative learning, that is, that can take tools, machines and materials to public schools, in addition to offering pedagogical practices to guide students and teachers to transform, repair, restore and reuse objects to manufacture others, such as toys, musical instruments, decoration and furniture, in a creative process, via the support of digital technologies, promoting student protagonism throughout their educational process. The method used in this workshops will be Project-Based Learning – an active methodology that is based on instructional activities, capable of engaging participants in the process of building their own knowledge. This prioritizes collective training, providing moments of interaction and exchange of knowledge, based on a horizontality in the construction of unfinished knowledge. As a result, it is expected that this process can help students and teachers expand their manual skills, in addition to developing aspects of cooperation, sustainability, entrepreneurship, creativity and other important variables for learning regular primary and secondary school subjects.

PALAVRAS-CHAVE: maker culture; do it yourself; digital fabrication; sustainability; education

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1 Título	12
1.2 Objeto	12
1.3 Problema	12
1.4 Objetivos	12
1.4.1 Objetivos Gerais	12
1.4.2 Objetivos Específicos	13
1.5 Justificativa	13
1.6 Hipótese	14
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-CONCEITUAL	15
2.1 Metodologia Aprendizagem Baseada em Projetos	15
2.2 Metodologia Faça Você Mesmo e Cultura Maker	16
2.3 Desenvolvimento do Tema Pertinente à Pesquisa	16
2.4 Breve História do Fazer	20
2.5 Faça Você Mesmo, Cultura Maker, Aprendizagem Criativa, Makerspace, FabLab e as Novas Tecnologias do Fazer	25
2.6 Por Que Aprender a Fazer Hoje?	34
2.7 Teorias Transformadas em Realidade – Do Virtual ao Palpável na Escola	35
2.8 Sobre o Aprendizado e Desenvolvimento de Desenhos para Cortar e Imprimir Digitalmente	37

2.9 Cultura Maker e Fabricação Digital na Educação - Brasil em Conexão com o Mundo	44
2.10 Da Ideia Utópica para a Prática Real	44
3 – O PRODUTO	47
4 – DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO	50
4.1 Oficinas Pedagógicas Maker Itinerantes	50
4.1.1 Oficina 1 – Oficina de Fabricação de Flautas de Cano PVC	51
4.1.2 Oficina 2 – Oficina de Vasilhinhos de Madeira	57
4.1.3 Oficina 3 – Corte a Laser	63
4.1.4 Oficina 4 – Biojóias de Madeira Reaproveitada	68
4.1.5 Resultados Objetivos e Subjetivos das Oficinas	72
4.1.6 Algumas Considerações Sobre os Resultados Obtidos	81
4.2 Kits de Produtos Tecnológicos para Aprendizagem Criativa	83
4.2.1 Ábaco	85
4.2.2 Carrinho Movido a Elástico	90
4.2.3 Torre Eiffel	95
4.2.4 Jogo de Xadrez	99
4.2.5 Caixinha dos Kits	103
4.2.6 Manual dos Kits	105
4.2.7 Considerações Sobre a Fabricação dos Kits de Produtos Tecnológicos para Aprendizagem Criativa	109

4.3 Maleta Básica de Ferramentas Maker	110
4.4 Uma Quarta Forma de Oficina – Chegando Ainda Mais Longe	116
5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	117
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	118

1. INTRODUÇÃO

1.1 Título

OFICINAS PEDAGÓGICAS MAKER ITINERANTES: Desenvolvimento de Práticas e Produtos Tecnológicos para Aprendizagem Criativa

1.2 Objeto

Auxílio na educação de alunos e professores de escolas públicas através de oficinas de Faça Você Mesmo e Kits para o desenvolvimento de produtos tecnológicos para aprendizagem criativa.

1.3 Problema

Com a grande crise ambiental, econômica e social atuais, se faz necessário novos olhares e novas práticas, mais colaborativas e sustentáveis. E a forma mais eficaz para encontrarmos soluções e novos caminhos, é através da educação. Porém, a educação (especialmente no Brasil) vive há tempos grandes crises, especialmente de métodos, conteúdos, de objetivos, de recursos didáticos, da falta de incentivos à criatividade dos alunos, da falta de autonomia dos professores, e da não-adequação do atual modelo aos desafios atuais e futuros.

Portanto, como fazer para, com as condições que temos, oferecer novos olhares, métodos e formas de ensino que consigam atrair a atenção de crianças e jovens (tão disputada com os aparatos midiáticos), e ainda prepará-los para o mundo atual e futuro?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivos Gerais

O objetivo deste projeto é apresentar e difundir a Aprendizagem Baseada em Projetos e a Cultura Maker nas escolas públicas e outros locais, a partir de uma “Oficina Pedagógica Maker Itinerante”: levando ferramentas, máquinas, materiais e kits, para transformar a sala de aula em um “*Makerspace*” (Espaço de Fazer) ou “*Fab Lab*” (Laboratório de Fabricação), no sentido de proporcionar a alunos e professores um novo olhar sobre os materiais ao seu redor e ao processo de “como” fazer. A intenção é conseguir a participação ativa dos envolvidos na oficina, para consertar e restaurar objetos, reaproveitar materiais (como madeira, plástico e metais), fabricar outros objetos, como brinquedos, instrumentos musicais, objetos de decoração, móveis e demais produtos tecnológicos para aprendizagem criativa, ampliando as

habilidades manuais, intelectuais, de cooperação, sustentabilidade, empreendedorismo, criatividade e outros aspectos indiretos, como planejamento, escuta, trabalho, realização pessoal, trabalho coletivo, descobertas - aspectos de grande importância no processo educativo e fundamentais no mundo atual - além de colaborar para o aprendizado das disciplinas regulares.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Demonstrar que é possível incorporar a Aprendizagem Baseada em Projetos e a Cultura Maker no cotidiano das escolas, colaborando para uma aula viva, atrativa, contemporânea da ciência e da tecnologia, divertida e proveitosa para professores e alunos;
- Desenvolver oficinas presenciais, suporte e treinamento de Faça Você Mesmo voltadas para professores e alunos;
- Desenvolver kits de produtos tecnológicos e seus manuais para serem utilizados como apoio pedagógico em escolas;
- Construir malas providas com ferramentas e materiais a fim de fomentar ações de metodologia ativa ou Oficina de Faça Você Mesmo em escolas públicas e outros locais, incentivando o “fazer” entre os educadores e educandos, disponibilizando recursos para a organização de Espaços de Fazer (*Makerspaces*).

1.5 Justificativa

A ONU (Organização das Nações Unidas) lançou em 2015 um conjunto de “Objetivos de Desenvolvimento Sustentável” (ODS) – um guia sobre estratégias de ações para fazer um mundo melhor no futuro, com destaque para a **Educação** (garantir o acesso à educação inclusiva, de qualidade e equitativa, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos), a **Inovação** (fomentar a inovação), e a **Sustentabilidade** (consumo e produção responsáveis). Pensar em um mundo sustentável do ponto de vista econômico, social e ambiental é fator fundamental para nossa sobrevivência no planeta. A inovação é fundamental para o desenvolvimento econômico e de novas soluções. E a educação é, sem dúvida, a forma mais eficaz para promover a sustentabilidade, fomentar a inovação, e encontrar novos caminhos (ONU, 2015). E uma das formas mais eficazes de se aprender nos tempos atuais é através de Projetos e do Faça Você Mesmo. Bender, em seu livro “Aprendizagem Baseada em Projetos” (2012, p. 33) diz: “Uma metanálise sintetizou um grande corpo de pesquisa e indicou que os alunos podem ter melhoria de até 30% na compreensão dos conceitos como resultado da aprendizagem baseada em projetos (Gijbels et al., 2005)”. Já Anderson, em seu livro “Makers,

a Nova Revolução Industrial” (2012, p. 80) destaca a criatividade no ato de fazer: “(...) o elemento comum nessa nova classe criativa é o fato de os criadores terem sido consumidores que queriam algo até então inexistente. Assim, em vez de se satisfazerem com o que havia no mercado, fizeram algo melhor para si mesmos”.

A UNESP-Bauru possui dois projetos formais e institucionalizados (o CITEB – Centro de Inovação Tecnológica de Bauru e o Sagui Lab - Laboratório de Fabricação Digital) que atuam diretamente com estas novas ideias, metodologias e tecnologias, já com resultados positivos. Somando-se a isso a bibliografia sobre o assunto e a experiência pessoal com estas metodologias e ferramentas, é sabido o seu grande potencial e possibilidades, facilitando e proporcionando aprender muitas coisas de forma atrativa, lúdica e criativa a partir delas. Com isso, além de se conseguir resolver alguns problemas pontuais (consertar, restaurar, transformar, fabricar), também é possível desenvolver muitas outras habilidades no decorrer deste fazer, como habilidades manuais, intelectuais, de cooperação, de sustentabilidade, empreendedorismo, criatividade e outras – importantíssimas no mundo contemporâneo e futuro, colaborando para a aprendizagem de forma ampla, inclusive das disciplinas regulares da escola. Este projeto “Oficinas Pedagógicas Maker Itinerantes: Desenvolvimento de Práticas e Produtos Tecnológicos para Aprendizagem Criativa” se propõe a levar até as escolas parte da estrutura, práticas e trabalhos desenvolvidos pelo Sagui Lab e CITEB, através de Oficinas de Faça Você Mesmo e Kits de aprendizagem. Isto colabora para que os projetos ligados à Universidade cheguem mais longe e a mais pessoas, já que a grande maioria dos alunos não teria condições ou mesmo disposição de ir até um local para aprender algo que ainda não conhecem, além de ajudar a difundir os objetivos propostos pela ONU e as metodologias “Aprendizagem Baseada em Projetos” e “Cultura Maker”, auxiliando na Educação, Inovação e Sustentabilidade para um mundo melhor.

1.6 Hipótese

A Aprendizagem Baseada em Projetos e a Cultura Maker podem contribuir muito para o aprendizado e desenvolvimento de novas habilidades (manuais, intelectuais, de cooperação, de sustentabilidade, empreendedorismo, criatividade e outras) e também para a melhora no desempenho dos alunos nas disciplinas regulares da escola. E isto pode ser feito a um custo relativamente baixo e acessível.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-CONCEITUAL

O estudo se desenvolve tendo como parâmetro as metodologias de “Aprendizagem baseada em Projetos” e a “Cultura Maker”, que se sintetizam o mote de “Aprender enquanto faz e fazer enquanto aprende”. Trata-se de uma processo de metodologia ativa que coloca os alunos no centro do processo de ensino e aprendizagem e da busca de soluções para problemas reais, preferencialmente, relacionados à sua vivência.

2.1 Metodologia Aprendizagem Baseada em Projetos

É uma metodologia de ensino onde alunos são desafiados a realizar um projeto (pode ser uma pesquisa, ou o desenvolvimento de algum produto físico ou digital) e através deste projeto, vão aprendendo vários conteúdos e desenvolvendo várias habilidades diferentes para conseguirem realizar o projeto. Com isso, ao invés de aulas puramente teóricas (muitas vezes desinteressantes e sem uma aparente conexão com a realidade), os alunos são estimulados a ter um aprendizado ativo, pesquisando assuntos que terão conexão real e direta com o que estão vivendo. Com isso, eles se sentem mais empolgados para estudar, e ainda desenvolvem habilidades de pesquisa, filtragem de informação, questionamento, transformação de informação em algo real, cooperação, autonomia, e outras, sem contar os conhecimentos que desenvolverão para o projeto em si.

Bender (2012, p. 15) explica que a Aprendizagem Baseada em Projetos utiliza projetos realistas “baseados em uma questão, tarefa ou problema altamente motivador e envolvente, para ensinar conteúdos acadêmicos aos alunos no contexto do trabalho cooperativo para a resolução de problemas”. Os alunos também têm alguma autonomia tanto na escolha dos projetos a serem trabalhados como nos métodos empregados para desenvolvê-los, fazendo com que tenham muito mais motivação para trabalhar na solução de problemas. Este método estimula uma aprendizagem ativa e criativa, onde os alunos deixam de ser “consumidores de conhecimento” e se tornam “produtores de conhecimento”.

Um exemplo de Aprendizagem Baseada em Projetos é o curso de Mestrado Profissional em Mídia e Tecnologia da UNESP-Bauru: o candidato à vaga do Mestrado apresenta um Projeto, e se aprovado, fará aulas específicas e direcionadas para a realização do seu projeto. Ou seja: primeiro é estabelecido um projeto, uma meta, e depois se busca caminhos para realizá-lo - definição do escopo e de requisitos, ideação, prototipagem, testes e avaliação. Parte das disciplinas são selecionadas pelo próprio discente, visando aprender ou aprimorar conhecimentos pertinentes ao seu objetivo. Ao final o resultado será um “trabalho/produto” escolhido e desenvolvido por ele(a), com os conhecimentos adquiridos e desenvolvidos durante

o processo, além de, é claro, desenvolver muitas outras habilidades que sequer pensava que poderia fazê-lo.

2.2 Metodologia Faça Você Mesmo e Cultura Maker

Junto com a Metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos, o Faça Você Mesmo e a Cultura Maker complementam este processo, já que ambas são baseadas na ideia de “botar a mão na massa” - ou seja: não só uma pesquisa ou estudo teórico/virtual, mas também que produza resultados práticos, reais e palpáveis. É também estimulante ver um objeto transformado ou inteiramente fabricado por si, além de ser um grande motivador de aprendizagem e desenvolvimento de habilidades diferentes e que são usadas no mundo real. E a Cultura Maker ainda acrescenta o “documentar e compartilhar”.

Todos somos Makers. Nascemos Makers (basta ver o fascínio das crianças por desenhos, blocos, Lego e outros trabalhos manuais) e muita gente cultiva esse dom nos passatempos e paixões. (...) Quem adora cozinhar é Maker culinário e faz do fogão sua bancada de trabalho (...). Quem adora jardinagem é Maker botânico. Tricô e costura, livros de recortes, bijuteria e tapeçaria – todos que se dedicam a essas atividades são Makers, tudo é criação. Esses projetos representam ideias, os sonhos e as paixões de milhões de pessoas. (ANDERSON 2012, p. 14)

2.3 Desenvolvimento do Tema Pertinente à Pesquisa

Com a crise ambiental, econômica e social atuais, se faz necessário novos olhares e novas práticas, mais colaborativas e sustentáveis. Com isso, há a necessidade também de uma nova educação, capaz de formar pessoas com estes novos olhares e novas práticas, não apenas para prepará-las para as crises atuais e para o futuro, mas especialmente prepará-las para criarem um novo futuro, propondo soluções para as crises atuais e evitando crises futuras.

A ONU (Organização das Nações Unidas) lançou um conjunto de “Objetivos de Desenvolvimento Sustentável” (ODS) – um pequeno guia de como podemos fazer um mundo melhor no futuro. Este projeto se conecta a pelo menos 3 destes objetivos que são fundamentais:

- **Educação de Qualidade:** Garantir o acesso à educação inclusiva, de qualidade e equitativa, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos. Até 2030, garantir que todos os alunos adquiram conhecimentos e habilidades relevantes e necessárias, para promover emprego e trabalho dignos, o desenvolvimento e estilos de vida sustentáveis.

- **Indústria, inovação e infraestrutura:** Promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação, incluindo infraestrutura regional e transfronteiriça, para apoiar o desenvolvimento econômico e o bem-estar humano, com foco no acesso equitativo e a preços acessíveis para todos. Aumentar o acesso das pequenas indústrias.

- **Consumo e produção responsáveis:** Garantir padrões de consumo e de produção sustentáveis. Reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso, e alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais. (ONU, 2023)

E a educação é uma das formas mais eficazes para promover a sustentabilidade, fomentar a inovação, e encontrar soluções e novos caminhos. Mas infelizmente a educação no Brasil é muito deficiente, precária, e por vários motivos, não tem sido capaz de formar pessoas preparadas para lidar com os problemas atuais e futuros. Dados do PISA (Programa Internacional de Avaliação de Estudantes) de 2022 demonstram que o Brasil teve mais uma vez piora nos quesitos Leitura, Matemática e Ciências. “Os resultados do Pisa têm se mantido estáveis por um longo período de tempo de forma notável: depois de 2009, em todas as três disciplinas, foram observadas apenas flutuações pequenas e, em geral, não significativas”, ficando em níveis muito abaixo dos níveis de países da OCDE (PISA, 2022).

Portanto, para que estes objetivos sejam alcançados, são necessárias mudanças na forma de se pensar e fazer a educação. E um dos caminhos mais efetivos é, já na escola, tentar transformar estes objetivos, ideias, sonhos e teorias em prática. E uma das formas mais adequadas e mais eficazes de se ensinar e aprender nos tempos atuais é através dos métodos “Aprendizagem baseada em Projetos” e “Cultura Maker” - Aprender enquanto faz, e fazer enquanto aprende – transformando teoria em prática, de forma atrativa, lúdica e criativa. A Base Nacional Comum Curricular de 2018, em suas 10 Competências Gerais Da Educação Básica, já aponta diretrizes relacionadas a estas metodologias com destaque para:

- **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.

- **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.

- **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.

- **Agir pessoal e coletivamente com autonomia**, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários. (BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR, 2018)

A UNESP-Bauru possui pelo menos dois projetos institucionais que trabalham e atuam diretamente com estas novas ideias, metodologias e tecnologias, obtendo ótimos resultados em termos de aprendizagem. São eles:

O Centro de Inovação Tecnológica de Bauru – CITEB (Fig. 1 e Fig. 2), coordenado pelo professor Prof. Dr. Marcelo Carbone Carneiro,

é um empreendimento que concentra, integra e oferece um conjunto de mecanismos e serviços de suporte ao processo de inovação tecnológica das empresas, constituindo-se também em espaço de interação empresarial-acadêmica para desenvolvimento de setores econômicos (...) de Bauru e região, com base na cultura da inovação, pesquisa, desenvolvimento e engenharia de novos produtos e/ou processos (...) objetivando proteger e fortalecer a competitividade, a sustentabilidade econômica, e o desenvolvimento social desses empreendimentos. A inclusão do CITEB à Rede Paulista de Centros de Inovação Tecnológica (RPCITec) representa a expansão do programa de desenvolvimento urbano regional planejado, baseado no empreendedorismo, na inovação, na sustentabilidade social e econômica, articulado com as vocações já demarcadas na região e voltado para a produção científica, tecnológica e corporativa e para a disseminação do conhecimento e aumento da competitividade dos arranjos locais produtivos. (...) para a disseminação do conhecimento, geração de renda, empregos, e promoção do desenvolvimento regional (CITEB, 2023).

O Sagui Lab - Laboratório de Fabricação Digital, Hacker Space e Wearable Design (Fig. 3), coordenado pelo Prof. Dr. Dorival Campos Rossi,

é um projeto de extensão desenvolvido pelos alunos do curso de graduação e pós-graduação em Design da UNESP, que tem como proposta a prática da criação colaborativa, o uso de técnicas de fabricação digital, multidisciplinaridade, uso de espaço compartilhado e o desenvolvimento de projetos inovadores em multiplataforma digital. (...) objetiva praticar e divulgar o “Open Design” (metodologia aberta para a produção de objetos e forma em design) e outros métodos colaborativos para o desenvolvimento de projetos dentro do Campus da UNESP Bauru. (SAGUI LAB, 2023)

Realiza oficinas de fabricação digital, de mobiliário, prototipagem eletrônica com Arduino, software livre, cocriação, trabalho colaborativo e feiras maker, entre outros. Atualmente possui laboratório com máquinas de impressão 3D e corte a laser, e está associado à Rede Fab Lab Brasil – uma rede que reúne todos os Fab Labs (Laboratórios de Fabricação Digital homologados pelo MIT) do Brasil e ajuda a conectá-los entre si e com outros Fab Labs pelo mundo.

Figura 1 - CITEB – parte externa



Fonte: CITEB ¹

Figura 2 - CITEB - reunião



Fonte: CITEB ²

Figura 3 – Saguilab



Fonte: Saguilab ³

¹ Fig. 1 – Fonte: CITEB. Disponível em: <https://www.bauru.unesp.br/#!/citeb>. Acesso em 28 fev 2024

² Fig. 2 – Fonte: CITEB. Disponível em: <https://www.bauru.unesp.br/#!/citeb>. Acesso em 28 fev 2024

³ Fig. 3 – Fonte: Saguilab. Disponível em: <https://www.faac.unesp.br/#!/departamentos/design/projetos-de-extensao/sagui-lab/>. Acesso em: 28 fev 2024

Neste sentido, o referido projeto, denominado de “Oficinas Pedagógicas Maker Itinerantes: Desenvolvimento de Práticas e Produtos Tecnológicos para Aprendizagem Criativa” é uma extensão destes dois projetos, já que a intenção é que as pesquisas, trabalhos, conhecimentos, estrutura e práticas de ambos com sede no campus UNESP-Bauru sejam levados para fora da Universidade, de forma itinerante, chegando até a periferia de Bauru e região. A ideia é, mediante Oficinas de Faça Você Mesmo e Kits de aprendizagem, levar para as escolas públicas ferramentas, máquinas e materiais, a fim de proporcionar experiências a alunos e professores no consertar e restaurar objetos, reaproveitar materiais e desenvolver produtos tecnológicos, via aprendizagem criativa, e durante a aplicação de cada oficina partilhar aspectos das práticas pedagógicas colaborativas e da metodologia ativa no desenvolvimento de habilidades manuais, de cooperação, sustentabilidade, empreendedorismo e criatividade. Entende-se que “aprender enquanto faz e fazer enquanto aprende” é uma das melhores formas de ajudar o aluno, inclusive nas disciplinas regulares. “Não são só a observação, a aplicação e a demonstração dos processos essenciais da escola – as únicas vias normais de aquisição de conhecimento, mas a experiência tateante que é uma conduta natural e universal”. (PAIVA, 1996, p. 13, apud FREINET, 1969, p. 185)

Assim, o objeto/projeto para ser trabalhado em cada oficina ou kit será escolhido de forma isolada (tema pré-definido), ou de acordo com a demanda da direção escolar, professores e alunos em diálogo, e dependerá também das condições da escola (espaço, tempo para realização, faixa etária etc.).

Com isso, a Universidade tem a possibilidade de expandir seu público e interferir mais diretamente no cotidiano da comunidade.

2.4 Breve História do Fazer

Desde os primórdios o ser humano fabrica coisas. Nossos primeiros antepassados (por volta de 2,5 milhões de anos atrás) já produziam suas primeiras ferramentas rudimentares para auxiliá-los em seus afazeres, como caça, pesca e proteção. Esta é uma das principais características que nos diferencia de outros animais, a ponto de os cientistas separarem os períodos históricos pelo tipo de fabricação/tecnologia utilizada pelos hominídeos (Paleolítico/pedra lascada, Neolítico/pedra polida, Idade dos metais) (Fig. 4 e Fig. 5). Essas técnicas iam sendo passadas e aperfeiçoadas de geração em geração, e este foi um dos fatores fundamentais para o desenvolvimento da civilização humana.

Figura 4 - Instrumentos Feitos De Pedra



Fonte: VoiceEdu ⁴

Figura 5 - Armas produzidas na Idade do Bronze



Fonte: História do Mundo ⁵

Essa característica “gerou uma conexão entre mão e o cérebro, entre o fazer e o pensar, inseparáveis da condição humana, que tem permitido ao homem no decorrer de sua existência: transformar, recriar, projetar, reflexionar, explicar e transformar constantemente sua realidade”. (CABEZA et al., 2016, p. 192)

Esta forma de fazer, ensinar e aprender se manteve predominante até meados do feudalismo:

O artesanato produzido pelo artesão era confeccionado em pequenas oficinas, cujo dono, o mestre artesão, contava com alguns ajudantes aprendizes para realizar o trabalho, porém, não havia uma relação de exploração, uma vez que os mestres também eram pobres, endividados e dependentes dos burgueses. (QUIQUETO, 2020, p. 51)

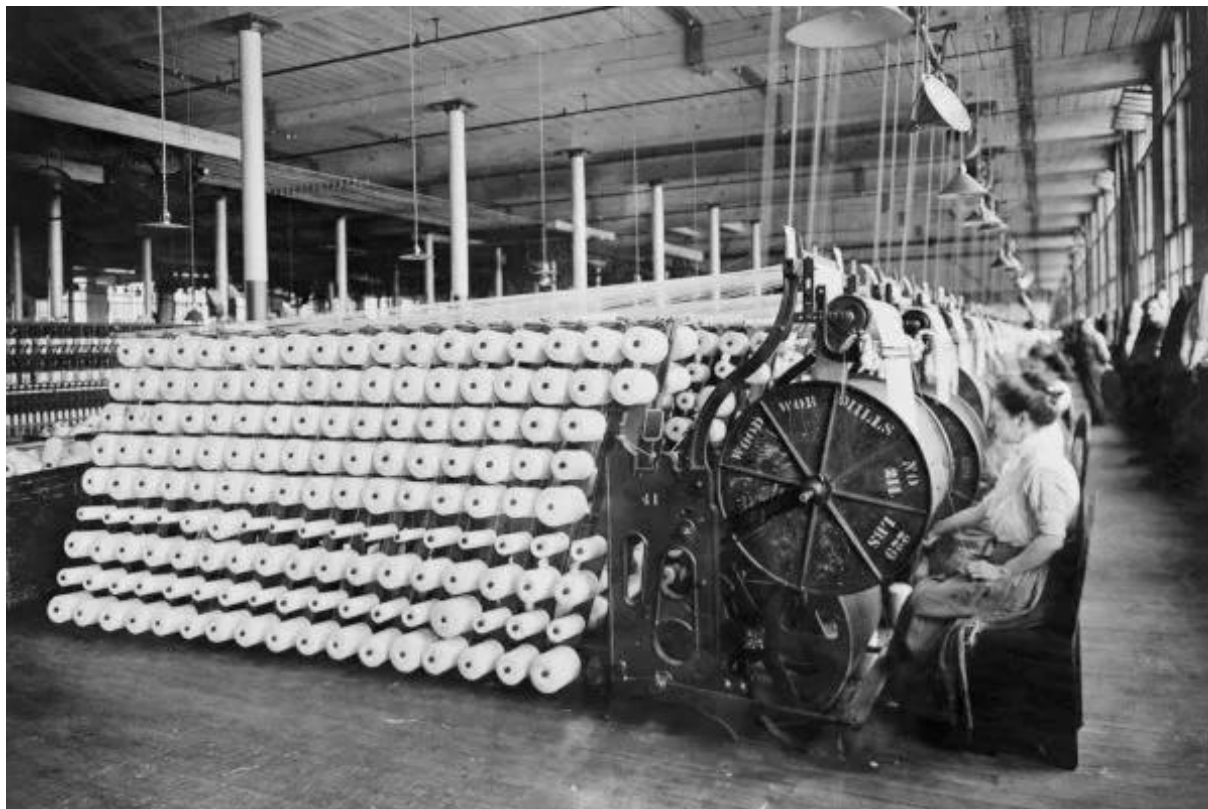
A maior parte da produção ainda era artesanal e em pequena escala até o fim do século XVIII e início do XIX, quando se dá a 1ª Revolução Industrial: “provocada pela construção de ferrovias e pela invenção da máquina a vapor, ela deu início à produção mecânica” (SCHWAB, 2016, p. 15). Surgem novos produtos químicos e produção de ferro, além da substituição da força humana e animal pelo uso crescente de energia a vapor e hidráulica. A produção aumentou muito em escala e em velocidade (Fig. 6). Isso causou uma mudança imediata na sociedade de forma geral, na economia, nas relações de trabalho, e também na educação: os trabalhadores precisavam ter um melhor nível de instrução básica e igualitária para poderem lidar com as novas máquinas, processos, os novos tipos de negócios e também para ajudar a melhorar os

⁴ Fig. 4 – Fonte: VoiceEdu. Disponível em: <https://testnewsframes.globalvoices.org/instrumentos-rudimentares-feitos-de-pedra/>. Acesso em: 28 fev 2024

⁵ Fig. 5 – Fonte: História do Mundo. Disponível em: <https://www.historiadomundo.com.br/pre-historia/idade-metais.htm>. Acesso em: 28 fev 2024

processos de fabricação – a alfabetização passou a ser fator fundamental para este novo mundo e começa a se massificar.

Figura 6 - Indústria Têxtil na 1ª Revolução Industrial



Fonte: História do Mundo ⁶

Entre o fim do século XIX e meados do século XX se dá a 2ª Revolução Industrial: maior desenvolvimento da indústria química, responsável por produtos derivados do petróleo, fertilizantes e medicamentos. O ferro, o carvão e a energia a vapor, característicos da primeira fase da Revolução Industrial, agora dão lugar ao aço, à eletricidade e ao petróleo, fazendo se desenvolver uma gama de produtos com seus usos, como automóveis, eletrodomésticos e eletrônicos (Fig. 7 e Fig. 8). Mais mudanças sociais: se intensifica a produção em massa, surgem novas cadeias produtivas e de distribuição e também grandes empresas. Quiqueto (2020, p. 53) diz: “Mediante a inserção das questões sociais na atual realidade, como também a necessidade de qualificação da mão-de-obra, observa-se o desafio da implantação da educação profissional”. O desafio da educação aqui é ser mais técnica e principalmente chegar a mais pessoas.

⁶ Fig. 6 – Fonte: História do Mundo. Disponível em: <https://www.historiadomundo.com.br/idade-moderna/revolucao-industrial.htm>. Acesso em: 28 fev 2024

Figura 7 - Fábrica de carros na 2ª Revolução Industrial



Fonte: Instituto Claro ⁷

Figura 8 - Geladeira na 2ª Revolução Industrial



Fonte: Historiar ⁸

Já a 3ª Revolução Industrial se inicia após a 2ª Guerra Mundial, se caracterizando não só por um grande aperfeiçoamento das técnicas, máquinas e produtos anteriores, mas também pelo desenvolvimento da robótica, genética, informática, telecomunicações, eletrônica, entre outros e posteriormente, o início da Internet e suas amplas possibilidades (Fig. 9 e Fig. 10). A ciência avança muito, passando a se integrar mais ao processo produtivo, e este contexto tem consequências na educação: as escolas passam a ser obrigatórias na maior parte do mundo, os conteúdos passam a ser cada vez mais especializados, e disciplinas como Matemática e Ciências se tornam fundamentais neste período. Muitas das grandes empresas do período anterior (além de outras novas) passam a ser megaempresas, grandes conglomerados e muitas se tornam multinacionais. No Brasil, até meados dos anos 90, Quiqueto (2020, p. 54) ressalta que, apesar de alguns avanços, ainda se vê a predominância de “uma postura ainda utilitarista da formação, a qual permanece inalterada na concepção de formar para o mercado de trabalho”.

⁷ Fig. 7 – Fonte: Instituto Claro. Disponível em: <https://www.institutoclaro.org.br/educacao/para-ensinar/planos-de-aula/a-segunda-revolucao-industrial/>. Acesso em 28 fev 2024

⁸ Fig. 8 – Fonte: Historiar. Disponível em: <https://schafergabriel.blogspot.com/2015/02/revolucao-industrial-2-fase.html>. Acesso em 28 fev 2024

Fig. 9 - Automação industrial



Fonte: Info Escola ⁹

Fig. 10 – Inovações da 3ª Revolução Industrial



Fonte: Beduka ¹⁰

Estudiosos como Klaus Schwab (2016) apontam que já estamos entrando (outros como Erik Brynjolfsson e Andrew McAfee dizem que já estamos desde 2011) na 4ª Revolução Industrial: marcada pela convergência de tecnologias digitais, físicas e biológicas (ciber-bio-físicos), imenso avanço tecnológico e em alta velocidade nunca antes visto. As novas máquinas funcionam de forma coordenada e são capazes de cooperar - entre elas e com humanos - mediante a internet das coisas (Fig. 11 e Fig. 12).

(...) acredito que hoje estamos no início de uma quarta revolução industrial. Ela teve início na virada do século e baseia-se na revolução digital. É caracterizada por uma internet mais ubíqua e móvel, por sensores menores e mais poderosos que se tornaram mais baratos, e pela inteligência artificial e aprendizagem automática (ou aprendizado de máquina)". (SCHWAB, 2016, p. 16)

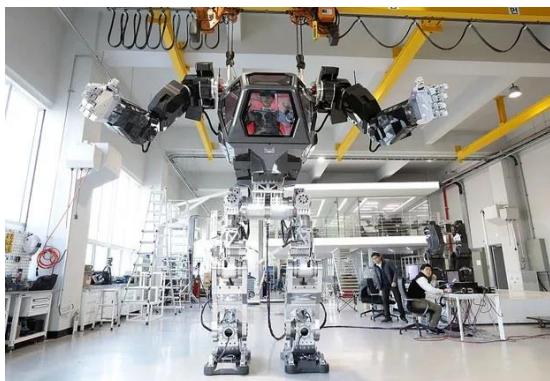
Quase tudo trabalha em rede. É claro que isso já causou e continua causando grandes modificações: já vemos a transformação de empresas em transnacionais/globais - por conta do mundo digital, estão em todos os lugares. Novas formas de se fazer economia, muitos empregos desaparecendo, e outros novos surgindo.

Ao permitir “fábricas inteligentes”, a quarta revolução industrial cria um mundo onde os sistemas físicos e virtuais de fabricação cooperam de forma global e flexível. Isso permite a total personalização de produtos e a criação de novos modelos operacionais. A quarta revolução industrial, no entanto, não diz respeito apenas a sistemas e máquinas inteligentes e conectadas. (...) Ondas de novas descobertas ocorrem simultaneamente em áreas que vão desde o sequenciamento genético até a nanotecnologia, das energias renováveis à computação quântica. O que torna a quarta revolução industrial fundamentalmente diferente das anteriores é a fusão dessas tecnologias e a interação entre os domínios físicos, digitais e biológicos. (SCHWAB, 2016, p. 16)

⁹ Fig. 9 – Fonte: Info Escola. Disponível em: <https://www.infoescola.com/historia/terceira-revolucao-industrial/>. Acesso em: 28 fev 2024

¹⁰ Fig. 10 – Fonte: Beduka. Disponível em: <https://beduka.com/blog/materias/historia/terceira-revolucao-industrial/>. Acesso em: 28 fev 2024

Fig. 11 – Robô



Fonte: Época Negócios ¹¹

Fig. 12 – Máquinas controladas por computador



Fonte: Liga Blog ¹²

Apesar das megacorporações e da alta especialização do trabalho, muitos estudiosos apontam que grande parte desta 4ª Revolução Industrial não se dará apenas por grandes máquinas, conglomerados empresariais e especialistas, mas por pequenas máquinas (tecnologia de ponta na sala de casa) e por pessoas comuns:

A maior transformação não se situa na maneira como se fazem as coisas, mas em quem as faz. Depois que as coisas passam a ser feitas em computadores, qualquer pessoa pode produzi-las. E isso é exatamente o que está acontecendo agora no setor industrial. (ANDERSON 2012, p. 20)

E é nesta esteira que entram os **Makers - os adeptos da Cultura do “Faça Você Mesmo”**.

2.5 Faça Você Mesmo, Cultura Maker, Aprendizagem Criativa, Makerspace, FabLab e as Novas Tecnologias do Fazer

Faça Você Mesmo: ao invés de comprar algo pronto, padronizado, nem sempre com as características exatas que você precisa, e por vezes caro, a ideia é “pôr a mão na massa” e fazer seus próprios produtos e trabalhos. Isso vai desde pequenos reparos (costurar uma roupa que descosturou, tapar um furo na parede), coisas um pouco mais complexas (trocar chuveiro, fazer um muro), ou ainda a fabricação de objetos e artefatos. Estes projetos podem ser realizados com ferramentas, materiais e tecnologias tradicionais/analógicas (como serrote, martelo, furadeira),

¹¹ Fig. 11 – Fonte: Época Negócios. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/colunas/Sociedadecom/noticia/2017/09/seus-filhos-e-4-revolucao-industrial.html>. Disponível em: 29 fev 2024

¹² Fig. 12 – Fonte: Liga Blog. Disponível em: <https://blogdaliga.com.br/a-quarta-revolucao-industrial-e-a-industria-4-0/>. Disponível em: 29 fev 2024

com materiais e tecnologias contemporâneas/digitais (impressora 3D, máquina de corte a laser e CNC), ou de forma híbrida (analógicas/ação sobre átomos e digitais/ações sobre bits).

Cultura Maker (fazedor, em inglês) é a cultura do Faça Você Mesmo com algumas características a mais: além de **fazer**, “botar a mão na massa” e usar a tecnologia (especialmente a digital - ação sobre bits e átomos), na Cultura Maker também é necessário **documentar** e **compartilhar**. O registro de como tudo foi feito (inclusive com as ideias iniciais, as dificuldades e os erros) e o compartilhamento destas informações (seja posteriormente ou até em tempo real) em plataformas físicas e especialmente online fazem parte do trabalho. “O profissional designer do século XXI é aquele que sabe transitar por estes dois universos, o do mundo dos Bits e o mundo dos átomos, para projetar em meio da complexidade do mundo contemporâneo” (CABEZA et al., 2016, p.195). Esta é uma “nova forma de fazer”.

Projetos compartilhados na Web viram fonte de inspiração para outros e se transformam em oportunidades de colaboração. Os Makers individuais, assim conectados em âmbito global, se convertem em movimento social. (...) O simples ato de “criar em público” pode tornar-se motor de inovação, mesmo que essa não seja a intenção. (ANDERSON, 2012, p. 15)

Aprendizagem Criativa: proposta por Mitchel Resnick do MIT Media Lab, baseia-se principalmente no construcionismo de Seymour Papert, também do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), o qual se inspirou nas ideias de Piaget, Paulo Freire, Montessori e outros grandes pensadores. A aprendizagem criativa centra-se nos chamados "4 Ps": *Projects, Peers, Passion* e *Play* (**Projetos, Pares, Paixão e Brincar** em inglês).

Ela acredita que aprendemos melhor quando temos oportunidade de construir algo que seja significativo para nós, seja um carrinho, um poema, ou um programa de computador. O processo se enriquece ainda mais quando somos incentivados a trocar ideias com outras pessoas e a explorar os materiais e conceitos envolvidos no projeto de forma livre e descontraída. (...) Para a Aprendizagem Criativa, o processo educacional não acontece de forma linear, mas segue uma espiral onde imaginamos o que gostaríamos de criar, construímos algo, brincamos com materiais e ideias neste processo, compartilhamos nossas criações e refletimos sobre o como e o que aprendemos, voltando a imaginar novamente. (REDE BRASILEIRA DE APRENDIZAGEM CRIATIVA, 2015)

Um **Makerspace** é um “**espaço de fazer**” (Fig. 13): Uma oficina ou ateliê, “que conta com uma estrutura completa de prototipagem, podendo acolher os projetos dos usuários em manufaturas com diferentes materiais: madeira, plásticos, papelão, equipamentos eletrônicos, entre outros”. (CABEZA et al., 2016, p. 212).

Fig. 13 - Makerspace



Fonte: Edutopia ¹³

Um **Fab Lab** (abreviação do termo em inglês *fabrication laboratory*) é um tipo de *Makerspace*, mas com algumas características específicas: é uma plataforma de prototipagem rápida de objetos físicos e está inserido em uma rede mundial de laboratórios (Fig. 14). Tem origem em 2001 no laboratório interdisciplinar “Centro de Bits e Átomos” do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), mais especificamente em uma disciplina acadêmica chamada “*how to do almost anything*” (como fazer quase qualquer coisa), sob a liderança de Neil Gershenfeld, professor e diretor do CBA, vinculado ao célebre MIT Media Lab. (EYCHENNE; NEVES, 2013, p.10).

Ele se destina aos empreendedores que querem passar mais rapidamente da fase do conceito ao protótipo; aos designers, aos artistas e aos estudantes que desejam experimentar e enriquecer seus conhecimentos práticos em eletrônica, em CAD/CAM1, e também aos makers e hackers do século XXI. (EYCHENNE; NEVES, 2013, p. 8)

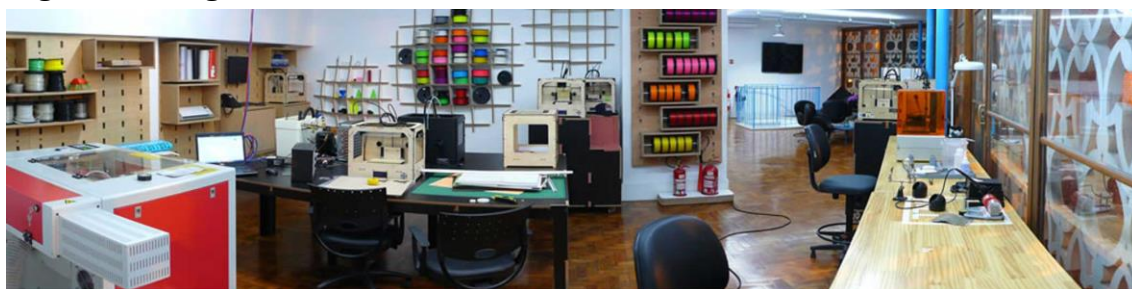
Outra característica do Fab Lab é sua “abertura” (Open Design), que contrariamente aos laboratórios tradicionais, dão a possibilidade de criação, produção e distribuição de

¹³ Fig. 13 – Fonte: Edutopia. Disponível em: <https://www.edutopia.org/blog/designing-a-school-makerspace-jennifer-cooper>. Acesso em: 29 fev 2024

produtos de design realizados através de co-criação de ideias, permitindo a livre distribuição, modificação e derivação dela, inserindo o design na crescente realidade de troca e compartilhamento por que vem passando o mundo atual:

Contrariamente aos laboratórios tradicionais de prototipagem rápida que podem ser encontrados em empresas, em centros especializados dedicados aos profissionais ou universidades, os Fab Labs são abertos a todos, sem distinção de prática, diploma, projeto ou uso. (EYCHENNE; NEVES, 2013, p. 9–10)

Fig. 14 – Garagem FabLab



Fonte: Makery ¹⁴

Este tipo de laboratório oferece fabricação digital pessoal mediante um conjunto de ferramentas flexíveis controladas por computador com o objetivo de fazer "quase tudo", cobrindo diversas escalas de tamanho e de materiais diferentes, incluindo produtos tecnológicos geralmente vistos como limitados apenas para produção de massa. Agrupa um conjunto de máquinas controladas por comando numérico de nível profissional, porém de custo relativamente baixo. Por exemplo as máquinas de corte a laser, CNC e impressora 3D, como a descrição a seguir:

A **Máquina de Corte a Laser** (Fig. 15) é uma máquina controlada por computador, que utiliza raio laser para “gravar” (fazer rebaixo/queimar) e cortar materiais (Fig. 16 e Fig. 17). Estes materiais podem ser derivados de madeira (MDF, feito de fibras de madeira; e compensado, feito de lâminas de madeira – ambos de madeira reflorestada), plásticos (como poliestireno, vinil, acrílico), tecidos, papéis e papelão, EVA e outros. Algumas máquinas mais potentes conseguem cortar madeiras grossas e até metais.

¹⁴ Fig. 14 - Fonte: Makery. Disponível em: <https://www.makery.info/en/2015/02/10/le-garagem-un-fablab-bresilien-en-mode-start-up/>. Acesso em: 29 fev 2024

Figura 15 - Máquina de corte a laser



Fonte: Site Armazém Automotivo ¹⁵

Figura 16 – Couro gravado a laser



Fonte: Site Extiminas Moura Matos ¹⁶

Figura 17 – Figuras cortadas a laser



Fonte: Site Pinterest ¹⁷

¹⁵ **Fig. 15** - Fonte: Armazém Automotivo. Disponível em: https://www.armazemautomotivo.com/produto/impressora-a-gravadora-corte-cnc-laser-40w-300x300mm-wifi_MLB2939054521 . Acesso em: 30 de maio de 2023

¹⁶ **Fig. 16** - Fonte: Extiminas Moura Matos. Disponível em: <https://mouramatos.com.br/produto/gravacao-em-mdf/> . Acesso em: 30 de maio de 2023

¹⁷ **Fig. 17** – Fonte: Pinterest. Disponível em: <https://br.pinterest.com/pin/726416614867792402/> . Acesso em: 30 de maio de 2023

A **máquina CNC** (Controle Numérico Computadorizado) (Fig. 18) também é uma máquina controlada por computador, que funciona nos eixos X, Y e Z, mas ao invés de laser ela utiliza uma tupia (máquina usada em marcenaria para fazer rebaixos e outras usinagens) com uma ponta (fresa) fina (de 1 a 3 milímetros) acoplada ao sistema de eixos. Isto permite que se faça não apenas cortes, mas também rebaixos (baixo relevo), inclusive em materiais mais grossos e duros, de forma mais eficaz que a cortadora a laser. A desvantagem é que a fresa é mais grossa que o laser, e portanto não é possível fazer detalhes muito pequenos. A vantagem é que é possível criar peças 3D “esculpindo” o material (Fig. 19 e Fig. 20).

Figura 18 - Máquina CNC router



Fonte: Site Pinterest ¹⁸

Figura 19 – Brinquedo feito em CNC



Fonte: Site Cutter CNC ¹⁹

Figura 20 – Figura sendo esculpida em CNC



Fonte: Site Wayken Rapid Manufacturing ²⁰

¹⁸ **Fig. 18** - Fonte: Pinterest. Disponível em: <https://br.pinterest.com/pin/709317010060541800/> . Acesso em: 30 de maio de 2023

¹⁹ **Fig. 19** – Fonte: Cutter CNC. Disponível em: <https://www.cuttercnc.com/artesanatoebrinquedos> . Acesso em: 30 de maio de 2023

²⁰ **Fig. 20** - Fonte: Wayken Rapid Manufacturing. Disponível em: <https://waykenrm.com/blogs/programmed-art-cnc-machining-for-art-and-sculptures/> . Acesso em: 30 de maio de 2023

Já a **Impressora 3D** (Fig. 21) é uma máquina controlada por computador (também no sistema X, Y e Z). Existem vários sistemas, e o tipo mais comum hoje em dia possui uma ponta com sistema de aquecimento que derrete um fio de plástico para, camada por camada, formar um objeto rígido (sistema FDM - fusion deposition modeling) (Fig. 22 e Fig. 23).

Figura 21 - Máquina de Impressão 3D



Fonte: Site 4 Hobby ²¹

Fig. 22 – Peças impressas em 3D no Saguilab – UNESP-Bauru



Fonte: Saguilab ²²

Fig. 23 – Poliedro impresso em 3D



Fonte: Neo Technology ²³

²¹ **Fig. 21** - Fonte: 4 Hobby. Disponível em: <https://www.4hobby.com.br/produto/impressora-3d-creality-ender3-montada-e-configurada.html> . Acesso em: 30 de maio 2023

²² **Fig. 22** – Fonte: Saguilab. Disponível em: <https://www.faac.unesp.br/#!/departamentos/design/projetos-de-extensao/sagui-lab/>. Acesso em: 29 fev 2024

²³ **Fig. 23** - Fonte: Neo Technology. Disponível em: <http://www.neotech.inf.br/informativos/impressao-3d/> . Acesso em: 30 de maio 2023

O primeiro tipo de impressora 3D a ser comercializada foi a de estereolitografia (SLA) - inventada nos anos 1980 por Chuck Hull, cofundador e diretor de tecnologia da 3D Systems. Essa tecnologia usa um laser ultravioleta para curar com precisão uma resina líquida transformando-a em sólido com alta precisão e ótimo acabamento, mas o processo é mais complexo do que a que usa o filamento de plástico. Já existem impressoras 3D que utilizam o mesmo sistema da impressora com filamento de plástico (adicionando material por camadas) que funcionam com resina, cerâmica e outros materiais, mas ainda são pouco acessíveis.

Visando a sustentabilidade, existem filamentos para impressão feitos de PLA (ácido polilático - um termoplástico biodegradável de origem natural, obtido através de fontes renováveis, como amido de milho ou da cana-de-açúcar), plástico reciclado e outros materiais sustentáveis.

Cortadora a laser, CNC e impressora 3D já formam um pequeno “parque industrial” com grandes possibilidades, e com exceção da escala, fazem mais e melhor que muitas das máquinas tradicionais analógicas, com a diferença que são menores (podem ficar sobre uma mesa de escritório), são relativamente baratas se comparadas à máquinas industriais, fáceis de utilizar, bastante seguras, proporcionam uma diversidade de materiais trabalhados, grande maleabilidade quanto aos diferentes formatos de produtos fabricados, e ainda tem o processo da idealização ao produto final muito mais rápido: se desenha (ou faz download do desenho) no computador, manda cortar/usinar/imprimir, e já está quase pronto (precisando montar) ou pronto. “Portanto, a Terceira Revolução Industrial será mais bem compreendida como uma combinação de fabricação digital e pessoal: a industrialização do Movimento Maker” (ANDERSON, 2013, p. 45). Estas novas máquinas digitais proporcionam uma gama muito grande de possibilidades, e estão em maior conexão com a nova geração totalmente ligada e integrada à tecnologia digital. “Os produtos físicos são, cada vez mais, informações digitais, convertidas em corpos sólidos, por dispositivos robóticos (...)”. (ANDERSON, 2013, p. 82)

Segundo Eychenne e Neves (2013, p. 17), é possível destacar 3 tipos de Fab Labs:

- **Fab Labs Acadêmicos:** sustentados por uma universidade ou uma escola (como o Saguilab). Recebem projetos de estudantes e um número menor de usuários externos. Eles organizam regularmente workshops e os alunos podem ter acesso às máquinas por um menor custo, sendo que o valor para usuários externos é superior. São sustentados majoritariamente pelas universidades, e contam geralmente com uma ajuda de autoridades locais e, por vezes, alguns parceiros privados. A receita não cobre as despesas, e este modelo de Fab Lab geralmente não é sustentável financeiramente.

- **Fab Labs Profissionais:** têm por vocação o desenvolvimento de produtos, concebidos conjuntamente com empresas, startups, auto-empresendedores e makers. Apesar de terem como objetivo o lucro, devem igualmente pelo menos um dia da semana abrir suas portas a usuários que irão utilizar o laboratório a custo zero (uso de máquinas e/ou participação em atividades), pagando somente o material que utiliza.

- **Fab Labs Públicos:** são sustentados por governo, institutos de desenvolvimento e por comunidades locais. Estes são realmente acessíveis a todos e totalmente gratuitos na totalidade do tempo. Os workshops e cursos de formação são organizados a fim de permitir um grande número de acesso pelo mais variado público.

Para Neves (2014), pelo menos quatro características estão presentes em todo Fab Lab: a) abertura ao público; b) o estatuto; c) máquinas e processos (ter um conjunto de máquinas comuns aos labs para facilitar a replicação das experiências e processos, pois (...) não basta “fazer”, é importante documentar e compartilhar); d) a rede (fazer parte da comunidade, fazer projetos em conjunto, parcerias). (GIL, 2017, p. 105 apud EYCHENNE; NEVES, 2014)

Existem hoje por volta de 2000 Fab Labs ao redor do mundo, sendo 68 deles no Brasil. Para que um Laboratório seja considerado oficialmente um Fab Lab, ele precisa cumprir os requisitos necessários e ser homologado pelo MIT. No entanto, existem muitos outros espaços de fabricação digital que funcionam com base em conceitos e práticas similares, mas sem a referida homologação (GIL, 2017, p. 104).

A Cultura Maker também tem como outras características a pequena escala, produtos personalizados, baixo custo, proximidade com a comunidade local e sustentabilidade. Estas tecnologias possibilitam uma rapidez, facilidade, e personalização incríveis, além de estarem cada vez mais acessíveis. Também, por conta da internet, qualquer pessoa ou empresa pode “estar em (quase) todos os lugares” com seus produtos e serviços, sejam eles digitais ou físicos, com uma nova rede de entregas. Conforme diz Anderson (2013, p 17): “A grande oportunidade do novo Movimento Maker é a possibilidade de ser ao mesmo tempo pequeno e global”. Diferente das fases anteriores, neste contexto os meios de produção se tornam mais acessíveis com a tecnologia de ponta, além de um maior acesso a canais de distribuição de materiais e conteúdo, tanto virtuais como físicos.

O “Faça Você Mesmo” e a Cultura Maker incentivam também a economia de recursos (econômicos e naturais) e reaproveitamento de materiais, a cooperação, a sustentabilidade, a criatividade, a cooperação, e principalmente o aprendizado durante o processo. E isto se conecta às novas metas da ONU para produzir, aprender e viver no século XXI.

2.6 Por Que Aprender a Fazer Hoje?

Apesar das grandes e rápidas mudanças causadas pelas várias fases da Revolução Industrial, especialmente a mais recente, cada vez mais ampla e rápida, de forma geral a educação (no mundo, e especialmente no Brasil) continua praticamente a mesma: seja nas disciplinas e assuntos tratados, seja nos seus métodos. Como é evidente, o formato da educação modelado pelas primeiras fases da Revolução Industrial não é mais suficiente e eficiente para preparar os alunos para o mundo atual e futuro. Tanto os assuntos tratados não são suficientes para dar esta cobertura, como os métodos utilizados se mostram ineficientes e desinteressantes comparados ao universo que se abre a um clique na tela do celular. Sem contar o grande risco para o desenvolvimento cerebral, humano e social ao se ter “tudo pronto”, sejam objetos industrializados ou conteúdos no celular, utilizando-se muito do sistema “copia e cola”, sem exercitar habilidades manuais, corporais, sociais, o pensamento crítico e a criatividade. Aponta Cabeza (2016, p.193): “Com a evolução do sistema produtivo industrial, o homem comum foi perdendo gradualmente o controle da elaboração de seus artefatos, desconectando o cérebro da mão, portanto, desconectando o cérebro da capacidade de projetar o seu entorno natural”. Em meados do século XX, Celestin Freinet, importante Pedagogo francês e R. Salengros (1977, p.30) criticavam a educação que mantinha o aluno numa postura passiva:

A criança adquire noções, mas noções escolásticas, isto é, que podem ser exactas e racionais no meio escolar, mas não o são forçosamente no ambiente da vida; (...) sente-se desorientada quando os complexos da vida, nem sempre racionais e científicos intervêm. Resolve os problemas que lhe são apresentados, mas nunca se espanta com os resultados, por mais anormais que sejam. (FREINET; SALENGOS, 1977, p.30)

Paulo Freire (2020) também critica o que ele chama de “educação bancária”, na qual o professor “deposita” o conteúdo na cabeça do aluno, e este não faz mais do que “receber o conteúdo” e guardá-lo fechado, “matando nos educandos a curiosidade, o espírito investigador, a criatividade”.

Portanto, se faz necessário repensar conteúdos e métodos na educação, que sejam de maior interesse, praticidade, relação com a vida cotidiana contemporânea, que volte a estabelecer a conexão mão-cérebro, que estimule a criatividade e a liberdade. E um dos caminhos mais eficientes e de grande potencial é a incorporação exatamente da metodologia “aprender fazendo”, “aprender na prática”, “aprender enquanto faz, fazer enquanto aprende”, que podemos chamar de Faça Você Mesmo, Cultura Maker e Aprendizagem Baseada em Projetos. Seja se utilizando das ferramentas tradicionais, seja com a incorporação das novas Tecnologias, em escolas e universidades, tanto para seu uso como fim, como para auxiliar no

aprendizado das disciplinas tradicionais. Neste trabalho discutiremos alguns aspectos desta incorporação, e como isto pode ajudar no desenvolvimento dos alunos, professores e sociedade.

2.7 Teorias Transformadas em Realidade – Do Virtual ao Palpável na Escola

Um dos grandes desafios da educação atual é conseguir explicar de forma clara assuntos cada vez mais complexos, e ainda conseguir captar e manter a atenção dos alunos, numa competição com as telas e o mundo fora da sala de aula. As aulas tradicionais, expositivas, com giz e lousa, e com os alunos sentados em fila, tem se mostrado ineficazes tanto num ponto, quanto no outro. Segundo dados do PISA (Programa Internacional de Avaliação de Estudantes) 2022, 73% dos alunos brasileiros ficaram abaixo do nível 2 em Matemática (não conseguem, por exemplo, comparar a distância total de duas rotas alternativas ou converter preços em uma moeda diferente); apenas 50% dos alunos atingiu o nível 2 em Leitura (conseguem “identificar a ideia principal em um texto de extensão moderada, encontrar informações com base em critérios explícitos, embora às vezes complexos, e podem refletir sobre a finalidade e a forma dos textos quando explicitamente orientados a fazê-lo”); e cerca de 55% não atingiu o nível 2 em Ciências (“serem capazes de poder reconhecer a explicação correta para fenômenos científicos conhecidos e podem usar esse conhecimento para identificar, em casos simples, se uma conclusão é válida com base nos dados fornecidos”). (PISA, 2022)

Por conta de todas as dificuldades e dos resultados insatisfatórios, este trabalho se junta a outros tantos e a muitos especialistas na proposta de incorporação da Cultura Maker, Faça Você Mesmo e da Aprendizagem Baseada em Projetos na educação.

Paiva (1996) fala da importância do trabalho para a pedagogia de Freinet, quando ele defende a integração trabalho e educação, proporcionando assim uma relação direta entre o homem e o mundo físico e social. Para Freinet, a educação deve “proporcionar ao aluno a possibilidade de realizar um trabalho real, prático, concreto, socialmente produtivo”. (ELIAS, 1996, p. 11).

Paulo Freire também defende o trabalho como sendo fundamental para a educação:

Vale dizer, como seres que, transformando o mundo com seu trabalho, criam o seu mundo. Este mundo, criado pela transformação do mundo que não criaram e que constitui seu domínio, é o mundo da cultura que se alonga no mundo da história. Desta forma, ao perceberem o significado criador e recriador de seu trabalho transformador, descobrem um sentido novo em sua ação, por exemplo, de cortar uma árvore, de dividi-la em pedaços, de tratá-los de acordo com um plano previamente estabelecido e que, ao ser concretizado, dá lugar a algo que já não é a árvore. Percebem, finalmente, que este algo, produto de seu esforço, é um objeto cultural. (FREIRE, 1981, p. 17)

Cabeza (2016, p.194) ainda exalta a efetivação da liberdade ao fazer e criar coisas: “Além disso, as pessoas não precisam só obter coisas, precisam sobretudo a liberdade de fazer coisas, lhes dar forma de acordo com seus gostos, usá-las, cuidá-las entre outras coisas”.

Estes autores também mencionam o fato de “aprender fazendo” ser uma metodologia muito mais dinâmica, divertida e natural, por ser como aprendemos a andar, falar, andar de bicicleta e muitas outras coisas na infância. Além disso, o que foi aprendido neste contexto dificilmente será esquecido.

Aqui temos alguns exemplos de situações cotidianas de salas de aula, suas respectivas dificuldades, e como as metodologias Maker e Aprendizagem baseada em Projetos podem ser colocadas em prática.

Imaginemos as seguintes situações: em uma aula de História, o professor fala sobre uma civilização antiga e discorre sobre seus artefatos e utensílios que utilizavam para armazenar e carregar água; em uma aula de Biologia, a professora discorre sobre a anatomia de uma determinada espécie de dinossauro, seus variados ossos do corpo, suas formas e funções; na aula de Geografia, a professora trata sobre a topografia de uma determinada região; o professor de Matemática fala de aspectos da geometria de um objeto plano, ou de um poliedro de várias faces, e de como encontrar as medidas de suas faces e volume. Ou ainda, numa aula de Artes, a professora quer dar uma aula de música, mas nem os alunos nem a escola possuem qualquer instrumento musical ou dinheiro para comprá-los.

Todos estes exemplos são ensinados na escola de forma expositiva: com lousa e giz, alunos sentados, onde precisam imaginar cada detalhe descrito, ou no máximo se utilizam de algumas figuras ou fotos (pequenas, sem muitos detalhes) na tentativa de facilitar o entendimento. Os alunos muitas vezes têm muita dificuldade de entender conceitos complexos, e não raro desanimam diante de tanta teoria sem a prática, aparentemente descolada de suas realidades cotidianas. Os professores se sentem frustrados por se esforçarem tanto em suas explicações e não obterem os resultados pretendidos. A aula fica tediosa, os alunos dispersos, e o ensino e aprendizagem se perdem. Segundo o Censo Escolar da Educação Básica 2023 e dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua 2016-2023 (PNAD), 8,8 milhões de brasileiros de 18 a 29 anos não terminaram o ensino médio e não frequentam nenhuma instituição de educação básica (G1, 2024). Alguns fatores levam a essa situação, como a necessidade de trabalhar para conseguir renda, mas também o desinteresse pelas aulas e a falta de perspectivas são determinantes para o abandono.

Mas podemos trilhar outro caminho: se ao invés de ouvirem passivamente a aula, os alunos puderem, de fato, ter contato com estes artefatos? Puderem tocar, manusear e até encher

de água e carregar um pote antigo? Ou manipular um osso de dinossauro, percebendo seu formato e peso? Ou observar uma miniatura física de uma cadeia de montanhas, com seus relevos e as proporções corretas? Ou ainda, manipular um objeto geométrico complexo, podendo inclusive tirar as medidas de suas faces em tamanho real para comprovar se os cálculos estão corretos? Ou então, ter instrumentos musicais de vários tipos à disposição? E mais do que isso: e se os próprios alunos fabricarem cada um destes objetos? Isso capturaria a atenção dos alunos quase que imediatamente, e provavelmente eles entenderiam com muito mais facilidade (ou entenderiam de fato) cada um destes assuntos, os professores teriam menos dificuldades em seus trabalhos, alunos e professores se sentiriam mais animados e estimulados, formando um ambiente mais lúdico, divertido e agradável, proporcionando muitos avanços no ensino e aprendizagem. Esta ideia (assim como nossos exemplos), não são apenas teoria: podem ser (e já estão sendo) feitas na prática! Com muito mais facilidade, velocidade e de forma muito mais acessível que antes. É quando se incorpora a Aprendizagem Baseada em Projetos, o Faça Você Mesmo, Cultura Maker e as Novas Tecnologias de Fabricação (corte a laser, CNC e impressão 3D) no âmbito escolar. Já existem várias experiências positivas sendo realizadas no mundo e no Brasil.

Esses objetos fabricados para e nas aulas podem ser feitos de várias formas: de forma artesanal, com as ferramentas tradicionais, ou ainda com as novas tecnologias digitais, com os arquivos sendo baixados diretamente da internet, desenvolvidos pelos professores, ou melhor ainda: desenvolvidos pelos próprios alunos. Neste caso, o aprendizado para desenhar estes objetos no computador passa a fazer parte do processo de aprendizagem, podendo inclusive ser aprendido junto com os próprios professores, em um trabalho de aprendizado colaborativo e coletivo, realizando todo o processo do zero ao produto final e seu uso educativo, colocando os alunos em contato com as tecnologias de ponta que encontrarão neste novo mundo.

2.8 Sobre o Aprendizado e Desenvolvimento de Desenhos para Cortar e Imprimir Digitalmente

Como dito anteriormente, boa parte dos desenhos para serem usados em trabalhos com ferramentas analógicas ou na máquina de corte a laser, CNC e impressora 3D estão disponíveis na internet, em sites como Free Download Vector Files e 3axis.co. Com uma pesquisa rápida é possível encontrar muitos desenhos, dos mais variados assuntos. Basta baixar (se preciso adaptar, personalizar) e usar. E, é claro, é possível desenvolver os desenhos do zero.

Em um nível mais básico (Ensino Fundamental 1), o(a) professor(a) pode simplesmente fazer uma pesquisa sobre os assuntos dos quais quer tratar, encontrar desenhos relativos ao

assunto, fazer o download dos desenhos e usar as peças cortadas e impressas. Já para alunos do Fundamental 2, é possível ensiná-los a pesquisar os assuntos, encontrar os desenhos, juntos fazerem uma seleção deles para cada determinado tema, e ainda personalizar os desenhos, com aulas sobre aplicativos de desenho 2D e 3D. Por fim, no Ensino Médio, as aulas podem ser voltadas para desenvolver os desenhos do zero. E não tem problema se o(a) professor(a) não souber trabalhar com aplicativos 2D e 3D: também aqui a fonte pode ser a própria internet, pesquisando e utilizando tutoriais que ensinam a trabalhar com os aplicativos e máquinas. (Compartilhamento do conhecimento, e aprender enquanto faz são duas das características da Cultura Maker). Então, além do assunto específico da aula, os alunos poderão desenvolver habilidades de pesquisa, seleção, desenho, geometria, projeto, informática, desenho digital, e outras, e estas poderão passar a ser novas disciplinas. É importante ressaltar que aprender a trabalhar com os programas de imagens 2D e especialmente os de 3D não é tão simples: como qualquer aprendizado, exige tempo, dedicação e prática. Mas na falta de um técnico especializado para instruir ou de um curso profissional, é possível aprender muita coisa (do básico até coisas complexas) pela internet de forma gratuita.

Estas aulas sobre os desenhos e aplicativos podem inclusive estar associadas indiretamente ou até diretamente com as disciplinas regulares: Matemática, Desenho, Artes, Português, História, Filosofia, Biologia, História, Química, Física, e outras, já que os conhecimentos destas áreas são utilizados nestes aplicativos de uma forma ou de outra. Ou seja: é possível que na própria disciplina regular o aluno fabrique objetos para serem usados para adquirir outros conhecimentos da mesma disciplina, e este seria o melhor resultado possível para este projeto. Por exemplo: ser orientado a pesquisar as características de um crânio de determinada espécie de dinossauro e suas funções, depois (com certo tempo e esforço) aprender a desenhá-lo no computador com vários detalhes específicos que o professor de Biologia vai destacando, e ao fim do processo, ter o crânio impresso em 3D (em tamanho menor ou real) para a visualização e manipulação do mesmo (Fig. 24 e Fig. 25). Aliás, é possível montar um dinossauro inteiro (inclusive em tamanho real) utilizando esta técnica (Fig. 26). Que depois pode ser um grande atrativo exposto em uma feira de ciências, onde alunos podem ensinar os visitantes sobre aquele dinossauro, realizar pequenas palestras sobre sua história, períodos geológicos, etc. etc. etc. (envolvendo várias disciplinas), e ainda explicarem aos participantes como foram feitos e montados na impressora 3D. Ou seja: ao invés do professor falar sobre dinossauros e pedir para que os alunos memorizem determinados nomes, termos e datas, os alunos se envolvem na pesquisa para a fabricação de um dinossauro, e vão entendendo sua morfologia, história e termos durante o processo, de forma muito mais palpável, divertida e

empolgante. Este processo “(...) baseado em uma questão, tarefa ou problema altamente motivador e envolvente, para ensinar conteúdos acadêmicos aos alunos no contexto do trabalho cooperativo para a resolução de problemas” é chamado “Aprendizagem baseada em Projetos”. (BENDER, 2015, p. 15 apud BARREL, 2007, 2010; BARON, 2010; GRANT, 2002).

Figura 24 - Cabeça de dinossauro impressa em 3D



Fonte: Smithsonian Magazine ²⁴

Figura 25 - Dinossauro em tamanho reduzido impresso em 3D



Fonte: ABC Terra ²⁵

Figura 26 – Dinossauro em tamanho real impresso em 3D



Fonte: Digital Trends ²⁶

²⁴ **Fig. 24** – Fonte: Smithsonian Magazine. Disponível em: <https://www.smithsonianmag.com/smithsonian-institution/ten-smithsonian-artifacts-you-can-3-d-print-180973649/> . Acesso em 30 de maio de 2023

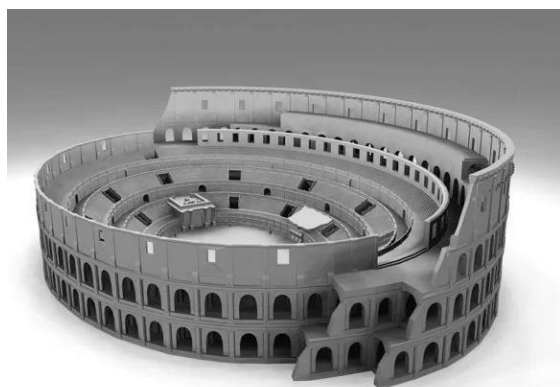
²⁵ **Fig. 25** – Fonte: ABC Terra. Disponível em: <https://abcterra.com/produtos/tyrannosaurus-rex-3d/> . Acesso em 30 de maio de 2023

²⁶ **Fig. 26** – Fonte: Digital Trends. Disponível em: <https://www.digitaltrends.com/computing/3d-printed-t-rex-skeleton/> . Acesso em 30 de maio de 2023

O mesmo pode ser feito em uma aula de História, desenvolvendo maquetes de construções de um determinado povo de uma época específica (Fig. 27), além de seus artefatos da época (podendo ser feitos manualmente com materiais reaproveitados, como madeira, papelão e outros, ou reproduzidos em plástico numa impressora 3D, ou usinados em madeira em uma máquina CNC, com o material, tamanho e formato exato de antigamente), para ajudar a entender os hábitos e costumes deste povo, e isso pode formar uma imersão nesta cultura (Fig. 28). Ou desenvolver desenhos da geografia de uma área específica, podendo “estar em vários lugares do mundo” através de maquetes (Fig. 29 e 30). Ou desenvolver objetos 2D no corte a laser e 3D na impressora para a aula de Geometria e Matemática (Fig. 31 e Fig. 32), podendo ainda estes objetos se tornarem peças de um quebra-cabeças ou jogos de montar. Por fim, utilizar materiais simples e baratos, como cano PVC e madeira, e ferramentas manuais (serrote, furadeira, lixas) para fazer instrumentos musicais (como uma flauta, por exemplo) (Fig. 33) que tem forma e som muito similares a instrumentos comprados e caros. Na verdade, infinitos artefatos podem ser desenvolvidos para toda e qualquer disciplina, para praticamente todo e qualquer assunto, de forma artesanal, digital ou ambos. Também é possível desenvolver jogos e brincadeiras, que também vão colaborar para o aprendizado de cada disciplina.

Todos estes exemplos, estas metodologias e formas de fazer estimulam e estão diretamente conectadas à Aprendizagem Criativa: construção de algo significativo, coletiva, de forma livre e descontraída (Projetos, Pares, Paixão e Brincar).

Figura 27 - Modelo 3D do Coliseu



Fonte: Open 3D Model ²⁷

Figura 28 – Modelo de uma caneca em 3D



Fonte: Mito 3D ²⁸

²⁷ **Fig. 27** – Fonte: Open 3D Model. Disponível em: https://open3dmodel.com/pt/3d-models/ancient-roman-colosseum_588786.html . Acesso em: 30 de maio de 2023

²⁸ **Fig. 28** – Fonte: Mito 3D. Disponível em: <https://mito3d.com/pt/3d-models/search/Caneca+madeira/all/Todos/Melhor+Correspond%C3%Aancia/Todos> . Acesso em: 30 de maio de 2023

Figura 29 - Topografia usinada em madeira com CNC



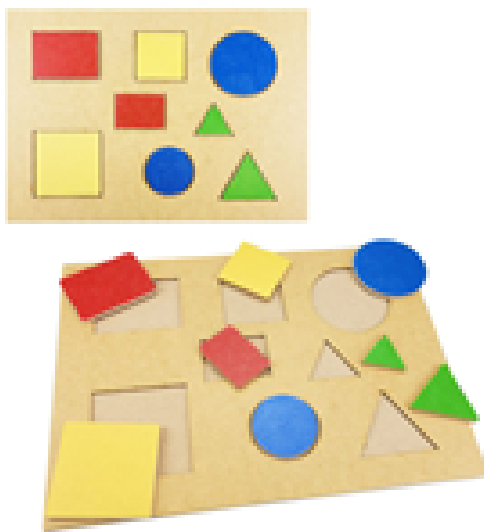
Fonte: 3D Wooden Maps ²⁹

Figura 30 – Topografia impressa em 3D



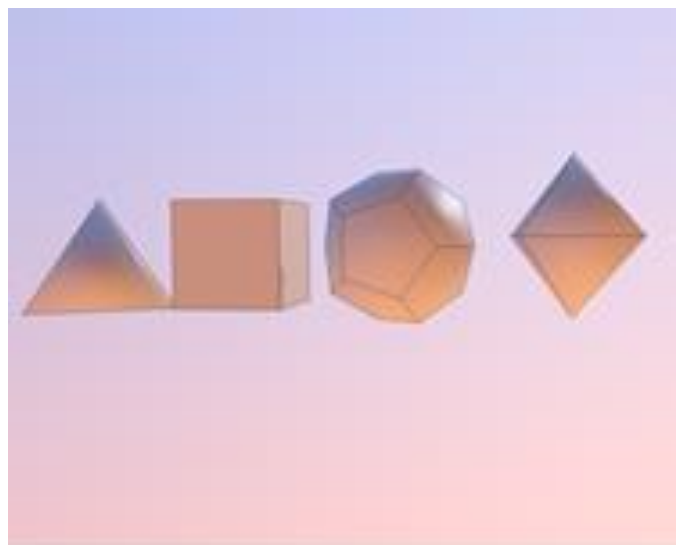
Fonte: WLA3D ³⁰

Figura 31 – Figuras geométricas 2D cortadas a laser



Fonte: Bambinno Brinquedos Educativos ³¹

Figura 32: Modelo 3D de poliedros



Fonte: Site Sketchfab ³²

²⁹ **Fig. 29** - Fonte: 3D Wooden Maps. Disponível em: <https://3dmapart.com/collections/3d-wooden-maps/products/colored-3d-wood-map-of-the-world-with-ocean-floor> . Acesso em: 30 de maio de 2023

³⁰ **Fig. 30** – Fonte: WLA3D. Disponível em: <https://geartips.club/parceiros/wla3d/> . Acesso em: 30 de maio de 2023

³¹ **Fig. 31** – Fonte: Bambinno Brinquedos Educativos. Disponível em: <https://www.bambinno.com.br/brinquedo-educativo-formas-encaixe-prancha-geometrica-mdf/p> . Acesso em: 30 de maio de 2023

³² **Fig. 32** – Fonte: Sketchfab. Disponível em: <https://sketchfab.com/3d-models/poliedros-de-platao-gustavo-brandao-01630f6e9d9f454e9b2fc448be581fe4> . Acesso em: 30 de maio de 2023

Figura 33 – Flautas feitas de cano PVC



Fonte: Pinterest ³³

Na Cultura Maker, todo este processo precisa ser relatado em forma de texto ou vídeo e, junto com os desenhos, serem disponibilizados na internet de forma colaborativa, ajudando outros alunos e professores de todas as partes do mundo a aprender e fazer também.

E no fim, objetos produzidos ainda podem virar instalações ou materiais didáticos permanentes na escola, ou serem doados para outras escolas ou locais específicos para serem utilizados como instalação/imersão ou para outras aulas, ou ainda virarem brinquedos pessoais dos próprios alunos.

A proposta deste trabalho é exatamente levar todas estas ideias, métodos, ferramentas, materiais, tecnologia, suporte e treinamento, oferecendo oficinas para “ensinar” (de forma dialógica e prática) como fazer todo este processo: destacar um tema (que pode inclusive ser de um conteúdo tradicional), projetar e desenhar um objeto/artefato tecnológico que será o “disparador” da pesquisa dos alunos, sua fabricação (pensando na melhor e mais eficaz forma de fabricá-lo de acordo com os materiais disponíveis, recursos da sala, tempo, nível de dificuldade e faixa etária dos alunos), até sua realização, utilização de forma criativa, além de poderem gerar exposições, manuais, vídeos e tutoriais para internet, blogs e postagens em redes sociais, kits de fabricação, e muitos outros usos. As possibilidades são infinitas! Afirma (FREINET, 1998, p. 381): “Vocês costumam afirmar: instruir-se para poder trabalhar com

³³ **Fig. 33** – Fonte: Pinterest. Disponível em: <https://br.pinterest.com/pin/799740846313621744/>. Acesso em 21 de ago. de 2023

eficácia. Inverteremos o problema, e digo-lhes por quê: trabalhar eficazmente para se instruir, se enriquecer, se aperfeiçoar, se elevar e crescer”.

Além das dificuldades que os alunos e professores podem ter no ensino tradicional, pessoas com alguma deficiência (visual, auditiva, mental) podem sofrer ainda mais pela falta de alternativas e métodos que os auxiliem no aprendizado. Neste caso, o corte a laser, CNC e impressão 3D podem auxiliar muito neste processo. Objetos físicos podem ajudar muito pessoas com deficiência visual (baixa ou nenhuma visão) por exemplo, a entenderem do que se trata o conteúdo (como nossos exemplos do crânio de dinossauro, artefatos antigos, maquetes, objetos geométricos e outros). É também possível criar texturas específicas, tanto com a impressora 3D, CNC ou com ferramentas manuais. É possível, inclusive, escrever à laser ou imprimir inscrições ou até textos completos em braile. Pessoas com deficiência auditiva, que também podem perder detalhes da explicação, podem ter contato com estes detalhes ao ver e pegar os artefatos tratados na aula. Ou ainda, alunos com alguma deficiência mental podem ter a aprendizagem facilitada (além de mais interação com os colegas) através de artefatos físicos que ajudam a explicar as teorias de cada disciplina, além de, é claro, poderem participar de todo o processo de pesquisa e fabricação. Através destas tecnologias, é possível transformar teorias abstratas em objetos palpáveis como auxílio para o ensino de pessoas com deficiência.

Tudo isto poderá ser demonstrado com oficinas e kits com tema pré-definido (ensinar a fazer uma flauta, ou uma caixinha, por exemplo), ou com um tema escolhido pela direção da escola, algum professor ou alunos (desenvolver um crânio de dinossauro para a aula de biologia, ou um poliedro para a aula de geometria). Poderão ser de temas iguais ou diferentes, se modificando de acordo com a proposta e a necessidade de cada situação. Estas oficinas podem durar apenas um período, um dia, ou alguns dias, distribuídos de forma sequencial (1 semana corrida) ou com intervalos (1 vez por semana). Poderão ser feitas no horário das aulas, ou no contraturno das aulas, dependendo da disposição de cada escola. Depois, estas oficinas acontecerão em outras escolas, e depois outras, de forma itinerante. Os Kits de aprendizagem poderão ser desenvolvidos previamente, e até pelos próprios alunos e professores depois.

Espera-se também que esta metodologia seja incorporada (em maior ou menor grau) às disciplinas regulares, colaborando para que as aulas sejam mais didáticas, ativas, divertidas, criativas e proveitosas. Também o envolvimento dos professores é importante, já que eles serão os grandes multiplicadores destes métodos e ideias em suas respectivas disciplinas com seus alunos posteriormente. As oficinas são uma semente, que professores vão cuidar para dar frutos.

2.9 Cultura Maker e Fabricação Digital na Educação - Brasil em Conexão com o Mundo

Como relatado anteriormente, a Cultura Maker e a Fabricação Digital incluem um “input” e um “output” com o mundo: buscar informações, tutoriais e desenhos na internet para realizar os trabalhos, e depois devolver o conhecimento desenvolvido à web. Isto gera um processo de retroalimentação de conhecimento. E como é feito pela rede mundial de computadores, isto já colocaria alunos (inclusive de escolas públicas) em contato com o resto do mundo. O conhecimento adquirido e desenvolvido já não é mais de uma fonte local somente, mas mundial, e a influência de seus trabalhos também poderão ter impacto em todos os outros países. A interação entre alunos de uma cidade do interior do Brasil com alunos de outros países pode gerar frutos que antes eram inimagináveis. A troca de conhecimento e experiências (nas tecnologias e nas culturas) podem trazer benefícios a todos, além de contribuir para que o nível de educação seja elevado mais rapidamente, já que agora, além do acesso a instituições próximas, também é possível ter algum acesso (mesmo que remoto, limitado e restrito) a algumas das melhores escolas e práticas educacionais do mundo. Novamente, isto se conecta aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU.

Portanto, além de poder proporcionar um ganho importantíssimo no aprendizado, estas novas tecnologias de fabricação digital ainda podem contribuir para que o Brasil avance nestes 3 objetivos, nos colocando em consonância com o avanço de outras nações.

2.10 Da Ideia Utópica para a Prática Real

Utopicamente, este projeto pretende mudar o mundo: influenciar professores, alunos, governos e população em geral para que incorporem a Cultura Maker e a Aprendizagem Baseada em Projetos nas escolas, mudando os currículos, os espaços escolares e todo o sistema educacional, para que possamos num futuro breve formar pessoas mais e melhor educadas, com seus potenciais desenvolvidos, preocupadas com os problemas do mundo, trabalhando juntas para reduzi-los e evitá-los, e por fim, serem mais felizes. Esta seria a situação ideal. Mas, infelizmente, o mundo caminha em outra direção: redução e bloqueios anuais de verbas da educação, déficit de professores e salas de aula (causando superlotação), piora no aquecimento global (2023 foi o ano mais quente da história), pandemia, aumento de tensões e conflitos entre países, e populações cada vez mais preocupadas em apenas conseguir sobreviver em meio ao caos, ficando suscetíveis à polarizações políticas, e consequentemente com dificuldades para uma elaboração e diálogo de novas formas de pensar e fazer. Pensando apenas no Brasil: não seria possível mudar o currículo escolar, nem toda a estrutura física das escolas e principalmente

as práticas sem passar por numerosas instâncias políticas (Legislativo, Executivo, Judiciário, municipais, estaduais e federal), por mudanças na formação de professores (cursos de Pedagogia e Licenciatura), convencimento de grupos mais conservadores, alinhamento das diretrizes entre o mundo acadêmico e professores na ponta, diálogo com toda a sociedade civil, especialmente com alunos e pais (os diretamente envolvidos e interessados), enfrentamento de interesses poderosos, como por exemplo das corporações de educação privada, um volume muito grande de investimentos, etc., e tudo isso com muitos anos de trabalho. Por exemplo: em 2017 o governo brasileiro aprovou “O Novo Ensino Médio” (instituída pela lei federal 13 415 de 2017, a partir da conversão da medida provisória 746 de 2016 (MP 746/2016) em lei federal ordinária, não sem ser muito criticada (inclusive por especialistas). Entre outras muitas críticas, alega-se que não houve diálogo entre os legisladores e governo federal com entidades de professores, acadêmicos ou sociedade civil, além de na prática não haver qualquer condição física, de mão-de-obra e financeira de implementar as mudanças – uma lei importantíssima, feita apenas no gabinete. A lei foi aprovada, mas até a realização deste trabalho, ainda não foi implementada. Ou seja: ainda há um longo e árduo caminho.

Ainda mirando a utopia, mas pensando objetivamente: este Projeto pretende “mudar o mundo”, mas começando ao seu redor. Fazer o que é possível aqui e agora, com os recursos que se tem ao alcance. Não é possível neste momento mudar todo o sistema Educacional (currículos, estruturas, formação e carreira de professores, investimentos, etc.), mas entende-se necessário e urgente fazer algo para começar. Já existem discussões e debates permanentes, e mudanças (ainda que em ritmo menor que o esperado) já estão sendo feitas. O que propomos aqui é que ideias e métodos da Cultura Maker e da Aprendizagem Baseada em Projetos sejam incorporadas nas estruturas já existentes: dentro das grades curriculares atuais, no tempo normal de cada aula, e nos espaços escolares já existentes (salas de aula e pátios). Através de “oficinas Pedagógicas Maker Itinerantes”, “Produtos Tecnológicos para Aprendizagem Criativa” e “maletas de ferramentas maker” transformar salas em “espaços de fazer”, e aulas expositivas em mais aulas práticas, ativas, interativas e dialógicas. Neste sentido, este projeto pode ser considerado uma TAZ – *Temporary Autonomous Zone* (Zona Autônoma Temporária em inglês) – acontece no tempo e no espaço sem confrontar nada nem ninguém, e sem deixar vestígios.

Em suma, não estamos tentando vender a TAZ como um fim exclusivo em si, substituindo todas as outras formas de organização, táticas e objetivos. Nós a recomendamos porque ela pode fornecer a qualidade de aperfeiçoamento associada à sublevação sem necessariamente levar à violência e ao martírio. TAZ é como uma espécie sublevação que não se envolve diretamente com o Estado, uma operação de guerrilha que libera uma área (de terra, de tempo, de imaginação) e que depois se

dissolve para se refazer em outro lugar, em outro momento, antes que o Estado consiga destruí-la. Porque o Estado se preocupa essencialmente com a Simulação e não com a substância, a TAZ pode “ocupar” essas áreas clandestinamente e realizar seus propósitos festivos por algum tempo em paz relativa. (BAY, 2018, p. 17)

No mundo ideal do Maker, as escolas teriam um (ou vários) *Makerspace* ou FabLab disponível a toda escola e comunidade. Na proposta deste trabalho, não há necessidade: transforma-se uma sala de aula comum em um *Makerspace* ou FabLab. E ao fim da oficina (realizada pelo oficineiro ou professor da escola), o espaço volta a ser uma sala de aula comum, sem dano ou vestígio, necessitando de menos burocracia para se implantar um trabalho diferente. Não se pretende com isso mudar os assuntos tratados, mas *como* tratá-los (embora, é claro, ao construir algo se estará também introduzindo novos assuntos). Cultura Maker, como o nome diz, é antes de tudo uma Cultura: uma forma de pensar, fazer e viver. Se faz em qualquer espaço e tempo possível, mesmo que não sejam os ideais. Podemos chamar esta filosofia de “pés no chão e mãos na massa”.

Anderson também concorda as novas tecnologias abrem a possibilidade de ser “onipresente”:

Porém, há algumas diferenças significativas entre o passado e o presente. Se a Primeira Revolução Industrial poderia ter acontecido apenas em um lugar como Manchester, com seus recursos naturais e com seus meios de transporte, esse novo Movimento Maker pode ocorrer em qualquer lugar. (...) As ideias se sobrepõe à geografia. (ANDERSON, 2012, p. 53)

E, é claro, que isto pode aos poucos, mudar ao mundo, mas não começando do mais alto para baixo, mas da base para o topo (sistema *bottom-up*), do simples para o complexo.

Que características comuns têm esses sistemas? Em termos simples, eles resolvem problemas com o auxílio de massas de elementos relativamente simplórios, em vez de contar com uma única “divisão executiva” inteligente. São sistemas *bottom-up*, e não, *top-down*. Pegam seus conhecimentos a partir de baixo. Em uma linguagem mais técnica, são complexos sistemas adaptativos que mostram comportamento emergente. Neles, os agentes que residem em uma escala começam a produzir comportamento que reside em uma escala acima deles (...). O movimento das regras de nível baixo para a sofisticação do nível mais alto é o que chamamos de emergência. (JOHNSON, 2003, p. 14)

Já existem várias iniciativas de Laboratórios Maker Itinerantes pelo mundo e no Brasil, como o “Projeto Robótica E Cidadania” - um Laboratório de Robótica itinerante montado dentro de uma carreta que leva ensinamentos de robótica aos estudantes da rede pública e crianças e adolescentes de baixa renda em São José dos Campos-SP através de palestras, oficinas, cursos e exposições; o “Laboratório de Fabricação Digital Itinerante - Pavilhão

Facilitador do Ensino Maker” da FAU (Faculdade de Arquitetura e Urbanismo) da Universidade Federal do Rio de Janeiro-RJ, que busca disseminar o ensino da Cultura Maker e da fabricação digital em escolas e centros comunitários através de módulos compondo um pavilhão itinerante com foco na fabricação digital de modo lúdico e criativo, se utilizando do laboratório como uma ferramenta de apoio e alternativa à educação tradicional; o “Caravana da Ciência e Tecnologia” no estado do Pará - é um projeto voltado para a difusão do conhecimento científico através de aulas, cursos, oficinas, exposições e conteúdos práticos, além de ser equipada com um Laboratório Maker; e muitos outros.

O FabLab da UNESP-Bauru, o Saguilab, começou exatamente desta forma: sem local físico – itinerante. Acontecia em algum lugar, em algum momento, e em seguida desaparecia, sem deixar rastros. Mas existia. E hoje conta com espaço próprio, máquinas diversas de última geração e atuando de forma contínua e permanente. E é este exemplo que se pretende levar para além dos muros do campus: começar itinerante, até se tornar permanente nas escolas.

A diferença deste trabalho para os outros é que aqui pretende-se levar ferramentas e máquinas para dentro das salas de aula, transformando a sala de aula comum em um laboratório maker, e principalmente estimular alunos e professores para que as disciplinas regulares sejam trabalhadas de forma mais prática, se utilizando das ferramentas, máquinas e especialmente das ideias da Aprendizagem Baseada em Projetos e da Cultura Maker.

3. O PRODUTO

Para a execução deste trabalho, buscou-se explorar as várias formas de se difundir a Aprendizagem Baseada em Projetos e a Cultura Maker. Para isto, atuou-se em três frentes:

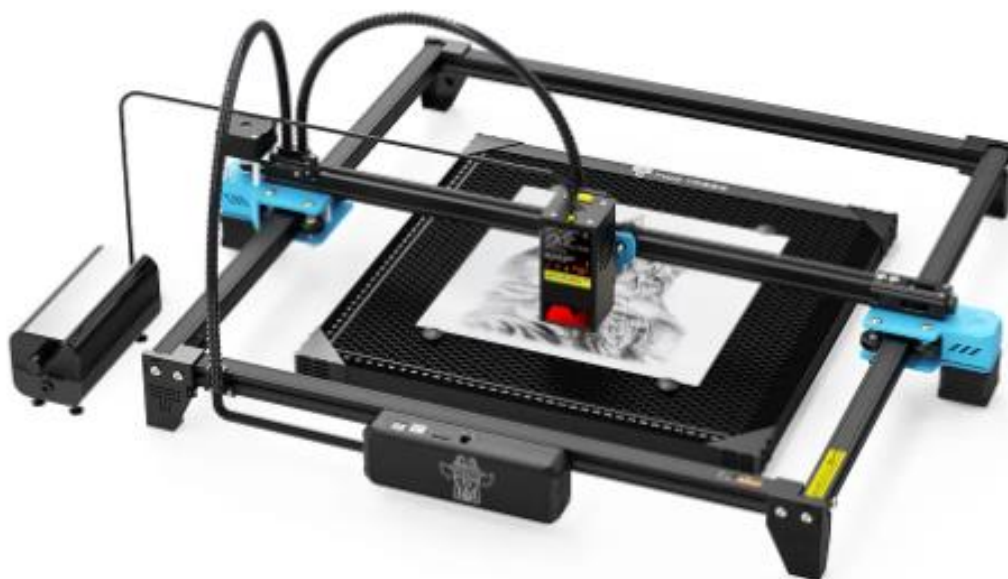
- Desenvolvimento e realização de Oficinas Pedagógicas Maker Itinerantes (oficinas presenciais)
- Desenvolvimento de kits de produtos tecnológicos para Aprendizagem Criativa
- Desenvolvimento de uma maleta básica de ferramentas Maker

Com este propósito, foram realizadas:

- **4 oficinas presenciais de Faça Você Mesmo**
- **4 kits de produtos tecnológicos para prática educativa**
- **1 maleta de ferramentas Maker**

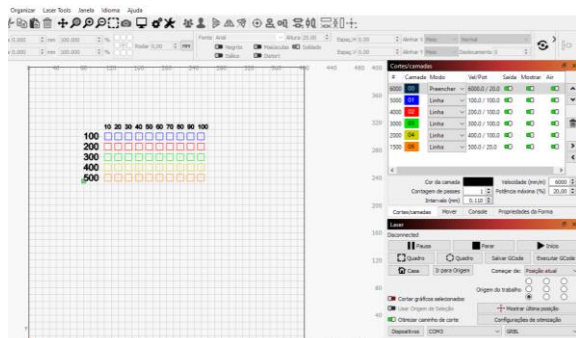
Além das ferramentas tradicionais (manuais e elétricas) que já seriam utilizadas para este trabalho (serra manual, serra tico-tico, furadeira elétrica portátil, furadeira de bancada, etc.), durante o período de realização do trabalho foi possível adquirir com recursos próprios uma máquina de corte a laser portátil, modelo TwoTrees-TTS-20 Pro: 20w de potência de laser, tamanho 60cm x 60cm e área de trabalho de 40cm x 40cm (Fig. 34). Isso aumentou as possibilidades e permitiu o desenvolvimento de produtos tecnológicos de forma mais eficaz. A máquina já vem praticamente inteira montada, sendo necessário apenas montar e conectar algumas peças (demora por volta de 1 hora). Depois de montada, é muito fácil de usar: basta ligar na tomada, conectar o cabo USB no computador e com um programa de interface entre o computador e a máquina (como o LightBurn) acioná-la para gravar (preencher) ou cortar. É possível controlar a velocidade do motor e a intensidade do laser para produzir resultados diferentes – quanto mais potente o laser, mais chance de cortar a peça. O inverso acontece com a velocidade – quanto mais lento, mais o laser vai ficar sobre a peça, e mais fácil vai cortar. Mas é importante controlar intensidade e velocidade, para não acontecer de a peça não cortar ou ainda de queimar tudo. Por exemplo: para gravar (preencher) é necessário uma velocidade maior e/ou uma intensidade mais baixa do laser, para que não atravesse a peça. Mas se o objetivo é cortar, é necessário uma velocidade mais baixa e potência mais alta. Mas cada material e cada espessura exige configurações específicas. Existem tabelas de teste (e cada usuário pode fazer a sua), com vários espaços configurados para fazer gravação e corte de forma gradual, indicando como a máquina atuou e servindo de exemplo para outras produções (Fig. 35 e 36). Também é possível configurar a máquina para passar mais de uma vez naquele local – isso é muito interessante para materiais mais grossos e ou mais duros. É claro que, quanto mais lento ou mais passadas, mais vai demorar para o trabalho ficar pronto. Esta máquina corta bem e com relativa facilidade MDF (placa feita de fibras de madeira) de 3mm e 6mm. Já os de 9mm precisa de 2 passadas, mas o resultado não é tão satisfatório – fica muito queimado. Só vale a pena se o trabalho a ser feito não puder ser realizado por outras ferramentas, ou ainda se não for possível utilizar placas com espessuras menores. Para cada material e/ou espessura diferentes, deve-se fazer testes para encontrar a velocidade e potência adequadas.

Fig. 34 – Máquina de Corte a Laser portátil, modelo TwoTrees-TTS-20 Pro



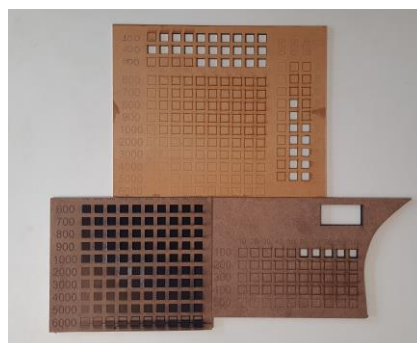
Fonte: Aliexpress ³⁴

Fig. 35 – Tabela de velocidade e intensidade



Fonte: o autor

Fig. 36 – Tabela em MDF de 3mm e 6mm



Fonte: o autor

Na hora do uso do laser, é necessária a utilização de um óculos de proteção, que vem com a máquina. Durante o funcionamento, não se deve colocar a mão no laser (risco de lesão grave) e nem mexer na peça (basta mexer apenas uma fração de milímetro na peça e todo o desenho fica desalinhado, prejudicando o trabalho).

Outra coisa importante é cuidar para economizar material: agrupar peças ao máximo pelo espaço de área útil da máquina.

Na internet é possível encontrar muitos tutoriais de como usar este e outros modelos de máquinas de corte a laser.

³⁴ **Fig. 34** – Fonte: Aliexpress. Disponível em:

https://pt.aliexpress.com/item/1005005625907311.html?spm=a2g0o.order_list.order_list_main.5.e8a1caa48tVMQQ&gatewayAdapt=glo2bra . Acesso em: 27 fev 2023

4. DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO

4.1 Oficinas Pedagógicas Maker Itinerantes

Oficinas presenciais são uma ótima forma de se compartilhar conhecimento, experiências, de inspirar as pessoas e também de aprender. A interação de quem propõe a oficina com os participantes também produz conhecimento, onde cada um contribui com seus saberes, vivências e ideias – uma das bases da Cultura Maker. Também correções e adequações são mais fáceis de serem feitas presencialmente.

O foco principal deste projeto é oferecer oficinas e kits para escolas. No período da execução deste trabalho, as escolas estavam no fim do ano letivo e em férias de fim/começo de ano, o que impossibilitou a realização de oficinas. Portanto, foram escolhidos locais de funcionamento permanente ou que continuaram funcionando mesmo na época de férias. Foram eles:

Banda Musical Arte e Educação – Piratininga-SP

Asilo Cantinho do Idoso – Piratininga-SP

Serviço e Acolhimento Institucional Para Crianças e Adolescentes – Piratininga-SP

PAASP - Serviço de Convivência e Fortalecimento de Vínculos – Piratininga-SP

A escolha destas 4 instituições também foi estratégica, por se tratarem de locais, condições e principalmente de públicos muito diferentes entre si, o que faria com que fosse necessária uma diversidade nas oficinas, tanto nos objetos a serem fabricados, como também nos materiais, nas ferramentas, nos métodos e processos de cada uma, de acordo com cada situação.

Os objetos a serem fabricados também foram selecionados de acordo com os seguintes critérios:

- Viabilidade logística (ser possível levar os materiais e ferramentas)
- Viabilidade econômica (utilização de ferramentas e materiais próprios ou reaproveitados, não precisando comprar nada ou comprar materiais de baixo custo)
- Possibilidade de se fazer em poucas horas (entre 1 e 3 horas)
- Baixo risco aos participantes
- Métodos e processos com grau de dificuldade adequados à idade e às condições do local e do público alvo
- Fabricar objetos que fizessem sentido para os participantes (ligação intelectual/afetiva) e fossem úteis para eles.

4.1.1 Oficina 1 – Oficina de Fabricação de Flautas de Cano PVC

Dentre os muitos objetos possíveis de serem fabricados com poucos recursos, instrumentos musicais são alguns dos mais interessantes: são relativamente fáceis de fazer, causam uma ótima reação de quem vê e ouve por terem som muito parecido com os instrumentos fabricados na indústria, e com um custo muito menor. Além de serem de ótimo incentivo para se aprender a tocar um instrumento e estudar música.

Para esta oficina foi proposta a fabricação de uma flauta transversal feita com cano PVC (este modelo também é conhecido como pífano) para os alunos de Música da Banda Arte e Educação de Piratininga-SP.

Flautas são instrumentos muito antigos, sendo possivelmente um dos primeiros a serem produzidos pelo ser humano, utilizando caules de árvores como o bambu. Ainda hoje, povos originários tem este instrumento como um dos fundamentais em suas músicas (Fig. 37). Produz som muito agradável (muito parecido com o canto de pássaros) e é relativamente fácil de tocar. Neste trabalho optou-se por utilizar cano PVC ao invés de bambu por uma questão logística – o bambu precisa ser do tipo correto, tamanho correto, e ainda deixado de molho na água por vários dias para a produção da flauta. O cano PVC se mostrou mais prático para este caso. Com apenas um pedaço de cano e uma rolha ou cilindro de madeira é possível produzir uma flauta que funciona perfeitamente, com a qual é possível tocar qualquer música.

Fig. 37 - Flautas de Bambu



Fonte: Elo7³⁵

³⁵ **Fig. 37** – Fonte: Elo 7. Disponível em: <https://www.elo7.com.br/kit-flautas-tupi/dp/9B60E2>. Acesso em 27 fev 2024

Para a realização da oficina foi feito o contato com o professor da banda para propor a realização da oficina para os alunos de flauta transversal – cada aluno fabricaria seu próprio instrumento, sob orientação doicineiro. O professor aceitou prontamente, e propôs aos quatro alunos de flauta, que também aceitaram. Um grupo de whatsapp foi criado para discutir os detalhes da oficina.

Critérios e condições para esta oficina:

- Necessidade de um local coberto, não necessariamente fechado
- Necessidade de uma tomada para ligar a furadeira
- Mesa ou bancada grande e fixa
- Participantes que fossem alunos de flauta, ou tivessem algum conhecimento sobre o instrumento
- Tempo necessário de 2 a 3 horas
- Oicineiro levaria todo o material necessário

A data escolhida foi 23/01/2024, das 19h às 22h, no local que é a sede do grupo (uma casa antiga transformada em sede) que atenderia aos requisitos. Utilizou-se os fundos da casa, com uma bancada (balcão para churrasco) e uma tomada próxima para ligar a máquina elétrica. Participaram da oficina alunos com idades entre 10 e 40 anos.

Abaixo, os materiais que foram levados até o local para a realização da oficina (Fig. 38):

- Canos PVC de 2,5cm de diâmetro com 40 centímetros de comprimento
- Grampos de madeira e de metal
- Óculos de proteção
- Máscaras contra pó
- Lixas gramatura 80, 150, 180 e 220
- Protetores de ouvido
- Serra manual e arco de serra
- Régua
- Furadeira elétrica portátil
- Rolhas e pedaços de vassoura
- Pedaços de MDF
- Furadeira elétrica de bancada
- Morsa para furadeira de bancada
- Jogo de brocas
- Escova para limpeza

Fig. 38 – Ferramentas e materiais levados para a oficina de flauta



Fonte: o autor

Depois de uma breve explicação sobre a natureza do projeto e da oficina (Fig. 39), e sobre os equipamentos de proteção (máscara para pó, protetores de ouvido e óculos), iniciamos a fabricação. Passo a passo:

- Com um pequeno pedaço de madeira reto de comprimento maior que o comprimento do cano, é riscada uma linha reta por toda a extensão do cano. É nesta linha que serão feitos os furos que darão as notas da flauta.

- Com a régua, é medida a distância de 2,9cm da borda do cano. Na furadeira de bancada, utilizando a morsa para segurar o cano, é feito o primeiro furo com uma broca de 1 centímetro de diâmetro (Fig. 40). (Também é possível utilizar furadeira elétrica portátil, furadeira manual, ou ainda tesoura com ponta, ou alguma ferramenta de metal pontiaguda aquecida no fogo. Estas opções são mais perigosas e menos precisas do que a furadeira de bancada, que se mostra mais adequada para este trabalho).

- No lado do cano próximo ao primeiro furo, é colocada uma rolha ou cilindro de madeira (pedaço de cabo de vassoura de uns 2cm de comprimento, por exemplo) para tapar a saída de ar. É importante que esta peça entre bem apertada – nem um pouco de ar pode sair por ali. Se ficar sobrando um pedaço para fora do cano, pode ser cortado com a serrinha.

- Prende-se o cano à bancada com um grampo, e com a serra manual corta-se o outro lado do cano para deixá-lo com tamanho aproximado de 35cm.

Fig. 39 – Explicação da oficina



Fonte: o autor

Fig. 40 – Fazendo o primeiro furo



Fonte: o autor

- A partir daí se começa a testar a tonalidade da flauta, assoprando (com a boca na posição de tocar – “embocadura”) no primeiro furo e medindo o tom com um aplicativo de celular. É preciso ser indicado a nota “Dó” (Fig. 41 e 42). Se a nota indicada estiver abaixo (“Si” ou “Lá”) é preciso cortar o cano para que fique menor (quanto mais curto o cano, mais aguda a nota). É importante fazer isso aos poucos, de 5 em 5 milímetros, por exemplo, para que não ultrapasse a nota “Dó” (Fig. 43). O tamanho do cano varia de acordo com a força do sopro de cada pessoa – a afinação do instrumento é individual e precisa ser adequada a cada flautista. Somente quando se atinge a nota correta damos prosseguimento aos outros furos. Em média, os canos ficam com medida entre 33cm e 35cm.

- Depois, segue com a furação (em cima da linha traçada inicialmente) (Fig. 44), da outra ponta do cano para dentro, na seguinte ordem do diagrama (Fig. 45). A cada furo feito é testada a nota antes de fazer o próximo furo. A sequência de notas para cada novo furo é Ré, Mi, Fá, Sol, Lá e Si. Se ao testar o som a nota ainda não estiver correta, o furo vai sendo aumentado aos poucos com a ajuda de um pedaço de lixa ou de uma tesoura para raspar a parte interna do furo. A lixa também é usada para tirar rebarbas deixadas pela serrinha.

Fig. 41 – Soprando para testar a nota



Fonte: o autor

Fig. 42 – Afinador do celular



Fonte: o autor

Fig. 43 – Cortando o cano



Fonte: o autor

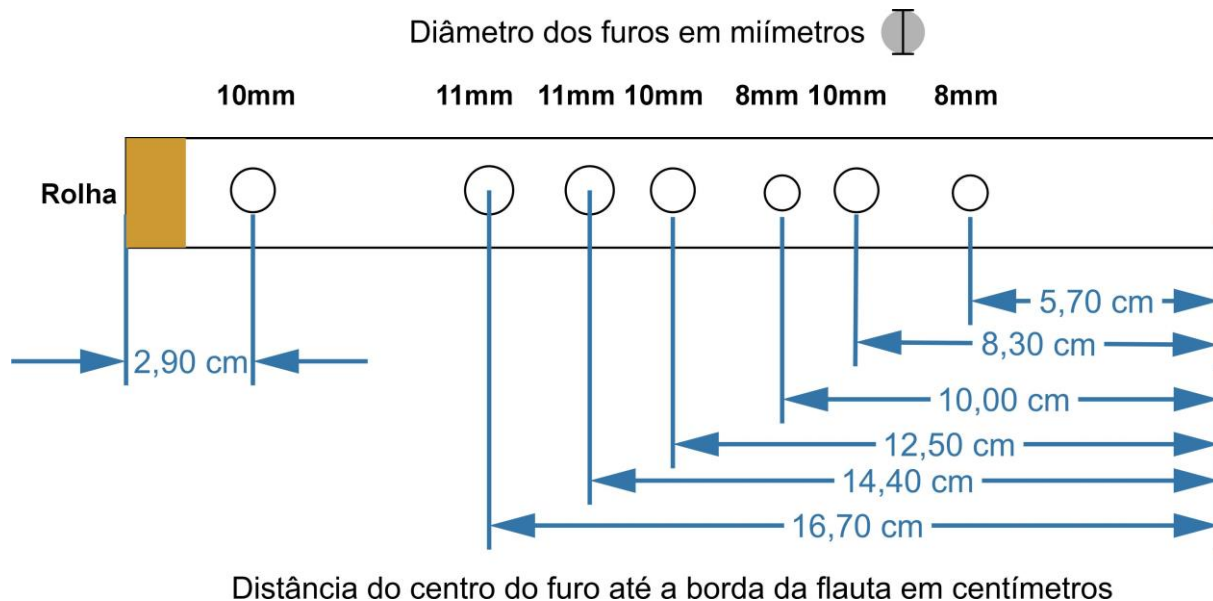
Fig. 44 – Fazendo os outros furos para notas



Fonte: o autor

- Depois que todos os furos estão feitos e afinados, a nota tocada deverá ser um Si.
- Basta fechar todos com os furos com as pontas dos dedos (com exceção do furo da entrada de ar) para se conseguir novamente a nota Dó (Fig. 46).
- Com todos os furos fechados e deixando apenas o primeiro furo (da extremidade da flauta) aberto, se consegue a nota Ré. Deixando os dois primeiros, a nota Mi. Os 3 primeiros a nota Fá. Os 4 primeiros a nota Sol. Os 5 primeiros, a nota Lá. E todos, a nota Si.
- Para conseguir os semitons (sustenidos e bemóis), basta fechar os furos correspondentes à nota maior, e soprar na entrada de ar com mais força.

Fig. 45 – Diagrama da flauta, com tamanhos dos furos e distâncias



Fonte: o autor

Fig. 46 – Flauta de cano PVC finalizada



Fonte: o autor

Uma das alunas não pôde participar. Mas ocorreu algo inusitado: os filhos de uma das participantes da oficina (que também são alunos de música no local) foram até lá para aguardar sua saída. Ao verem o que acontecia, o mais jovem (por volta de 8 anos) pegou uma das flautas que foram levadas como modelo e começou a tocar, mesmo sem ser aluno de flauta. O mais velho (por volta de 16 anos) quis participar da oficina, e foi incorporado ao grupo. Os quatro participantes confeccionaram suas próprias flautas, afinaram e conseguiram tocá-las. Todos os participantes levaram suas flautas para casa, inclusive os 2 filhos da participante.

Custos:

- Cano PVC 25mm, 2 metros de comprimento = R\$9,00 = R\$1,80 cada
- Rolha R\$0,75

- Cabo de vassoura reutilizado = zero

Total: R\$2,55

Caso sejam utilizadas sobras de pedaços de cano de uma obra e rolha de alguma garrafa ou cabo de vassoura, o custo é zero.

Uma flauta transversal custa em média de R\$450,00 a R\$800,00.

A fabricação de flautas feita por alunos que já tocam este instrumento se mostrou uma forma eficaz de engajá-los na produção e depois no uso do objeto. Uma das alunas nunca tinha utilizado uma serrinha manual ou cortado um cano e o fez pela primeira vez; nenhum deles tinha usado uma furadeira de bancada, nem sequer pensado em fazer o próprio instrumento. Mesmo assim, no decorrer de pouco mais de 2 horas, todos saíram com sua flauta afinada e tocando. E um objeto (flauta) que por si só tem seu encanto somado ao encanto da fabricação (de um simples cano a um instrumento musical) se mostrou atraente a ponto de outras pessoas de fora quererem fazer. É importante que se pense e tente esta possibilidade, e se prepare para ela.

Como dito anteriormente, esta flauta e outros instrumentos podem ser fabricados também em escolas, mesmo por quem não sabe tocar, servindo de incentivo ou até de ponto de partida para o início do aprendizado, e com baixíssimo custo.

Making of da oficina de flauta de Cano PVC disponível em: <https://youtu.be/D-MTTuoyfs4>

4.1.2. Oficina 2 – Oficina de Vasilhinhos de Madeira

Esta oficina foi realizada dia 25/01/2024, das 15h às 16h. O público-alvo foram os moradores do asilo Cantinho do Idoso Waldemar Timachi, de Piratininga-SP. Apesar de ser um público diferente do foco principal deste trabalho, o Faça Você Mesmo também pode ser muito útil para o desenvolvimento das pessoas com algum grau de dificuldade motora ou mental ao incentivá-las a fazerem atividades diferentes, e que também façam sentido para elas. Além disso, se mostrou um bom desafio para o desenvolvimento de um objeto a ser trabalhado na oficina que atendessem a algumas condições adversas.

Critérios e condições disponíveis no local:

- Local coberto, porém aberto

- Impossibilidade de fazer barulho com máquinas (causando incômodo) e de fazer sujeira, como pó de madeira (o que obrigaria os residentes a usar máscara – mais um incômodo)
- Limitação motora e/ou mental de muitos participantes
- Tempo curto – por conta de os residentes terem uma rotina bastante regrada e uma tendência a se cansarem rápido em atividades longas, o tempo disponibilizado foi de apenas 1 hora.
- O local já possui alguns materiais, como tintas (à base de água) e pincéis.

Um dos maiores problemas atuais é a crise ambiental causada pelo efeito estufa, consequência do excesso de emissão de gases tóxicos, queimadas e desmatamento – preocupação de todos os países, da ONU (ODS Sustentabilidade - consumo e produção responsáveis) e também da Cultura Maker. Nesta oficina buscou-se de alguma forma se conectar a este aspecto tão importante. Por conta destas condições, foi decidido junto à psicóloga responsável que faríamos vasilhinhos de madeira reaproveitada – objeto que todos gostam, que faz sentido para eles (já que muitos gostam de plantar e o local possui jardim e horta), e que contempla duplamente o aspecto ambiental: reaproveita madeira que seria jogada fora (evitando o lixo e também que seu carbono seja jogado no ar) e utilizando para uma nova planta (que vai capturar mais carbono).

A ideia inicial era fazer vasilhinhos com 5 partes (4 laterais e um fundo), e levá-los desmontados para que os participantes colassem, lixassem, pintassem e envernizassem as peças. Mas por conta de todas as limitações (impossibilidade de fazer pó com a lixa, dificuldade para colar as peças de forma que o vasilhinho ficasse totalmente vedado e falta de tempo para a cola e verniz secarem em várias etapas - condições necessárias para peças que terão contato com água e umidade), decidimos que os vasilhinhos seriam levados prontos e envernizados, e cada participante poderia pintar e decorar da forma que julgasse mais agradável para si. Por conta disso, optou-se por fazer um vasilhinho não de plaquinhas de madeira para montar, mas em apenas um bloco, com um rebaixo para colocar a planta.

Para a fabricação dos vasos, foram utilizados 2 pedaços grandes de peroba (madeira dura, com boa resistência à água e à umidade), com pouco mais de 5cm de espessura. Para segurança, é importante sempre utilizar máscara para pó, protetores de ouvido e óculos de proteção.

Passo a passo:

- Foram retirados os pregos e as madeiras limpas (Fig. 47).

- Em seguida, foram passadas na máquina desengrossadeira para ficarem lisas e retas (Fig. 48).

- Com um gabarito, as laterais foram cortadas na serra de bancada, formando um ângulo de 90° com a superfície (Fig. 49).

- O outro lado também é cortado na serra de bancada, agora sem o gabarito.

- É medida a largura dos vasos, que são cortados com uma pequena folga na serra de bancada (Fig. 50).

- Novamente as madeiras são passadas no desengrosso para retirar as marcas de corte da serra e para se chegar ao tamanho da largura final (8cm).

Fig. 47 – Madeiras brutas



Fonte: o autor

Fig. 48 – Madeira passada no desengrosso



Fonte: o autor

Fig. 49 – Deixando as laterais retas



Fonte: o autor

Fig. 50 – Cortando na largura final



Fonte: o autor

- Na serra esquadria, são cortadas as pontas tortas das madeiras.

- Com uma régua, é medido o tamanho final do comprimento do vaso (8cm).

- Com um gabarito para garantir o tamanho correto em todas as peças, a madeira é cortada na serra esquadria, já no tamanho final do vasilho (Fig. 51).

- Na furadeira de bancada, com o bloco de madeira seguro por uma morsa, se utiliza uma broca forstner de 6cm de diâmetro, fazendo um rebaixo de 3,5cm de profundidade, deixando o fundo com 1,5cm de espessura (Fig. 52).

- Com lixas para madeira de grãos 80, 120, 150 e 180, é feito o acabamento das superfícies e parte interna do rebaixo.

- Para a proteção da madeira contra água e umidade, foi utilizado um verniz marítimo à base de água (Fig. 53). São necessárias 3 demãos, com secagem de 4 horas entre elas. E depois da 1ª, é necessário o lixamento com lixa para madeira grão 220.

Fig. 51 – Cortando no tamanho final



Fonte: o autor

Fig. 52 – Fazendo rebaixo com broca



Fonte: o autor

Fig. 53 – Passando verniz



Fonte: o autor

Fig. 54 – Vasilhos prontos



Fonte: o autor

Os vasos prontos (Fig. 54) foram levados ao local, que disponibilizou as tintas e os pincéis. Cada participante escolheu as cores e a forma de pintar que mais lhe agradava: alguns com uma cor só, outros com várias cores, uma em cada face, ou até mais de uma em cada face.

Participaram moradores com idade entre 61 e 85 anos (Fig. 55, Fig. 56, Fig. 57, Fig. 58, Fig. 59 e Fig. 60). Uma moradora não quis participar, e dois quiseram pintar dois vasos cada.

Durante o processo, foi constatada a necessidade de esperar a secagem da tinta de pelo menos 2 lados da peça para que pudesse ser segura para pintar os outros lados. Como o tempo da oficina era curto, foi preciso buscar um secador de cabelos para acelerar a secagem da tinta. Material este que a partir de agora será incluso em oficinas que utilizem tinta.

Fig. 55 – Moradores pintando os vasilhos



Fonte: o autor

Fig. 56– Moradores pintando os vasilhos



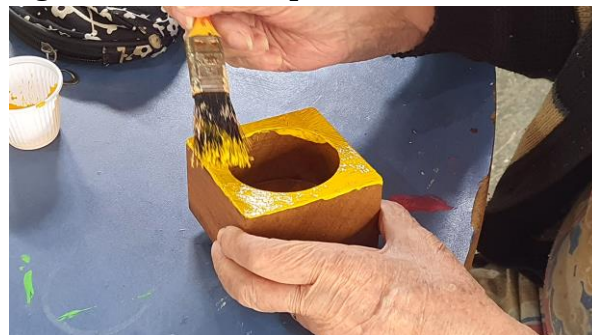
Fonte: o autor

Fig. 57 – Moradores pintando os vasilhos



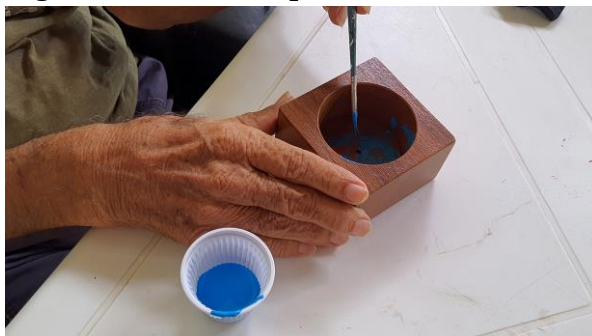
Fonte: o autor

Fig. 58 – Moradores pintando os vasilhos



Fonte: o autor

Fig. 59 – Moradores pintando os vasilhos



Fonte: o autor

Fig. 60 – Moradores pintando os vasilhos



Fonte: o autor

De fato, depois de uma hora, alguns participantes já começaram a ficar inquietos, e ao terminarem, já quiseram voltar para seus quartos, ou fazer outras atividades. Não haveria a possibilidade de fazer no mesmo dia algum trabalho que tomasse mais tempo. A escolha por levar o vasinho já pronto se mostrou eficiente.

Depois da secagem da tinta, cada participante recebeu seu vasinho (Fig. 61), onde vão plantar pequenas mudas de suculenta (planta pequena, adequada para pequenos vasos), e cada

um poderá colocá-la no local que achar mais adequado: na janela, sobre a mesinha do quarto ou em espaços comuns do local.

Com esta oficina, foi possível desenvolver alguns aspectos motores e artísticos, além da possibilidade de customizarem seus objetos à sua maneira.

Fig. 61 – Vasinhas prontas



Fonte: o autor

Custos:

- Madeira reaproveitada = zero
- Verniz, tintas, utensílios desgaste das máquinas e energia = pela dificuldade de medir o custo, consideraremos arbitrariamente o valor de R\$1,50 por vaso.

Total = R\$1,50 por vaso.

Making of da oficina de Vasinhas de Madeira disponível em:

<https://youtu.be/CbwChTwfKN0>

4.1.3. Oficina 3 – Corte a Laser

Esta oficina foi realizada dia 24/01/2024. O local escolhido foi o Serviço De Acolhimento Institucional Para Crianças E Adolescentes – Piratininga-SP, por abrigar e acolher crianças e adolescentes em idade escolar, do ensino fundamental I, II e Ensino Médio – mesmo público alvo deste projeto.

Se conectando às ODS “Educação de Qualidade” e “Indústria, inovação e infraestrutura”, além dos aspectos da Cultura Maker, para esta oficina foi proposto como objeto a ser fabricado um jogo de damas (tabuleiro de 30cm x 30cm e peças de 2,8cm de diâmetro), para ser gravado e cortado em uma máquina de corte a laser. O objetivo era apresentar esta tecnologia: demonstrar como desenhar as peças no computador, como configurar a máquina para o corte das peças (velocidade e potência específicos para a gravação das peças e casas pretas do tabuleiro; velocidade e potência específicas para o corte em MDF de 6mm) e cortá-las para que todos vissem a máquina funcionando, além de explicar sobre suas possibilidades.

O jogo de damas foi escolhido por ser muito popular, divertido e que ajuda a desenvolver o pensamento lógico e a estratégia, além de ser fácil e rápido de desenhar no computador (são apenas 2 formas – círculo e retângulo, que depois são replicados), se mostrando uma ótima opção para uma oficina.

Para a realização desta oficina, o local precisa ser coberto (não necessariamente fechado), com boa ventilação, possuir uma mesa que caiba a máquina (por volta de 60cm x 60cm) e também o notebook, além de tomadas próximas para ligar as máquinas. O abrigo possui essas condições.

Materiais levados ao local para a realização da oficina:

- Máquina de corte a laser, modelo TwoTrees-TTS-20 Pro
- Grade-colmeia para apoiar as peças que serão cortadas
- Sistema de ar para resfriamento da máquina
- Óculos de proteção ao laser
- Notebook Samsung
- MDF de 6mm de espessura, com 40cm de largura x 40cm comprimento

Depois da explicação inicial sobre o projeto, foi apresentada a máquina e explicada algumas possibilidades (Fig. 62). De forma surpreendente, algumas crianças relataram que conheciam aquele tipo de máquina, e que tinha uma na escola estadual da cidade, mas que não estava sendo usada. Posteriormente foi verificado com a coordenação da escola que esta não

possui este tipo de máquina, e que, portanto, provavelmente elas confundiram uma máquina com outra.

Fig. 62 – Explicando sobre a máquina e o aplicativo



Fonte: o autor

Foi demonstrado como fazer o desenho no computador utilizando um programa próprio de interface entre o computador e a máquina de corte à laser, o Lightburn (<https://lightburnsoftware.com/>):

- Foi desenhado um quadrado de 30mm (por padrão, este programa não tem a opção de centímetros. Apenas de milímetros ou polegadas). O programa possui algumas formas básicas prontas, sendo necessário apenas selecioná-las, desenhar, e escolher o tamanho.

- Depois multiplicado pela quantidade de casas do tabuleiro (8 colunas x 8 linhas, sem espaços entre eles, totalizando 64 casas – o programa também tem esta opção, tornando este trabalho muito fácil e rápido).

- Em seguida, todas são selecionadas, e configuradas para serem preenchidas (gravadas).

- É preciso apagar metade dos quadrados, de forma alternada, fazendo com que tenhamos uma sequência de casas pretas e brancas.

- Um quadrado de 240mm é desenhado e posicionado de forma centralizada em relação ao conjunto – este será a borda das casas. Também é configurado para ser preenchido.

- Depois, um quadrado maior (300mm) é desenhado, centralizado em relação ao conjunto, para ser a parte externa do tabuleiro, deixando uma margem de 30mm entre a borda do tabuleiro e as casas. Esta linha precisa ser pintada de outra cor no programa para poder ser configurada para ser cortada.

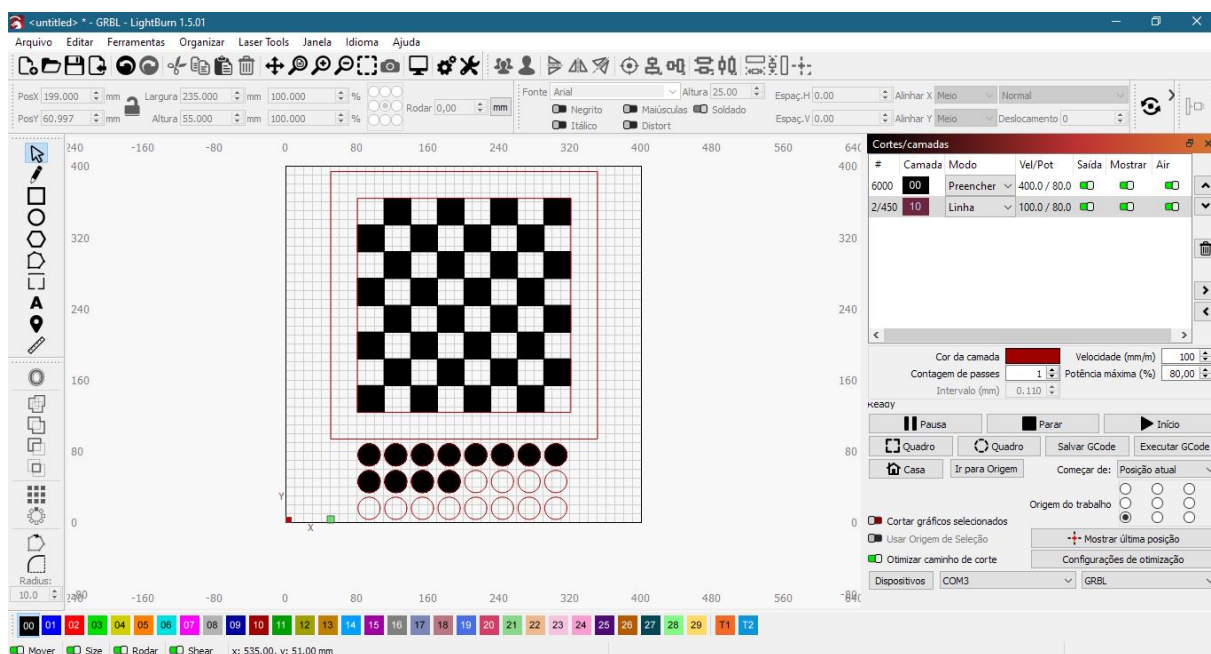
- É desenhado um círculo de 25mm, e multiplicado por 24 (8 colunas e 3 linhas) – estas serão as peças. Precisam ter a mesma cor de linha do quadrado de 300mm, já que também serão cortadas.

- 12 círculos são selecionados, copiados e colados no mesmo lugar. Estes são pintados da mesma cor das casas para serem configurados para preenchimento.

- A camada de preenchimento deve estar no topo e abaixo dela a de corte (primeiro gravar os espaços e peças, depois cortá-las).

A configuração utilizada nesta máquina, para este material e espessura foi: 400 mm por minuto de velocidade e 80% de potência para gravação (preenchimento) e 100 mm por minuto de velocidade e 80% de potência para corte (Fig. 63).

Fig. 63 – Tela do programa LightBurn com peças prontas para gravar e cortar



Fonte: o autor

Tudo desenhado e configurado. Mas na hora de gravar e cortar na máquina, o programa indicou que o tempo que levaria para fazer todo o trabalho seria de 2h:30min. (muito mais do que o tempo disponibilizado para a oficina e isto não havia sido previsto). Então, foi iniciado o processo para que todas pudessem ver a máquina funcionando, mas já prevendo que depois de

todos verem, pararia-se o processo, e só posteriormente as peças seriam entregues finalizadas para eles.

Para ver esta máquina trabalhando, é necessário um óculos especial (que já vem com a máquina). Como só havia um disponível, os participantes ficaram em outro local, e um a um colocava os óculos, ia até a máquina para vê-la funcionando, e em seguida se retirava, passando o óculos para a próxima. Cada participante via a máquina em funcionamento por volta de 30 segundos antes de passar para o próximo. Todas os participantes viram a máquina em funcionamento 2 vezes.

Ao final (por volta de 20 minutos de funcionamento), a oficina seria encerrada. Mas algo inusitado ocorreu: as crianças pediram então para que fosse feito outro desenho (mais simples e menor) de escolha delas. Isto estava fora do planejado na oficina, mas foi aceito. O desenho escolhido de pronto por uma delas foi um coração e todas quiseram o mesmo. Então, desenhamos rapidamente o coração no computador e multiplicamos na tela pela quantidade de participantes para serem cortados na máquina. O tempo total seria de 8 minutos. Curiosamente, desta vez elas não quiseram ver o processo: queriam ser surpreendidas. Ao terminar de cortar, elas voltaram e de fato se surpreenderam com o resultado (Fig. 64), que se mostrou muito mais divertido, rápido, prático e com mais sentido que o jogo de damas pensado inicialmente. Ideia que deve ser incorporada nas próximas oficinas.

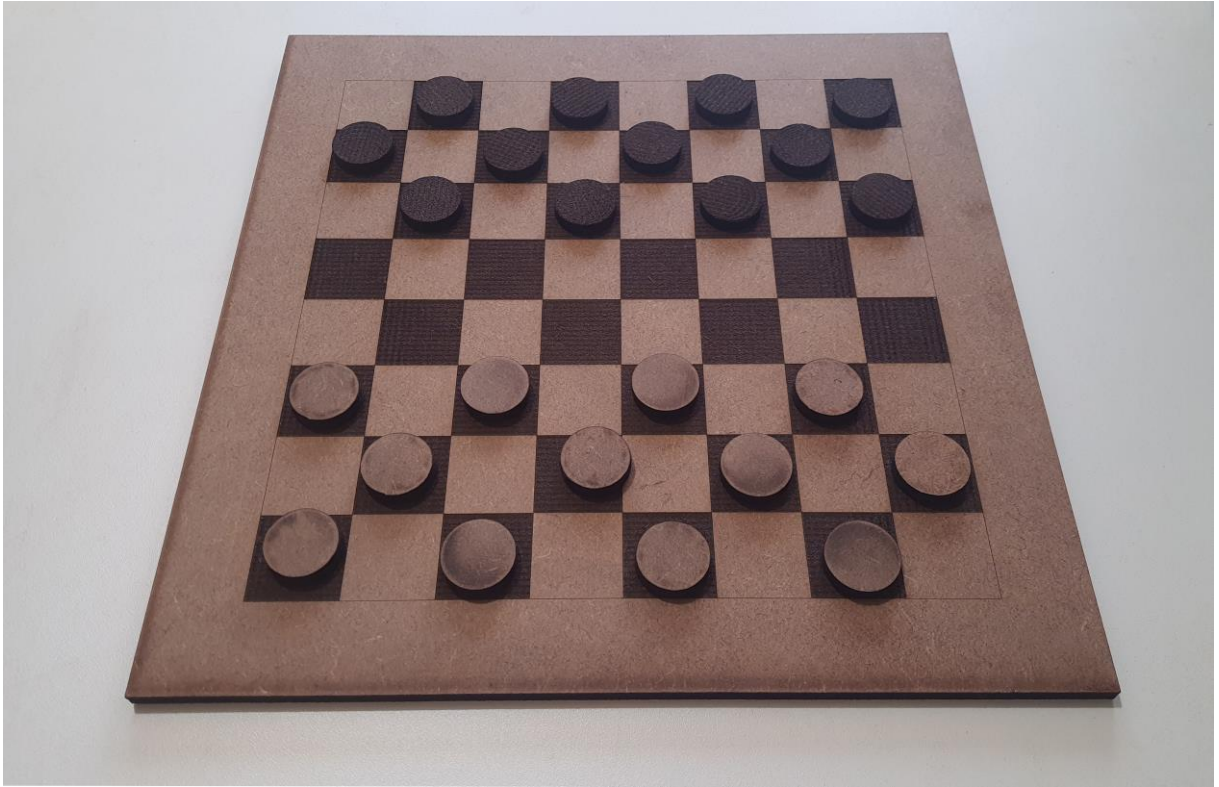
Posteriormente, receberam o jogo de damas pronto (Fig. 65).

Fig. 64 – Corações escolhidos pelas crianças e cortados a laser



Fonte: o autor

Fig. 65 – Jogo de damas finalizado



Fonte: o autor

Algumas lições importantes desta oficina:

- Calcular o tempo de gravação e corte de cada desenho na fase de elaboração da oficina para verificar se é possível fazer no tempo disponível;
- Estar aberto a mudanças, especialmente as que são propostas pelos participantes;
- Esta oficina demonstrou a maleabilidade e a facilidade de readaptações e personalização dos objetos produzidos, de forma rápida, precisa e eficiente com a máquina de corte a laser.

Making of da oficina de corte a laser disponível em: <https://youtu.be/rAAkm1q6LAW>

Custos:

- MDF = R\$3,16 (proporcional ao tamanho usado)
- Desgaste da máquina e energia elétrica = R\$1,00 por jogo (consideraremos arbitrariamente).

Total = R\$4,16 por jogo

4.1.4. Oficina 4 – Biojóias de Madeira Reaproveitada

Esta oficina foi realizada dia 26/02/2024, das 9h às 11h, no Piratininga Tênis Clube (sede de encontro) para as integrantes do PAASP - Serviço de Convivência e Fortalecimento de Vínculos. É um projeto que visa realizar vários tipos de atividades, como exercícios físicos, passeios, artesanato, com pessoas da 3ª idade, mantendo-as ativas. Foram 9 participantes, todas mulheres, com idades entre 55 e mais de 80 anos.

Diferente dos acolhidos no asilo, que tem dificuldades motoras e/ou mentais, as participantes deste projeto não possuem estas dificuldades, o que permite atividades mais complexas. Foi escolhido o tema “biojóias de madeira” – objetos apreciados por este público. A proposta foi reaproveitar “restos de madeira” (que normalmente são jogados fora) para criar pequenas peças: anéis, brincos, pingentes e chaveiros, utilizando ferramentas manuais e elétricas de marcenaria. Tanto o tipo de objeto como seu formato foi escolhido por elas. Algumas operações mais complexas e perigosas (cortar com serra elétrica tico-tico e furar com a furadeira) foram feitas pelo oficineiro; mas o restante (corte com serra manual, lixamento, colocação de argolas para chaveiro) foi feito pelas participantes da oficina.

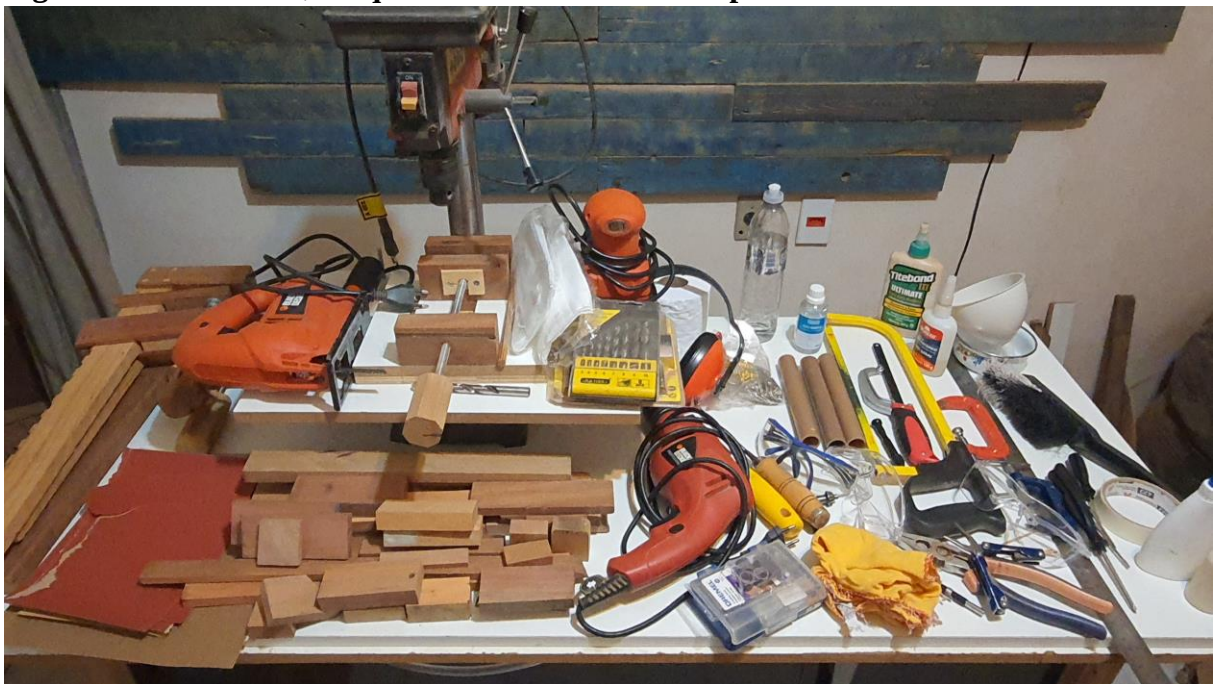
Para esta oficina é necessário um local coberto, mesas bem estruturadas para não balançar e tomada para ligar máquinas. Todo o material e ferramentas são levadas pelo oficineiro (Fig. 66).

Materiais e ferramentas levadas ao local da oficina:

- Grampos de madeira
- Lixas para madeira (Grãos 80, 120, 150, 180 e 220)
- Serra tico-tico
- Furadeira de bancada
- Morsa para furadeira de bancada
- Brocas de vários tipos e tamanhos
- Lixadeira elétrica (não utilizada)
- Furadeira elétrica portátil
- Mini furadeira manual (não utilizada)
- Formões (não utilizados)
- EPIs (Equipamentos de proteção individual) – Máscara contra pó, protetores de ouvido e óculos de proteção
- Pitão pequeno para brincos (prata e dourado)
- Argolas para chaveiros (prata e dourado)
- Ganchos para brincos (prata e dourado)

- Pedações de cano (lixamento de partes curvas internas - não utilizados)
- Óleo mineral (para acabamento)
- Funil (para colocar o óleo no frasco)
- Pote (para óleo mineral)
- Detergente (para lavar utensílios com óleo)
- Serrinhas manuais e arcos de serra
- Colas (não utilizadas)
- Grampos de metal
- Alicate grande e alicate pequeno
- Régua (não utilizada)
- Escova para limpeza
- Chave de fenda e philips
- Canetas
- Paninho para limpeza
- Pedacos de madeira dura (peroba, ipê e similares).
- Jornal (para escorrer o óleo)

Fig. 66 – Ferramentas, máquinas e materiais levados para a oficina



Fonte: o autor

- Depois de uma breve explicação sobre o projeto e sobre a proposta das biojóias de madeira e sobre o uso da máscara para pó, cada participante escolheu um pedaço de madeira

(Fig. 67) e desenhou o formato que gostariam de fazer: retangular, redondo, em forma de coração e outros.

- Em seguida, foram feitos os cortes (com serra elétrica tico-tico e serra manual) (Fig. 68), furos nos anéis e também para colocar a argola de chaveiro, o pitão ou o anzol para brinco.

- Posteriormente as peças foram lixadas (começando com lixa mais grossa, depois médias, depois finas) para tirar marcas da serra, rebarbas, e dar forma (Fig. 69). Limpou-se o pó. Em seguida, colocou-se as argolas de chaveiro e peças do brinco.

- Para dar acabamento, as peças foram mergulhadas em óleo mineral por 2 minutos (Fig. 70), depois retiradas e postas para “escorrer” sobre algumas folhas de jornal e/ou papel higiênico macio. Mais alguns minutos, e as peças foram totalmente limpas com papel higiênico, ficando com aspecto fino e levemente brilhante (Fig. 71, Fig. 72, Fig. 73).

Esta oficina foi a que mais ficou evidente as características da Aprendizagem Criativa: construção de algo significativo, coletiva, de forma livre e descontraída (Projetos, Pares, Paixão e Brincar).

Fig. 67 – Sobras de madeira o trabalho



Fonte: o autor

Fig. 68 – Cortando as peças



Fonte: o autor

Fig. 69 – Lixando as peças



Fonte: o autor

Fig. 70 – Peças mergulhadas no óleo



Fonte: o autor

Fig. 71 – Brincos de madeira



Fonte: o autor

Fig. 72 – Coração de madeira



Fonte: o autor

Fig. 73 – Peças prontas



Fonte: o autor

Custos:

- Sobras de Madeira: zero
- Lixas: R\$3,00 cada (são necessárias 5 gramaturas) = R\$15,00 (podendo ser usadas muitas vezes – vamos considerar arbitrariamente que cada peça consuma o equivalente a R\$1,00)
- Óleo mineral = R\$12,00 (podendo ser usado muitas vezes – vamos considerar arbitrariamente que cada peça consuma o equivalente a R\$0,25)
- Argola para chaveiro: R\$0,45 cada
- Mini Pitão para artesanato: R\$0,10 cada
- Anzol para brinco com bolinha: R\$0,45 cada
- Custo do desgaste das ferramentas e máquinas e energia elétrica praticamente impossíveis de medir, vamos considerar R\$0,50 por peça

Total de um anel ou pingente apenas feito de madeira = Por volta de R\$1,75

Total chaveiro = Por volta de R\$2,20 cada

Total brinco = Por volta de R\$2,30 cada

4.1.5 Resultados Objetivos e Subjetivos das Oficinas

Após cada oficina, foi pedido para que cada participante respondesse a um questionário de avaliação da oficina e também com algumas perguntas sobre a Cultura Maker.

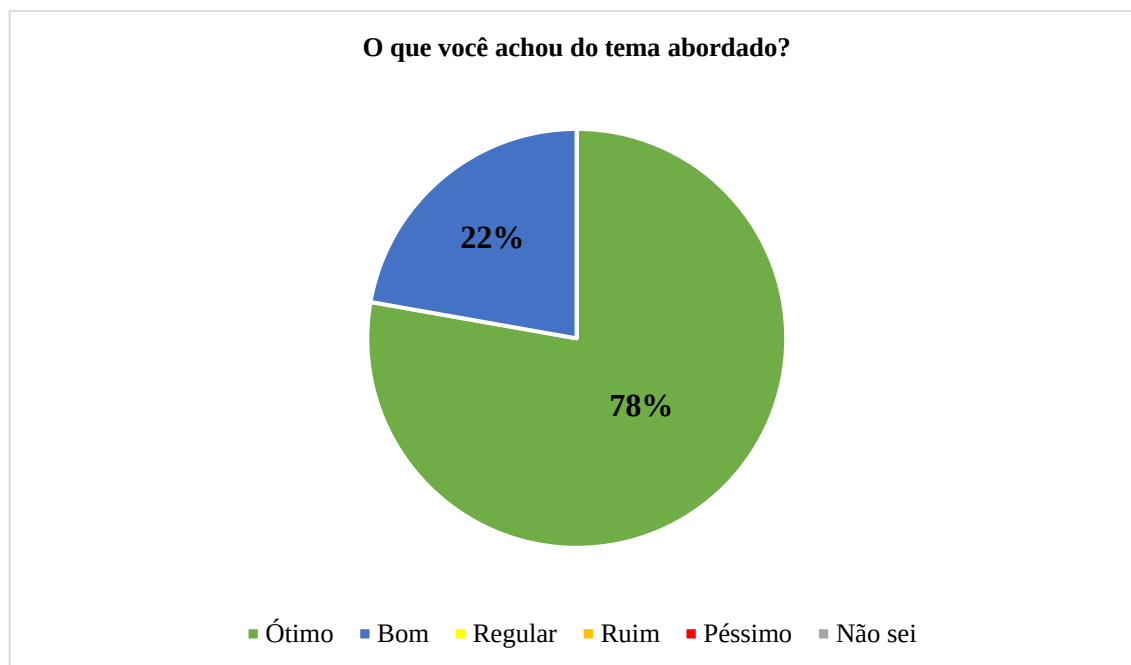
Como a pesquisa é de opinião, anônima (sem nome dos participantes) e voluntária (não obrigatória), conforme a resolução 510 do comitê de ética, art. 1 - que dispõe sobre as normas aplicáveis à pesquisa nas Ciências Humanas e Sociais, no artigo 1 Parágrafo único estabelece: “Não serão registradas nem avaliadas pelo sistema CEP CONEP as pesquisas de opinião pública com participantes não identificados” - esta pesquisa não passou pelo comitê de Ética.

Ao todo, 29 pessoas participaram das oficinas, com idade entre 10 e mais de 80 anos. 18 questionários foram respondidos – 17 por participantes e 1 por uma funcionária do Asilo Cantinho do Idoso (por conta das dificuldades de boa parte dos moradores, optou-se por fazer o questionário pela funcionária responsável que acompanhou a oficina).

O questionário contém 14 questões, e alguns itens dentro das questões. Algumas são dissertativas, como por exemplo: “Cite um ponto fraco da oficina”, e outras são alternativas. Alguns participantes deixaram algumas perguntas sem responder, fazendo com que os números e proporções em cada resposta sejam diferentes ou alterados.

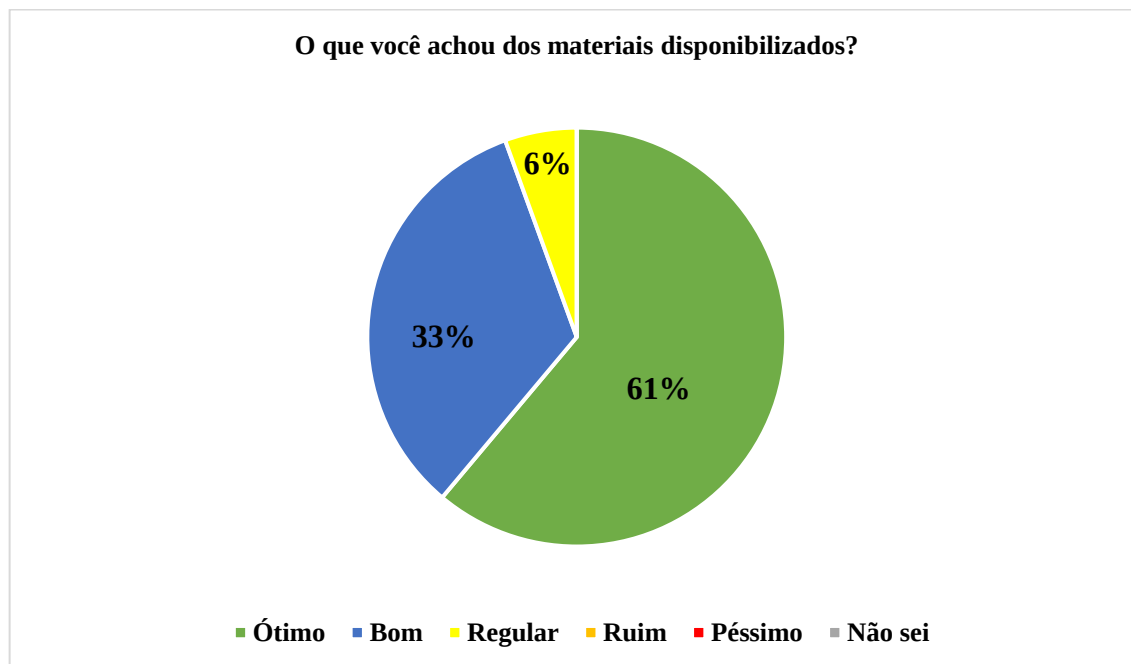
Destacaremos através dos gráficos a seguir as estatísticas das respostas das principais perguntas objetivas-alternativas:

Gráfico 1 – Sobre o tema abordado



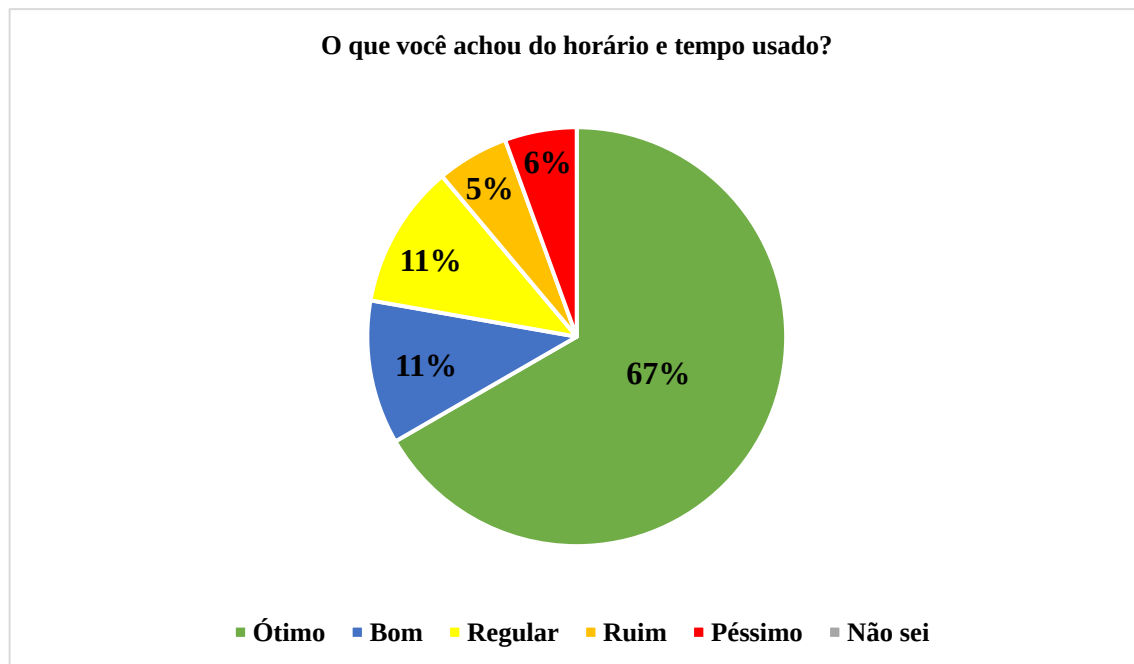
Fonte: o autor, 2024

Gráfico 2 – Sobre os materiais



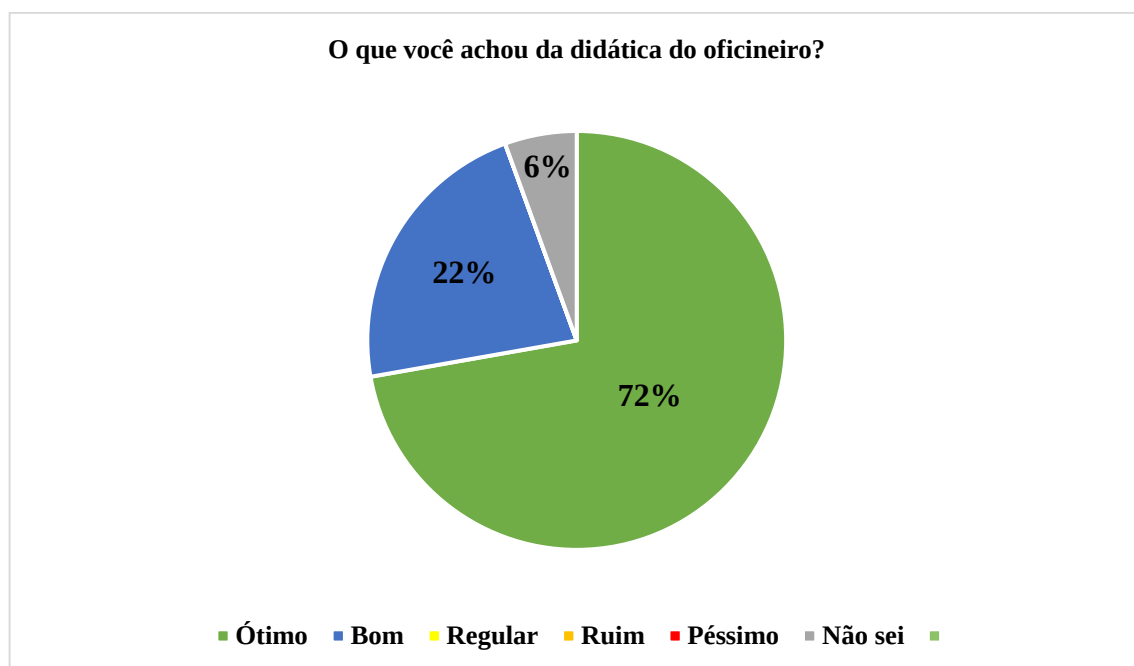
Fonte: o autor, 2024

Gráfico 3 – Sobre o horário e o tempo



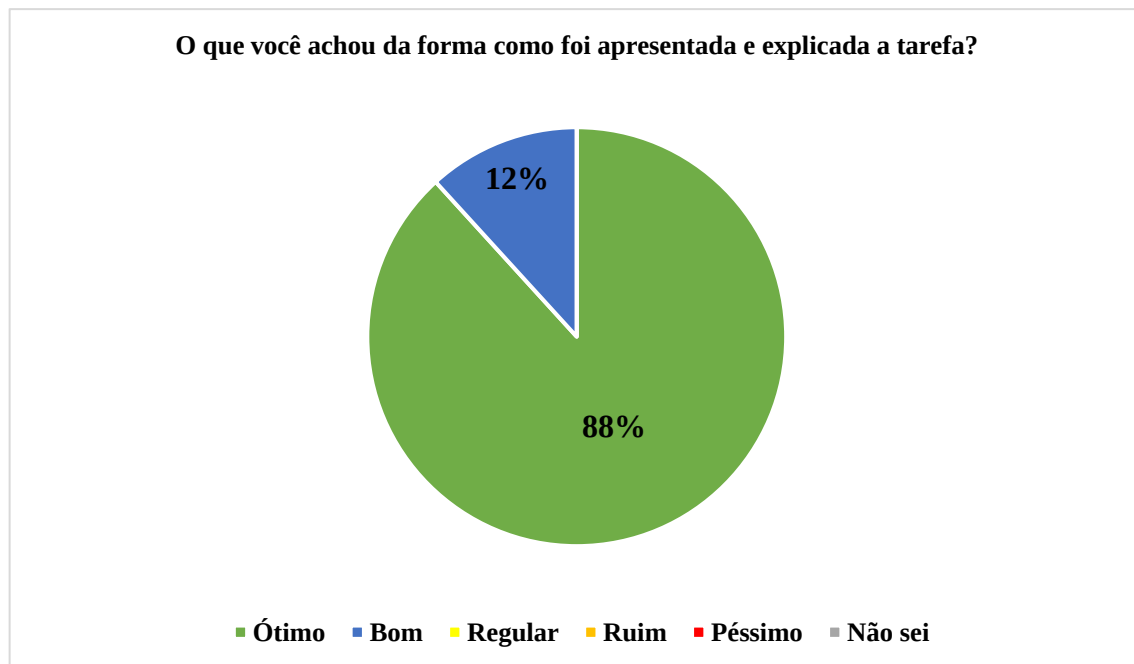
Fonte: o autor, 2024

Gráfico 4 – Sobre a didática



Fonte: o autor, 2024

Gráfico 5 – Sobre a forma como foi apresentada



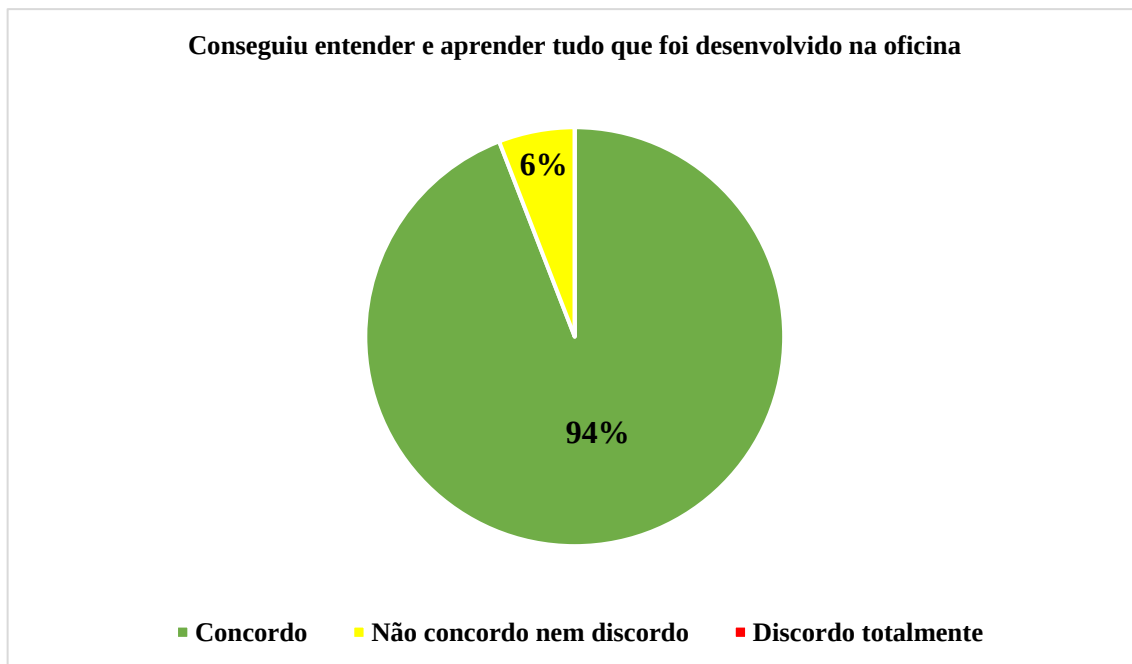
Fonte: o autor, 2024

Gráfico 6 – O que achou da oficina



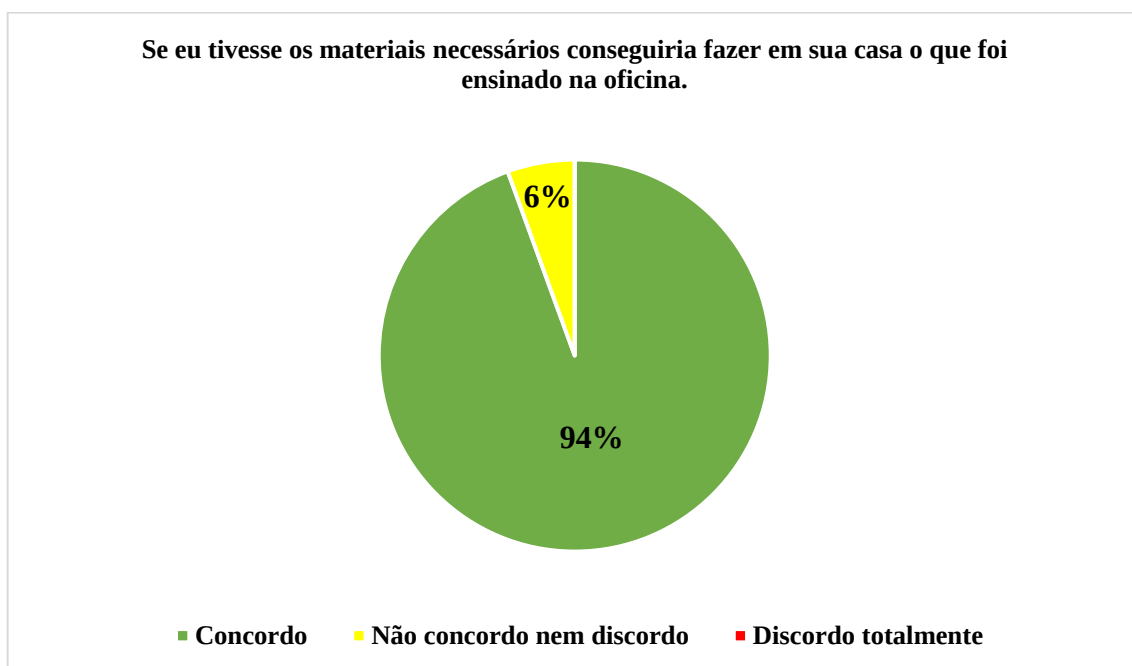
Fonte: o autor, 2024

Gráfico 7 – Sobre a compreensão



Fonte: o autor, 2024

Gráfico 8 – Conseguiria fazer em casa



Fonte: o autor, 2024

Gráfico 9 – Considera a oficina útil para outras disciplinas



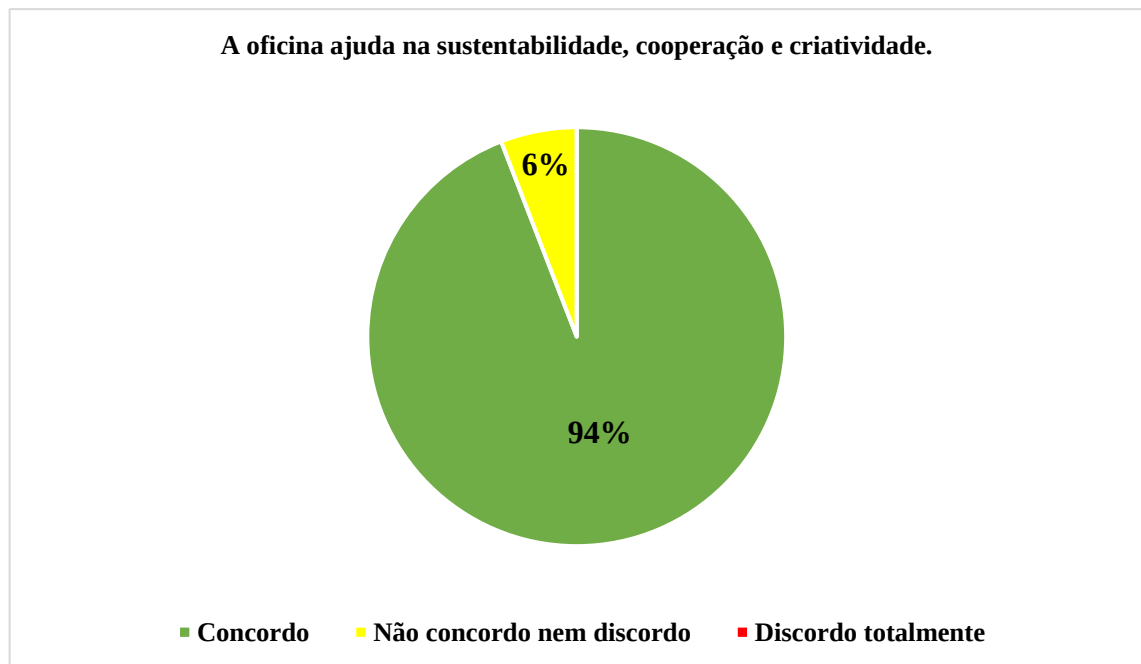
Fonte: o autor, 2024

Gráfico 10 – Oficina desenvolve habilidades



Fonte: o autor, 2024

Gráfico 11 – Oficina e a sustentabilidade



Fonte: o autor, 2024

Gráfico 12 – Sobre o reaproveitamento de materiais



Fonte: o autor, 2024

Gráfico 13 – Se a oficina é útil



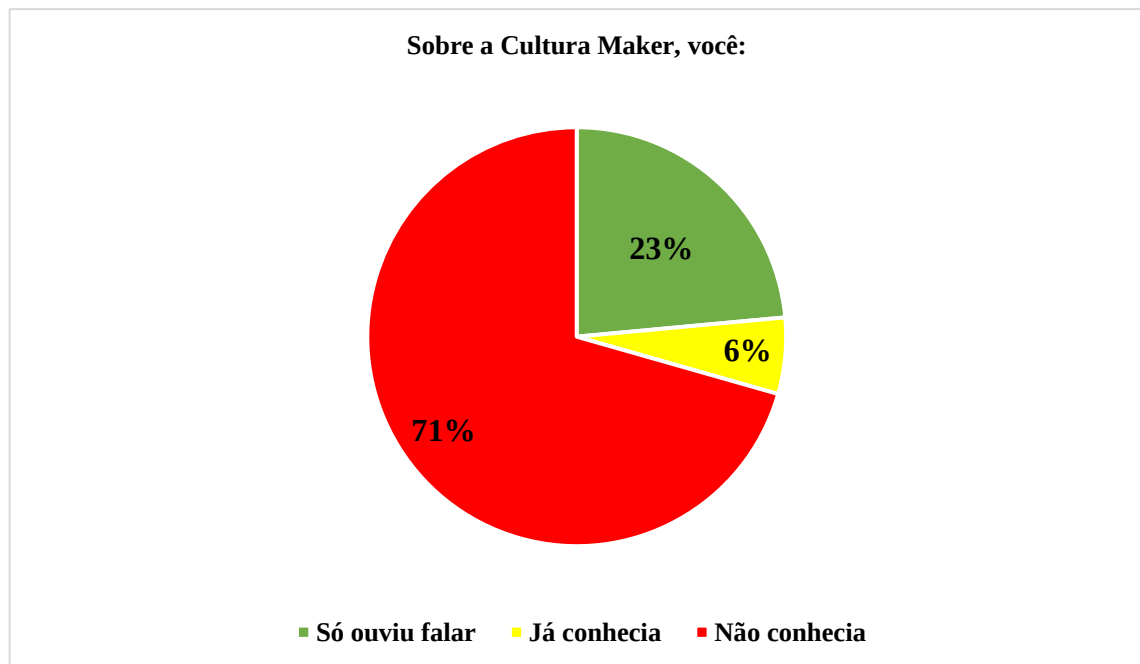
Fonte: o autor, 2024

Gráfico 14 – Se já tinha feito



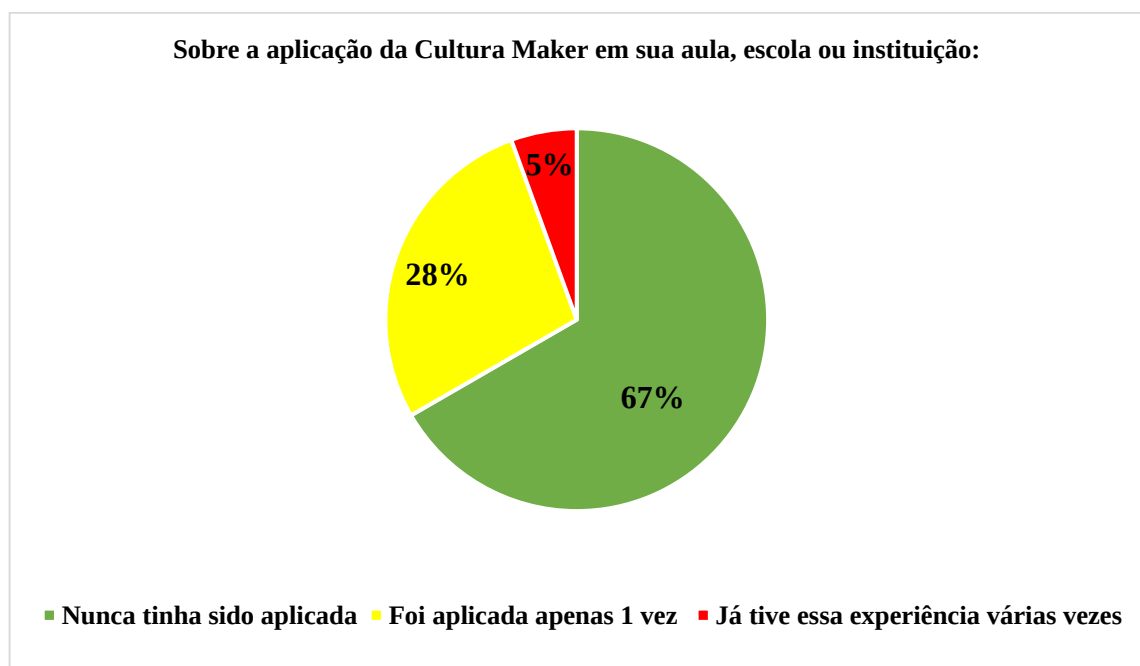
Fonte: o autor, 2024

Gráfico 15 – Sobre se já conhecia a Cultura Maker



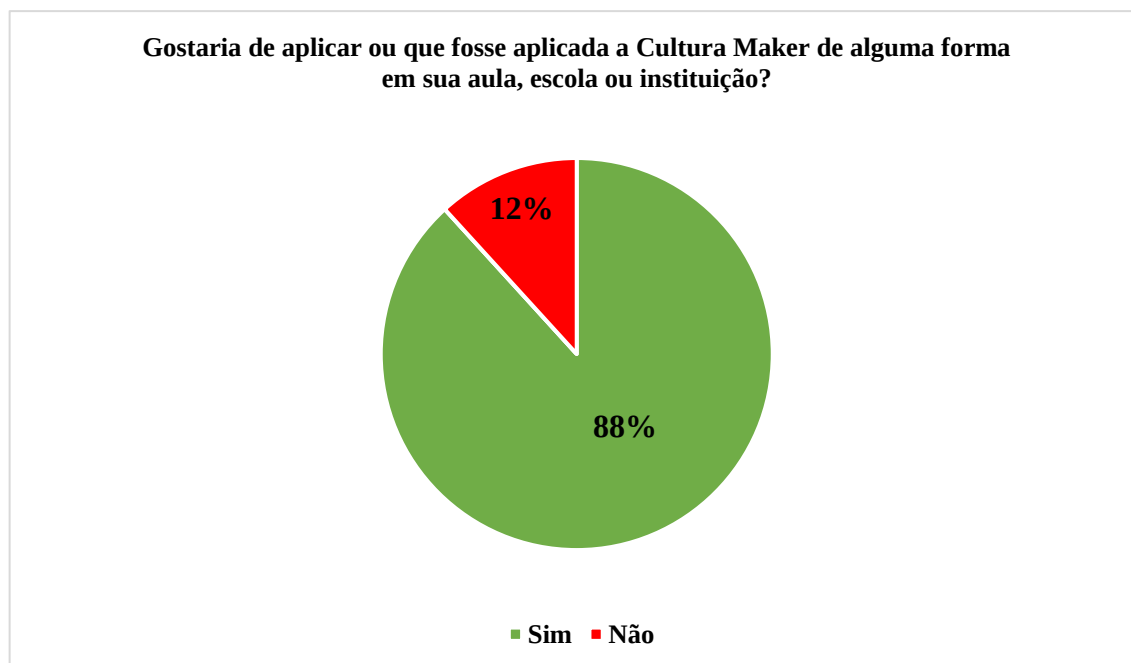
Fonte: o autor, 2024

Gráfico 16 – A Cultura Maker já foi aplicada na sua instituição



Fonte: o autor, 2024

Gráfico 17 – Gostaria que a Cultura Maker fosse aplicada na sua instituição



Fonte: o autor, 2024

Além dos dados objetivos apresentados acima, relatos como “gostei muito”, “o tempo foi pouco, queria mais”, “foi muito proveitosa”, “fiquei muito à vontade” e outras neste sentido foram recorrentes.

4.1.6 Algumas Considerações Sobre os Resultados Obtidos

Avaliando os dados e comentários, podemos dizer que as oficinas foram um sucesso: todos(as) os(as) participantes conseguiram fazer o que foi proposto (botar a mão na massa e aprender/fabricar/fazer seus objetos), e também em muitos casos foi o primeiro contato dos participantes com aquelas ferramentas, materiais e práticas. A maioria nunca tinha ouvido falar em Cultura Maker, ou fabricado um objeto. Tudo isso despertou a curiosidade, a imaginação e a disposição e intenção de fazer mais, tanto em suas instituições, como em suas casas.

Estes resultados também evidenciam a importância dos critérios observados para a elaboração, desenvolvimento e aplicação de cada oficina. Ou seja: a oficina precisa ser adequada à cada local físico, situação e público para se obter os resultados esperados. Outro fator de extrema importância é o tema/objeto/artefato proposto – é preciso encontrar propostas, como diz Bender (2012) que “faça sentido” e seja “motivador” para eles. Todos os temas e objetos foram pensados especificamente para aquele público específico: flauta para os alunos de flauta, vasilhinhos para idosos que gostam de plantas, produto de tecnologia digital para crianças e adolescentes, e bijuterias de madeira para mulheres – todos os objetos causam uma

ligação afetiva quase que imediata. Não faria sentido, por exemplo, fazer vasilhinhos para a turma de flauta, nem levar uma máquina de tecnologia de ponta para os idosos do asilo. Claro que tanto em um como em outro caso poderia ser interessante ou curioso, mas não funcionaria de forma mais ampla para o propósito. Observar as características do local físico, das condições e do público são essenciais para as oficinas presenciais, seja em locais alternativos ou nas salas de aula das escolas, tanto feito por um oficineiro externo ou por professores – este foi e segue sendo um dos aprendizados deste trabalho.

Como já foi dito, é possível fazer coisas bastante complexas com ferramentas analógicas e digitais, mas é importante salientar o fato de que todos os objetos selecionados para estas oficinas são bastante simples. Isso é importante tanto por uma questão de tempo, como também para que os participantes se sintam capazes de realizar os trabalhos quase de imediato. Ideias muito complexas e que demandam muito tempo para serem concluídas podem causar desânimo, confusão, frustração e desinteresse se forem propostas logo no início – é importante que haja uma escalada gradual do “simples para o complexo”.

Adeline Gil (doutora em Artes Visuais pela UNICAMP 2017 e membro da banca deste trabalho de Mestrado) chama a atenção para o fato do símbolo “coração” ter sido criado tanto pelas crianças do abrigo para cortar a laser como pelas participantes do projeto PAASP para suas biojóias de madeira. Gil relata que em um evento com Sherry Lassiter (co-criadora do conceito Fab Lab e presidenta da Fab Foundation), disse que muitos makers criticam o fato Cultura Maker ter o potencial de transformar toda uma indústria, mas estar sendo “reduzida” a “fazer corações e chaveiros”, como se isso fossem coisas “bobas”. Mas Sherry, na sua primeira oportunidade de fazer alguma coisa com fabricação digital, fez justamente um coração. Gil reforça que “não se começa projetando uma coisa supercomplexa e global”, mas sim “se começa pequeno e local”. E que “muitos professores, com seus alunos, por todo o mundo, fazem corações, e isso parece ser um padrão, não é por acaso e não pode ser subestimado, porque a relação de ensino-aprendizagem envolve muito a conexão afetiva e ao mesmo tempo, é um início de uma relação com esse universo da Cultura Maker”. Portanto, segundo ela, “é muito curioso e não pode ser coincidência que as crianças e idosos das suas oficinas tenham optado por fazer corações”. E conclui: “não importa se o começo é pequeno ou aparentemente com pouco impacto, pode ser um pequeno passo na direção de grandes transformações”.

Importante mais uma vez destacar que as oficinas foram feitas com as condições oferecidas - como local, tempo e materiais que cada instituição tinha disponível. Ou seja: não foi necessário um local especial, nem um tempo além do determinado, materiais e ferramentas mirabolantes – tudo foi feito com os recursos do local e do oficineiro. E este é um dos grandes

trunfos deste projeto e de sua aplicabilidade em escolas e outros locais: fazer do espaço (sala de aula ou outro) uma oficina/*Makerspace*/FabLab momentâneo (uma TAZ educativa e criativa) e logo ao fim da aula-oficina o local volta a ser o espaço que era antes, sem ter sofrido nenhuma modificação ou dano, podendo ser usado normalmente para outras atividades. As quatro oficinas realizadas, cada uma em locais e condições bem diferentes, mostram que isto é totalmente possível: toda e qualquer sala de aula, em qualquer disciplina, pode se transformar em um *Makerspace*/FabLab.

Estas oficinas demonstraram também que não há a necessidade de se dominar completamente tudo sobre o objeto produzido e os processos para a fabricação dele. É possível fazer uma ótima flauta mesmo sem saber tocá-la, por exemplo. Professores não precisam ter receio disso: é possível fazer mesmo sem pleno domínio. Gilles Deleuze (1992, p.177), evidenciava o “caminho errante” do filósofo, do pesquisador e do educador: “(...) dá-se um curso sobre aquilo que se busca e não sobre o que se sabe”. E é uma ótima oportunidade para aprender mais, junto e com os alunos.

Por fim, todos os resultados obtidos – objetos fabricados, respostas na pesquisa e reações, confirmam nossa hipótese de que A Aprendizagem Baseada em Projetos, o Faça Você Mesmo e Cultura Maker podem contribuir muito para o aprendizado e desenvolvimento de novas habilidades (manuais, intelectuais, de cooperação, de sustentabilidade, empreendedorismo, criatividade e outras) e também, segundo as respostas dos participantes, para a melhora no desempenho dos alunos nas disciplinas. É claro que muitos outros estudos, testes e pesquisas precisam ser feitos para se ter dados mais consistentes, mas os resultados destes protótipos são promissores.

4.2 Kits de Produtos Tecnológicos para Aprendizagem Criativa

Como dito anteriormente, o intuito deste trabalho é colaborar para que o Faça Você Mesmo, Cultura Maker e a Aprendizagem Baseada em Projetos sejam levadas até as escolas e outros locais e utilizadas como auxiliar na prática pedagógica. As oficinas presenciais são a manifestação imediata desta ideia, permitindo que muito do conhecimento e experiência sejam compartilhados de forma direta com professores e alunos. Mas não é possível estar em todos os lugares, seja por dificuldades com o tempo, logística e dificuldades econômicas. Como pretende-se chegar o mais longe possível com esta ideia, o orientador do projeto propôs o desenvolvimento de kits de materiais e produtos tecnológicos para auxiliar na aprendizagem. Com eles é possível levar o projeto para mais locais e ainda mais longe, já que não há a

necessidade de um oficinairo estar presencialmente no local, com todas as dificuldades e custos que isto acarreta.

Para a produção dos kits de produtos tecnológicos para a prática educativa, além dos critérios já mencionados, foram observados outros critérios específicos:

- Produtos com peças desmontadas para serem montados
- Tamanho das peças e peso – precisam ser pequenas, para caberem numa pequena caixinha e leves, para facilitar o transporte
- Facilidade na montagem
- O produto final construído precisa fazer sentido tanto para os alunos como para os professores e suas aulas
- Precisam proporcionar o máximo de possibilidades de aulas, nas mais diferentes disciplinas e assuntos
- Precisam ser feitos preferencialmente de materiais reaproveitados ou de madeira reflorestada (MDF ou compensado)
- Precisam ser divertidos de montar e utilizar
- Precisam ter custo baixo, para que possam ser distribuídos em maior quantidade
- De preferência serem cortados utilizando a tecnologia digital
- **Precisam poder ser replicados pelos usuários**

Para realizar alguns protótipos, o material base escolhido foi o MDF – feito de madeira de reflorestamento, tem visual bonito e superfície lisa (o compensado tem aspecto de madeira), proporcionando bom acabamento caso se queira pintar ou envernizar, além de ser cortado com muita facilidade na máquina a laser. Para alguns objetos, foi necessário o uso de pequenas peças de madeira maciça.

Cotação de preços feita dia 27/02/2024 na cidade de Bauru:

- MDF de 3mm de espessura = R\$51,50
- MDF de 6mm espessura = R\$101,00
- MDF de 9mm de espessura = R\$130,00

Cada chapa tem 1,84m x 2,75m. Os custos de cada objeto será calculado com base nestes preços e no tamanho proporcional de cada peça.

Embora aqui o “Faça Você Mesmo” não seja abandonado, esses kits, por sua natureza de ser “semi-pronto”, sendo necessário “apenas” montar (mas também pintar, decorar, etc.), acabam tendo mais pontos em comum com a Aprendizagem Baseada em Projetos, funcionando como um “disparador” de muitos assuntos e aulas a partir deles.

Para os protótipos para este projeto, priorizou-se pela diversidade de objetos a serem desenvolvidos, tanto nas suas formas, usos, e possibilidades de trabalho e aulas. Com base nestes critérios, foram desenvolvidos 4 produtos:

- **Ábaco** (objeto tradicionalmente pedagógico)
- **Carrinho movido à elástico** (brinquedo)
- **Torre Eiffel** (objeto decorativo sem aparentemente ter alguma relação pedagógica)
- **Jogo de xadrez** (jogo)

Os desenhos da Torre Eiffel e do Jogo de Xadrez foram baixados dos sites 3axis.co e Free Download Vector Files respectivamente. Existem muitos sites na internet que disponibilizam seus trabalhos gratuitamente. Mas ambos tinham problemas nos encaixes (ou com folga ou muito apertados), além de terem um tamanho um pouco maior do que se gostaria. Foi preciso adaptá-los e “consertá-los” no computador para que pudessem ser usados aqui. Já o carrinho e o ábaco são desenhos feitos do zero, baseados em imagens dos produtos prontos encontrados na internet. Todos os desenhos já modificados ou criados estão disponibilizados e podem ser baixados gratuitamente para serem cortados em uma máquina a laser.

4.2.1 Ábaco

Muitos professores(as), principalmente nas séries iniciais da escola, utilizam o ábaco em suas aulas, por ser considerado como uma extensão do ato de se contar nos dedos. Com este instrumento simples é possível fazer contas complexas, de forma simples, rápida e prática, “materializando” a teoria matemática, facilitando o aprendizado.

No caso específico da matemática, segundo a literatura especializada (LORENZATO, 2009), o ábaco e o Material Dourado são considerados recursos didáticos que possibilitam maior liberdade manipulativa e, assim, exigem participação mais efetiva por parte dos alunos. A relevância do uso de recursos didáticos, tais como os mencionados, é ainda mais significativa nos contextos dos anos iniciais, em que os principais conceitos matemáticos são apresentados aos alunos. Desse modo, defende-se que “no início da escolaridade é normal e muitas vezes desejável utilizar material manipulável para tarefas de contagem, que progressivamente vai sendo substituído por representações icônicas e mais tarde apenas pelo registro simbólico” (PASSOS; TAKAHASHI, 2018, p. 184 apud LORENZATO, 2009; SERRAZINA, 2012, p. 269)

Existem vários modelos, tamanhos e materiais de que são feitos. Muitos deles são vendidos em lojas (na maioria feitos de plástico), a um preço bem acessível. Para este trabalho, este objeto tão interessante foi escolhido pela facilidade de montar, pela possibilidade de personalização pelos próprios alunos (podem pintar as peças das cores que preferirem), e por

ser muito útil em todo o processo matemático. Além disso, é feito de madeira reaproveitada e MDF (que utiliza madeira de reflorestamento), materiais mais ecológicos que o plástico, que é derivado de petróleo.

Com o ábaco é possível uma série de aulas a partir dele:

- Aulas de Matemática das mais diversas, com contagens, sistema decimal e vários tipos e formas de contas.
- Geometria, com as formas das peças do ábaco.
- Educação artística, na escolha das cores e pintura das peças.
- História, já que o ábaco é um instrumento de cálculo antigo, com provável origem na Mesopotâmia há mais de 5500 anos a.C.
- Desenvolvimento de outros modelos de ábaco, inclusive com outros materiais (tampinhas de garrafa, por exemplo).

Em tempos de celular, onde tudo é automático e (aparentemente) “não se precisa pensar”, um instrumento como o ábaco pode ser de grande auxílio, deixando a aula mais divertida e produtiva, com os alunos aprendendo enquanto fazem e fazendo enquanto aprendem.

Para a fabricação do ábaco, foi realizada uma pesquisa sobre modelos existentes, buscando escolher um modelo que fosse prático de usar e de fabricar com as ferramentas disponíveis (Fig. 74, Fig. 75 e Fig. 76).

Fig. 74 – Ábaco vertical



Fonte: Gemini ³⁶

Fig. 75 – Ábaco de plástico



Fonte: Amazon ³⁷

Fig. 76 - Ábaco aberto



Fonte: Escola Educação ³⁸

³⁶ **Fig. 74** – Fonte: Gemini. Disponível em: https://www.geminijogoscriativos.com.br/abaco-aberto?utm_source=Site&utm_medium=GoogleMerchant&utm_campaign=GoogleMerchant&utm_source=google&utm_content=cid|21043819424|gid||kwid|&gad_source=1&gclid=CjwKCAiArfauBhApEiwAeoB7qLYOTWz4eKPyht-veW3UNNXAoV9AulDMwzhDeYxi89OxPISF7ZHyChoC0WcQAvD_BwE . Acesso em 27 fev 2024

³⁷ **Fig. 75** – Fonte: Amazon. Disponível em: https://www.amazon.com.br/Elka-512-Contador-Pl%C3%A1stico-Multicor/dp/B077P1S1FT/ref=asc_df_B077P1S1FT/?tag=googleshopp00-20&linkCode=df0&hvadid=407975951227&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=6133919623721472501&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=20106&hvtargid=pla-854714916857&psc=1&mcid=a473a27b3b8c35a1b799fb37010d19ee . Acesso em 27 fev 2024

³⁸ **Fig. 76** – Fonte: Escola Educação. Disponível em: <https://escolaeducacao.com.br/abaco/> . Acesso em 27 fev 2024

O primeiro modelo (Fig. 74) deixa as pontas das hastes para cima, o que pode ser um perigo para crianças, além de ser frágil e ter as peças soltas, o que o torna muito fácil de perder peças. O segundo modelo (Fig. 75) requer alguns encaixes e um sistema com parafusos para se manter em pé, deixando a fabricação mais complexa. O terceiro modelo (Fig. 76) pareceu seguro e resistente, mas ainda frágil por não ter uma cobertura sobre a última haste. Para o desenvolvimento do desenho do ábaco que consta no kit, foram fundidas as ideias do segundo (resistência) com o terceiro (estabilidade e simplicidade) – 2 laterais fixas, 5 hastes com peças de contas, uma base e um topo largos para proteger as contas e estabilizar o conjunto, e ainda podendo ser utilizado na horizontal e na vertical.

Com o modelo escolhido, foi desenvolvido o desenho para um ábaco que quando desmontado coubesse em uma caixinha pequena e depois de montado pudesse ser utilizado tanto na horizontal como na vertical, que fosse resistente, leve e com tamanho que permita o transporte de forma facilitada. Ele foi projetado para ser cortado quase todo numa máquina de corte a laser, com exceção apenas das 5 hastes (cilindros) de madeira maciça que seguram as pecinhas das contas, com 1cm de diâmetro e 15,5cm de comprimento cada, que precisam ser cortadas em uma serra esquadria, serra tico-tico ou com uma serrinha manual. Depois de cortadas, precisam ser lixadas para que fiquem com um pouco menos de 1cm de diâmetro. Estas hastes são feitas de um bastão de madeira com 1 metro de comprimento, vendido em lojas de marcenaria e também em lojas de produtos para animais, já que também são usados como poleiros para pássaros. Existem de outras espessuras, maiores e menores, mas um pouco mais difíceis de serem encontradas.

O topo e a base do ábaco têm 16,2cm x 4cm e as laterais têm 25,7cm x 4cm. São feitas de MDF de 6mm e foram cortadas na máquina TwoTrees-TTS-20 Pro, com velocidade de 100 mm por minuto e intensidade 80%. O tempo para cortar estas peças na máquina de corte a laser é de cerca de 21 minutos. Nas laterais do ábaco são feitos cinco rebaixos, com 1cm de diâmetro e 3mm de profundidade, com uma furadeira de bancada, para encaixar as hastes.

As peças de contas têm 2,5cm de diâmetro, e teriam furo de 1,3cm de diâmetro (um pouco mais largo que as hastes). Inicialmente seriam feitas com MDF de 9mm, cortadas com velocidade de 100 mm por minuto e intensidade 90%, com 2 passadas. Durante o processo de corte a laser, percebeu-se que o corte das contas no MDF de 9mm causou problemas, já que em materiais muito grossos a marca do laser acaba ficando muito evidente e as laterais do MDF se transformando em um pequeno carvão, que solta pó tanto na parte externa da peça como na parte interna. Para resolver o problema, tentou-se alterar a intensidade do laser, a velocidade da máquina e o número de passadas. Não houve mudança. Outra solução tentada foi lixar, mas o

lixamento interno é difícil e precisa ser com bastante intensidade. Mesmo assim resolve pouco, tornando este método inviável. Outro método foi tentado: um cabo de vassoura (que por coincidência é quase do mesmo diâmetro pensado inicialmente), cortado com a espessura de 9mm (mesma espessura do MDF) (Fig. 77). Após cortado, foi feito um furo de 1cm bem no centro (por ser de madeira, um furo maior poderia deixar as paredes da pecinha muito frágil). O resultado se mostrou muito melhor, mais bonito e limpo (Fig. 78). Foi feito um gabarito na serra esquadria para poder reproduzir o corte das peças, deixando todas com o mesmo tamanho. Também foi feito um gabarito para que a furação também fosse sempre no mesmo ponto. As peças precisaram ser cortadas uma a uma, mas os furos puderam ser feitos de três em três ao mesmo tempo, sendo seguras por uma morsa para garantir a segurança do operador. Algumas peças se quebraram no processo de furação, sendo necessário que sejam furadas bem devagar. Ao todo são necessárias 50 peças (Fig. 79).

Fig. 77 – Laterais, cabo de vassoura e haste



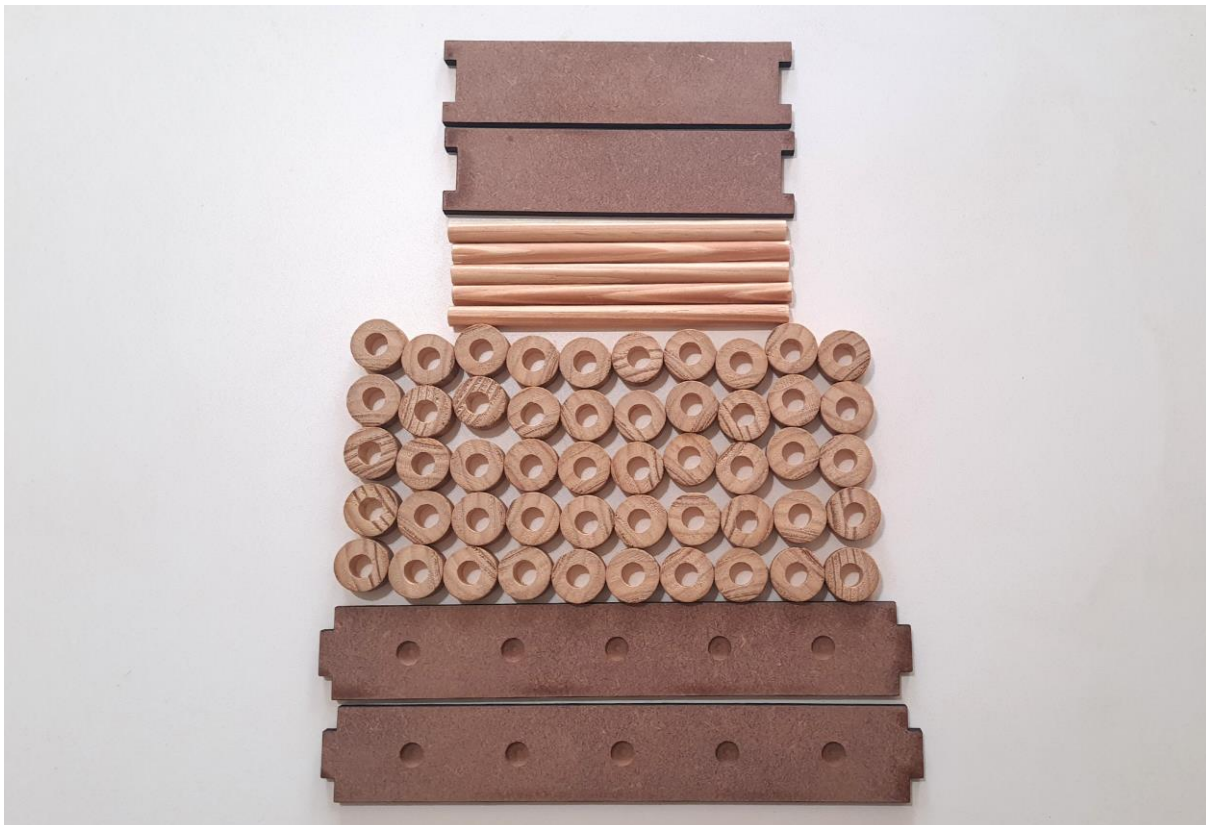
Fonte: o autor

Fig. 78 – Comparação da peça de MDF cortada a laser e da peça de madeira maciça



Fonte: o autor

Fig. 79 – Conjunto de peças do Ábaco



Fonte: o autor

Making of da fabricação do ábaco disponível em: <https://youtu.be/Zea1Oro5xmQ>

Para a reprodução deste material em escolas e outros locais, as peças de contas podem ser cortadas na máquina a laser e lixadas para se obter um melhor acabamento.

A montagem é fácil e rápida. A parte mais trabalhosa é a pintura das 50 peças (normalmente é necessário passar mais de uma demão de tinta para cobrir bem). É possível também pintar as laterais, caso seja de vontade dos usuários. O mais recomendado são tintas à base de água, como a acrílica e a PVA – são atóxicas, sem cheiro, por serem à base de água basta lavar os pincéis e mãos com água e sabão, secam rápido e tem boa resistência. Depois de a tinta secar, é recomendado passar um verniz para proteger a peça e a pintura. Depois da tinta seca, se coloca 10 pecinhas de contas em cada haste de madeira e cola-se as pontas de cada haste nos rebaixos de uma das laterais, deixando-as viradas para cima. Em seguida, cola-se a outra lateral, com cada haste no seu espaço. Por fim, cola-se topo e base, utilizando fita crepe ou elásticos para manter tudo no lugar enquanto a cola seca. Toda a colagem é feita na sequência, antes que a cola da parte anterior seque. É necessário manter tudo muito bem alinhado. Um esquadro de marceneiro ajuda nesta tarefa. A colagem de todas as peças é feita

com cola PVA (cola branca, normalmente utilizada nas escolas). Com a cola seca, as fitas e elásticos são retirados (Fig. 80 e Fig. 81).

Fig. 80 – Ábaco finalizado (na vertical)



Fonte: o autor

Fig. 81 – Ábaco finalizado (na horizontal)



Fonte: o autor

Custos:

- MDF de 6mm = R\$2,41 (proporcional)
- Haste de 1 metro = R\$4,50
- Cabo de vassoura reaproveitado = zero
- Cola, tintas e desgaste dos materiais = pela dificuldade de medir o custo, consideraremos arbitrariamente o valor de R\$1,50 peça

Total – R\$8,41

Manual de como montar o ábaco disponível em: <https://youtu.be/gSGjPUiy3SA>

4.2.2. Carrinho Movido a Elástico

Para demonstrar a variedade de possibilidades para este trabalho, decidiu-se fabricar um brinquedo. Um brinquedo difere do jogo: o jogo tem regras definidas, na maioria dos casos um compromisso com o resultado, quase sempre tem um “perdedor” e um “vencedor”, e nem

sempre dá margem para a imaginação. Já com brinquedo, diz Pimenta (1997, p. 4) os “símbolos transitam livremente”, não há começo, meio e fim, ou preocupação com resultados.

Temos, na infância, um formidável conjunto de jogos que vão estendendo-se durante toda a vida - nas regras sociais e em muito daquilo que formaliza o aprendizado. Mas, para uma criança, e durante praticamente todo o período infantil, não é o jogo a estratégia fundamental, mas sim o brinquedo - o brincar. (PIMENTA, 1997, p. 4)

Uma pesquisa foi feita para encontrar um brinquedo que não fosse apenas para o propósito de divertimento, ou ainda que fosse parecido com um brinquedo que pudesse ser comprado. Precisaria ter alguma característica diferente que justificasse sua fabricação e montagem para fins didáticos. O artefato escolhido foi um “carrinho movido a elástico” – tem a aparência de um carrinho comum, e pode ser usado desta forma. Mas pode ser “motorizado” com um elástico de dinheiro, comum em escritórios. Basta prendê-lo nas 2 hastes do carrinho, puxar para a pequena haste que fica no eixo traseiro e girar o eixo até tencionar totalmente o elástico. Ao soltar o carrinho, ele anda, impulsionado pela soltura do elástico que estava tencionado.

Este brinquedo, além de diferente e bastante divertido, pode proporcionar muitas aulas diferentes:

- Geometria - com a forma das peças.
- História – história da locomoção humana, Revoluções Industriais, Taylorismo e Fordismo.
- Física - distância, velocidade, velocidade média, movimentos e suas variações, Leis de Newton, força, energia, transferência de energia, motores.
- Geografia e a atualidades – carros atuais, impacto da venda de carros na economia, poluição causada por carros e efeito estufa.

Estes são só alguns exemplos dos muitos assuntos possíveis de abordar utilizando este brinquedo.

Ele é formado por:

- 1 carroceria (Fig. 82) - tamanho de 17,5cm x 8cm, feito de MDF de 6mm, e já com os espaços para encaixar as outras peças. Foi cortada na máquina a laser TwoTrees-TTS-20 Pro, com velocidade de 100 mm por minuto e potência 80%.

- 4 bases para o eixo (Fig. 83) – tamanho de 2cm x 2,6cm e com furos de 1,2 no centro de cada uma. Feitos de MDF de 9mm, cortadas na máquina a laser TwoTrees-TTS-20 Pro, com velocidade de 100mm por minuto, potência 90% e 2 passadas.

- 4 rodas (Fig. 83) – 4 círculos com 4cm de diâmetro, e com um furo no centro de 0,95cm. Feitos de MDF de 9mm, cortadas na máquina a laser TwoTrees-TTS-20 Pro, com velocidade de 100mm por minuto, potência 90% e 2 passadas.

- 4 espaçadores (Fig. 84) – arruelas que mantêm as rodas distantes da carroceria para evitar o atrito – feitos de MDF de 3mm, cortados na máquina a laser TwoTrees-TTS-20 Pro com velocidade de 450 mm por minuto, e 80% de potência.

- 1 motor – elástico de dinheiro.

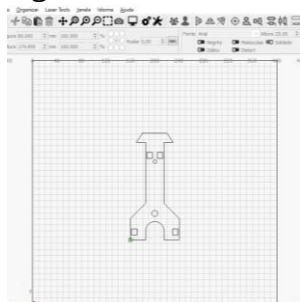
- 4 pneus – 4 fitas de espuma adesiva, que serão coladas nas rodas.

- 2 eixos – cilindros de madeira de 1cm de diâmetro, um com 5,1cm de comprimento e outro com 10,3cm de comprimento. O eixo maior possui um rebaixo no centro (um furo que não o atravessa por completo) com 4mm de espessura e por volta de 1,3 de profundidade (feito com furadeira de bancada) onde será encaixado um pininho de madeira.

- 2 pinos para segurar os elásticos – feitos de madeira maciça. Um cilindro com 6mm de diâmetro e 3cm de altura (que será colado na parte da frente da carroceria), um com 1cm de diâmetro e 4cm de altura (que será colado na parte de trás da carroceria). Estes 4 cilindros podem ser comprados neste tamanho ou aproximado em casas de produtos para marcenaria (se chamam cavilhas, disponíveis em diversas espessuras), ou cortadas de uma peça de 1 metro de comprimento, vendida em lojas de marcenaria e de produtos para animais, por serem usados como poleiros para pássaros. Também disponíveis em várias espessuras. Neste caso, podem ser cortados com uma serra esquadria, serra tico-tico ou serrinha manual.

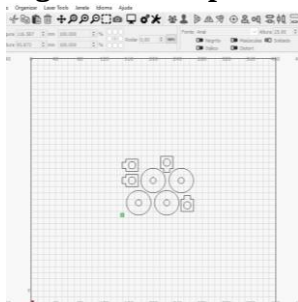
- Um “acelerador” – pininho de madeira com 4mm de diâmetro x 2cm de comprimento (que será colado no rebaixo do eixo traseiro do carrinho). Feito com palito de churrasco.

Fig. 82 – carroceria



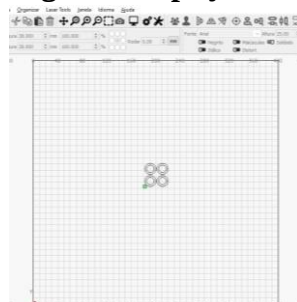
Fonte: o autor

Fig 83 – Bases para eixo e rodas



Fonte: o autor

Fig. 84 – Espaçadores



Fonte: o autor

Tanto as bases para o eixo como as rodas ficam com as bordas e o interior dos furos bastante queimadas por conta do laser, sendo necessário um lixamento e limpeza para diminuir a soltura de pó e sujidade das peças que entrarão em contato com elas. Isto é feito ainda durante a fabricação das peças, antes de serem disponibilizadas para o kit.

Este kit (Fig. 85) também é fácil de montar e colar. Toda a colagem é feita com cola PVA (cola branca, normalmente utilizada nas escolas), e precisa ser feito em 2 fases:

- Primeiro se cola as arruelas nas rodas e os pinos na carroceria.

Fig. 85 – Carrinho desmontado

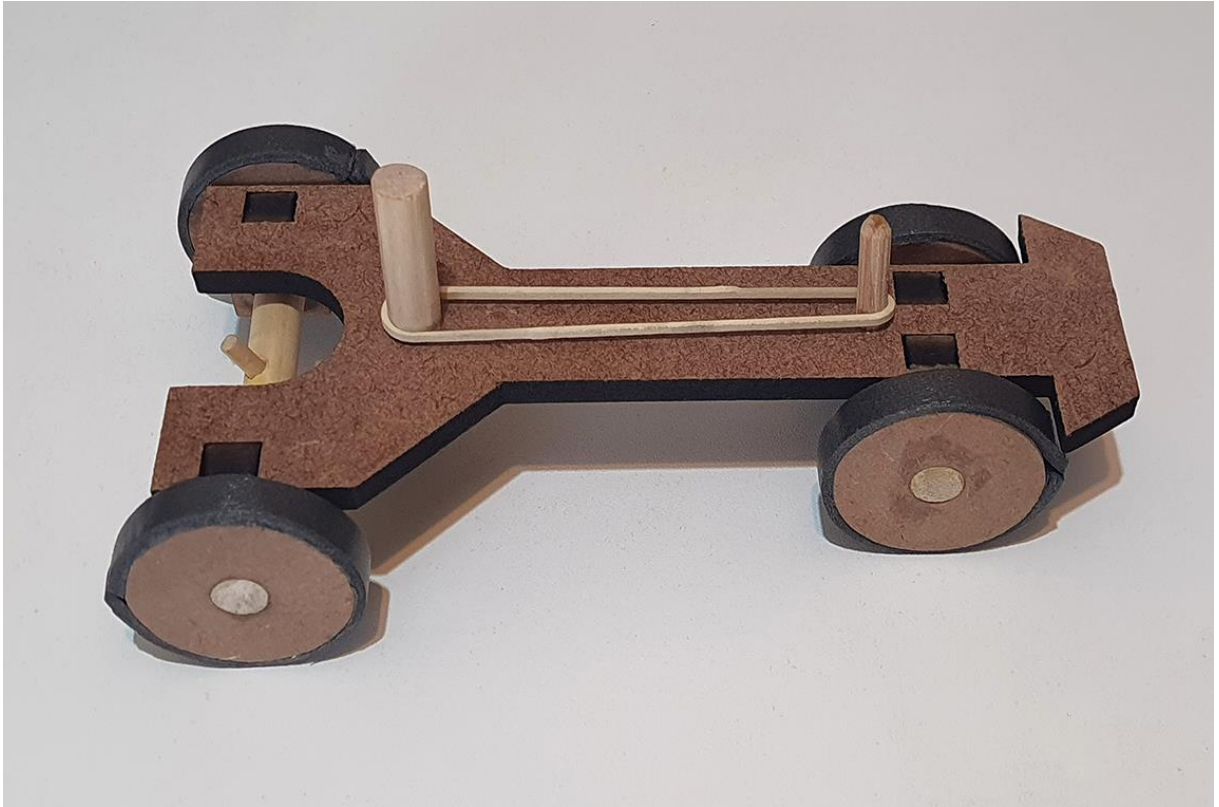


Fonte: o autor

- Depois que a cola secar, se cola as fitas de espuma nas rodas (esta fita já vem com adesivo), se colocam o eixo traseiro e é colado seu respectivo pino. As rodas são coladas nos eixos com as arruelas voltadas para dentro. É necessário deixar as rodas alinhadas com as pontas dos eixos e alinhadas entre si. É recomendável fazer um pequeno teste, de ir com o carrinho para frente e para trás para verificar se as rodas giram sem travar. Com tudo verificado, é só esperar a cola secar (Fig. 86).

- Com a cola seca, basta prender o elástico no 1º pino, puxá-lo até o pino do eixo, girar as rodas de trás tensionando o elástico até o limite, e soltá-lo.

Fig. 86 - Carrinho montado



Fonte: o autor

Custos:

- MDF 3mm = R\$0,02 (proporcional)
- MDF 6mm = R\$0,37 (proporcional)
- MDF 9mm = R\$0,33 (proporcional)
- Hastes de madeira = R\$0,90 (proporcional)
- Cavilhas = R\$0,05
- Palito de churrasco = R\$0,01 (proporcional)
- Elásticos = R\$0,14
- Espuma adesiva = R\$0,32 (proporcional)
- Cola = R\$0,10 (arbitrário)
- Desgaste das máquinas e energia = R\$0,30 (valor arbitrário)

Total = R\$2,54

Manual de como montar o carrinho movido a elástico disponível em:

<https://youtu.be/hzs7LaKoX54>

4.2.3. Torre Eiffel

Depois de pesquisar vários objetos que poderiam suscitar uma diversidade grande de aulas e que pudessem ser fabricadas suas peças para montar, foi selecionada a Torre Eiffel – um objeto bonito, simbólico, que chama a atenção, que já figura no imaginário das pessoas, e que pode ser o ponto de partida de várias aulas, em diferentes disciplinas. Por exemplo:

- Se os alunos pesquisarem sobre a Torre Eiffel, vão descobrir que foi desenvolvida pela empresa do Engenheiro Gustave Eiffel, em 1889, em comemoração aos 100 anos da Revolução Francesa. E a partir daí, é possível começar uma aula (ou uma série de aulas) sobre a Revolução Francesa.

- Outro momento histórico envolvendo a torre foi quando o brasileiro Santos Dumont sobrevoou a torre, a uma altura de 250 metros, diante de uma multidão, sendo o primeiro voo controlado pelo homem – é possível contar essa história em detalhes, além de se fazer um histórico sobre a tentativa do homem de voar, ou ainda sobre a vida e obra de Santos Dumont.

- Com o passar do tempo, a Torre Eiffel se tornou um símbolo importante da cultura francesa, de orgulho para o país, além de ser um dos principais pontos turísticos do mundo, a ponto de ser cobiçada por outros países. Quando os nazistas invadiram a França, fizeram questão de colocar seu símbolo na torre – e a partir daí pode-se contar a história da invasão da França pela Alemanha, ou até de grande parte da 2ª Guerra Mundial.

- É possível dar uma série de aulas sobre a história da cidade de Paris, sobre a França e sobre a Europa, além de aulas de Geografia (sua geologia, questões sociais, políticas, econômicas, como o fato da cidade de Paris receber mais turistas por ano do que todo o Brasil, e só a Torre Eiffel receber em média 7 milhões de turistas por ano).

- Chegada dos franceses no Brasil.

- Colônias da França nas Américas.

- Em escolas que possuem a disciplina de Francês, este seria um ponto inicial para o curso.

- É possível também dar uma série de aulas sobre Arte e História da Arte, já que alguns dos maiores artistas de todos os tempos são franceses ou passaram pela França, como Claude Monet e Vincent van Gogh. Além disso, a França abriga alguns dos maiores e melhores museus de arte do mundo, como o Louvre, onde está a Mona Lisa, de Leonardo da Vinci.

- Aulas de Literatura Francesa.

- Aulas de Português, com ênfase nas palavras brasileiras de origem francesa.

- No ano em que este projeto está sendo finalizado (2024), as Olimpíadas serão na cidade de Paris, possibilitando também outra série de aulas sobre o assunto, inclusive na disciplina de Educação Física.

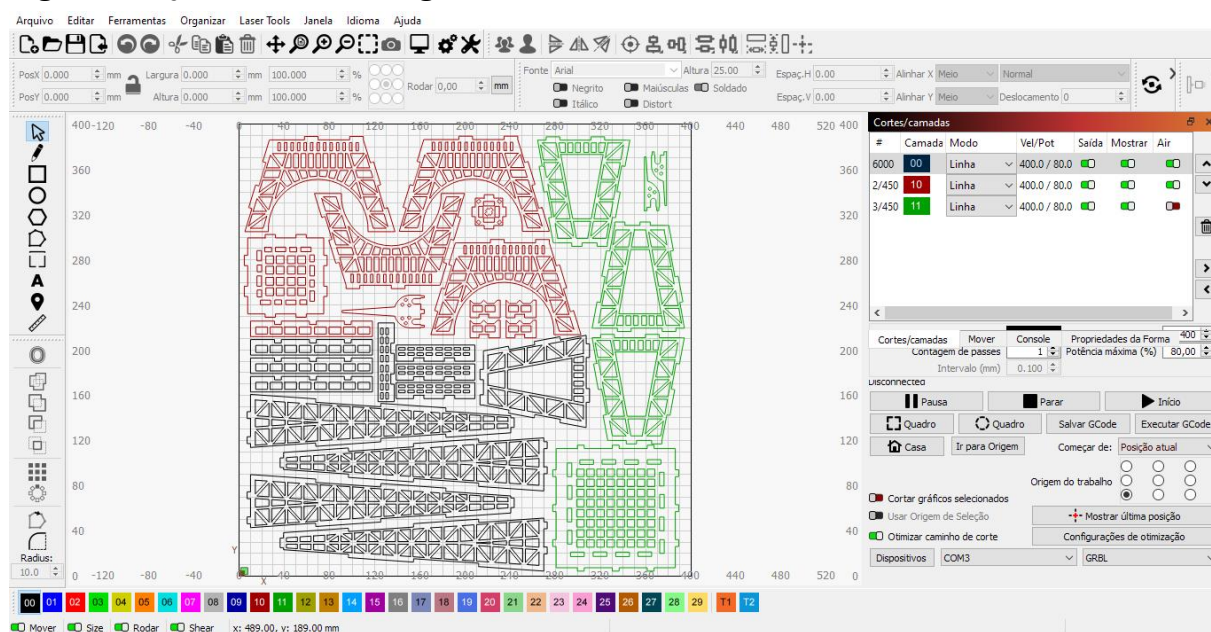
- Também pode ser a motivação para aulas de desenho, projeto, arquitetura e engenharia.

O primeiro passo foi procurar uma imagem da torre. Em seguida, com uma busca em sites especializados em disponibilizar desenhos para o corte a laser gratuitamente, foram encontrados alguns desenhos prontos, com boa qualidade de detalhes, que poderiam ser utilizados – um dos aspectos da Cultura Maker: o Open Design (Design Aberto). Trata-se da ideia de compartilhar abertamente o que foi criado e permitir que os usuários modifiquem, adaptem e melhorem a ideia ou produto. O desenho da torre escolhida foi o que se mostrou com maior grau de fidelidade à imagem original.

Mas ao verificar os detalhes, percebeu-se que o desenho tinha problemas nos encaixes, além de ser muito grande para a máquina que seria utilizada. Foram necessários vários ajustes de tamanho, várias correções e alguns testes para se chegar ao desenho final. Para as modificações, foi utilizado o programa Corel Draw, e para o corte a laser o programa Lightburn (Fig. 87).

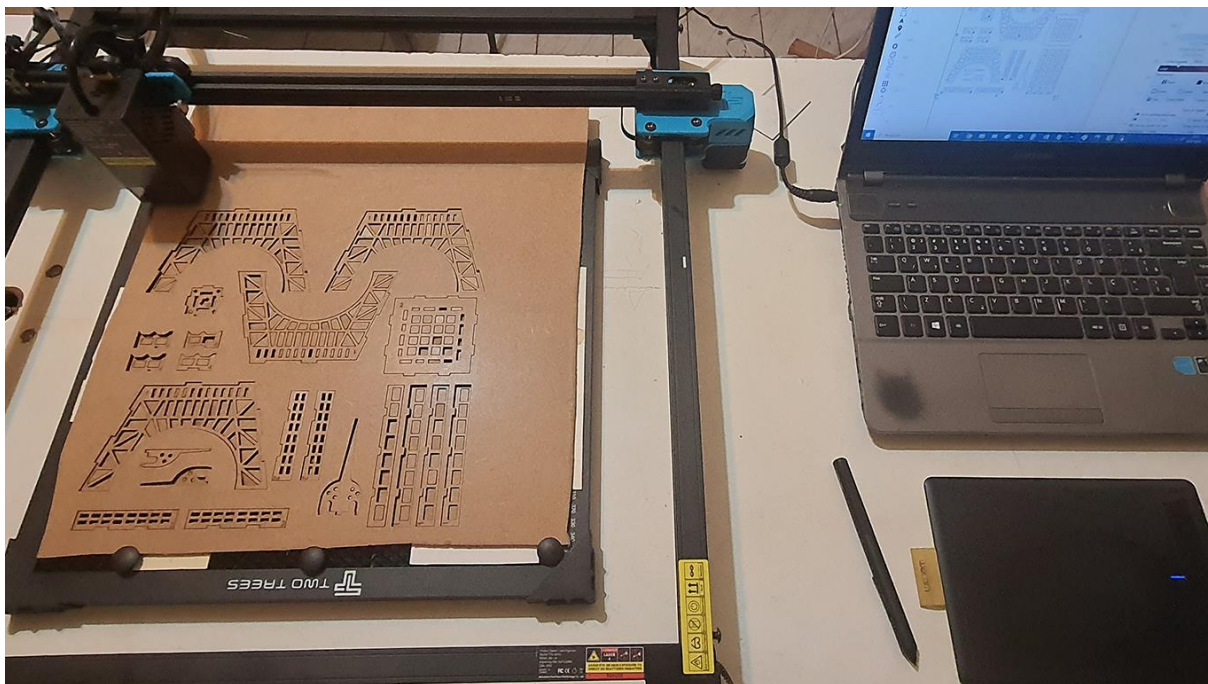
As peças foram cortadas em MDF de 3mm, na máquina modelo TwoTrees-TTS-20 Pro, com velocidade de 100 mm por minuto e potência 80%. São 30 peças no total (Fig. 88 e Fig. 89).

Fig. 87 – Peças Torre Eiffel LightBurn



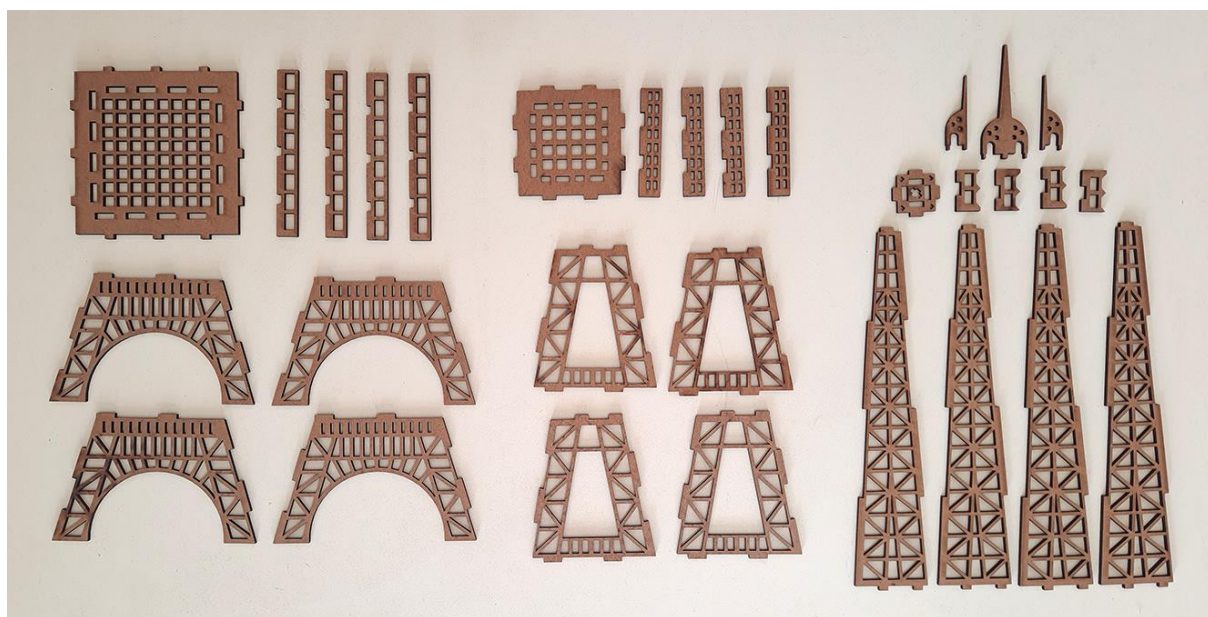
Fonte: o autor

Fig. 88 - Torre Eiffel cortada na máquina a laser



Fonte: o autor

Fig. 89 – Conjunto de peças da Torre Eiffel



Fonte: o autor

Depois das peças cortadas, foi feito um primeiro teste sem cola, para verificar se todas as peças se encaixavam, além da melhor ordem para a montagem. Com tudo certo, as peças foram coladas. A colagem das peças é feita com cola PVA (cola branca, normalmente utilizada

em escolas). O resultado foi ótimo: tudo no lugar, bem estruturado e bem bonito, além de causar surpresa pelo tamanho (Fig. 90).

Fig. 90 – Torre Eiffel montada



Fonte: o autor

A montagem é fácil, mas um pouco demorada, em várias fases, exigindo atenção e paciência. Como possui várias peças, pode ser montada coletivamente. É possível pintá-la também, e neste caso o recomendado é que se faça isso antes de montar, porque depois de colada é bem difícil de pintar as partes internas.

Custos:

- MDF 3mm = R\$2,15
- Cola = 0,20 (valor arbitrário)
- Desgaste das máquinas e energia = R\$0,30 (valor arbitrário)

Total = R\$2,65

Manual de instruções para montar a Torre Eiffel, disponível em: <https://youtu.be/zu-tepXdJL0>

4.2.4. Jogo de Xadrez

Como último produto tecnológico, foi selecionado um jogo. Dentre os vários pesquisados, a opção selecionada foi o jogo de xadrez: jogo complexo, que exige atenção, pensamento lógico, estratégia, tomada de decisões de forma rápida e precisa, além da elaboração de um pensamento com muitas variáveis ao mesmo tempo.

O xadrez é um instrumento pedagógico lúdico e potencializa o ensino-aprendizagem dialógico, empático e impulsionador das competências e habilidades de forma interativa, envolvente, autônoma, com participação qualitativa dos sujeitos da comunidade escolar. (SILVA, 2009, p. 20)

É claro que é possível comprar um jogo, e muitas vezes por um preço bastante acessível. Mas aqui pretende-se privilegiar não apenas o jogo (que já é um ótimo auxiliar pedagógico), mas o “fabricar” o jogo. Diferente de um jogo de damas, com peças simples que podem ser substituídas por tampinhas, por exemplo, a complexidade das peças de xadrez exige mais esforço de quem vai fabricá-lo.

Procurou-se na internet modelos que fossem constituídos por várias partes, para serem montados pelos participantes. O modelo escolhido é constituído de 3 partes: uma com abertura para cima, uma com abertura para baixo, e uma base com 5 espaços. Para montar as peças, basta passar cola PVA (cola branca – escolar) nas aberturas e espaços, encaixar as duas com abertura para cima e para baixo e os dois na base (Fig. 91 e Fig. 92). As peças montadas têm de 5,3cm a 7,7cm de altura por 2,8cm de largura (Fig. 93).

Um jogo de xadrez é constituído de 32 peças, 16 para cada jogador: um rei, uma rainha, duas torres, dois bispos, dois cavalos e oito peões de cor branca, e as mesmas peças de cor preta, totalizando 32. Neste kit, portanto, ao todo são 96 partes para formar as 32 peças.

Foi baixado do site Free Download Vector File. Mas ao verificar os desenhos, percebeu-se que tinham problemas nos encaixes, sendo necessário o redesenho de todas as peças. Com as peças corrigidas, foram cortadas na máquina a laser modelo TwoTrees-TTS-20 Pro, em MDF de 3mm, com velocidade de 450 mm por minuto, e 80% de potência (Fig. 94).

Fig. 91 – Colagem das peças



Fonte: o autor

Fig. 92 – Colagem das peças na base



Fonte: o autor

Fig. 93 – Peça montada



Fonte: o autor

Fig. 94 – Peças de Xadrez desmontadas



Fonte: o autor

A montagem e colagem é muito fácil e rápida. Depois que a cola seca, é preciso pintar as peças: 16 brancas e 16 pretas. Muitas vezes são necessárias mais de uma demão de tinta para cobrir totalmente a peça. O mais recomendado são tintas à base de água, como a acrílica e a PVA – são atóxicas, sem cheiro, por serem à base de água basta lavar os pincéis e mãos com água e sabão, secam rápido e tem boa resistência. Depois de a tinta secar, é recomendado passar um verniz para proteger a peça e a pintura. Vernizes à base de água são mais indicados, e a quantidade de demãos depende do tipo, marca e resultado que se quer obter. Depois de secar, para não riscar o tabuleiro, é colado um pedaço de papel camurça embaixo de cada peça, e depois que a cola seca, é retirado o excesso com uma tesoura ou raspando com uma lixinha de unha (melhor acabamento) (Fig. 95). E estão prontas para jogar.

Optou-se por montar o kit sem o tabuleiro, ficando este a cargo do usuário. Pode-se utilizar um tabuleiro de outro jogo (como o de damas), ou fazer um com cartolina ou papel cartão e lápis de cor, ou baixar um modelo na internet e imprimir, ou ainda utilizando uma placa

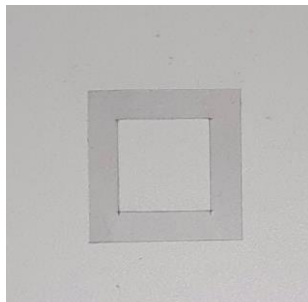
de madeira, compensado, aglomerado ou MDF e pintando as casas com o gabarito que acompanha o kit (Fig. 96 e 97). Depois da pintura, o verniz também é indicado (Fig. 98 e Fig. 99).

Fig. 95 – Papel camurça



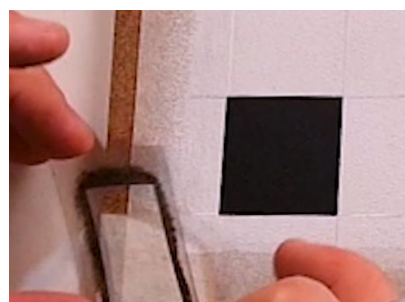
Fonte: o autor

Fig. 96 – Gabarito



Fonte: o autor

Fig 97 – Gabarito sendo usado



Fonte: o autor

Fig. 98 – Peças na caixinha



Fonte: o autor

Fig. 99 – Peças no tabuleiro finalizado



Fonte: o autor

Custos:

- MDF 3mm = R\$1,36 (proporcional)
- MDF 6mm = R\$0,85 (proporcional)
- Tintas = R\$6,00 (valor arbitrário)
- Verniz = R\$0,30
- Acetato para molde = R\$0,02 (valor arbitrário)
- Cola = R\$0,10 (valor arbitrário)
- Desgaste das máquinas e energia = R\$0,30 (valor arbitrário)
- Papel camurça = R\$0,58

Total: R\$9,51

Detalhes para a montagem, colagem, pintura, colagem do papel camurça e pintura do tabuleiro estão no manual do kit, disponível em <https://youtu.be/A59KBVCYMZM>

4.2.5. Caixinha dos Kits

Com os objetos definidos, desenhados, cortados, testados e aprovados, foram desenvolvidas as caixinhas para as peças do kit. Precisam ser apenas um pouco maiores que o conjunto das peças, na largura, comprimento e altura (levando em conta que o conjunto das peças precisa estar arranjado para ocupar o menor espaço possível).

As 4 caixas também foram desenhadas para serem feitas de papelão e cortadas numa máquina a laser. Alguns testes foram necessários para adequar o tamanho da caixa em si, da tampa, e também do seu funcionamento. Foi priorizada a tentativa de fazer a caixa com apenas uma peça de papelão, sendo dobrado e colado (Fig. 100, Fig. 101, Fig. 102, Fig. 103, Fig. 104, Fig. 105 e Fig. 106). Apenas a caixinha do xadrez não foi possível, já que além de guardar as peças desmontadas, decidiu-se por fazer a caixa no tamanho para guardar as peças montadas, o que fez com que o tamanho do papelão para isso ser possível fosse maior do que o tamanho que a máquina poderia cortar. Portanto, esta caixa é formada por várias partes separadas, que depois são coladas com cola de contato (cola de sapateiro) ou cola PVA (cola branca) (Fig. 107 e Fig. 108).

Para a produção das caixinhas deste trabalho foram utilizados pedaços de papelão reaproveitados de outras caixas. Em uma escala maior pode ser necessário que sejam feitos com papelão comprado, e em uma escala ainda maior, que sejam feitos em gráfica especializada.

Fig. 100 - Caixinha aberta antes de montar



Fonte: o autor

Fig. 101 - Caixinha Ábaco fechada



Fonte: o autor

Fig. 102 - Caixinha Ábaco aberta



Fonte: o autor

Fig. 103 - Caixinha Carrinho fechada



Fonte: o autor

Fig. 104 - Caixinha Carrinho aberta



Fonte: o autor

Fig. 105 - Caixinha Torre Eiffel fechada



Fonte: o autor

Fig. 106 - Caixinha Torre Eiffel aberta



Fonte: o autor

Fig. 107 - Caixinha Xadrez fechada



Fonte: o autor

Fig. 108 - Caixinha Xadrez aberta



Fonte: o autor

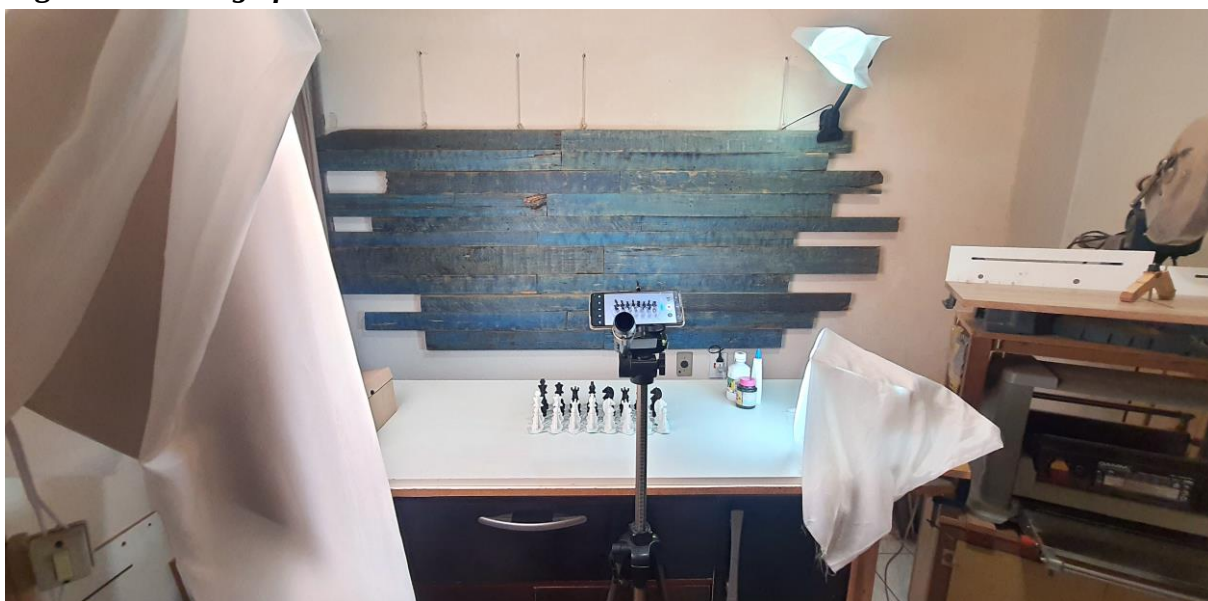
4.2.6 Manual dos Kits

Todo tipo de kit de montagem necessita de um manual de instruções. Escrever um manual é uma tarefa complexa, já que precisa ser compreensível usando poucas palavras e imagens. Depois, seria preciso imprimir o manual, o que também acarreta adaptações para o tipo e tamanho do papel, além de elevar os custos numa produção em maior escala, e no fim, depois de utilizados, acabam indo para o lixo. Tudo isso, mesmo quando bem feito, corre-se o risco de o usuário ainda ter dificuldades para entender o manual. Por se tratar de um curso de Mídia e Tecnologia, pensou-se em utilizar uma outra alternativa: ao invés de um manual impresso, um manual digital – deposita-se o manual em um site de arquivos (drive), um link QR code é gerado para compartilhar, e este QR code é impresso e colado na parte interna da tampa da caixinha, indicando que para ver o manual basta apontar a câmera do celular para o código e abrir o link. Economizaria papel e não geraria lixo. Mas avançando ainda mais neste caminho da Mídia e Tecnologia, percebeu-se que um outro recurso tecnológico e atual poderia ser utilizado: um manual em vídeo! Isto diminuiria as dificuldades de compreensão, já que a montagem é mostrada passo-a-passo, com a imagem em movimento, e num ângulo de visão de quem está montando. Apenas algumas indicações textuais são necessárias, mas o principal é mostrado em imagens. Este recurso ainda é pouco utilizado na universidade, mas já bastante utilizado na indústria: várias empresas têm como manual de montagem ou de uso de aparelhos um vídeo de instruções. Em 2020, durante a pandemia da covid-19, o governo do Estado de SP lançou o Centro de Mídias da Educação de SP (centrodemidiasp.educacao.sp.gov.br), uma plataforma para que os estudantes da rede estadual tivessem acesso gratuitamente a aulas ao vivo, videoaulas e outros conteúdos pedagógicos durante o período do isolamento social. Isso ajudou a garantir que os alunos continuassem a ter aulas em segurança mesmo durante a pandemia, e acabou por consolidar a mídia em vídeo como parte do processo pedagógico, com professores e alunos se adaptando ao seu uso. Portanto, utilizar vídeos como manual de instruções pode se mostrar bastante eficaz, dialoga muito melhor com as novas gerações que utilizam o celular cotidianamente e estão bastante acostumadas a assistir vídeos, se conecta melhor à proposta do curso de Mídia e Tecnologia, e também com a proposta deste projeto: “botar a mão na massa”, “fazer você mesmo”, “registrar e compartilhar” – Cultura Maker.

Com uma já boa experiência na produção de vídeos para canais do Youtube, este processo, embora trabalhoso, foi feito sem maiores problemas: escrita do roteiro (texto, definição da ordem de gravação, ângulos), organização do espaço, luzes, microfone e posições da câmera, apresentação e gravação, edição e postagem. O espaço utilizado foi uma “oficina de fundo de quintal” – um *makerspace* em casa (o mesmo local utilizado para a produção de todas

as peças): uma sala de 3,5m x 3,5m, com um painel ao fundo para ambientar o tema e diminuir a reflexão da luz na parede branca (um problema para câmeras), uma mesa-bancada de 61cm de largura, 1,37m de comprimento e 89cm de altura, e 3 pontos de luz - uma softbox (caixa de luz e tripé), duas luminárias de mesa (as 3 cobertas com um tecido branco fino para amenizar a intensidade da luz), além da luz de teto (Fig. 109). A softbox e uma das luminárias de mesa foram fabricadas artesanalmente com materiais reaproveitados para a produção de vídeos (Fig. 110, Fig. 111, Fig. 112).

Fig. 109 – *Making of* - Cenário dos vídeos



Fonte: o autor

Fig. 110 – Softbox artesanal



Fonte: o autor

Fig. 111 – Luminária artesanal



Fonte: o autor

Fig. 112 – Luminária comprada



Fonte: o autor

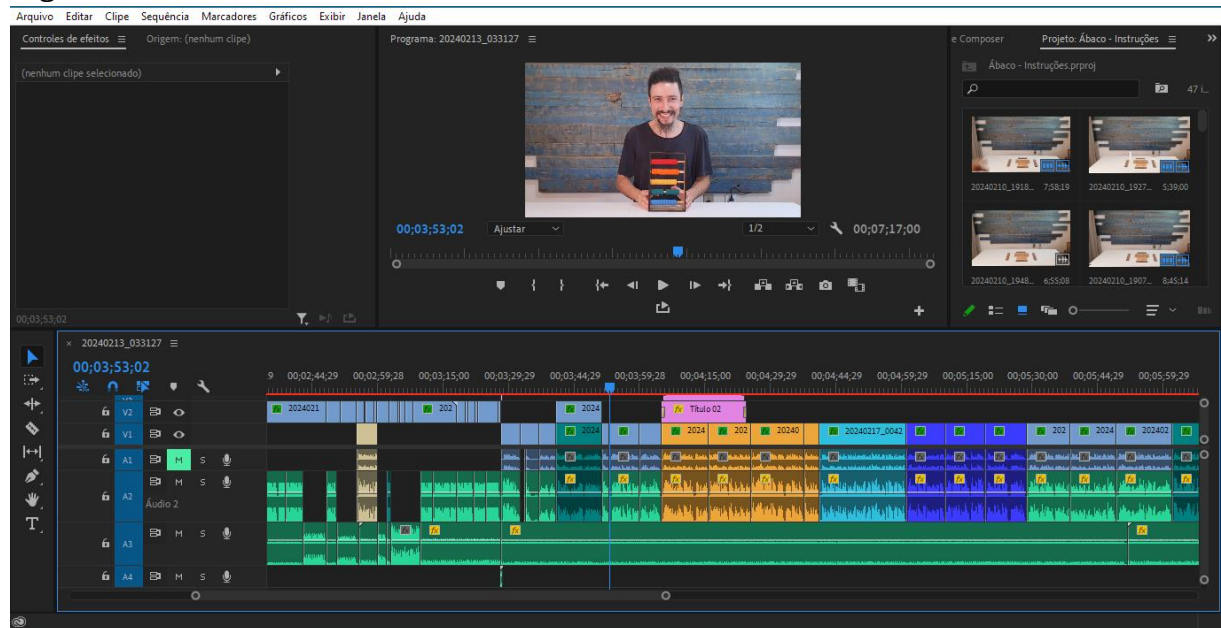
Para gravar as imagens foi utilizado um celular Samsung Galaxy M62, com câmera quádrupla, sendo a principal de 64 megapix. Para gravar o áudio foi utilizado o microfone de Lapela Boya BY-V20 ANC Sem Fio, ligado em um celular Motorola Moto G7 Play e o aplicativo AudioRec (Fig. 113). A opção de utilizar outro celular para gravar o áudio ajuda a garantir que o áudio será mesmo gravado – é comum em uma gravação o áudio falhar. Neste caso, se acontecer, é possível recorrer à gravação do celular do vídeo (ainda que com áudio de qualidade inferior) para não perder todo o trabalho. A edição de vídeo foi feita no programa Adobe Premiere versão 2020 (Fig. 114), e o áudio no programa Audacity (Fig. 115). Por conta dos avanços tecnológicos, é possível gravar vídeos com boa qualidade utilizando apenas a câmera do celular e um microfone, ambos com preços cada vez mais acessíveis.

Fig. 113 - Celular para gravação de vídeo, celular para gravação de áudio e microfone



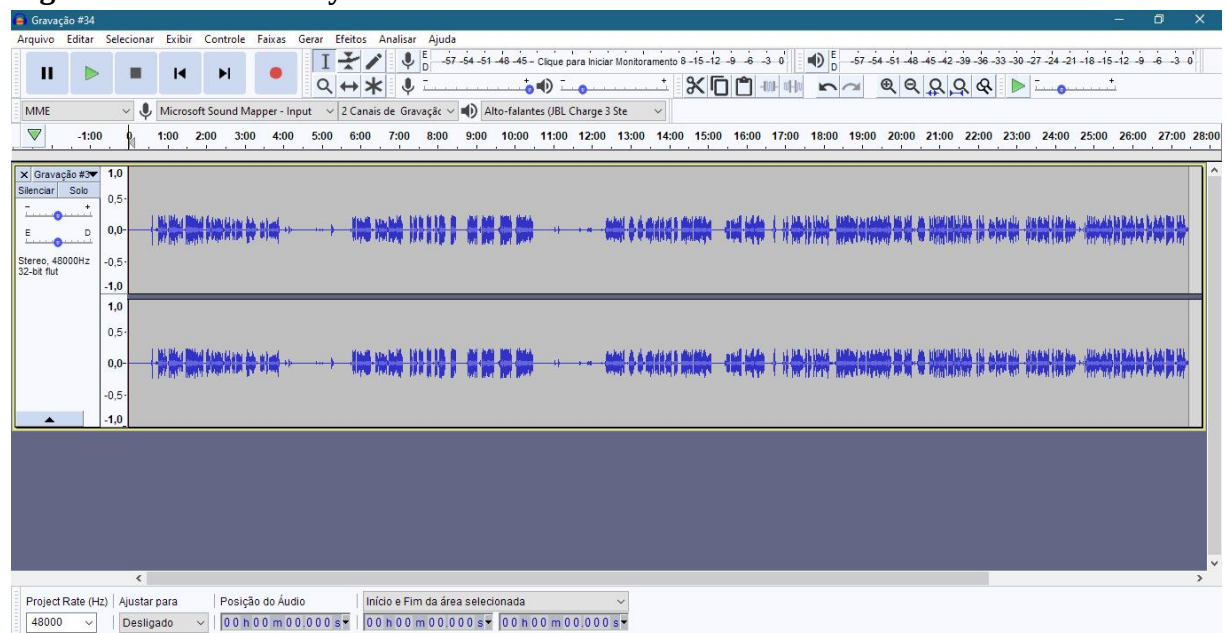
Fonte: o autor

Fig. 114 – Tela Adobe Premiere



Fonte: o autor

Fig. 115 – Tela Audacity



Fonte: o autor

Com os vídeos concluídos e postados no Youtube, é possível fazer um link QR Code. Existem vários sites e aplicativos que fazem isso. O utilizado foi o Canva, na opção Apps>QR Code. Basta colar o link e clicar em “Gerar QR Code” (Fig. 116, Fig. 117, Fig. 118 e Fig. 119).

Fig. 116 – QR Code Ábaco

Link para o manual



Aponte a câmera do seu celular

Fonte: o autor

Fig. 117 – QR Code Carrinho

Link para o manual



Aponte a câmera do seu celular

Fonte: o autor

Fig. 118 – QR Code Torre Eiffel

Link para o manual



Aponte a câmera do seu celular

Fonte: o autor

Fig. 119 – QR Code Xadrez

Link para o manual



Aponte a câmera do seu celular

Fonte: o autor

4.2.7 Considerações Sobre a Fabricação dos Kits de Produtos Tecnológicos para Aprendizagem Criativa

Para a fabricação dos produtos tecnológicos acabou-se privilegiando a tecnologia de corte a laser, em detrimento das ferramentas manuais e da impressão 3D. Isso se deu apenas por questões logísticas: por conta desta tecnologia ser rápida, quase sem barulho, e permitir que se teste e corrija erros de forma fácil, rápida e gastando pouco. Além disso, o fato de ter a máquina própria à disposição permitiu uma gama maior de possibilidades e testes (inclusive aos fins de semana, de madrugada, etc.), o que seria difícil com máquinas que fazem muito barulho, ou ainda nas impressoras 3D do FabLab da UNESP-Bauru. Foi difícil e demorado chegar aos resultados pretendidos com a máquina a laser, mesmo com a máquina 24 horas à

disposição. A máquina à laser se mostrou bastante eficaz para este propósito. Em alguns casos (como no Carrinho Movido a Elástico e Ábaco) também foram usadas as ferramentas tradicionais para trabalhar com madeira maciça. É possível também fazer em uma máquina a laser, mas neste caso, com menos precisão, qualidade e acabamento.

As ferramentas tradicionais (manuais e elétricas), a CNC e a impressora 3D são tão interessantes e versáteis quanto à máquina de corte a laser para a produção de produtos tecnológicos e devem ser exploradas em situações pedagógicas e de aprendizagem.

Estes kits podem ser produzidos em pequena escala e distribuídos. Podem ser usados individualmente ou coletivamente. Há ainda a possibilidade de se baixar os arquivos pela internet e cortar em uma máquina laser na própria escola, FabLab ou empresa especializada, podendo assim adequá-los a propostas específicas. Também é possível baixar outros desenhos ou mesmo desenvolvê-los do zero.

Os modelos propostos exigem menos “fazer” dos alunos do que os exemplos das oficinas presenciais, mas ainda assim exigem. O mais importante neste caso é o fato de se poder distribuí-los (seja enviando o material pronto ou via download da internet para serem cortados no local), e tê-los como recursos em momentos e situações onde não é possível fazer uma oficina com mais “mão na massa”, seja pela falta de recursos materiais ou de tempo. Nestes casos, o kit semi-pronto é uma boa solução, podendo ser usado para muitos tipos de aulas.

Quanto aos manuais em vídeo, se mostraram uma boa alternativa para este propósito: é mais dinâmico e didático que um manual escrito, tem baixo custo e praticamente não gera lixo.

Os desenhos dos produtos (Ábaco, Carrinho Movido à Elástico, Torre Eiffel e Jogo de Xadrez) ficarão disponíveis gratuitamente para serem baixados e utilizados em uma máquina de corte a laser. Disponível em:

https://drive.google.com/drive/folders/1ZOxMAwpZLgumE0DM4rZc3Ots_5Io6Ybi?usp=drive_link . Acesso 28 fev 2024.

4.3 Maleta Básica de Ferramentas Maker

A grande maioria das escolas infelizmente não possui um FabLab, *Makerspace* nem ao menos ferramentas de Faça Você Mesmo à disposição dos alunos. Muitas não possuem quadra de esportes ou sequer biblioteca, mesmo existindo uma lei (nº 12.244/2010) que visa garantir que toda escola tenha uma biblioteca. Segundo o site O Globo

Mais de 18 milhões de alunos da rede pública de ensino estudam em escolas que não têm biblioteca, mostram dados do Censo Escolar de 2022 compilados pela Associação dos Membros dos Tribunais de Contas do Brasil (Atricon). O número representa 52%

dos estudantes matriculados naquele ano em escolas de nível infantil, fundamental e médio. (O GLOBO, 2024)

Nessas condições, não se espera que as escolas tenham (ou criem) espaços com ferramentas e máquinas. Portanto, para que seja possível que professores e alunos possam se engajar na Cultura do Faça Você Mesmo e na Cultura Maker, se faz necessário que tenham condições mínimas para isto. Por este motivo, este projeto também se propõe a elaborar um kit básico de ferramentas e materiais para a prática do fazer.

Para que se possa restaurar, reaproveitar, consertar e fabricar objetos de forma manual (não-digital), são necessários alguns passos:

- Medir
- Cortar
- Remover pregos e partes com problemas
- Desmontar peças
- Furar
- Lixar
- Juntar peças (colar, pregar, parafusar)
- Pintar / Envernizar
- Segurar peças para serem cortadas ou coladas

E tudo isso precisa ser feito em segurança.

Além disso, alguns outros critérios foram considerados para a escolha dos materiais:

- Qualidade do material (existem muitos modelos e marcas no mercado, mas para se conseguir um resultado de qualidade, é necessário que as ferramentas proporcionem isto. Muitas, especialmente as muito baratas, não atendem a este quesito).

- Tamanho compacto e pouco peso, para caber numa caixa pequena, poder ser levado para qualquer lugar e ser manuseado por crianças e adolescentes.

- Viabilidade econômica (não pode ser caro demais – boa relação custo-benefício).

- Versatilidade – ferramentas que possam ser utilizadas nos mais variados tipos de projetos e com os mais variados tipos de materiais.

- Fácil utilização.

- Segurança - as ferramentas, ou a maioria delas, serão manuseadas por crianças/adolescentes, ou mesmo por professores que podem não ter experiência com estes equipamentos. Portanto, há a necessidade de serem seguras, e, portanto, não-elétricas.

Para contemplar estes pontos, foi desenvolvido um kit com os seguintes materiais:

Para medir:

- Esquadro de MDF – esquadros são importantes para verificar se as peças estão com as faces em 90° uma em relação a outra, garantindo que tudo esteja reto e estável. Esquadros de boa qualidade tendem a ter um preço relativamente alto (acima de R\$60,00), além de ter um tamanho maior do que o proposto para este kit. Como solução, foi desenvolvido um pequeno, feito de MDF de 6mm, e cortado em uma máquina a laser. Tem precisão aceitável (não tanto quanto um de metal), custo praticamente zero, e vai servir bem ao propósito.

Para cortar:

- Serrinha manual + arco de serra pequeno – este tipo de serra (não elétrica) é bastante segura, e corta praticamente todo tipo de material: madeira e derivados (MDF, compensado, aglomerado), plásticos e até metais. O arco de serra permite que a serra seja manuseada de forma ainda mais segura e com mais precisão e força. O modelo do kit é pequeno, compacto, e deixa uma ponta da serra para fora, o que permite que a serra entre em locais menores, diferente do arco de serra convencional, que prende a serra de ponta a ponta. E seu cabo mais grosso e emborrachado proporciona firmeza e conforto na hora de usar. A serra pode ser trocada quando perder o fio de corte, sendo necessário apenas soltar um parafuso, e depois de colocada a serra nova, voltar a prendê-lo. Custo = R\$23,90

Para furar:

- Micro Furadeira Manual e brocas: com esta ferramenta, é possível fazer furos de até 3mm de forma bastante segura, já que não utiliza eletricidade. Para mudar o tamanho dos furos, basta trocar a broca, rosqueando a ponta do instrumento para abrir, e depois rosqueando para fechar. Custo: R\$35,98 + R\$6,27 de frete

Remover partes com problemas, desmontar peças e retirar pregos:

- Alicates – Importante ferramenta para segurar uma peça e para arrancar peças indesejadas (um prego que está muito preso internamente na madeira, ou uma peça que não está totalmente solta mas precisa ser retirada, por exemplo). Custo: R\$26,60

- Martelo de unha pequeno - utilizado para pregar, mas também para retirar pregos. Também pode ser usado para acomodar peças que estejam muito apertadas, ou ainda como alavanca para desmontar peças de madeira. Custo: R\$31,70

- Chave de bicicleta (sextavada) – esta chave possui vários tamanhos para a retirada e aperto de porcas, utilizados em parafusos passantes, e parafusos de cabeça sextavada (hexagonal). Custo: R\$4,99

Para juntar peças:

- Chaves - Para unir peças (especialmente de madeira e seus derivados) é muito comum a utilização de parafusos. Para colocá-los ou retirá-los, se faz necessário o uso de chaves

próprias para isso. O kit trás 2 de fenda (retas – uma menor e uma maior) e 2 philips (em forma de x – uma menor e uma maior). Ambas possuem cabo de tamanho médio, suficientes para o trabalho em parafusos fundos. Custo: R\$19,90.

Segurar peças para cortar, parafusar e para outras usinagens:

- Grampo C - para prender peças à bancada enquanto são cortadas ou furadas. Custo: R\$16,95.

Segurança:

- EPIs (Equipamentos de proteção individual) – Máscara contra pó modelo PFF2 com válvula – 3 camadas proporcionando alta proteção contra pó e com válvula que permite que o ar saia facilmente (sempre que for fazer pó, como por exemplo no lixamento, é preciso usar máscara), protetores auriculares (para quando for fazer qualquer tipo de barulho ou ruído, como martelar) e óculos de proteção (sempre que qualquer peça ou pedaço de material possa voar e atingir os olhos – ou seja, quase sempre). Óculos e protetores de ouvido podem ser utilizados por várias pessoas com a devida higienização. Máscaras são individuais, devendo cada usuário ter a sua, e sendo necessária a troca por uma nova quando está não estiver mais tendo o efeito de filtragem (máscara suja na parte interna). Custo: Óculos R\$5,00; Protetor de ouvido: R\$3,50; Máscara PFF2: R\$3,50.

Valor total das ferramentas (Fig. 120): R\$179,29

- Maleta (Fig. 121, 122 e 123) – Feita em MDF de 6mm, mede 29,7cm de comprimento, 17cm de largura e 6,1cm de altura. Cortada na máquina laser modelo TwoTrees-TTS-20 Pro, com velocidade de 100 mm por minuto e intensidade 80%. Foi desenvolvida para acomodar todas as ferramentas, mas utilizando o menor espaço possível. Foi pensada para ser cortada e montada de forma fácil e rápida (apenas com cola) utilizando material leve. Possui dobradiças, o que mantém base e tampa juntos; um fecho, para se manter fechada, e uma alça grande e dobrável, o que permite que seja transportada facilmente, e ocupe pouco espaço. Os furos para os parafusos das dobradiças, fecho e alça podem ser feitos com a mini furadeira manual que acompanha o kit.

- MDF (custo proporcional ao tamanho) – R\$5,05

- 2 Dobradiças e 8 parafusos = R\$4,00

- Alça + 4 parafusos = 7,00

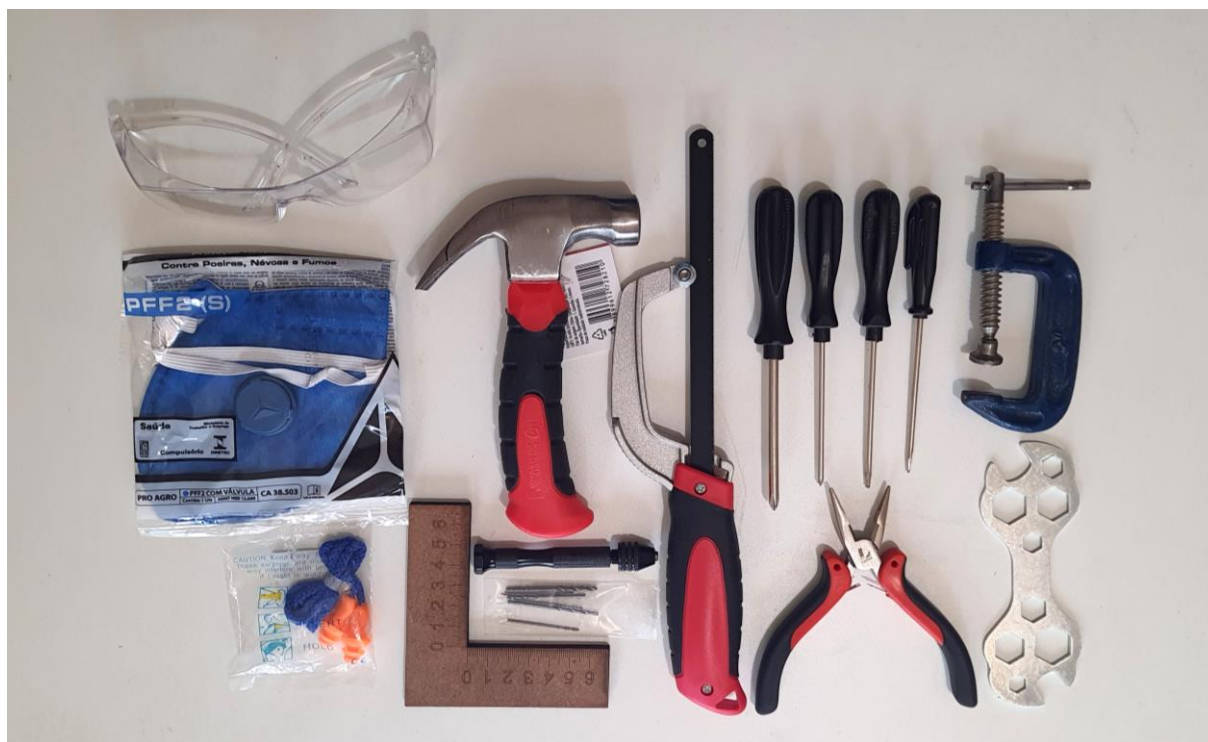
- Fecho + 4 parafusos = R\$4,00

Valor da maleta: R\$20,05

Valor total do kit: R\$199,34

Estes valores foram cotados dia 23/02/2024 na cidade de Bauru, podendo sofrer alterações de acordo com datas, épocas, marcas e modelos, localidade, inflação geral, valor do dólar e promoções. Também é possível conseguir melhores preços em compras de maior volume. Por exemplo: uma caixa com 100 máscaras PFF2 custa R\$161,00 (R\$1,61 cada), enquanto a unidade é encontrada em média por R\$3,50. Mas considerando o valor de R\$199,34, parece um valor razoável pela qualidade e durabilidade dos materiais. Com o avanço da tecnologia, a tendência é que esses materiais fiquem cada vez mais baratos e acessíveis. Há também a “miniaturização” das coisas: equipamentos cada vez menores e portáteis. Mas há de se tomar cuidado com alguns aspectos, como por exemplo produtos muito baratos e/ou muito pequenos. Muitas vezes a qualidade deixa a desejar, e eles acabam atendendo a uma quantidade muito pequena de casos (por exemplo, um jogo de chaves bem pequeno e com várias pontas, aparentemente diverso e versátil, mas cujas pontas não servem para parafusos um pouco maiores, como os usados em marcenaria - ou seja: embora tenha uma aparência de versatilidade pela quantidade de pontas, nenhuma serve ao propósito.), ou muitas vezes nem servem (chaves de metal tão macio que espanam ou até entortam no primeiro aperto). Neste caso, procurou-se aliar portabilidade com qualidade. A fabricação da maleta também foi feita de acordo com a situação. Para grandes quantidades pode ser viável cortar as peças com ferramentas tradicionais.

Fig. 120 – Ferramentas básicas



Fonte: o autor

Fig. 121 – Maleta com ferramentas



Fonte: o autor

Fig. 122 – Maleta fechada



Fonte: o autor

Fig. 123 – Maleta fechada portátil



Fonte: o autor

Este kit é básico para a prática do Faça Você Mesmo e Maker, no sentido de restaurar, consertar e fabricar peças que utilizam materiais rígidos (madeira e derivados, metal e plástico, e também alguns macios, como papeis e tecidos). Nesta maleta não estão inclusos materiais que normalmente escolas e alunos já possuem - régua, tesoura, estilete, cola, fita crepe, tintas, pincéis e outros, que também são úteis e necessários, nem materiais que são rapidamente descartados, como lixas. Também não estão contemplados aqui materiais para o trabalho com parte elétrica, eletrônicos ou construções, por exemplo. Neste caso, outras ferramentas e materiais são necessários para cada prática. E mesmo para a utilização com os materiais da proposta, o kit deve se adaptar para cada caso, com alguns itens não sendo necessários para alguns tipos de trabalho, ou em outros casos havendo a necessidade de adição de outros. Aqui

procurou-se contemplar os mais básicos, importantes e versáteis para a maioria dos trabalhos, proporcionando um leque muito grande de possibilidades.

4.4 Uma Quarta Forma de Oficina – Chegando Ainda Mais Longe

Durante o processo deste projeto, também foi iniciado um canal de vídeos na plataforma Youtube: Garimpo Verde – Faça Você Mesmo (Fig. 124). Embora o público alvo seja um pouco diferente (aqui o público é mais abrangente, com vídeos voltados a adultos, hobbistas, amadores e profissionais, inclusive utilizando ferramentas mais sofisticadas, profissionais e até elétricas, que oferecem algum ou bastante perigo) e os produtos produzidos e foco não sejam tão voltados para assuntos escolares, o intuito geral do canal é o mesmo do projeto: registrar e compartilhar conhecimento sobre o Fazer Você Mesmo e Cultura Maker – falando sobre produtos, materiais variados, dicas e fabricação de vários tipos de peças. Com este canal, pretende-se ir ainda mais longe, e chegar a lugares onde as oficinas presenciais e os kits, por algum motivo, não possam chegar. O conteúdo é feito em vídeo e totalmente gratuito.

Fig. 124 – Tela do canal Garimpo Verde – Faça Você Mesmo



Fonte: Youtube³⁹

Disponível em: <https://www.youtube.com/@garimpoverde-facavocemesmo/videos>

³⁹ Fig. 124 – Fonte: Youtube. Disponível em: <https://www.youtube.com/@garimpoverde-facavocemesmo/videos>.

Acesso em: 29 fev 2024

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É fundamental na situação atual que possamos praticar e promover mudanças na nossa forma de pensar e fazer, para que possamos ter um mundo mais justo, desenvolvido e sustentável. Estas mudanças passam diretamente pela educação para este novo mundo: mais atual, inclusiva, dinâmica, lúdica e criativa. E uma das melhores formas de fazer esta nova educação é através de Projetos e da Cultura Maker. Este projeto demonstra algumas formas e possibilidades de fazê-lo, através de Oficinas Pedagógicas Maker Itinerantes, Kits para o desenvolvimento de produtos tecnológicos para aprendizagem criativa, e maletas de ferramentas, para auxiliar professores a alunos a desenvolverem novas habilidades e promover mudanças na forma de ensinar e aprender. Estas são apenas algumas dentre as infinitas possibilidades. Não se tratou aqui, por exemplo, de eletrônicos, robótica e programação - outras áreas que abrem mais um sem fim de caminhos a se explorar. Por conta dos avanços tecnológicos, cada vez mais as máquinas controladas por computador (CNC, impressora 3D e corte a laser) ficam economicamente mais acessíveis e portáteis, podendo em breve serem adquiridas por boa parte das escolas, e terem seu uso difundido como auxílio pedagógico. Também é possível financiar esse tipo de projeto com recursos da escola, doações, patrocínios, eventos beneficentes e outros. Na total falta deles, também é possível fazer com ferramentas e materiais ainda mais simples (papel, papelão, etc.). O importante é começar a fazer.

Muitos outros estudos, protótipos e testes precisam ser feitos, inclusive em outros locais, condições e situações para que se possa avaliar, modificar, aperfeiçoar e validar os métodos e práticas com mais precisão e segurança.

Esta primeira fase está oficialmente concluída, mas como foi dito, pretende-se continuar com o projeto e levá-lo mais longe, seja financiado diretamente por escolas, prefeituras, via editais, ou ainda por patrocinadores ou escolas ou entidades particulares.

Como dito ao longo do trabalho, não se acredita que o Faça Você Mesmo, a Cultura Maker e a Aprendizagem Baseada em Projetos sejam as únicas formas de se ensinar/aprender, e nem que sozinhas vão “salvar o mundo”. O que se oferece aqui são possibilidades de se fazer diferente com as condições e recursos que temos em mãos. E mais importante: sem a necessidade de passar por todas as instâncias da burocracia e depender excessivamente de forças e vontades externas - é possível fazer dentro das estruturas escolares, com suas salas de aula e grades curriculares. Também não se espera com isso uma mudança da noite para o dia em todo o sistema educacional, mas sim que esta cultura, práticas e exemplos apresentados sirvam de incentivo para que os envolvidos possam propagar os aprendizados, ideias, técnicas,

métodos e práticas de Educação, Inovação e Sustentabilidade, para conseguirem desenvolver suas potencialidades e contribuir para um mundo melhor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIKO, Kenzo P.; CONTINI, Guilherme C.; ROSSI, Dorival C. (Orgs.). **FAB LAB: o futuro da fabricação digital no Brasil**. Bauru: Editora FAAC – UNESP, 2023. E-book.

Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1Riy4MA3DTF7aZFGLJ-_zGScz2MwPgAK0/view. Acesso em: 25 mar. 2024.

ANDERSON, C. **Makers: A Nova Revolução Industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

APRENDIZAGEM Criativa. **Rede Brasileira de Aprendizagem Criativa**. Disponível em: <https://aprendizagemcriativa.org/> . Acesso em: 10 maio 2024

BATES, Tony. **Educar na era digital: design, ensino e aprendizagem**. São Paulo: Artesanato Educacional, 2016.

BENDER, Willian. N. **Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI**. Porto Alegre: Penso, 2014.

BERGMANN, Jonathan; SAMS, Aaron. **Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem**. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

BEY, Hakim. **TAZ. Zona Autônoma Temporária**. São Paulo: Editora Veneta Coleção Baderna, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/> . Acesso em: 27 fev. 2024.

CABEZA, Edison U. R.; RAMIREZ, Marcela S; MARCHI, Vitor; ROSSI, Dorival C. Saguí Lab: Um experimento educacional híbrido. Um espaço de abertura, trabalho colaborativo, cocriação e Open Design. **Ensaio em Design: ações inovadoras**. Bauru: Canal 6 Editora, n. 6, p. 188-236, 2016. Disponível em: <https://canal6.com.br/livreacesso/livro/ensaios-em-design-aco-es-inovadoras/>. Acesso em: 27 fev. 2024.

CHESS file cdr and dxf free vector download for Laser cut. **Free Download Vector Files**, 2024. Disponível em: <https://www.ameede.com/chess-file-cdr-and-dxf-free-vector-download-for-laser-cut-2/> . Acesso em: 28 fev. 2024.

CARAVANA Da Inovação. **Caravana da Ciência e Tecnologia**. Disponível em: <https://caravanadainovacao.com.br/> . Acesso em: 10 maio 2024

DELEUZE, Gilles. Conversações. São Paulo: Editora 34, 1992

EIFFEL Tower-3mm DXF File. **3axis.co**, 2024. Disponível em: <https://3axis.co/eiffel-tower-3mm-dxf-file/lopyvkw/> . Acesso em: 28 fev. 2024.

ELIAS, Marisa Del Cioppo. **Pedagogia Freinet: teoria e prática**. Campinas: Papirus, 1996.

EYCHENNE, Fabien; NEVES, Heloisa. **Fab Lab: A Vanguarda da Nova Revolução Industrial**. São Paulo: 2013.

FREINET, Célestin. **A Educação do Trabalho**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

_____; SALENGROS, R. **Modernizar a escola**. Lisboa: Dinalivro, 1977.

FREIRE, Paulo. **Ação Cultural para a Liberdade e outros escritos**. 5ª edição. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1981.

_____. **Pedagogia do Oprimido**. 73ª edição. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2020.

GIL, Adeline G. S. **Cartografias Das Atuais Condições De Criação De Sistemas Interativos: Por Um Design Aberto E Evolutivo**. Campinas: UNICAMP, 2017. Disponível em: https://www.academia.edu/36298174/Cartografias_das_atuais_condi%C3%A7%C3%B5es_d_e_cria%C3%A7%C3%A3o_de_sistemas_interativos_por_um_design_aberto_e_evolutivo_Cartographies_of_the_current_conditions_of_creation_of_interactive_systems . Acesso em: 02 maio 2024.

INDÚSTRIA 4.0: Entenda seus conceitos e fundamentos. **Portal da Indústria**, 2023. Disponível em <https://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/industria-4-0/>. Acesso em: 30 maio 2023.

INSTITUTO Alpha Lumen. **Projeto Robótica e Cidadania**. Disponível em: <https://www.alphalumen.org.br/robotica-e-cidadania-summer-e-mobile-maker-lab/> . Acesso em: 03 maio 2024.

JOHNSON, Steven. **De onde vem as boas idéias**. São Paulo: Zahar, 2011.

_____. **Emergência**. A dinâmica de Rede em formigas, Cérebros e Cidades. Jorge Zahar, 2003.

LÉVY, Pierre. **A Inteligência Coletiva**. Col. Trans, São Paulo: Loyola, 1998.

MAIS da metade dos alunos da rede pública estudam em escolas sem biblioteca. **O Globo**, São Paulo, 19 fev 2024. Educação. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/brasil/educacao/noticia/2024/02/19/mais-da-metade-dos-alunos-da-rede-publica-estudam-em-escolas-sem-biblioteca.ghtml> . Acesso em: 27 fev. 2024.

MIDIAATECA FAU. **Laboratório de Fabricação Digital Itinerante - Pavilhão Facilitador do Ensino Maker**, 2016. Disponível em: <http://www.midiатеca.fau.ufrj.br/?p=projetos&id=1631> . Acesso em: 18 maio 2024

NOVO Ensino Médio. **Wikipédia, a enciclopédia livre**. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Novo_Ensino_M%C3%A9dio . Acesso em: 28 fev. 2024.

ONU. **Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel> . Acesso em: 30 maio 2023.

PALEOLÍTICO. **Wikipedia, a enciclopédia livre**. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Paleol%C3%ADtico> . Acesso em: 30 maio 2023.

PASSOS, Éderson Oliveira; TAKAHASHI, Eduardo Kojy. Recursos didáticos nas aulas de matemática nos anos iniciais: critérios que orientam a escolha e o uso por parte de professores. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 99, n. 251, p. 172-188, jan./abr. 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeped/a/jhmp3ybXZ7pvQDG7zq3pf7v/abstract/?lang=pt> . Acesso em: 27 fev. 2024.

PERASSO, Valeria. O que é a 4ª revolução industrial - e como ela deve afetar nossas vidas, 2016. **BBC News Brasil**. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-37658309>. Acesso em: 30 maio 2023.

PIMENTA, E.D.M. **O Brinquedo**. Cf.: www.asa-art.com/edmp/97brincar.doc, 1997. Acesso em: 25 fev. 2024.

PINTO, Tales dos Santos. As ferramentas na Pré-história, 2023. **Mundo Educação**. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/historiageral/as-ferramentas-na-pre-historia.htm#:~:text=O%20Paleol%C3%ADtico%20%C3%A9%20o%20per%C3%ADodo,poucos%20substitu%C3%ADdos%20por%20ferramentas%20met%C3%A1licas> . Acesso em: 30 maio 2023.

PINTO, Tales dos Santos. O que é Paleolítico?, 2023. **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/o-que-e/historia/o-que-e-paleolitico.htm>. Acesso em: 30 maio 2023.

QUIQUETO, Ana Maria Barbosa. Análise História Da Revolução Industrial À Educação Profissional No Brasil. **REGRAD**, UNIVEM/Marília-SP, v. 13, n. 3, p 48-57, agosto de 2020. Disponível em: <https://revista.univem.edu.br/REGRAD/article/view/3032/932>. Acesso em: 27 fev. 2024.

RESULTADOS PISA. **Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira | Inep**, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/pisa/resultados> . Acesso em: 27 fev. 2024.

REVOLUÇÃO Industrial. **Wikipedia, a enciclopédia livre**. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Revolu%C3%A7%C3%A3o_Industrial. Acesso em: 30 maio 2023.

ROSSI, Dorival C.; CABEZA, E.R.; STEPHANIN, T. **A Cultura Maker como democratização tecnológica**. In: Ciência Alimentando o Brasil. Bauru: Centro Paula Souza, 2016. Disponível em : chrome-extension://efaidnbmninnibpcapjpcglclefindmkaj/https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/Alimentando2ed/pdf/Alimentando2ed-17-SNCT2016.pdf. Acesso em: 27 fev. 2024.

ROSSI, Dorival Campos; CONTINI, Guilherme Cardoso; GONÇALVES, Juliana Aparecida Jonson; MOON, Rodrigo Malcolm De Barros (Orgs.). **Os Novos Artesãos Digitais e o Antropoceno: das máquinas à consciência global, a cultura maker faz o agora**. Disponível em: <https://www.faac.unesp.br/Home/Pos-Graduacao/MestradoeDoutorado/TelevisaoDigital/ebook-antropoceno.pdf> . Acesso em: 28 fev. 2024.

ROSSI, Dorival Campos; GONÇALVES, Juliana Aparecida Jonson; MOON, Rodrigo Malcolm de Barros (Orgs.). **Movimento Maker e Fab Labs Design, Inovação E Tecnologia Em Tempo Real**. Bauru: Editora FAAC – UNESP, 2019. Disponível em: <https://www.faac.unesp.br/Home/Pos-Graduacao/MestradoeDoutorado/TelevisaoDigital/mmefl.pdf> . Acesso em: 28 fev. 2024.

ROSSI, Dorival Campos; MOREIRA, Jaqueline Costa Castilho; AMÉRICO, Marcos; Contini, Guilherme Cardoso (Orgs.). **Jogos em Ambientes Virtuais: Virtualizações, tecnologias colaborativas e aplicações transdisciplinares**. Bauru: Editora FAAC – UNESP, 2020. Disponível em: <https://www.faac.unesp.br/Home/Pos-Graduacao/MestradoeDoutorado/TelevisaoDigital/ebook-jogos-em-ambientes-virtuais.pdf> . Acesso em: 28 fev. 2024.

SANTOS, Emily; TENENTE, Luiza. Quase 9 milhões de brasileiros de 18 a 29 anos não concluíram a escola, apontam dados divulgados pelo MEC. **G1**, 22 fev 2024. Educação. Disponível em: <https://g1.globo.com/educacao/noticia/2024/02/22/censo-escolar-2023.ghtml> . Acesso em: 27 fev. 2024

SCHWAB, Klaus. **A Quarta Revolução Industrial**. São Paulo: Editora Edipro, 2021.

SEGUNDA Revolução Industrial. **Wikipedia, a enciclopédia livre**. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Segunda_Revolu%C3%A7%C3%A3o_Industrial . Acesso em: 30 maio 2023.

SILVA, Daniel Neves. Revolução Industrial. **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/historiag/revolucao-industrial.htm>. Acesso em: 30 maio 2023.

SILVA, Rosangela Ramos Veloso. **Práticas pedagógicas no ensino-aprendizado do jogo de xadrez em escolas**, Brasília, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.5016/1980-6574.2010v16n3p809>. Acesso em: 27 fev. 2024.

SOUSA, Rafaela. Segunda Revolução Industrial, 2023. **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/historiag/segunda-revolucao-industrial.htm>. Acesso em: 30 maio 2023.

SOUSA, Rafaela. Terceira Revolução Industrial, 2023. **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/terceira-revolucao-industrial.htm>. Acesso em: 30 maio 2023.

UNESP. **CITeB - Centro de Inovação Tecnológica de Bauru**, 2023. Disponível em: <https://www.bauru.unesp.br/#!/citeb>. Acesso em: 17 ago. 2023.

UNESP. **SAGUI LAB - Laboratório de fabricação digital, Hacker Space e wearable design**, 2021. Disponível em: <https://www.faac.unesp.br/#!/departamentos/design/projetos-de-extensao/sagui-lab/>. Acesso em: 17 ago. 2023.