



Lisandra Rodriguez Pereira

**Educação pelo fazer:
reflexões sobre Design e Ensino *Maker* remoto
em um mundo complexo**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial
para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de
Pós-Graduação em Artes & Design da PUC-Rio.

Orientadores: Luiza Novaes
Coorientador: João de Sá Bonelli

Rio de Janeiro
Abril de 2021



Lisandra Rodriguez Pereira

**Educação pelo fazer:
reflexões sobre Design e Ensino *Maker* remoto
em um mundo complexo**

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

Profa. Luiza Novaes

Orientador

Departamento de Artes & Design - PUC-Rio

Prof. João de Sá Bonelli

Departamento de Artes & Design - PUC-Rio

Prof. Jorge Roberto Lopes dos Santos

Departamento de Artes & Design - PUC-Rio

Prof. Ricardo Cunha Michel

Departamento de Química Analítica – UFRJ

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

Lisandra Rodriguez Pereira

Bacharela em Desenho Industrial - Projeto de Produto pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) em 2017. Participou do programa Ciência sem Fronteiras 2014-2015, onde cursou Design e Comunicazione Visiva no Politecnico di Torino, Itália. Designer freelancer por um período de três anos, executou diversos projetos gráficos para pessoas físicas. Desde 2017, atua como educadora *maker* em escola bilíngue situada na zona sul do Rio de Janeiro, onde leciona conteúdos de inovação *maker* em inglês para o Ensino Fundamental I. Desde meados de 2020, exerce o cargo de designer de experiências educacionais, em serviço de home office, para uma empresa do ramo de educação situada em São Paulo. Vencedora do concurso de design de logomarca dos 200 anos do Museu Nacional.

Ficha Catalográfica

Pereira, Lisandra Rodriguez

Educação pelo fazer : reflexões sobre Design e Ensino *Maker* remoto em um mundo complexo / Lisandra Rodriguez Pereira ; orientador: Luiza Novaes. – 2021.
112 f. : il. color. ; 30 cm

Dissertação (mestrado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Artes e Design, 2021.

Inclui bibliografia

1. Artes e Design - Teses. 2. Cultura maker. 3. Ensino remoto. 4. Habilidades e competências do século XXI. I. Novaes, Luiza. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Artes e Design. III. Título.

CDD: 700

Dedico a todos os profissionais que
proporcionam experiências inovadoras para
uma educação mais participativa.

Agradecimentos

À PUC-Rio, ao Laboratório Interdisciplinar Design Educação (LIDE/ DAD) e ao laboratório de Experiências e Ambientes Interativos (EAI/ DAD) por terem proporcionado toda infraestrutura, conhecimento e suporte necessários ao desenvolvimento desta dissertação.

À professora Dra. Luiza Novaes, orientadora desta dissertação, por toda dedicação e confiança que sempre depositou em mim mesmo nos momentos mais difíceis da minha trajetória pessoal, profissional e acadêmica.

Ao professor João de Sá Bonelli, coorientador desta dissertação, por todos os momentos de discussões calorosas sobre novas tecnologias, fabricação digital e ensino prático que me motivaram ainda mais durante a pesquisa.

Ao professor Anael Silva Alves, eterno mestre e amigo, por acompanhar e guiar, indiretamente, meus passos como mestranda mesmo de longe.

Aos meus amigos e colegas de profissão, Victor Vicenzo Ide Scopacasa e Erica Sayuri Ide Scopacasa, por todo apoio, carinho e compreensão sempre. Agradeço de coração à toda equipe Bu-Go pelas palavras encorajadoras.

Aos meus amigos, Pedro Aurelio Ferreira Rocha e Vinicius Hernandes Lopes Ladivez, que me apresentaram ao universo do design de serviço. Agradeço imensamente pelas explicações e referências disponibilizadas.

Ao meu amigo, Joshua Silveira Kritz, que sempre me erguia com uma palavra de ânimo para que eu recobrasse minha autoestima em momentos críticos da minha trajetória acadêmica como mestranda.

Ao meu companheiro, Fabrício Fagundes Peçanha, que esteve ao meu lado desde o início desta jornada, compreendendo meus momentos de ausência e me dando forças sempre que necessário.

À minha família, em especial Tania Regina Rodriguez Pereira e José Geraldo Ramos Pereira, pelo apoio e carinho de sempre.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, do Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) e da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio).

Resumo

Rodriguez Pereira, Lisandra; Novaes, Luiza; Bonelli, João de Sá. **Educação pelo fazer: reflexões sobre Design e Ensino *Maker* remoto em um mundo complexo**. Rio de Janeiro, 2021. 112p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Artes & Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Esta dissertação apresenta reflexões sobre o Ensino *Maker* (EM) à luz de práticas de Design, como contribuição para lidar com as demandas e complexidades dos processos de ensino-aprendizagem na contemporaneidade. O surgimento de um cenário atípico de isolamento social em 2020, decorrente da pandemia da COVID-19, trouxe um novo contexto para as práticas pedagógicas *maker* e consequentemente para esta pesquisa, exigindo que essa metodologia ativa fosse analisada sob a perspectiva do ensino remoto. A pesquisa qualitativa envolveu revisão bibliográfica e documental e observação participante. Primeiramente, definições e premissas *maker* foram levantadas e fundamentadas a partir de autores especializados no tema, como Chris Anderson (2012), Dale Dougherty (2012) e Mark Hatch (2014). Dentre as premissas, o aprendizado prático por meio de projetos possibilitou o estabelecimento de conexões entre EM e Design, acenando com práticas pertinentes para o desenvolvimento de habilidades e competências para o século XXI. Três documentos que discutem os pilares e perspectivas para a educação contemporânea são analisados. A fim de conduzir uma reflexão sobre as repercussões do EM na prática, duas situações de ensino-aprendizagem foram observadas e relatadas: experiências de aulas *maker* remotas em uma escola particular e observação participante em um projeto de aprendizagem prática para escolas públicas, ambas voltadas para o ensino fundamental. A partir da articulação entre as ideias dos autores estudados e os dados coletados, registrados e interpretados, reflexões são elaboradas e uma proposta de redesign de experiência *maker* remota é apresentada como contribuição para uma aprendizagem criativa e participativa a distância.

Palavras-chave

Cultura *maker*; ensino remoto; habilidades e competências do século XXI.

Abstract

Rodriguez Pereira, Lisandra; Novaes, Luiza; Bonelli, João de Sá. **Learning-by-doing: reflections about Design and remote Maker Education in a complex world.** Rio de Janeiro, 2021. 112p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Artes & Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

This master thesis presents reflections on Maker Education (EM) in the light of Design practices, as a contribution to deal with the demands and complexities of teaching-learning processes in contemporary times. The emergence of an atypical scenario of social isolation resulting from the pandemic COVID-19, brought a new context to the pedagogical practices of the maker and consequently to this research, requiring that this active methodology could also be analyzed from the perspective of remote education. The qualitative research involved bibliographic and documentary reviews, besides a participant observation. First, definitions and maker premises were raised and founded based on authors specialized in the theme, such as Chris Anderson (2012), Dale Dougherty (2012) and Mark Hatch (2014). Among the premises, practical learning through projects made it possible to establish connections between EM and Design, indicating relevant practices for the development of skills and competences for the 21st century. Three documents that discuss the pillars and perspectives for contemporary education are analyzed. In order to conduct a reflection on the repercussions of EM in practice, two teaching-learning situations were observed and reported: experiences of remote maker classes in a private school and a participant observation in a hands-on project for public schools, both aimed at elementary education. Based on the articulation between the ideas of the authors studied and the data collected, reported and interpreted, reflections are elaborated and a proposal to redesign the remote maker experience is presented as a contribution to creative and participative learning at distance.

Keywords

Maker culture; remote learning; 21st century skills and competences.

Sumário

1 . Introdução	13
1.1. Contextualização	13
1.2. Objeto da pesquisa	17
1.3. Objetivos	17
1.3.1. Geral	17
1.3.2. Específicos	18
1.4. Situação problemática	18
1.5. Justificativa e relevância	19
1.6. Hipótese de pesquisa	19
1.7. Procedimentos metodológicos	19
1.8. Estrutura da dissertação	22
2 . <i>Maker</i> : do movimento ao ensino	24
2.1. Uma “revolução” ao estilo <i>hands on</i>	24
2.2. Novos caminhos da educação no século XXI	32
2.3. Aprendizagem <i>maker</i> sob o olhar do Design	41
3 . Cultura de inovação remota nas escolas	47
3.1. <i>Makers</i> em tempos de pandemia	47
3.2. Programa On-line Class	50
3.2.1. Contexto de atividades <i>maker</i> assíncronas	50
3.2.2. Contexto de atividades <i>maker</i> síncronas	53
3.3. Projeto Robótica nas Escolas	56
3.3.1. Pré-projeto	56
3.3.2. Desenvolvimento	57
3.3.3. Pós-projeto	69
3.4. Reflexões sobre Ensino <i>Maker</i> remoto	70
4 . Diretrizes para design de experiência de ensino-aprendizagem <i>maker</i> em contexto remoto	73

4.1. Etapa de imersão	73
4.2. Etapa de análise e síntese	74
4.2.1. Criação de personas	75
4.2.2. Mapa de Empatia	77
4.2.3. Jornada do usuário	78
4.2.4. Insights e oportunidades	80
4.3. Etapa de ideação	82
4.3.1. Geração de ideias	83
4.3.2. Decisão e refinamento	86
5 . Considerações finais	93
6. Referências bibliográficas	96
7. Apêndices	99

Lista de figuras

Figura 1 - Processos de produção.....	29
Figura 2 - Diagrama de pilares, domínios e competências.....	39
Figura 3 - Espiral de aprendizagem criativa.....	42
Figura 4 - Aluno construindo máquina de Rube Goldberg.....	46
Figura 5 - Produções em contexto assíncrono (2º ano EF I)	52
Figura 6 - Produções em contexto síncrono (3º e 4º ano EF I).....	55
Figura 7 - Módulos Scopabits e jacarés de fixação	56
Figura 8 - Kit do projeto RNE.....	57
Figura 9 - Card de conhecimento (protótipo)	60
Figura 10 - Card de desafio (circuitos elétricos)	61
Figura 11 - Card de desafio (brinquedo eletrônico)	63
Figura 12 - Protótipo robô pintor	64
Figura 13 - Produções de circuitos elétricos	67
Figura 14 - Compartilhamento de produções na plataforma.....	68
Figura 15 - Produções dos desafios de trilhas.....	69
Figura 16 - Biblioteca virtual de robôs	70
Figura 17 - Persona 01: Luiza Vieira	75
Figura 18 - Persona 02: Bento Sobral	76
Figura 19 - Persona 03: David Alves	76
Figura 20 - Persona 04: Júlia Souza.....	77
Figura 21 - Geração de insights.....	80
Figura 22 - Oportunidades de design	81
Figura 23 - Diagrama de afinidade (parte 1).....	84
Figura 24 - Diagrama de afinidade (parte 2).....	85
Figura 25 - Detalhe da matriz impacto x esforço	86
Figura 26 - Mapa de empatia (persona 01).....	100
Figura 27 - Mapa de empatia (persona 02).....	100
Figura 28 - Mapa de empatia (persona 03).....	100
Figura 29 - Mapa de empatia (persona 04).....	100

Figura 30 - Mapa de jornada do usuário (persona 01).....	100
Figura 31 - Mapa de jornada do usuário (persona 02).....	100
Figura 32 - Mapa de jornada do usuário (persona 03).....	100
Figura 33 - Mapa de jornada do usuário (persona 04).....	100
Figura 34 - Matriz de prioridade para oportunidades	100
Figura 35 - Geração de ideias	100
Figura 36 - Matriz impacto x esforço.....	100

Lista de quadros

Quadro 1 - Visão metodológica geral	21
Quadro 2 - Descrição de espaços maker	31
Quadro 3 - Domínios e habilidades do século XXI	35
Quadro 4 - Atenção média diária de alunos on-line.....	54
Quadro 5 - Detalhamento de etapas do projeto RNE	58
Quadro 6 - Compartilhamento assíncrono do projeto RNE	68
Quadro 7 - Detalhamento de solução A.....	87
Quadro 8 - Detalhamento de solução B.....	88
Quadro 9 - Detalhamento de solução C	89
Quadro 10 - Detalhamento de solução D	90
Quadro 11 - Detalhamento de solução E.....	91
Quadro 12 - Detalhamento de solução F	92

1. Introdução

1.1. Contextualização

Movimento *maker*. *Makerspaces*. *Maker labs*. *Maker Faires*. Muito se tem falado sobre esses termos, revelando um crescente interesse ao redor do “*maker*”. Cada vez mais pessoas estão engajadas em tudo que concerne à palavra – criar, construir, consertar e customizar coisas – transformando o mundo que as rodeia. No entanto, o conceito em si vai muito além do “fazer”.

Segundo Mark Hatch (2014), autor do livro *The Maker Movement Manifesto* e CEO da Techshop¹, a essência do movimento se configura em um manifesto *maker* que trata da congruência de valores ligados não somente ao ato de fazer, mas de aprender, experimentar, mudar, brincar, participar, apoiar e compartilhar. Um dos responsáveis por dois grandes marcos na história do movimento *maker* que repercutiram na alcunha do seu termo, a revista *Make Magazine* e o evento *Maker Faire*, Dale Dougherty (2012) já seguia a mesma linha de pensamento e evitava utilizar a palavra “inventor” para definir quem seria considerado *maker*:

Quando falo sobre o movimento *maker*, faço um esforço para me manter longe da palavra “inventor” – muitas pessoas não se reconhecem assim. “*Maker*” descreve quem somos, não importa como vivemos nossas vidas ou quais serão nossos objetivos. Somos todos *makers*. (DOUGHERTY, 2012, p.11, tradução nossa)

Frequentemente, em eventos ou mesmo em uma discussão a respeito de movimento ou cultura *maker*, uma das perguntas mais frequentes é “o que é ser um *maker*?”. As respostas que se seguem a essa questão são tão variadas e abrangentes que se torna difícil encontrar uma única definição para “*maker*”.

Tendo como base as referências citadas e as experiências profissionais da autora desta dissertação com o tema, pode-se entender que seria a capacidade de (re)inventar e consertar os próprios objetos através da execução de projetos e atividades práticas por meio do exercício da criatividade e compartilhamento de ideias com o objetivo de satisfazer uma motivação intrínseca, seja por conhecimento, por satisfação ou por quaisquer outras razões pessoais, ou extrínseca, ao concentrar esforços em prol de terceiros.

¹ Techshop – Rede norte-americana de oficinas com espaço para prototipagem, eventos e cursos. Disponível em: <https://www.acontecenovale.com/techshop-the-hackerspace/>. Acesso em 01/03/2021.

De acordo com a citação de Dougherty (2012, p. 11), seres humanos são, por sua natureza, *makers* e o movimento de mesmo nome é nada mais do que a celebração desse fato. Apesar de ser um conceito recente, especialmente no Brasil, a cultura ou movimento *maker* começou de modo incipiente no exterior desde a década de 70, coincidindo com a aparição dos primeiros computadores pessoais; porém sem termo definido, como veremos mais adiante. No entanto, o movimento começou a ganhar nome e repercussão somente na década de 2000, com o surgimento da revista *Make Magazine* e do evento internacionalmente conhecido, *Maker Faire*.

Ainda segundo o autor, o movimento *maker* não é um modismo, “[...] surgiu em parte por causa da necessidade de engajamento apaixonado das pessoas por objetos de modo que as tornassem algo mais do que apenas consumidores” (DOUGHERTY, 2012, p. 12, tradução nossa).

Mitchel Resnick (2013), diretor do laboratório de pesquisa *Lifelong Kindergarten* (MIT Media Lab) e criador da linguagem de programação para crianças *Scratch*, afirma que embora a maioria das pessoas envolvidas com o movimento *maker* não estejam ligadas diretamente à educação, as ideias e práticas *maker* são repercussões de conceitos tradicionais desse campo – desde a escola progressista de John Dewey até o construcionismo de Seymour Papert – que encorajavam uma aprendizagem experimental, baseada em projetos. Essas metodologias, como as empregadas por Piaget, Vygotsky, Montessori, dentre outros educadores e pedagogos renomados, sugeriam um ensino através da prática, onde o aluno pudesse ser protagonista do seu próprio conhecimento ao construir seus saberes a partir de sucessivas tentativas e erros.

Relacionando as correntes educacionais da época com o recente “boom” das premissas propostas pelo movimento *maker*, podemos inferir que o momento em que vivemos é muito mais uma retomada tardia desses conceitos do que uma “revolução” propriamente dita dos valores e práticas educativas. As constantes mudanças, no campo do Design e no mundo, estão nos obrigando a rever esses conceitos, a redescobrir e reinventar novas formas de produção e de ensino-aprendizagem. A partir dessa reflexão, assumimos que o tema desta dissertação trata do Ensino *Maker* em um mundo complexo.

Grande parte das escolas, públicas e privadas, ainda segue um modelo tradicional de ensino estabelecido no século XIX, na Sociedade Industrial, que coloca o professor como fonte única do saber e os estudantes como sujeitos passivos que apenas recebem e replicam conhecimentos em provas ou trabalhos de avaliação, com pouca ou nenhuma aplicação prática.

Em tempos passados, a era industrial marcada como “Segunda Revolução Industrial”, trouxe consigo a disciplina do trabalho árduo, padronizado, inserido em um sistema vertical de produção, de valorização do capital financeiro e da propriedade intelectual. Em consonância, o formato de ensino atendia às expectativas daquela época, configurando um ambiente sistematizado:

- **Espaços delimitados:** carteiras enfileiradas e direcionadas ao professor não permitem efetiva colaboração e troca de informações entre alunos, proporcionando baixos níveis de interação;
- **Hierarquia rígida:** professor detentor do conhecimento se põe em uma posição superior ao aluno, que participa de forma passiva;
- **Baseada em disciplina:** níveis de comportamento e grau (nota) são mais valorizados que o processo de aprendizagem;
- **Lógica de produção:** preparação de indivíduos para o mercado de trabalho (geração de mão de obra);
- **Lógica de divisão do saber:** disciplinas divididas em áreas que não dialogam entre si (pouca ou nenhuma interdisciplinaridade);
- **Ensino massificado:** generalização do ensino, desconsiderando qualquer necessidade especiais e/ou inteligências múltiplas.

Mais recentemente, termos como “Terceira Revolução Industrial” (RIFKIN, 2011), “Nova Revolução Industrial” (ANDERSON, 2012) e “Quarta Revolução” ou “Indústria 4.0” (SCHWAB, 2016) vêm sendo utilizados como forma de conceituar uma situação emergente no tocante ao Design e aos processos alternativos de manufatura. Segundo Neves (2014), esse momento tem sido marcado por princípios da era digital como open design, co-design e redes de compartilhamento, associados a novas práticas de produção.

De acordo com Blickstein (2013), um professor do século XVI teria pouco trabalho para se adaptar às práticas de ensino atuais – apesar do grande esforço que faria para compreender nossos avanços no conhecimento. Isso porque as práticas de ensino pouco mudaram. Se há tanto progresso industrial e tecnológico, porque a educação se mantém essencialmente a mesma desde o século XIX? Se o mundo está passando por mudanças significativas, porque o sistema de ensino não prioriza criatividade, pensamento crítico, colaboração e comunicação (4C’s²) para que os alunos possam lidar com situações e problemas inusitados?

² 4C’s – conjunto de habilidades fundamentais ao desenvolvimento de alunos no século XXI – creativity, critical thinking, collaboration, communication – proposto pela National Education Association (NATIONAL EDUCATION ASSOCIATION et al., 2012).

“Num sentido mais amplo, as escolas deveriam minimizar habilidades técnicas e enfatizar habilidades para propósitos genéricos na vida.” (HARARI, 2018, p. 278). Ainda segundo o autor, os objetivos mais importantes da educação no século XXI são, provavelmente, o desenvolvimento de inteligência emocional e equilíbrio mental para lidar com um mundo agitado, para continuar aprendendo e, sobretudo, para se reinventar repetidamente.

Considerando essa premissa, o estudo se justifica como forma de reflexão sobre as possibilidades de ensino de ordem prática que sejam adequadas às demandas da sociedade contemporânea. Certas habilidades como trabalho em equipe, facilidade de relacionamento, pensamento crítico, criatividade, persistência e proatividade não conseguem ser supridas pelo mesmo modelo educacional de 200 anos atrás. Torna-se necessário, portanto, valorizar a aplicabilidade e não somente a posse do conhecimento para que o aluno aprenda a aprender, refletindo sobre sua prática e derivando seus conhecimentos para lidar com um mundo de incertezas e de complexidades (SCHÖN, 2000).

Nesse sentido, algumas práticas advindas do movimento *maker* começam a surgir dentro do contexto pedagógico com o intuito de modernizar o ensino-aprendizagem através do empoderamento das crianças e jovens na criação de projetos coletivos e na resolução de problemas de forma inovadora, tornando-os protagonistas do próprio conhecimento. A partir disso, a hipótese da pesquisa foi formulada na crença de que essas práticas *maker*, igualmente partilhadas no campo do Design, podem trazer impactos significativos para a formação acadêmica e pessoal em um mundo de complexidade do século XXI, tornando o indivíduo apto a lidar com situações e problemas reais.

No início da pesquisa, o objetivo se voltava essencialmente à compreensão das relações e práticas entre Design e Ensino Maker (EM) e seus impactos no processo de ensino-aprendizagem. Contudo, o cenário de isolamento social instaurado em março de 2020 como medida preventiva à disseminação da COVID-19, trouxe reflexões oportunas ao estudo em questão. Poderia o ensino remoto, adotado como solução pela maioria das escolas durante a quarentena, atender às demandas de propostas práticas e colaborativas do EM? Que tipos de contribuições ou entraves essa modalidade de ensino poderia proporcionar ao processo de ensino-aprendizagem de alunos e educadores?

À luz de uma investigação de caráter exploratório-descritivo com abordagem qualitativa, exploramos as possíveis relações entre cultura *maker*, design e educação de maneira ampla em um primeiro momento, através de uma pesquisa teórica, bibliográfica e documental. Em um segundo momento, adotamos uma

abordagem mais específica voltada à compreensão das implicações que o ensino remoto poderia trazer ao contexto de aulas *maker*, sobretudo nas relações de aprendizagem entre professor-aluno e entre alunos e seus colegas. Para tanto, foram conduzidas sessões de observação remota em aulas *maker* virtuais a fim de preservar o bem-estar e a saúde física dos participantes e da autora desta pesquisa. Vale destacar que a autora exerceu o papel de educadora e observadora, sendo responsável pela elaboração e implementação das propostas de aula observadas em ambiente de aprendizagem remota.

Por fim, os dados coletados foram analisados e interpretados com o intuito de gerar material suficiente para formular uma proposta de experiência de ensino-aprendizagem *maker* remota participativa e colaborativa. Com essas proposições, desejamos inspirar pesquisadores, designers e educadores a conduzir caminhos cada vez mais assertivos no Ensino *Maker* remoto.

Do mesmo modo que a vivência profissional da autora desta dissertação trouxe questionamentos significativos para a pesquisa, esperamos que a presente leitura proporcione inquietações no leitor de modo que essa centelha possa agir como agente catalisador de discussões e compartilhamento de ideias, agregando pessoas em um universo colaborativo tal qual o movimento *maker* se propõe, pois acreditamos que somente através da junção de mentes criativas conseguimos gerar impacto e transformação no mundo em que estamos inseridos.

1.2. Objeto da pesquisa

O objeto central dessa pesquisa é a relação entre os princípios do movimento *maker*, as práticas de projeto em Design e a educação básica no século XXI, em ambiente presencial e remoto.

1.3. Objetivos

1.3.1. Geral

Compreender os efeitos das relações entre Design e Ensino *Maker* (EM) na educação básica, observando como essas relações podem ser afetadas no contexto de sala de aula remota na formação de indivíduos preparados para as demandas da contemporaneidade.

1.3.2. Específicos

1. Contextualizar o surgimento do movimento *maker* e de suas premissas;
2. Compreender a essência do movimento *maker* e sua constituição básica composta por pessoas, ferramentas/ máquinas e espaços;
3. Observar e refletir sobre as influências e contribuições do movimento *maker* na aprendizagem;
4. Analisar o panorama de desafios para a educação contemporânea com relação às competências e demandas do século XXI;
5. Investigar os princípios do Ensino *Maker*, à luz de práticas em Design, comparando-os a métodos e estratégias de ensino igualmente baseados na experimentação;
6. Refletir sobre aspectos que possibilitam o exercício de atividades *maker*, mesmo em um contexto de ensino remoto;
7. Propor um redesign de experiência para Ensino *Maker* remoto que contribua para uma aprendizagem criativa e participativa em tempos de isolamento social.

1.4. Situação problemática

Embora a Educação *Maker* ou Ensino *Maker* (EM) esteja ganhando espaço gradativo nas instituições particulares brasileiras com a promessa de desenvolver habilidades e competências cognitivas e socioemocionais para a resolução de problemas de forma criativa, ela tende a ser relegada ao posto de atividade extracurricular ao invés de representar um aporte prático interdisciplinar como metodologia ativa de ensino integrada à grade curricular da escola. Além disso, dúvidas sobre sua real contribuição para o aprendizado e a crença de custos elevados, tanto para capacitação profissional quanto para implementação, representam alguns dos desafios para sua adoção (NAV DIGITAL, 2020).

Ao iniciar esta dissertação, a situação problemática encontrada era mais simples do que a apresentada agora, baseando-se no questionamento acerca do impacto do Ensino *Maker* na educação para o século XXI. No entanto, ao longo da mesma, um cenário atípico de isolamento social decorrente da pandemia do novo coronavírus (COVID-19) trouxe um desafio a mais para a pesquisa. Ainda seria possível observar os mesmos impactos ao transpor essa metodologia, essencialmente prática, para um espaço de ensino remoto?

1.5. Justificativa e relevância

Em uma sociedade contemporânea que valoriza certas habilidades como flexibilidade, criatividade e capacidade de trabalhar em grupo para enfrentar desafios globais (UNESCO, 2015), soa contraditória uma proposta de ensino em que os alunos se atenham somente à absorção passiva e à reprodução de conhecimento, sem qualquer aplicação prática que venha simular situações reais.

Por mais que existam instituições e profissionais que ainda desconheçam este método, acreditamos que o Ensino *Maker* possa servir de ferramenta prática para trabalhar a educação de forma mais participativa e integral, ou seja, abrangendo a relação do indivíduo em três instâncias: a relação com ele mesmo, com o outro e com a sociedade. Adquirindo competências nessas três áreas, o aluno estaria mais apto a transformar ideias em realidade, não somente dentro como fora da sala de aula, reforçando a ideia de educar para a vida.

Investigar e compreender os reais impactos do Ensino *Maker* à luz de práticas do Design na educação, tanto presencial quanto remota, apresenta relevância para elucidar certos questionamentos sobre a adequação dessa metodologia às questões atuais relacionadas ao ensino básico.

1.6. Hipótese de pesquisa

A educação pelo fazer, propiciada pela incorporação do Ensino *Maker* nas escolas, desenvolve nos alunos habilidades e competências para atividades em grupo, para o exercício do pensamento crítico, para lidar com diferentes opiniões e para argumentar e embasar suas ideias, preparando-os para lidar com problemas complexos da contemporaneidade. Por se tratar de uma metodologia ativa, ela proporciona maior engajamento e proatividade ao realocar a posição do aluno para o centro do processo de aprendizagem de forma prática, mesmo em um contexto de ensino remoto.

1.7. Procedimentos metodológicos

Os procedimentos metodológicos foram embasados nos estudos de teóricos contemporâneos da metodologia de pesquisa, os quais realçam a importância da experiência do objeto para seu melhor entendimento em detrimento de um pesquisador distante, que olha pelas lentes da teoria e não inclui a prática em sua rotina. Segundo Donald Schön (1998), em seu livro *The Reflective Practitioner – How professionals think in action*, alguns objetos não são passíveis de compreensão

pela teoria, necessitando do trabalho de campo para total entendimento do fenômeno. Por isso, o objeto de estudo necessita ser vivenciado pela prática, para que se aprenda por ela, uma vez que a dissertação aborda explicitamente as questões relacionadas ao “fazer”.

Dessa maneira, esse material se utilizou não somente de referências teóricas e conceitos provenientes do campo da educação, do Design e da cultura *maker* por meio de uma pesquisa bibliográfica, mas também recorreu a observações e experiências de Ensino *Maker* remotas como forma de reflexão sobre a prática profissional exercida pela autora da pesquisa.

A metodologia proposta é qualitativa visto que este método, segundo Gray (2012), exige do pesquisador a adoção de uma postura de reflexão sobre as formas sutis com que o viés pode penetrar em sua prática de pesquisa por meio da influência de sua formação e visões pessoais. A experiência de imersão no campo de atuação do tema da pesquisa abriu possibilidades de interpretação que não seriam possíveis caso não houvesse essa oportunidade.

Seguindo os pensamentos de Bogdan e Biklen (2006) sobre o entendimento da pesquisa qualitativa em educação, os métodos de pesquisa seguiram os seguintes aspectos: 1) utilização de ambiente natural como fonte direta de dados e o pesquisador como principal instrumento através de contato direto e imersivo no campo; 2) coleta de dados de forma descritiva, considerando a realidade e a experiência individual; 3) preocupação com o processo maior que com o produto, uma vez que a pesquisa retrata o ato de fazer e suas consequências para o aprendizado e para a vida. A partir desses parâmetros, foram elencados uma série de métodos e ferramentas de pesquisa, cada qual aplicável a uma ou mais etapas específicas da dissertação, conforme discriminado a seguir:

Pesquisa bibliográfica: faz parte do momento exploratório da pesquisa, onde se buscou uma maior compreensão do tema através de leitura e análise de artigos, teses e livros. Essa etapa se destinou à compreensão do movimento *maker* e suas conexões com a educação, à análise dos desafios para a educação no século XXI e à comparação entre Ensino *Maker* e práticas de Design como forma de evidenciar os aspectos metodológicos aplicáveis à educação.

Relato de experiência: buscando contribuir para a construção de conhecimento na área em um contexto pouco conhecido, essa etapa da pesquisa envolveu relatos de experiências profissionais vividas em escola particular, dentro de um cenário atípico de Ensino *Maker* remoto, durante o isolamento social decorrente da pandemia da Covid-19.

Observação participante: a observação desta pesquisa se deu de forma remota, em ambiente virtual, através da participação da autora como profissional-pesquisadora (GRAY, 2012) em um projeto *maker* com escolas públicas de três cidades distintas, Manaus, Rio Claro e Joinville.

Durante todo o processo, houve a preocupação com uma verificação prévia do material, tratamento e interpretação dos resultados coletados. Em suma, decidimos organizar os recursos e ferramentas metodológicas em um quadro de forma a possibilitar uma visão panorâmica do método adotado nesta pesquisa qualitativa e exploratória (Quadro 1).

VISÃO GERAL DO MÉTODO				
ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3	ETAPA 4	ETAPA 5
Pesquisa Bibliográfica		Relato de experiência	Pesquisa de campo	Reflexão sobre dados
Pesquisa bibliográfica através de revisão de literatura pertinente.	Leitura e análise de documentos da área de educação para o séc. XXI.	Pesquisa de campo com aulas <i>maker</i> remotas em escola particular.	Pesquisa de campo com projeto <i>maker</i> remoto em escolas públicas.	Interpretação e reflexão sobre dados para propostas pedagógicas <i>maker</i> .
FINALIDADE				
Compreender o movimento <i>maker</i> e suas relações com a educação, estabelecendo um paralelo com o Design.	Elencar as competências para o séc. XXI a fim de compreender e dimensionar os desafios para a educação.	Descrever a rotina de sala de aula e o comportamento dos alunos durante as práticas <i>maker</i> em ambiente remoto.	Observar e descrever as respostas aos estímulos e atividades propostas em projeto pontual para escolas públicas.	Propor um redesign de experiência de ensino mais participativo em ambiente remoto.
INSTRUMENTOS DE PESQUISA				
Livros, artigos científicos, teses e dissertações publicados de 10 anos até dias atuais.	Documentos oficiais elaborados para a definição das habilidades e competências do séc. XXI	Relato de experiência profissional: descrição e registros dos resultados obtidos nas aulas remotas.	Observação participante: descrição e registros dos resultados da aplicação do projeto remoto.	Utilização de ferramentas do design de serviço para formulação da proposta.

Quadro 1 - Visão metodológica geral
Fonte: elaborado pela autora.

Após a coleta de dados, os conteúdos foram organizados por relevância, de forma a agrupar apenas informações pertinentes à pesquisa. Em seguida, as informações pertinentes aos relatos e à observação participante foram tratadas e codificadas com base na participação ativa e no processo de aprendizagem prática do aluno como unidades básicas de registro. Por fim, a interpretação foi feita através da utilização de ferramentas provenientes do *design thinking* e do design de serviços como forma de organizar, comparar e agrupar os resultados, possibilitando a elaboração de oportunidades de design que nortearam o processo de concepção da proposta final.

1.8. Estrutura da dissertação

O capítulo 1 contextualizou as ideias que serviram de motivação para a presente pesquisa, decorrentes sobretudo das reflexões e experiências profissionais vivenciadas pela autora, tanto como designer quanto como educadora especialista *maker*. Foram estruturados objetivo geral e objetivos específicos, hipótese da pesquisa, justificativa e relevância, dentro do contexto de práticas maker como estratégia de ensino-aprendizagem no âmbito geral e remoto. Por fim, os procedimentos metodológicos foram organizados de forma sistemática em um quadro de visão geral do método, possibilitando a visualização global da estrutura da dissertação, dos métodos utilizados e dos resultados pretendidos para cada etapa.

O capítulo 2 discorreu sobre o surgimento do movimento *maker* e suas premissas, traçando um panorama das revoluções industriais precedentes em uma análise comparativa. Neste contexto, o movimento se destaca não apenas por seus métodos de produção, mas pelo processo de aprendizado colaborativo envolvido na atividade prática. Em consonância, foram evidenciadas, à luz de práticas de Design, algumas habilidades e competências comuns ao Ensino *Maker* que tornam essa metodologia uma promessa relevante para as demandas da educação contemporânea.

O capítulo 3 serviu à descrição e análise de relato de experiência sobre Ensino *Maker* remoto em escola particular e observação participante em projeto mão na massa on-line destinado a escolas públicas, ambas experiências no ensino fundamental. Ao final do capítulo, refletimos acerca das experiências vivenciadas para melhor compreensão dos resultados observados, levando em conta não somente o contexto sociocultural de cada situação, mas também as

abordagens e ferramentas pedagógicas utilizadas na proposta de atividades práticas de forma remota.

O capítulo 4 se propôs a um redesign de experiência *maker* remota a fim de contribuir para um processo de ensino-aprendizagem participativo, mesmo em modalidade on-line. Para tanto, foram utilizadas algumas ferramentas provenientes do *design thinking* – insights, oportunidades, sessões de *brainstorming* – e do design de serviços – persona, mapa de empatia, jornada do usuário, diagrama de afinidade – como forma de mapear os pontos críticos de contato que deveriam ser repensados dentro de uma proposta de Ensino *Maker* remoto para continuar promovendo engajamento e proatividade nos alunos.

O capítulo 5 trouxe considerações finais para esclarecer algumas limitações da pesquisa em função do contexto de isolamento social, além de guiar o leitor para uma possível continuação da pesquisa, sugerindo a utilização de outras ferramentas para complementação da proposta e a realização de testes para comprovar sua eficácia de forma prática.

2. *Maker*: do movimento ao ensino

Este capítulo tem como objetivo definir conceitos e princípios que regem o movimento *maker*, destacando seus valores mais relevantes – aplicados ao fazer – para o processo de ensino-aprendizagem sob a forma de metodologia ativa. A partir da análise de questões subjetivas acerca das demandas da educação contemporânea e da reflexão sobre teorias de aprendizagem voltadas à prática, estabelecemos um paralelo entre Ensino *Maker* e Design, evidenciando possíveis contribuições pedagógicas para uma educação participativa.

2.1. Uma “revolução” ao estilo *hands on*

Segundo o dicionário eletrônico da língua portuguesa Houaiss (2009), pode-se encontrar uma série de definições para a palavra revolução. Entretanto, duas delas se destacam como base para a compreensão do termo de acordo com a semântica abordada nesse tópico, a qual se refere à ideia de transformação ou mudança de um cenário vigente.

revolução (lat. *revolutio*, ónis 'ato de revolver')

- substantivo feminino

Derivação: por analogia, sentido figurado. Grande transformação, mudança sensível de qualquer natureza, seja de modo progressivo, contínuo, seja de maneira repentina. Exs.: r. das ciências, r. econômica, r. dos costumes.

Rubrica: política. Movimento de revolta contra um poder estabelecido, e que visa promover mudanças profundas nas instituições políticas, econômicas e culturais.

(HOUAISS, 2009)

De acordo com Klaus Schwab (2016, p. 18), “Em nossa história, as revoluções têm ocorrido quando novas tecnologias e novas formas de perceber o mundo desencadeiam uma alteração profunda nas estruturas sociais e nos sistemas econômicos”. Dentre tantas revoluções estabelecidas ao longo dos séculos, as ditas revoluções industriais mudaram drasticamente os panoramas político, social e econômico em níveis globais, uma vez que reconfiguraram o modo como a sociedade lida com os meios de produção a partir da adesão de novas tecnologias de exploração e de transformação da matéria-prima em produtos comercializáveis.

A primeira revolução industrial, datada no fim do século XVIII, representou uma transição do paradigma mundial da era artesanal para a produção fabril, caracterizada pela utilização do carvão e ferro, além do surgimento das máquinas a vapor que possibilitaram uma produção em níveis jamais vistos anteriormente. Pode-se dizer que a mecanização da indústria e da agricultura possibilitou o desenvolvimento desse tipo de sistema, automatizando tarefas até então consideradas essencialmente artesanais ou manuais, que dependiam da força muscular e da destreza do trabalhador. Nesse cenário, a Inglaterra tornou-se a principal potência da época por ser a pioneira na produção fabril, gerando produtos de forma barata e rápida em diversos setores.

A segunda revolução industrial ocorreu cerca de um século depois da primeira – na metade final do século XIX – sendo simbolizada pela substituição da energia a vapor pela eletricidade, pelo petróleo como fonte de energia básica e pelo advento das linhas de montagem, reorganizando a vida e os processos de trabalho para a produção em massa com hiperespecialização do conhecimento.

Conforme mencionado brevemente no capítulo anterior, vive-se tempos de transição social, econômica e política. Petróleo e demais combustíveis fósseis, que ainda fazem parte do modo de vida industrial, estão se esgotando, e as tecnologias que se utilizam desse tipo de fonte de energia se tornaram antiquadas e nocivas, ao passo que acarretam mudanças climáticas significativas para o planeta. A desigualdade social se mostra cada vez mais evidente; se de um lado empresas lucram excessivamente, do outro pessoas enfrentam fome e inanição.

Esse panorama nos leva a crer que o mundo precisa de uma nova narrativa econômica capaz de garantir um futuro mais igualitário e sustentável. Rifkin (2011) menciona que a Terceira Revolução Industrial, como última das grandes Revoluções Industriais, estabelece uma era colaborativa emergencial, marcada por redes sociais e por profissionais liberais e técnicos.

A terceira revolução industrial, conhecida como revolução digital, começou na década de 1960 “[...] impulsionada pelo desenvolvimento dos semicondutores, da computação em *mainframe* (década de 1960), da computação pessoal (década de 1970 e 1980) e da internet (década de 1990)” (SCHWAB, 2016, p. 18). A partir disso, pode-se dizer que a terceira revolução industrial se utilizava dos avanços da computação e da comunicação para alavancar os níveis de conhecimento científico em diversas áreas, desde engenharia até tecnologia espacial.

A característica principal dessa revolução é que a informação e o conhecimento são a principal força produtiva, assim como o vapor, petróleo e eletricidade foram para suas respectivas revoluções industriais. No entanto, o que

difere o conhecimento como motriz de revolução em comparação com seus antecessores é justamente seu caráter inesgotável e de baixo custo – comparado ao carvão ou petróleo – sendo retroalimentado através da experimentação e do compartilhamento de ideias.

Segundo Klaus Schwab (2016), diretor e fundador do Fórum Econômico Mundial, a terceira não seria a última das revoluções. A quarta revolução industrial ou Indústria 4.0, conceito por ele desenvolvido, é uma realidade defendida por diversos economistas e teóricos de áreas afins como enquadramento do atual cenário socioeconômico. De acordo com suas premissas, a industrialização atingiu uma quarta fase, que novamente “transformará fundamentalmente a forma como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos” (SCHWAB, 2016). Baseada na era digital, a quarta revolução é caracterizada por uma internet mais ubíqua e móvel, por sensores menores e mais poderosos que se tornam mais baratos e pela inteligência artificial e aprendizagem automática (ou aprendizado de máquina).

Sabe-se que falar de uma tal “revolução” desse nível parece utópico enquanto ainda se vive em um sistema fabril verticalizado e analógico. No entanto, comparando a discussão dos últimos autores, pode-se dizer que algumas das práticas mencionadas estão começando a fazer parte da nossa realidade – espaços de compartilhamento de meios de produção e ideias (*makerspaces*, *hackerspaces*, *fab labs*), empreendedorismo, economia colaborativa, digitalização do conhecimento, dentre outros.

Chris Anderson (2012) sustenta a ideia de que empreendedores e inventores não estão mais à mercê de grandes companhias para produzir suas ideias. Atualmente, qualquer pessoa que tenha um bom projeto e acesso à Internet tem a possibilidade de contratar serviços de prototipagem em pequena ou larga escala, ou ainda produzi-lo de forma autônoma através de máquinas de fabricação digital como impressoras 3D, cortadoras a laser e fresadoras CNC, por exemplo. No fim das contas, parece que a habilidade inata do ser humano de projetar o seu entorno não foi totalmente apagada pela industrialização, mas foi resgatada de algum modo pelo ressurgimento do conceito *DIY*, agora incorporado à era digital.

Por mais que a modernização dos processos de produção tenha limado em parte a capacidade criativa do indivíduo, resumindo-os a meros consumidores de bens e serviços, alguns grupos de hobbistas, amadores e entusiastas ainda a mantêm, projetando seus artefatos, criando e compartilhando ideias e técnicas. A cultura que surge desse movimento, precursora ao Movimento *Maker*, é conhecida como *DIY* (*Do It Yourself* – Faça Você Mesmo). Segundo Buechley *apud* Cabeza et al. (2015) “DIY envolve um conjunto de atividades criativas em que as pessoas

usam, adaptam e modificam os materiais existentes para produzir alguma coisa [...]”. Essas técnicas podem vir a ser compartilhadas com a finalidade de permitir que outras pessoas possam reproduzir, reinterpretar, modificar e estender seus conceitos a outros níveis.

As origens da ideia *DIY* podem ser traçadas ainda na primeira década do século XX, quando norte-americanos defensores do movimento *Arts and Crafts*³ começaram a promover interesse por reforma e criação de mobiliários simplistas para casa, encorajando pessoas a desenvolver e/ou customizar seus próprios produtos (GOLDSTEIN, 1998). Entre 1900 e 1940, esses fatores contribuíram para a criação de uma infraestrutura de remodelagem de casas que mudou significativamente a maneira com a qual os americanos viam seus lares, semeando as sementes do estilo faça-você-mesmo. Geiber *apud* Goldstein (1998) afirma que a primeira aparição do termo “*do-it-yourself*” se deu em um artigo de 1912 que incitava donos de casa a pintarem seus lares ao invés de contratar um profissional para fazer o serviço.

A crescente popularidade *DIY* ajudou a estabelecer uma atmosfera saudosista em contraponto à especialização, mecanização e produção em massa difundida pela segunda revolução industrial. Esse movimento vem ressurgindo na contemporaneidade apoiado, sobretudo, nas novas tecnologias de informação e comunicação, na utilização de ferramentas digitais, na expansão do mercado de serviços e no compartilhamento de projetos e ideias on-line.

Ao se fazer um comparativo com o que está acontecendo hoje no universo do Design, é possível perceber algo semelhante na liberdade do profissional atual, com capacidades de criar, produzir e vender seus produtos sem que passe por uma grande fábrica. Pode-se dizer, então, que a “revolução” *maker* – colocada entre aspas propositalmente como crítica – se aproxima mais de uma releitura de valores passados, em um contexto globalizado, que de uma remodelagem abrupta e inédita dos padrões vigentes, tal como uma revolução se propõe.

Mas o que define, exatamente, o movimento *maker*? Como descrito anteriormente, se trata de uma manifestação ampla que engloba uma variedade de atividades, do artesanato tradicional à eletrônica de alta tecnologia, muitas das quais já existem há séculos. Conforme afirmam Cabeza et al. (2015, p.7), esse movimento baseia-se no “efeito da rede”, ou seja “[...] ao ligar ideias e gente, elas crescem em um círculo virtual, onde mais pessoas se juntam para criar mais valor,

³ Movimento *Arts and Crafts* - movimento estético e social inglês, da segunda metade do século XIX, que defende o artesanato criativo como alternativa à mecanização e à produção em massa. Disponível em: <http://enciclopedia.itaucultural.org.br/termo4986/arts-and-crafts>. Acesso em 12/01/2021.

que por sua vez atraem mais pessoas e assim sucessivamente”. Segundo Anderson (2012), o que os *makers* (fazedores) estão fazendo é levar o movimento *DIY* ao mundo on-line – fazer em público – “[...] levando os efeitos de rede à uma escala de repercussão massiva” (ANDERSON, 2012, p. 21).

Ao se valerem de uma releitura *DIY* no século XXI, os *makers* tem feito algo de diferente. Primeiramente, se apropriam de ferramentas digitais tanto para produção de projetos como para prototipagem, projetando suas ideias em telas. Segundo, como vivem na era da Web, os *makers* instintivamente compartilham suas criações on-line, alcançando níveis de repercussão e colaboração jamais vistos por meio do movimento *DIY*. Resumindo em poucas palavras, Anderson (2012) constata que o movimento *maker* compartilha, basicamente, três características transformativas:

1. Pessoas usando ferramentas digitais para criar projetos para novos produtos e prototipá-los (“DIY digital”).
2. Uma norma cultural de compartilhamento de projetos e colaboração em comunidades on-line.
3. Uso comum de arquivos digitais padronizados de design que permite que qualquer pessoa envie seus projetos para serviços de fabricação comercial para serem produzidos em qualquer quantidade, com a mesma facilidade de fabricação se decidir fazê-lo localmente.

(ANDERSON, 2012, p. 21, tradução nossa)

O Movimento *Maker* teve sua primeira aparição há quase 15 anos, em 2005, com o lançamento da revista *Make Magazine* como referência no assunto. Dale Dougherty, Sherry Huss e Dan Woods, com o suporte e encorajamento de Tim O'Reilly, lançaram tanto a revista como a *Maker Faire*, uma feira anual no estilo “mão na massa” que reunia as criações de 50 a 125 mil pessoas nas três maiores cidades do mundo (HATCH, 2014). Outros acontecimentos importantes foram o surgimento da RepRap, em 2007, como primeira impressora 3D de código aberto e a criação de uma série de programas de linguagem CAD (Computer Aided Design) e CAM (Computer Aided Manufacturing) que transformam os arquivos bidimensionais (vetoriais) ou tridimensionais (modelagem virtual) em um conjunto de código de eixos para corte a laser ou prototipagem 3D, respectivamente.

Paul Atkinson (2011), em seu artigo *Orchestral Manoeuvres Design*, afirma que ao promover o movimento *DIY* como passatempo de amadores, as práticas profissionais do Design foram, enfim, democratizadas. Por ter suas raízes na prática *hands on* (termo em inglês para designar atividades práticas) e possuir um ambiente essencialmente compartilhado e colaborativo, o movimento ou cultura

maker também atua como agente democratizador do processo de design, desde a concepção do projeto até sua produção e comercialização, além de viabilizar o compartilhamento de informações e ferramentas.

O autor ainda nos apresenta um panorama acerca dos diferentes momentos de produção, da era artesanal à pós-industrial, onde insere o cenário vinculado a uma de suas experiências de curadoria, o *Automake*⁴ (Figura 1). Através desse programa, de autoria dos designers Justin Marshall e Lionel Theodore Dean, o usuário ganha maior capacidade de interagir com objetos virtuais por meio da manipulação de uma malha de pontos, aleatoriamente gerada pelo computador, até que uma forma final seja concebida para impressão.

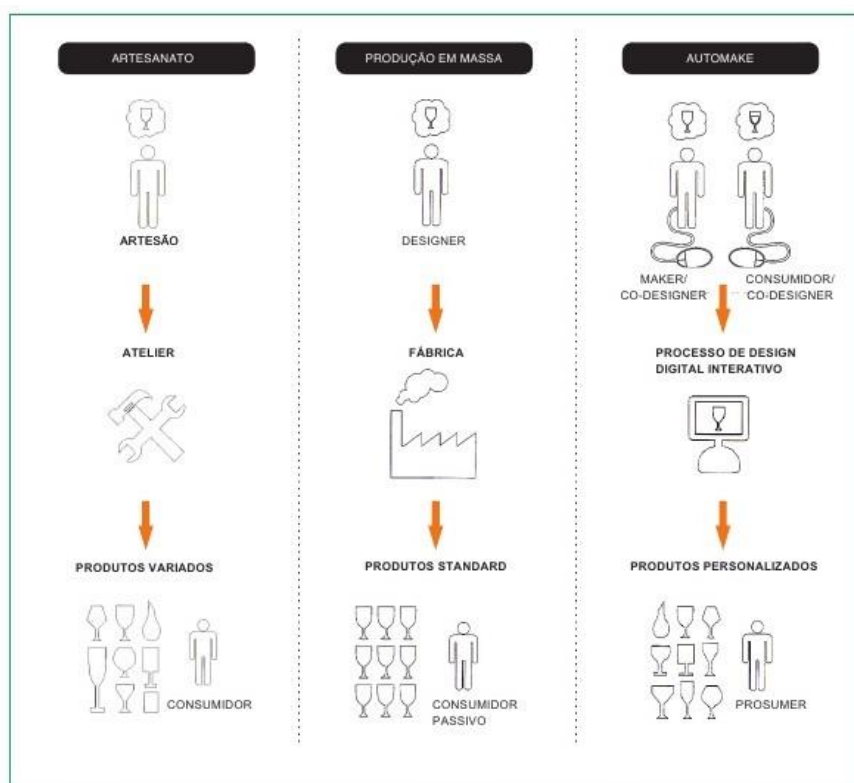


Figura 1 - Processos de produção

Fonte: ATKINSON, 2011, p.31

A progressão lógica de ideias como do *Automake* se dá no estreitamento das relações entre designer (profissional) e usuário (amador), uma vez que a importância da opinião do usuário passa a ser valorizada como requisito para a co-criação de projetos criativos, gerando produtos que serão efetivamente consumidos. Facilidade de acesso e redução de custo dos meios de fabricação digital, compartilhamento de espaços de co-produção, melhoria das capacidades

⁴ Automake – Para maiores detalhes, ver: <https://www.paul-atkinson-design.com/automake>

de processamento dos computadores, acesso à informação, avanços tecnológicos em programas de prototipagem e maior capacitação de pessoal apto a operá-los; todos esses fatores vem contribuindo para uma mudança de cenário de criação unidirecional para multidirecional na qual a participação do usuário no processo de design mostra-se cada vez mais crescente.

Além de proporcionar possibilidades de co-criação e co-design, o Movimento *Maker* traz consigo a proposta de engajar os usuários em uma posição de maior responsabilidade, tornando-os capazes de gerir processos criativos e produtivos em sua integridade. Se trata de um passo importante no qual a tecnologia permite que qualquer pessoa se torne apta a ser um fazedor. Assim essa dinâmica de produção permite que cada indivíduo ou microempresa produza exatamente o que deseja ao invés de se limitar às opções do mercado, contribuindo para a descentralização da produção e livre concorrência sobre o monopólio.

Dentro dessa realidade, somente pessoas e ferramentas/ máquinas não são suficientes para garantir uma congruência de ideias; torna-se necessário se apropriar de espaços, físicos ou não, para tangibilizar conceitos e materializar projetos em colaboração, de modo a formar um ecossistema *maker*. Por essa razão, como parte desse movimento, termos como *makerspaces*, *fab labs*, dentre outros são geralmente associados ao assunto para representar ambientes de criação coletiva onde pessoas, ferramentas/ máquinas e espaço se unem em um centro de convergência de projetos, comunicação e conhecimentos. Vale, portanto, esclarecer brevemente cada um deles no intuito de entender melhor suas particularidades e semelhanças.

ECOSSISTEMAS MAKER - ESPAÇOS

ESPAÇO	DESCRIÇÃO
MAKERSPACES	<p>“Espaço compartilhado entre <i>makers</i>, hackers e interessados. Normalmente possuem diversas ferramentas de prototipagem, fabricação digital (impressoras 3D, cortadoras, etc.), máquinas de costura, ferramentas de marcenaria, e outras.”</p> <p>(https://blog.fazedores.com/makerspaces-hackerspaces-e-fablabs-no-brasil/. Acesso em 05/01/2021)</p>
HACKERSPACES/ HACKLABS	<p>“[...] espaços de compartilhamento focados principalmente em redirecionar hardware, trabalhar em componentes eletrônicos e programar”. (Tradução nossa)</p> <p>(https://makezine.com/2013/05/22/the-difference-between-hackerspaces-makerspaces-techshops-and-fablabs/. Acesso em 05/01/2021)</p>

FAB LABS	<p>“É um <i>makerspace</i>, porém com algumas regras específicas. Todo FabLab precisa ter no mínimo 5 tipos de máquinas: impressoras 3D, cortadora à laser, cortadora de vinil, CNC de precisão de pequeno porte e CNC de grande porte. Também é necessário ter um dia aberto ao público, para poderem usar as máquinas.”</p> <p>(https://blog.fazedores.com/makerspaces-hackerspaces-e-fablabs-no-brasil/. Acesso 05/01/2021)</p>
TECHSHOPS	<p>“Antes que os termos 'makerspace' ou 'hackerspace' fossem amplamente conhecidos nos Estados Unidos, os espaços conhecidos como TechShops estavam oferecendo acesso público a equipamentos de fabricação de alta qualidade em troca de taxas de associação.” (Tradução nossa)</p> <p>(https://makezine.com/2013/05/22/the-difference-between-hackerspaces-makerspaces-techshops-and-fablabs/. Acesso em 05/01/2021)</p>
ESPAÇOS DE COWORKING	<p>“Um espaço de Coworking é um local ou empresa que reúne a estrutura necessária para que outras empresas se juntem a eles e desenvolvam seus negócios. Estes espaços podem ter fins comerciais ou não, e contam com toda estrutura que um escritório tradicional teria, porém, compartilhada por todos os integrantes do espaço.” (https://coworkingbrasil.org/o-que-e-coworking/. Acesso em 05/01/2021).</p>
PLATAFORMAS DE COMPARTILHAMENTO	<p>Comunidades on-line de compartilhamento de ideias, projetos, vídeos, documentos e relatos de experiências. Atua como um fórum de criação em rede, tornando possível que os usuários disponibilizem seus projetos ou ainda repliquem/ modifiquem projetos de terceiros.</p> <p>Ex.: Instructables (http://www.instructables.com/)</p>

Quadro 2 - Descrição de espaços maker
Fonte: elaborado pela autora.

Ainda que alguns espaços e eventos físicos tenham se dissolvido e encerrado suas operações, como ocorrido recentemente com a Techshop e a Maker Faire, o coletivo de fazedores ainda se mostra vivo nas redes de forma global. Isso atesta que nenhum branding, corporação ou mesmo entidade governamental pode definir um movimento – isto é feito exclusivamente por pessoas que compartilham as mesmas crenças e trabalham juntas, ainda que remotamente, em prol de um conjunto de objetivos compartilhados. Por meio de métodos iterativos, projetos em pares, resolução criativa de problemas, letramento tecnológico, essas pessoas vêm fazendo parte de um movimento que incorpora esses e outros princípios intrínsecos ao Design em torno daquilo que realmente nos move a aprender, nosso instinto de curiosidade.

2.2. Novos caminhos da educação no século XXI

Independente da época, seja anterior ou posterior ao século XXI, duas características principais podem ser consideradas como inatas a toda criança: curiosidade e criatividade. Desde os primeiros passos, cada criança analisa seu entorno com grande perícia e sem receios, se utilizando de “técnicas” muito próximas ao método científico para descobrir e aprender sobre si mesma e sua relação com o outro e com o mundo. Através da curiosidade, as crianças são estimuladas não somente a observar e formular hipóteses, mas a experimentar um novo mundo – repleto de objetos, ambientes e interações – na busca de gerar conhecimento sobre seu entorno.

Enquanto a curiosidade move o ser humano em direção à descoberta, a criatividade funciona como ferramenta básica para colocar em prática os anseios da imaginação. Sir Ken Robinson (2015), palestrante e consultor internacional em educação, acredita que a criatividade deve ser tratada com mesma seriedade que a alfabetização, especialmente nos dias atuais. Em seu livro *Creative Schools*, Robinson (2015) destaca a importância da criatividade como instrumento de incentivo ao aprendizado, ressaltando que ela deve ser aprendida e estimulada pelos professores não somente nas artes, como em diversas áreas.

O verdadeiro motor da criatividade se dá no gosto pela descoberta e na paixão pelo trabalho em si. Quando os estudantes são motivados a aprender, eles adquirem, naturalmente, todas as habilidades que eles precisam para realizar um determinado trabalho. O domínio sobre suas habilidades cresce à medida que suas ambições criativas se expandem. (ROBINSON, 2015, p.120, tradução nossa).

Mitchel Resnick (2017) também considera o aprendizado criativo essencial às complexidades do século XXI, mais ainda do que em tempos passados. Diretor do grupo *Lifelong Kindergarten* e professor líder do grupo LEGO Papert de Pesquisa em Aprendizagem no *MIT Media Lab*, Resnick desenvolve novas tecnologias e atividades para engajar pessoas – especialmente crianças – em experiências de aprendizagem criativa. Para ele, o mundo tem passado por transformações radicais e muitos trabalhos estão desaparecendo à medida que computadores e robôs se tornam cada vez mais avançados em tarefas mecânicas, transformando de forma significativa a maioria dos ambientes de trabalho.

Acompanhar as tendências e seguir o fluxo de novas tecnologias, novas fontes de informação e comunicação, requer que o ser humano esteja munido de habilidades múltiplas, dentre elas, a criatividade. Pensamento criativo torna-se imprescindível não somente em ambientes de trabalho, mas na vida de modo geral. O ritmo de mudança continua a acelerar todos os tipos de atividades, todos

os aspectos da vida. Atualmente, crianças e jovens precisam aprender a lidar criativamente com situações incertas e mudanças inesperadas, tanto para suas futuras vidas acadêmica e profissional, quanto para solucionar questões de âmbito pessoal, como manter relações de amizade na era digital ou ainda aprender a se expressar de maneira significativa em uma sociedade imediatista.

Em 2006, Ken Robinson discursou na conferência TED⁵ de Califórnia, EUA, sob o tema *Do schools kill creativity?* (“As escolas matam a criatividade?”). A palestra foi considerada uma das mais famosas em toda história do TED, com mais de 15 milhões de visualizações on-line. A essência da palestra trata sobre o fato de nascermos curiosos e com imensos talentos naturais que se perdem ao longo de nossa jornada educacional dentro das escolas. Segundo ele, muitas pessoas brilhantes e talentosas não se enxergam como tal, pois as áreas em que costumavam se destacar na escola não eram propriamente valorizadas ou eram estigmatizadas por não serem consideradas tão relevantes quanto as ciências exatas sempre o foram ao longo dos anos.

De acordo com Resnick (2017), alunos gastam muito tempo sentados em suas cadeiras, fazendo trabalhos para ganhar notas, assistindo palestras e obtendo seu conhecimento de forma passiva, bem diferente de como costumavam a aprender quando eram pequenos. Frequentemente, escolas focam muito mais em prover instrução e conhecimento do que estimular os alunos a replicá-los progressivamente em processos de aprendizagem criativa. Em resumo, Resnick se alinha ao discurso outrora trazido por Robinson (2015), quando este declarou que “[...] muitas escolas são organizadas desse jeito porque sempre o foram, não porque elas devem ser assim”.

Nosso atual sistema educacional se baseia na habilidade acadêmica e na capacidade de gerar indivíduos aptos ao trabalho. Carteiras enfileiradas, uma autoridade à frente, cópia e reprodução de informações, exames, qualificações... tudo se assemelha a um sistema rígido, sem brechas para o pensamento lateral. Alunos se limitam a cumprir um conjunto de regras, seguidas de recompensas em um regime meritocrático: aqueles que transcrevem os conteúdos, acompanham a leitura, fazem os exercícios (essencialmente escritos) e prestam exames de forma eficiente tendem a ser bem qualificados e reconhecidos, enquanto os que se expressam criativamente, mas possuem baixo rendimento acadêmico – em termos de qualificação (grau) - são, em sua maioria, rejeitados pelo sistema.

⁵ TED – Organização não-lucrativa de disseminação de ideias em formatos de breves palestras sobre os temas Tecnologia, Entretenimento e Design. Disponível em: <https://www.ted.com/about/our-organization>. Acesso em 24/01/2021.

O sistema de ensino em massa é linear assim como um processo industrial, onde os alunos passam de níveis em “esteiras rolantes” absorvendo todo tipo de conteúdo pré-programado transmitido ano após ano. A metáfora entre ambiente escolar e fabril feita por Robinson (2015) tem uma razão; não existiam sistemas de educação antes do século XIX, ou seja, eles foram criados à imagem e semelhança da era industrial para atender exclusivamente às suas demandas por mão de obra qualificada. Como a industrialização demandava mais trabalhadores manuais do que graduados, o sistema de educação foi construído como uma pirâmide: uma base larga destinada à educação fundamental, seguida de um setor um pouco menor para nível médio e um topo estreito para educação superior.

Esse tipo de formato tem considerado o modo de “produção em massa” de conteúdo, se baseando na transmissão de conhecimentos de forma igual para todos os alunos, independente de suas habilidades específicas, desconsiderando a teoria das múltiplas inteligências do psicólogo cognitivo e educacional, Howard Gardner. Indivíduos tem diversas aptidões que vão muito além do raciocínio lógico-matemático, priorizado desde a era industrial, extrapolando para diversas áreas do conhecimento – lógico-matemática, linguística, visual/ espacial, naturalista, existencial, corporal-cinestésica, interpessoal, intrapessoal e musical. Sendo assim, talentos diferenciados exigem abordagens específicas de acordo com a necessidade individual de cada aluno; alguns podem aprender de forma eficaz através de palestras, enquanto outros podem preferir uma abordagem mais prática ou ainda podem inclinar-se a compreender melhor através de leituras.

Da mesma forma, existem paixões e interesses diversos que motivam alunos a seguirem carreiras que vão além daquelas de interesse primordial das escolas. A maioria das instituições de ensino parecem tão preocupadas com exames baseados na capacidade de memorização dos alunos que não oferecem espaço para que eles derivem o conhecimento adquirido de forma prática, desenvolvendo competências naquilo que lhes dá prazer. Essa falta de autonomia e de controle sobre o aprendizado transforma o aluno em mero coadjuvante do processo educativo, quando esse deveria assumir o papel de protagonista da própria aprendizagem, decidindo como, de que forma e com que ritmo deve assimilar os conteúdos por ele escolhidos de acordo com suas particularidades.

Em pleno século XXI, com tantas ferramentas de informação e comunicação ao alcance das mãos, não há mais sentido em manter crianças e jovens sentados por horas escutando conteúdos que podem ser acessados e visualizados em dez minutos ou menos de videoaula na Internet, por exemplo. Ao invés disso, professores deveriam reformular seus próprios papéis dentro do sistema de

ensino, encorajando e apoiando experiências criativas de aprendizado em um espaço que a tecnologia não preenche; o campo da mediação da aprendizagem.

Conforme Meier e Garcia conceituam no livro “Mediação da Aprendizagem: contribuições de Feuerstein e de Vygotsky”, mediar significa potencializar a construção de conhecimento pelo mediado, ou seja, “[...] é uma espécie de interação especializada em que a ‘aprendizagem’ encontra a ‘autonomia para aprender’ e, juntas, possibilitam a construção de pessoas capazes de andar por si só na construção do conhecimento.” (MEIER & GARCIA, 2007, p. 24).

A essência do ato de aprender se encontra, portanto, na construção própria de conceitos, de teorias e de conhecimentos, em oposição à recepção passiva de informações que caracteriza o método conhecido como “educação bancária” (FREIRE, 1968). Para tanto, há que se promover transformações no trabalho do docente de modo que este venha a incentivar a construção e derivação de conhecimentos de forma autônoma pelo desenvolvimento de habilidades cognitivas, intra e interpessoais (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2012).

DOMÍNIO	HABILIDADES	TERMOS
COGNITIVO	Processos cognitivos	Pensamento crítico, resolução de problemas, análise, raciocínio e decisão
	Conhecimento	Letramento informativo, comunicação oral e escrita
	Criatividade	Criatividade, inovação
INTRAPESSOAL	Abertura intelectual	Flexibilidade, responsabilidade pessoal e social, apreciação da diversidade
	Ética e consciência	Iniciativa, responsabilidade, perseverança, integridade
	Autoavaliação	Monitoramento e avaliação pessoal
INTERPESSOAL	Trabalho em grupo e colaboração	Comunicação, cooperação, empatia, confiança, negociação
	Liderança	Liderança, responsabilidade, comunicação assertiva e argumentativa

Quadro 3 - Domínios e habilidades do século XXI

Fonte: adaptado de National Research Council (2012).

Esses três grandes domínios foram estabelecidos de acordo com um estudo realizado pelo *National Research Council* (2012), uma organização norte-americana que realiza pesquisas relevantes para a sociedade com o intuito de ajudar governos a redesenharem políticas públicas de acordo com as novas

demandas globais. O resultado, publicado como livro digital *Education for Life and Work: Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century* (“Educação para a Vida e para o Trabalho: Desenvolvendo Transferência de Conhecimento e Habilidades do Século 21”), é uma tentativa de elencar certas habilidades a serem alcançadas pelos estudantes durante seus ciclos escolares, em seus futuros trabalhos e nos demais aspectos da vida.

De acordo com a obra, o aprendizado de tais habilidades está ligado à capacidade de aplicar o que se aprende em situações da vida prática, contribuindo para a “transferência de conhecimentos” de um contexto ao outro. Em outras palavras, somente a obtenção do conhecimento não seria suficiente.

Nós definimos “aprendizado profundo” (deeper learning) como o processo através do qual um indivíduo se torna capaz de pegar o que foi aprendido em uma situação e aplicar em novas situações (ou seja, transferir). [...] o produto do aprendizado profundo é a transferência de conhecimento, incluindo conhecimento de conteúdo e conhecimento de como, por que e quando aplicá-los no intuito de responder perguntas e resolver problemas. (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2012, p.5, tradução nossa)

No documento “Educação: um tesouro a descobrir”, sob a coordenação de Delors et al. (1998), esses aspectos são agrupados na forma de quatro pilares indissociáveis e fundamentais para a educação do século XXI, priorizando a geração e aplicação de conhecimento de forma continuada ao longo da vida.

Aprender a conhecer, o primeiro pilar, refere-se à aquisição dos instrumentos de compreensão; **aprender a fazer**, segundo pilar, diz respeito à habilidade de agir e transformar o entorno; **aprender a viver juntos**, terceiro pilar, como forma de participar e cooperar com os demais e, finalmente, **aprender a ser**, como quarto e último pilar, compreende o desenvolvimento da personalidade e conhecimento de si mesmo, fatores que auxiliam a obtenção dos demais pilares. De acordo com os autores, “O desenvolvimento tem por objeto a realização completa do homem, em toda a sua riqueza e na complexidade das suas expressões e dos seus compromissos” (DELORS et al., 1998, p. 101).

Por fim, a BNCC ou Base Nacional Comum Curricular, documento de caráter normativo que norteia os currículos dos sistemas e redes de ensino públicas e privadas do Brasil, traz consigo um conjunto de 10 competências gerais que todo cidadão brasileiro deve desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica. Segundo o documento, entende-se por competência como sendo “[...] a mobilização de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho.” (BRASIL, 2018, p. 8).

Vale destacar que essas competências se interrelacionam e se desdobram em abordagens didáticas propostas para as três etapas da Educação (Ensino Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio), encadeando a construção de conhecimentos e o desenvolvimento de habilidades. A fim de refletir sobre as contribuições do Ensino *Maker* dentro desse contexto, foram elencadas possíveis abordagens e/ou estratégias, próprias dessa metodologia, para a viabilização de cada uma das 10 competências:

1. **Conhecimento:** ao abordar problemas reais e temas relevantes para a sociedade, os alunos tem oportunidade de pesquisar e valorizar aspectos do mundo físico, social, cultural e digital que compõem o conhecimento historicamente adquirido;
2. **Pensamento científico, crítico e criativo:** durante o processo de formulação de hipóteses para a resolução de problemas, os alunos se utilizam de métodos de indução e dedução, testam e avaliam suas premissas e reformulam suas ideias em um processo iterativo. Além disso, rodas de conversa e atendimentos a grupos de projeto auxiliam no desenvolvimento de pensamento crítico e criativo;
3. **Repertório cultural:** além de ser um ambiente voltado para tecnologias, fabricação digital e prototipagem, o espaço *maker* também pode recriar manifestações artísticas e culturais de outras nacionalidades e etnias ao desenvolver projetos baseados em estilos e expressões próprios de artes, por exemplo;
4. **Comunicação:** por meio do desenvolvimento de projetos, sendo ele tecnológico ou não, os alunos se apropriam de diversas linguagens para resolver problemas; linguagem matemática: ao calcular e discutir dados quantitativos levantados na pesquisa, linguagem artística: ao elaborar o design de uma solução, linguagem científica: ao elaborar hipóteses;
5. **Cultura digital:** com tecnologia acessível aos alunos, os espaços *maker* criam oportunidades para que seja desenvolvido repertório tecnológico acerca de novas ferramentas de prototipação e recursos digitais que auxiliam a materialização de ideias, como o uso de impressoras 3D, cortadora a laser, programas de modelagem 3D, microcontroladores, aplicativos de programação, dentre outros;

6. **Trabalho e projeto de vida:** criar projetos com conexões entre o mundo dos negócios, cargos e profissões pode gerar conhecimento e empatia para auxiliar os alunos a compreender as relações entre esfera de trabalho e cidadania;
7. **Argumentação:** ao desenvolver projetos em grupo, os alunos precisam se articular para serem entendidos e defenderem seus argumentos, além de exercitarem a escuta ativa ao receber as ideias dos colegas. Ademais, o exercício de apresentação da solução final traz em si possibilidades de trabalhar a capacidade de síntese e argumentação do grupo perante um público;
8. **Autoconhecimento e autocuidado:** promover momentos de atendimento a grupos para a expressão dos sentimentos e emoções acerca do processo projetual, como frustrações e limitações, pode ser um recurso significativo para que os alunos aprendam a lidar melhor com os desafios das propostas *maker*;
9. **Empatia e cooperação:** ao formar grupos de projeto, os alunos terão que exercitar a empatia e a cooperação para entender e auxiliar o próximo a fim de garantir uma boa relação entre os membros;
10. **Responsabilidade e cidadania:** ao ensinar sobre a importância de se manter o espaço limpo e organizado, de compartilhar materiais e ferramentas e de respeitar a ideia do próximo, o educador reforça os valores para uma boa convivência dentro e fora do espaço *maker*.

De modo a compreender visualmente a interconexão entre os documentos analisados, realizou-se um esquema gráfico interligando informações relevantes (Figura 2).

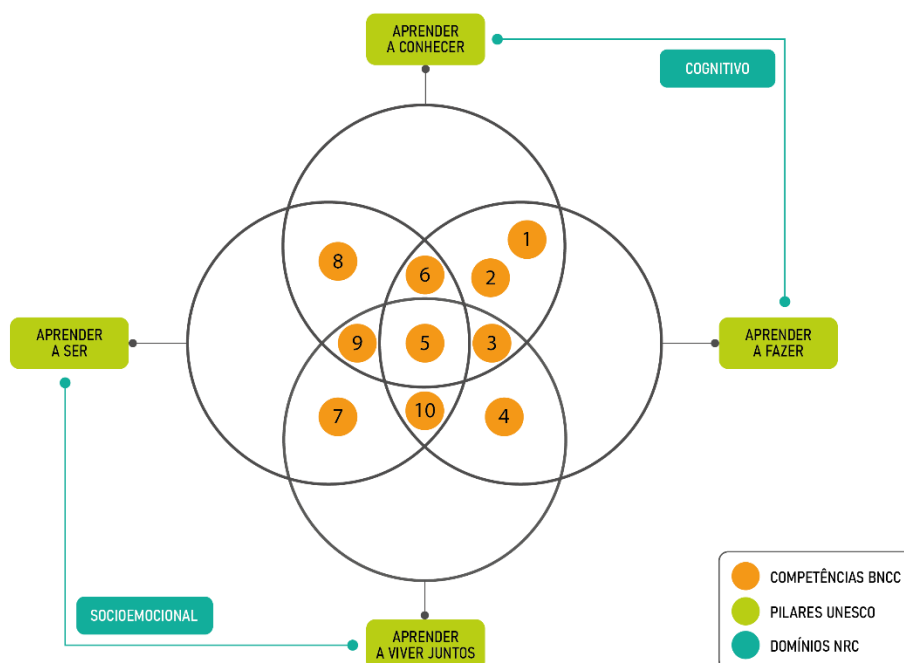


Figura 2 - Diagrama de pilares, domínios e competências
Fonte: elaborada pela autora

Modelos educativos formais que não levam em conta esse desenvolvimento holístico do aluno e tampouco abrem espaço para a reflexão sobre o conhecimento se mostram inadequados ao contexto contemporâneo em que vivemos. Na obra “Educando o profissional reflexivo”, Donald Schön (2000) evidencia a importância da educação para a prática, que enfatiza a aprendizagem através do fazer, como forma de combinar saber científico e talento artístico para solucionar problemas do mundo real.

Para Schön, os problemas em situações da vida prática se apresentam como casos únicos, de complexidade tamanha que transcendem as teorias e técnicas existentes. Desse modo, o indivíduo não pode tratá-los como um problema instrumental a ser resolvido através de aplicações de regras e conceitos. Ele deve se valer de improvisação, de novas estratégias e de pensamento lateral para aplicar conhecimentos diversos em outros contextos, se quiser lidar com essas questões complexas. Nomeada por Schön de “zonas indeterminadas da prática”, esses tipos de situação ilustram todo o aspecto de incerteza, insegurança e conflitos de valores que se mostram presentes no mundo real, em contraponto com o ambiente acadêmico seguro e controlado.

Em outras palavras, não basta que cada indivíduo acumule uma determinada quantidade de conhecimentos no começo da vida e se valha deles para todas as situações. É necessário imergir em um estado de constante aprendizagem prática reflexiva. Por meio desse termo, Schön (2000) valida uma espécie de ensino prático voltado a ajudar estudantes na aquisição de diversos tipos de talentos artísticos – conjunto de competências que os indivíduos demonstram em situações de prática – necessários para encarar o terreno pantanoso das zonas indeterminadas da prática.

De acordo com o autor, uma das formas de se refletir sobre a prática ocorre durante a ação, fenômeno que ele chama de reflexão-na-ação. A reflexão sobre a prática ao longo da ação é a conscientização do fazer no momento da atividade, ou seja, é o pensamento reflexivo sobre o que fazemos em um momento em que ainda se pode interferir na situação em desenvolvimento. Ao refletir dessa forma, tomamos uma posição de questionadores do próprio conhecimento que está sendo construído, podendo reconstruí-lo a maneira que acharmos mais conveniente ainda no processo de aprendizagem, tal qual sucede durante o desenvolvimento da prática *maker* ou de qualquer outro tipo de prática.

Durante a realização de uma atividade *maker*, por exemplo, ocorrem inúmeras tentativas e erros, reformulações de ideias, substituição de materiais e processos, além de sucessivas prototipagens até que se chegue ao resultado esperado desde a formulação inicial do projeto. A imprevisibilidade e as incertezas com as quais os *makers* lidam em seus projetos também são elementos recorrentes dos processos de criação de Design (zonas indeterminadas da prática – SCHÖN, 2000), superadas através do aprendizado pelo fazer em concomitância com competências cognitivas e socioemocionais.

Além do mais, o mundo para o qual o aluno se prepara não será mais o mesmo quando ele sair do ambiente acadêmico, tamanha tem sido a velocidade das mudanças. De acordo com UNESCO (2015), um mundo cada vez mais dinâmico e globalizado exige uma pedagogia transformadora, que contribua para capacitar os indivíduos a solucionar problemas locais e globais persistentes que envolvem toda a humanidade a fim de contribuir para um mundo mais justo. Essa demanda pela remodelagem dos sistemas de ensino são sinais de novos tempos que urgem pelo corte das amarras que dificultam o desenvolvimento pleno do aluno ao considerar somente a absorção de conhecimentos, negligenciando as demais formas de aprendizagem que se baseiam em aplicabilidades práticas.

2.3. Aprendizagem *maker* sob o olhar do Design

Uma das preocupações que concerne a todo interessado em educação diz respeito aos rumos das reformas de ensino. Movidas por interesses políticos, sociais e econômicos, algumas dessas reformas estão se estruturando de modo a desconsiderar aquilo que seria necessário ao aprendizado e, até mesmo, ao bom funcionamento das escolas. Se o ensino da era industrial não é mais condizente com o momento em que vivemos, não há sentido em se manter parado, muito menos em andar para trás. Não há como negar que as mudanças estão acontecendo. Por todo mundo existem boas instituições, profissionais e líderes inspiradores que buscam lançar mão de estratégias e métodos para dinamizar aulas, engajar alunos e tornar o aprendizado mais participativo.

Em seu livro intitulado *Lifelong Kindergarten*, de mesmo nome que seu grupo de pesquisa, Resnick diz estar convencido de que “o método de aprendizagem no estilo jardim de infância é exatamente o que as pessoas precisam para desenvolver habilidades necessárias no intuito de prosperar em uma sociedade de rápidas mudanças” (RESNICK, 2017, p. 7, tradução nossa).

Com pouco menos de 200 anos, esse método surgiu quando o pedagogo alemão Friedrich Fröbel (1782-1852) fundou o primeiro jardim de infância do mundo na Alemanha em 1837. Consiste em uma metodologia de ensino-aprendizagem para crianças pequenas baseada na experimentação sensorial que valoriza a criação e construção de conhecimentos de forma divertida e interativa por meio da utilização de objetos de diversas formas, cores e materiais. Prioriza, acima de tudo, a experimentação em detrimento de um método baseado em exposição de conteúdos, como ocorre nos demais níveis de aprendizado.

Baseado nisso, Mitchel Resnick pensa no processo criativo em termos de Espiral da Aprendizagem Criativa (Figura 3). À medida que crianças do jardim de infância brincam com blocos de madeira, por exemplo, elas constroem um castelo imaginado durante uma história, brincam com suas criações, compartilham conhecimentos com seus amigos, refletem sobre como poderiam fazer um castelo ainda maior ou como poderiam criar um enredo, imaginando como seriam os personagens, tudo em um processo cíclico de construção de conhecimento que gira em torno da criatividade.

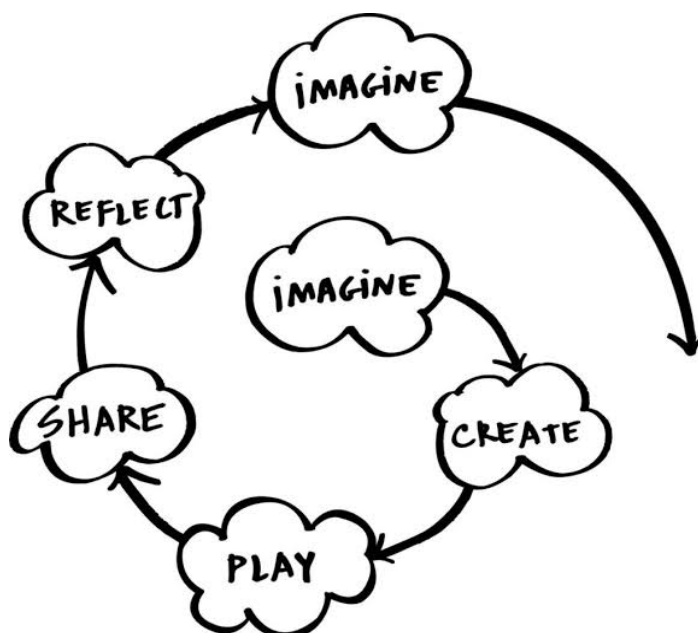


Figura 3 - Espiral de aprendizagem criativa
Fonte: RESNICK, 2017

Através desse processo, as crianças do jardim de infância caminham em espiral, desenvolvendo e evoluindo suas habilidades como pequenos pensadores criativos. Elas aprendem a imaginar e desenvolver suas próprias ideias, testando diferentes alternativas se valendo da contribuição de seus pares para refletir e gerar novas ideias baseadas em suas experiências.

Para auxiliar a manter esse processo vivo, o grupo de pesquisa Lifelong Kindergarten do MIT desenvolveu um conjunto de princípios com o intuito de ajudar crianças e jovens a se desenvolver como pessoas criativas: *projects*, *passion*, *peers*, *play* (conhecido como 4P's). Resnick (2014) acredita que apoiar pessoas a trabalhar em projetos baseados em suas paixões, em colaboração com seus pares e dentro de um ambiente essencialmente prático e divertido seria a melhor estratégia para estimular a aprendizagem criativa. A seguir, apresenta-se uma breve explicação desses fundamentos:

1. **Projects (Projetos):** Em geral, pessoas aprendem melhor quando estão trabalhando ativamente em projetos significativos – gerando novas ideias, criando protótipos e refinando-os;
2. **Passion (Paixão):** Quando as pessoas trabalham em projetos pelos quais têm interesse, elas trabalham por mais tempo e se esforçam mais, persistem diante dos desafios, e aprendem mais nesse processo;

3. **Peers (Pares/ Parceria):** O aprendizado prospera como atividade social na medida em que pessoas compartilham ideias, colaboram em projetos e ajudam no trabalho umas das outras;
4. **Play (Pensar brincando):** Aprender envolve experiências divertidas, ou seja, testar coisas novas, manipular diferentes materiais, testar limites, assumir riscos, repetir algo várias vezes.

Tomando como referência esses quatro princípios criativos, acreditamos que o aprendizado pelo projeto seja o ponto de conexão entre o Ensino *Maker* e o Design, uma vez que a metodologia baseada em projetos se encontra fortemente presente em ambos. Por meio do projeto, todas as outras instâncias são envolvidas, ou seja, o projeto se torna o evento central que interliga interesse, interação social e aprendizagem criativa. Segundo Dougherty (2016, p. 43 *apud* RESNICK, 2017, p. 34), “[...] projetos são a unidade básica de todo *maker*”. Os artigos da *Make Magazine* e as exposições da *Maker Faire* ao redor do mundo não tratam apenas das tecnologias que concernem ao universo *maker*, mas sobre a aprendizagem por trás de um processo de projeto que permite aprender novas habilidades e estratégias enquanto se trabalha em projetos realmente valiosos e significativos aos interesses pessoais de cada um.

À medida que pessoas criam soluções baseadas em seus projetos, elas estão aprendendo a se desenvolver como indivíduos criativos; o ato de criar nada mais é que a manifestação da criatividade. Durante anos, muitos educadores, pedagogos e pesquisadores enfatizaram a importância de aprender fazendo, afirmando que as pessoas aprendem melhor quando estão envolvidas em atividades práticas e experimentais, construindo seu próprio conhecimento.

Jean Piaget (1896-1980), psicólogo e epistemólogo suíço, se tornou referência em pedagogia devido a seus inúmeros estudos direcionados ao comportamento de crianças em associação com o aprendizado; o processo de aquisição do conhecimento humano. De acordo com Valente e Blikstein (2019), Piaget estudou certos conceitos que são construídos na relação entre o indivíduo e suas interações com os objetos e as pessoas (ambiente) que o cercam; fundamentando o que se conhece por Construtivismo, uma teoria que sustenta a ideia de que os indivíduos são construtores ativos do próprio conhecimento que se desenvolve através dessas interações. A partir disso, todo conhecimento não é colocado na cabeça de uma criança tal qual enchamos um vaso com água, mas é construído à medida que as elas criam, revisam e testam suas próprias teorias sobre o mundo enquanto brincam e partilham o que aprenderam com seus amigos.

Depois de trabalhar com Piaget em Genebra por alguns anos, Seymour Papert (1928-2016), matemático e educador norte-americano, adicionou algumas ideias à teoria Construtivista ao argumentar que as interações e experiências aconteceriam de forma mais eficaz se os alunos estivessem engajados em desenvolver e compartilhar artefatos no mundo, como robôs, invenções, castelos de areia ou programas de computador - momento em que se tornam “fazedores”. (BLIKSTEIN, 2018). Relacionar projetos em parceria com interesses pessoais (paixões) dos alunos seria, portanto, a chave para motivá-los a se tornarem a força motriz de seu conhecimento através do prazer em aprender. Desta forma, há quem diga que Papert teria sido o precursor do Movimento *Maker* devido ao alinhamento dos conceitos de sua teoria, o Construcionismo, com os princípios que fundamentam a essência *maker*.

Aprender fazendo, em nível epistemológico e metodológico, diz respeito ao processo e não ao resultado final. Tal como o Design vai além do objeto, a aprendizagem *maker* também vai além da produção, sendo considerada uma prática educativa cultural e social associada à resolução de problemas. Em seu livro *Designly Ways of Knowing*, Cross (2006) evidencia o caráter peculiar do ensino de Design em comparação às disciplinas científicas e às atividades escolares em geral, principalmente no que concerne à maneira como designers e estudantes de áreas afins lidam com problemas complexos. Enquanto as ciências exatas procuram por resoluções analíticas fundamentalmente ligadas à expressão da verdade e as ciências humanas se voltam à compreensão profunda dos elementos de caráter social, o Design encara o problema de uma forma prática, mais sintética e menos analítica, considerando os recursos que dispõe para tal.

Ainda segundo o autor, o processo de Design desenvolve habilidades para que os estudantes possam lidar com um tipo específico de problemas, chamado de *wicked problems* (RITTEL & WEBBER, 1973 *apud* CROSS, 2006, p. 7). Essa classe de problemas se mostra diferente daqueles encontrados nas outras áreas de conhecimento, reconhecidos por serem bem definidos e estruturados, considerando as demandas técnicas aplicáveis para sua resolução. Cross (*op cit*) acredita que tais problemas se aproximam mais do “mundo real” quando comparados às questões e decisões enfrentadas pelas pessoas no dia-a-dia. Conforme dito anteriormente por Schön (2000), torna-se necessário, portanto, desenvolver outros tipos de competências a fim de se compreender e atuar sobre esses problemas nebulosos que constituem a zona indeterminada da prática.

Nesse sentido, o Ensino *Maker* se aproxima mais uma vez das práticas de Design quando se estabelece uma simulação de situações próprias da vida particular do aluno ou do contexto em que este se encontra socialmente inserido. Tudo aquilo apreendido nas aulas, durante a resolução criativa de problemas, compõe o conhecimento tácito do aluno acerca das etapas de desenvolvimento do projeto, assim como ocorre de modo semelhante com designers.

O que os designers sabem sobre seus próprios processos de solução de problemas permanece em grande parte como conhecimento tácito - ou seja, eles o sabem da mesma maneira que uma pessoa habilidosa 'sabe' como pôr em prática tais habilidades. (CROSS, 2006, p.6, tradução nossa)

Esse tipo de conhecimento, adquirido através da prática, se mostra necessário à compreensão dos sistemas complexos e diversificados presentes na sociedade contemporânea, uma vez que articulam relações mútuas entre as partes que compõem a questão problemática. Essas relações, por sua vez, mostram-se melhor construídas através de uma abordagem interdisciplinar e transdisciplinar do ensino, que associa saberes outrora isolados para permitir o entendimento das partes e do todo constituinte da realidade. De acordo com Morin (2000), “O todo tem qualidades ou propriedades que não são encontradas nas partes, se estas estiverem isoladas umas das outras, e certas qualidades ou propriedades das partes podem ser inibidas por restrições provenientes do todo”.

Mediante essa colocação, pode-se dizer que o conhecimento das partes, representado pela fragmentação das disciplinas, revela-se insuficiente à adequação dos aspectos multidimensionais da sociedade (MORIN, 2000, p. 38). Para tanto, a aprendizagem *maker*, assim como o Design, encontram na multi, inter e transdisciplinaridade recursos para abarcar um todo complexo, convergindo saberes em prol da resolução de problemas reais.

A invenção de Rube Goldberg (1883-1970) pode ser considerada como exemplo de atividade *maker* que envolve diversos conhecimentos de forma interdisciplinar, ainda que descontextualizada do mundo real (PETRICH et al., 2013). Sua criação exige a convergência e esforços de diferentes áreas de conhecimento científico, raciocínio matemático, noções de indução e dedução, testes de hipóteses, princípios de engenharia, habilidades técnicas e mecânicas, tudo para construir uma máquina complexa de reação em cadeia para executar uma tarefa simples (Figura 4). Através dessa integração, os conhecimentos são aplicados de forma consistente dentro de um contexto prático que lhes confere propósito dentro do processo de ensino-aprendizagem.

Ora considerada parte do Ensino *Maker* ora vista como abordagem educacional independente, essa metodologia é conhecida pelo acrônimo STEAM⁶ por agrupar dois ou mais conhecimentos das áreas de Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática em torno de uma atividade prática lúdica com uma proposta bem definida.



Figura 4 - Aluno construindo máquina de Rube Goldberg

Fonte: Exploratorium⁷

As reflexões contidas nesse subcapítulo, tornam possível a percepção de que o Ensino *Maker*, intimamente relacionado aos preceitos da Cultura *Maker*, está em conformidade com as abordagens metodológicas do Design ao propor a resolução de problemas de ordem complexa por meio da realização de projetos interdisciplinares. Assim como o Design, as práticas do EM também têm por base a experimentação e prototipação de soluções, incentivando a autonomia e atitude crítica do aluno que se torna protagonista de sua jornada de aprendizagem, modificando sua relação com o ambiente e com a forma de estudo.

Nos resta saber, na prática, de que forma o princípio *Maker* vem sendo aplicado para fomentar processos de ensino-aprendizagem por meio da adoção de uma cultura de inovação nas escolas, a fim de ampliar a capacitação de alunos para lidar com os desafios que se apresentam.

⁶ STEAM – Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics.

⁷ Exploratorium - <https://www.exploratorium.edu>

3. Cultura de inovação remota nas escolas

Devido ao contexto de isolamento social resultante das medidas de prevenção à COVID-19, o Ensino *Maker* necessitou ser observado sob uma nova ótica, considerando um cenário de ensino à distância até então não pensado para aulas *maker*. Portanto, este capítulo visa relatar algumas experiências, observações e reflexões sobre o EM remoto no intuito de analisar os efeitos dessa modalidade de ensino no processo de ensino-aprendizagem baseado em uma metodologia essencialmente prática e colaborativa.

Além disso, são descritas algumas experiências no ensino fundamental por meio de pesquisa de campo remota, realizada por meio de videoconferências e plataformas digitais de compartilhamento on-line, de modo a garantir a segurança e o bem-estar tanto da pesquisadora como dos participantes da observação.

3.1. *Makers* em tempos de pandemia

Seguindo o exemplo do resto do mundo, o Brasil também aderiu ao isolamento social como uma das formas de prevenção ao COVID-19. Desde março à junho de 2020, o país se manteve em quarentena, com apenas alguns serviços essenciais em funcionamento para atender às necessidades básicas da população. Os demais serviços permaneceram fechados até a flexibilização da quarentena para a retomada da economia.

Durante esse período de isolamento, diversos países mantiveram muitos de seus setores paralisados e suas fronteiras fechadas, fator que prejudicou de forma significativa a produção e importação de vários equipamentos, dentre eles aqueles destinados à proteção medico-hospitalar para o tratamento de pacientes com coronavírus. Em meio a essa escassez global, coletivos inteligentes dotados de *makers*, educadores, estudantes e voluntários formaram redes virtuais de produção para auxiliar na prototipagem, montagem e logística de distribuição de máscaras de proteção facial – *face shields* – para profissionais de saúde em atendimento nas Unidade de Tratamento Intensivo (UTIs), dada a ausência da produção em larga escala desse equipamento.

Em matéria para a plataforma de inovação educacional Porvir, Kadu Braga, especialista em Tecnologia Educacional e Google Innovator, comenta sobre o alto ritmo de produção dentro de um grupo de produção horizontal chamado “*Makers* contra a COVID-19”. Segundo ele, a articulação pela produção e distribuição das máscaras em hospitais representou uma forma para o grupo reforçar a importância do SUS (Sistema Único de Saúde) e da pesquisa no Brasil, além de representar uma ajuda àqueles que se encontram na linha de frente do combate à doença (OLIVEIRA, 2020).

Para além dos grupos públicos de compartilhamento digital, universidades federais disponibilizaram equipamentos, recursos e mão de obra para auxiliar na causa, como UFRJ, UFF, UFRN e outras tantas. Além disso, a Associação Nacional dos Dirigentes das Instituições Federais de Ensino Superior (Andifes) declarou que 823 pesquisas vêm sendo conduzidas para mapear o novo coronavírus e encontrar uma vacina contra a doença (G1, 2020).

As universidades foram responsáveis, até o momento, por exemplo, pela produção de mais de 990 mil litros de álcool gel, mais de 910 mil litros de álcool líquido e mais de 160 mil protetores faciais. Há também, pelo menos 53 ações de testagem para o novo coronavírus, responsáveis pela realização de 2,6 mil testes por dia. Nos hospitais universitários, as instituições disponibilizam mais de 2,2 mil leitos normais e quase 500 leitos de UTI. (TOKARNIA, 2020)

Vale mencionar, ainda no âmbito acadêmico, as contribuições de universidades particulares como a PUC-Rio, que abriu as portas do Laboratório de Modelos e Protótipos (LAMP) e do Laboratório de Volume Têxtil para a produção de face shields, óculos de proteção e máscaras de pano por solicitação da Vice-Reitoria Comunitária da Universidade para doação às unidades de saúde.

Da atuação micro para macro, o movimento em combate à pandemia mobilizou grupos *maker* em rede e instituições acadêmicas, além de ressignificar a produção industrial por um objetivo maior. Tal ação conjunta, mesmo em tempos de isolamento social, somente foi possível graças à evolução dos meios de comunicação e tecnologia, além da extensão contínua das redes digitais que vem transformando as relações em ciberespaços interconectados, permitindo compartilhamento de experiências e aprendizados em sociedade de forma única.

Mesmo após o abrupto encerramento das edições da *Make Magazine* e da *Maker Faire*, sua essência ainda permanece forte por meio das conexões outrora estabelecidas, seja em ambientes físicos ou digitais. Independente do tipo de espaço, máquinas, ferramentas e materiais, aquilo que torna a cultura *maker* viva são as pessoas e suas inter-relações que não podem ser substituídas ou descartadas. Mais do que uma mudança tecnológica, esse movimento de “fazedores”

promove uma mudança cultural e social na qual o indivíduo não é definido pelo que consome, mas sim pelo que aprende e transforma colaborativamente em processos de criação que moldam sua identidade.

A aplicação prática da cultura *maker* na educação se revela particularmente efetiva quando praticada em um espaço colaborativo de compartilhamento e troca de ideias, técnicas, materiais e ferramental destinados à produção coletiva de soluções aplicáveis aos problemas do mundo real. Se presencialmente, o Ensino *Maker* apresenta significativa importância para a aprendizagem, em um contexto de isolamento social e pandemia ele se torna desejável.

O cenário de extremo isolamento social traz consigo a necessidade de reinventar possibilidades, associando tecnologia à criatividade para impulsionar a educação à distância entre crianças e jovens. Mais do que nunca, o Ensino *Maker* traz possibilidades de articulação de temas relevantes na criação de oportunidades de aprendizagem significativas aos alunos. Engajar os estudantes em questões pandêmicas de preocupação global - segurança alimentar, controle de prevenção de doenças, minorias marginalizadas em risco de contaminação, impactos sobre o sistema de saúde - possibilita o exercício da criatividade e pensamento crítico voltados à resolução de problemas de interesse comum.

Além do mais, estimular a abordagem desse tipo de projeto *maker* dentro da sala de aula, sendo ela física ou não, pode contribuir para elevar os níveis de autonomia e autoestima ao permitir que os alunos atestem suas reais capacidades de transformação do mundo; afinal, eles também fazem parte desse contexto. Mesmo que não seja possível trabalhar essas temáticas devido a outras prioridades do currículo escolar, professores e alunos ainda podem desfrutar de um ambiente que promova engajamento, trabalho em grupo e criatividade por meio de plataformas digitais que estimulem o compartilhamento de ideias e soluções não somente dentro como fora da comunidade escolar.

Se por um lado esse distanciamento impossibilita a discussão e a interação de forma presencial, por outro ele permite que educadores de diversas localidades possam trocar experiências e atuar em prol de uma sala de aula mais integradora, consciente e dinâmica graças à utilização das plataformas de ensino digital. Por mais que a prototipagem da solução à distância dependa da viabilidade dos recursos de cada aluno, os professores especialistas e regentes de diferentes disciplinas têm a possibilidade de se articular on-line para criar estratégias pedagógicas em espaços de interação e mediação interdisciplinar, ressignificando os conteúdos aprendidos isoladamente em uma rede on-line de conhecimentos que servirão de base à geração de ideias.

Em suma, essa nova realidade exige que o educador faça um esforço redobrado, em ambiente on-line, para demonstrar a importância do “aprender a fazer” através de desafios pedagógicos que vão muito além de acender um LED ou ligar um motor. Precisa haver propósito pedagógico para que haja interesse e engajamento significantes ao aprendizado.

Fortemente pensado em um contexto presencial, com compartilhamento de espaços físicos para mediação, prototipagem e intercâmbio de ideias, o EM precisa ser adaptado de forma a garantir que seus princípios não se percam em ambiente virtual. Portanto, o estudo se voltou para a investigação e questionamento da manutenção dessas premissas a fim de descobrir se a essência do EM poderia ser mantida e até mesmo ser ampliada em atividades de forma remota.

3.2. Programa On-line Class

A primeira experiência relatada é a do programa On-line Class, adotado em uma escola bilíngue da zona sul do Rio de Janeiro. O programa consistiu em uma estratégia de ensino remoto vivenciada pela autora desta dissertação no exercício de sua profissão como educadora *maker*. Esse programa se manteve de forma exclusivamente remota de meados de março a agosto de 2020, oferecendo atividades acadêmicas assíncronas e síncronas, durante a quarentena decorrente da pandemia do novo coronavírus.

Nesse programa, atividades *maker* à distância foram realizadas com 11 turmas do Ensino Fundamental I (1º ao 5º ano). No total, cerca de 182 alunos, entre 6 e 11 anos, foram contemplados pela iniciativa.

3.2.1. Contexto de atividades maker assíncronas

Dispondo de licenças empresariais do pacote Office 365⁸ para toda a equipe pedagógica, a escola adotou as plataformas Microsoft Sway e Microsoft Teams para compartilhamento de conteúdos didáticos on-line. Durante os meses de março e abril, a gestão pedagógica da escola orientou que as atividades no programa On-line Class fossem aplicadas de forma assíncrona, através do uso exclusivo dos sways para apresentação dos conteúdos diários da grade curricular durante a quarentena. Por meio dessa ferramenta, tornou-se possível a preparação,

⁸ Office 365 - versão online por assinatura da suíte de aplicativos para escritório/produzividade do Microsoft Office, focado no trabalho colaborativo simultâneo de uma equipe e na sua segurança. Disponível em: <https://www.microsoft.com/pt-br/microsoft-365/microsoft-365-for-home-and-school-faq>. Acesso em 05/03/2021.

organização e utilização de conteúdos em diversas mídias para o planejamento das aulas *maker*, como vídeos caseiros, *links* complementares, imagens e outros recursos, em um formato único de apresentação.

As atividades foram elaboradas respeitando-se o currículo oferecido pelo parceiro de cultura de inovação *maker* da instituição, porém com algumas adequações ao novo modelo de ensino assíncrono, como a redução do nível de complexidade das propostas *maker* em função da ausência de mediação presencial, a utilização de materiais alternativos com o intuito de facilitar a prototipagem das atividades com recursos disponíveis nas casas dos alunos e a substituição das rodas de conversa por questões autorreflexivas acerca das experiências vivenciadas. Ainda assim, a estrutura dos planos de aula se manteve a mesma do modelo presencial, composta pelas etapas de introdução, desenvolvimento (mão na massa) e conclusão, realizadas com o auxílio de vídeos caseiros, imagens e esquemas explicativos, vídeo-apresentações narrados e *links* de apoio para páginas da *web* ou para vídeos complementares.

1. **Introdução:** apresentação e contextualização da atividade a ser realizada com breve explicação de conceitos-chave que orientam a compreensão do tema e da atividade proposta (recursos: vídeos caseiros, imagens e links complementares de apoio).
2. **Desenvolvimento:** vídeo-apresentação narrado em formato de slides com auxílio de recursos audiovisuais e textuais ilustrando o passo a passo a ser executado.
3. **Conclusão:** levantamento de questões reflexivas e desdobramentos acerca da atividade realizada (recursos: vídeos caseiros).

Os arquivos *Sway* eram elaborados e enviados diariamente para os e-mails dos responsáveis, porém os conteúdos *maker* entravam em sua composição apenas quinzenalmente. A instituição convencionou que as propostas de aula fossem ofertadas de forma alternada, uma semana para as turmas de 1º ao 3º ano e, na semana seguinte, para as turmas de 4º e 5º ano do Ensino Fundamental.

Durante esses meses, os conteúdos *maker* eram ofertados aos alunos, porém sem nenhum tipo de retorno que possibilitasse a análise das experiências vivenciadas durante a prática. Ao optar pelo envio de conteúdos sem adoção de um canal para compartilhamento de experiências, a gestão escolar estabeleceu uma via de mão única para o ensino de forma não intencional, dificultando o processo de mediação da aprendizagem.

No final de abril, a instituição adotou o uso da outra plataforma para compor o programa On-line Class, o Microsoft Teams. O Teams é uma plataforma unificada de comunicação e colaboração para equipes que permite criar salas virtuais onde alunos, professores e demais colaboradores podem fazer postagens, realizar videoconferências, criar ou entregar tarefas e compartilhar conteúdos. Por meio dela, as aulas assíncronas feitas no Sway puderam ser monitoradas além de postadas, através de um sistema de checagem e controle da assiduidade no cumprimento de tarefas. A combinação dessas duas ferramentas viabilizou a criação de momentos de mediação diários em formato de chat, oportunos para sanar dúvidas e compartilhar as produções realizadas em casa (Figura 5).



Figura 5 - Produções em contexto assíncrono (2º ano EF I)

Fonte: cedido pela escola

A autora encontrou certa dificuldade para engajá-los e fazê-los interagir nas turmas on-line do Teams, seja para trocar ideias sobre as atividades ou para expor suas produções. No entanto, à medida que os alunos e os responsáveis mostravam maior domínio sobre a nova ferramenta, pequenos grupos começavam a retornar progressivamente a cada nova proposta de atividade assíncrona, seja por mensagens, fotos e/ou vídeos de suas produções. Mesmo que esse fato tenha contribuído para estimular os demais, a maioria ainda se mantinha incomunicável e alheio à socialização na plataforma.

3.2.2. Contexto de atividades maker síncronas

A partir de maio, o programa On-line Class assumiu o caráter on-line com atividades síncronas por meio de videoconferências na plataforma Microsoft Teams. Entretanto, as disciplinas especializadas, como Maker, Robótica, Música e Educação Física, se mantiveram assíncronas até o final de maio, quando o modelo síncrono finalmente passou a ser adotado por todos os educadores da instituição.

Nessa proposta, as aulas *maker* eram previamente agendadas e gravadas no canal correspondente à disciplina, com dias e horários pré-determinados de exibição de acordo com a grade horária enviada aos alunos e responsáveis. Além do agendamento das aulas on-line, os *Sways* ainda continuavam sendo produzidos e postados nas turmas virtuais como uma espécie de roteiro de aula para informar os conteúdos, objetivos, materiais e atividades que seriam desenvolvidas de forma síncrona, possibilitando a organização prévia dos alunos.

As primeiras turmas a serem contempladas com o Ensino *Maker* síncrono foram do 4º e 5º anos do Ensino Fundamental, com aulas de 1 hora a cada duas semanas. Em meados de julho, esse método se estendeu aos níveis iniciais (1º ao 3º anos) de forma fragmentada, com aulas de 30 minutos por semana.

Embora os motivos para a adoção das abordagens diferenciadas entre esses dois grupos não tenham sido explicitados, acredita-se que a iniciativa tenha levado em consideração a média de duração de atenção on-line por nível de escolaridade dos alunos. Um estudo recentemente conduzido pela equipe de pesquisa da Illinois State Board of Education gerou um documento com recomendações para aprendizagem remota considerando o nível de concentração dos alunos frente a uma tela de acordo com sua faixa etária e escolaridade, sugerindo níveis médios diários de exposição às aulas síncronas conforme exibido no quadro a seguir (Quadro 4).

Nível de escolaridade	Mínimo diário	Máximo diário	Tempo de duração de atenção
Ed. Infantil	30 min	90 min	3 – 5 min
1º e 2º anos	45 min	90 min	5 – 10 min
3º ao 5º ano	60 min	120 min	10 – 15 min
6º ao 8º ano	15 min/aula 90 min/dia	30 min/aula 180 min/dia	1 aula
9º ao 3º EM	20 min/aula 120 min/dia	45 min/aula 270 min/dia	1 aula

Quadro 4 - Atenção média diária de alunos on-line

Fonte: <https://lilianbacich.com/2020/04/23/recomendacoes-para-exposicao-as-telas/>

Além da carga horária reduzida em comparação com o modelo presencial, esse novo formato de aula exigiu que outros aspectos fossem adaptados fora o nível de dificuldade e a oferta de materiais, como o formato de apresentação dos conteúdos. Os slides contendo instruções e fotos do passo a passo das atividades, utilizados durante as aulas assíncronas, foram substituídos pela prototipagem ao vivo, uma vez que o compartilhamento de tela impossibilitava que a autora pudesse visualizar os alunos para mediação do processo de aprendizagem.

Sendo assim, optou-se por reformular a estratégia de ensino de modo que os recursos de apoio visual fossem utilizados somente na fase de introdução e contextualização. Ao encerrar o compartilhamento da apresentação e retomar o contato visual com os alunos, dava-se início à fase de desenvolvimento com prototipagem simultânea com o intuito de promover uma maior interação entre aluno e educador. Ao finalizar as produções, processo que poderia levar de uma a quatro aulas, os alunos eram convidados a participar de um momento de troca para compartilhamento de experiências e resultados obtidos por meio da atividade como forma de estímulo ao pensamento crítico e à reflexão.

Mesmo que a exposição de algumas produções fosse realizada durante as aulas on-line, a autora solicitava que todos os alunos postassem fotos e vídeos do protótipo final na plataforma Teams a fim de energizar o canal *Maker*, promover interação entre alunos, estimular análise crítica e discussões, além de possibilitar uma avaliação mais precisa de cada aluno. Houve um aumento significativo das postagens de produções após as aulas on-line, porém o grupo de alunos que movimentavam a plataforma ainda se mostrava bastante reduzido em função daqueles alunos cuja participação nas aulas on-line se caracterizava por uma atitude mais passiva (Figura 6).

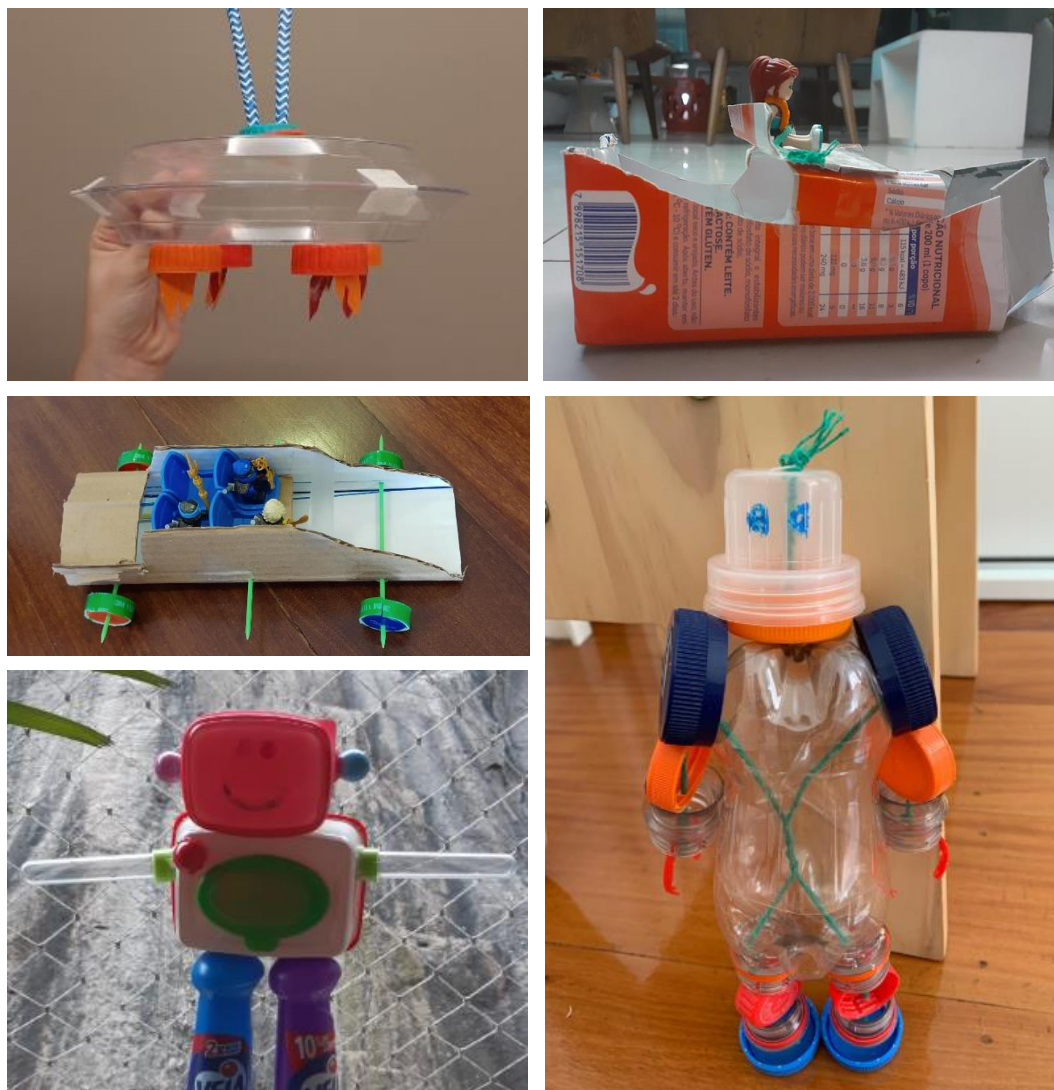


Figura 6 - Produções em contexto síncrono (3º e 4º ano EF I)

Fonte: cedido pela escola

Por ser realizada em tempo real, a proposta síncrona demandou certa adaptação na rotina das famílias, uma vez que a maioria dos alunos dependia do suporte técnico de seus responsáveis para assistir às aulas por meio de computador, tablet ou celular compartilhados.

Ainda que a flexibilização de horário para acesso às aulas tenha sido reduzida, esse modelo aumentou significativamente a participação e a interação dos alunos no processo, salvo algumas exceções que não se sentiam confortáveis para falar em grupo ou ligar a câmera mesmo quando convidados. Essa resposta imediata, tanto por parte do educador como dos colegas, estimulava muitos alunos a questionar, pedir sugestões e exibir seus progressos durante a prática, atitudes que ocorriam com bem menos frequência no modo assíncrono.

3.3. Projeto Robótica nas Escolas

O projeto Robótica nas Escolas (RNE), por sua vez, foi uma iniciativa de cunho social promovida pela empresa NTICS (Novas Tecnologias de Informação e Comunicação) que contou com patrocínio de uma empresa privada e com o apoio das Prefeituras Municipais das cidades participantes, sendo desenvolvida pela Bu-Go, empresa especializada no desenvolvimento de metodologias ativas para potencializar processos de ensino-aprendizagem. Vale ressaltar que, no âmbito desta dissertação, a autora já havia se integrado profissionalmente à Bu-Go quando realizou a implementação e a observação de todo o processo.

O objetivo do projeto era viabilizar o ensino mão na massa remoto para alunos carentes do 4º e 5º ano do Ensino Fundamental de escolas públicas das regiões de Manaus (AM), Rio Claro (SP) e Joinville (SC). Ao todo, cerca de 900 crianças, com idade entre 10 e 11 anos, foram contempladas pelo projeto ao longo de oito (08) dias, de 24 de setembro a 02 de outubro de 2020. A seguir, trazemos o relato do processo vivenciado por meio de observação participante.

3.3.1. Pré-projeto

Inicialmente, um kit para montagem de circuitos e projetos elétricos contendo os módulos Scopabits (Figura 7) cortados a laser, componentes elétricos (01 LED, 01 *buzzer*, 01 motor DC, 01 botão gangorra, 01 suporte com 2 pilhas AA), jaca-rés de crachá, parafusos com porcas para fixação dos elementos e transmissão de energia, jumpers e fios para conexão dos circuitos elétricos, além de panfletos com explicações acerca do curso foi elaborado e distribuído a todas as famílias inscritas no projeto.



Figura 7 - Módulos Scopabits e jaca-rés de fixação
Fonte: cedido pela Bu-Go

O Scopabits é um kit de componentes eletrônicos, com interface simplificada de conexões de circuitos elétricos, projetado para estimular o pensamento inventivo por meio de prototipagem de ideias. Além de ser um kit de baixo custo, ele é um projeto aberto e registrado como *Creative Commons*⁹, ou seja, qualquer pessoa pode adaptar, alterar e criar a partir deste trabalho para fins não comerciais, desde que atribuam o devido crédito e licenciem as novas criações sob termos idênticos.

Todos os kits, etiquetados com o nome dos alunos, foram distribuídos para as respectivas escolas municipais cadastradas no programa e recolhidos pelos participantes antes do início do projeto (Figura 8). Uma vez de posse dos mesmos, os responsáveis foram informados pela NTICS, via e-mail, a respeito das aulas que se seguiriam nas próximas semanas.

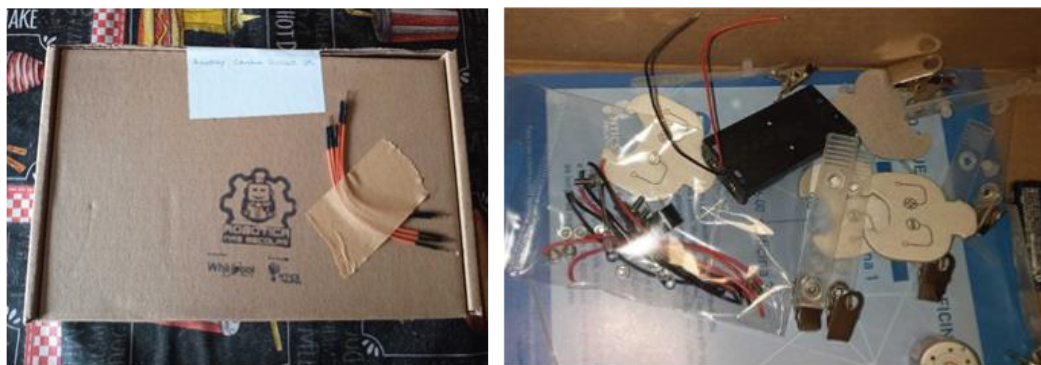


Figura 8 - Kit do projeto RNE
Fonte: cedido por NTICS

3.3.2. Desenvolvimento

Após o recebimento do material, os alunos tiveram três (03) momentos de interação síncrona durante os quais a autora, exercendo o papel de profissional-pesquisadora (GRAY, 2012), orientou e observou o desenvolvimento dos desafios propostos para cada etapa junto a uma representante da NTICS.

Ao fim de cada videochamada, os alunos tinham o prazo de quatro (04) dias corridos para desenvolver o desafio proposto até a etapa seguinte (Quadro 5). Durante esse período, toda a comunicação e mediação foi feita por meio de aplicativo de comunicação interna com canais específicos destinados a cada uma das três cidades, Manaus, Rio Claro e Joinville.

⁹ Creative Commons - organização não governamental sem fins lucrativos voltada a expandir a quantidade de obras criativas disponíveis, através de suas licenças que permitem a cópia e compartilhamento com menos restrições que o tradicional todos direitos reservados. Disponível em: <https://creativecommons.org>. Acesso em 05/03/2021.

DETALHAMENTO DO PROJETO RNE					
ETAPA	PRIMEIRO ENCONTRO	SEMANA DE TRABALHO 1	SEGUNDO ENCONTRO	SEMANA DE TRABALHO 2	TERCEIRO ENCONTRO
FORMATO	Síncrono	Assíncrono	Síncrono	Assíncrono	Síncrono
PRÉ-REQUISITOS	Possuir o kit de circuitos elétricos em mãos	Acesso à plataforma <i>Slack</i> para compartilhar fotos e vídeos	Montagem dos circuitos elétricos no encontro anterior	Acesso à plataforma <i>Slack</i> para compartilhar fotos e vídeos	Criação do projeto com base em uma das trilhas de desafio
DESCRIÇÃO GERAL	Introdução ao projeto e kit, apresentação do primeiro desafio	Montagem do kit e desafios de montagem de circuito elétrico	Compartilhar resultados e explicar o desafio de 3 trilhas	Semana do desafio das 3 trilhas específicas de projeto	Finalização com discurso motivacional e últimas orientações
ARQUIVOS (com título)	-----	Cards de conhecimento; Card de desafio de montagem do circuito	-----	Cards de conhecimento; Cards de desafio de uma das 3 trilhas	-----
RECURSOS	Cards de montagem, kit e algumas ferramentas. (alicate e tesoura)	Canal de comunicação para coleta de dados (<i>Slack</i>); Mediador para atender às crianças	Cards de desafio de trilhas, kit, sucatas e ferramentas diversas.	Canal de comunicação para coleta de dados (<i>Slack</i>); Mediador para atender às crianças	-----

Quadro 5 - Detalhamento de etapas do projeto RNE
 Fonte: adaptado de Bu-Go (2020).

a) Momentos de interação síncrona

Em website próprio da iniciativa (<https://ntics.com.br/projetorobotica/>), os alunos tiveram acesso a uma série de recursos digitais, como informações do projeto, arquivos de conteúdo para desenvolvimento das atividades e links de direcionamento, tanto para vídeo chamadas como para participação na comunidade virtual do projeto. Os encontros on-line ocorreram nos dias 24 e 28 de setembro e 02 de outubro de 2020, através da utilização de um serviço de conferência remota (Zoom).

Para organizar os momentos de interação síncrona, cada cidade tinha horários específicos e links de acesso próprios para as conferências disponibilizados exclusivamente aos estudantes daquela região. Sendo assim, os encontros foram organizados, segundo o fuso horário de Brasília, às 10h para Manaus (AM), às 13h para Rio Claro (SP) e às 16h para Joinville (SC), tendo cada encontro uma hora de duração.

1º encontro síncrono (dia 24/09/2020):

Ao ingressarem na sala Zoom pela primeira vez, os alunos se mostraram muito empolgados com seus kits à mostra, erguendo-os na tela do computador. Alguns estavam sozinhos, outros se encontravam na presença dos pais e poucos deles estavam presentes nas escolas com o professor, devidamente protegidos com máscaras. Ao todo, 680 alunos participaram do primeiro encontro, sendo 225 em Manaus, 195 em Rio Claro e 260 em Joinville. Devido ao número significativo de crianças, os microfones dos participantes foram silenciados, exceto os dos integrantes da Bu-Go, incluindo o da autora desta pesquisa.

Após o ingresso da maioria dos estudantes, a apresentadora deu início ao curso através de uma breve explicação acerca do projeto, dando destaque aos objetivos, à importância da iniciativa e aos responsáveis pela sua realização, a NTICS, a empresa privada patrocinadora, a Bu-Go e as Prefeituras Municipais das cidades de Manaus, Rio Claro e Joinville.

Ainda em sua fala, a apresentadora enfatizou os quatro indicadores brasileiros para os ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável) que estavam sendo contemplados no projeto: ODS 4: Educação e Qualidade; ODS 9: Indústria, inovação e infraestrutura; ODS 12: Consumo e produção responsáveis e ODS 17: Parcerias e meios de implementação (Rede ODS Brasil, 2015). Por fim, apresentou o site e a plataforma de comunicação interna, *Slack*¹⁰, que seria utilizada durante as semanas de trabalho para compartilhamento de experiências e resultados dos desafios ao longo de todo o projeto.

Durante essa primeira parte do encontro, algumas crianças se mostraram dispersas e pouco interessadas, apoiando seus rostos nas mãos, postura que no pode ser interpretada como indicativa de aborrecimento ou tédio, ou ainda desviando a atenção da tela para outras coisas. Assim que os integrantes da Bu-Go foram apresentados como desenvolvedores dos kits que elas tinham em mãos, a maioria deles começou a abrir a caixa e explorar seu conteúdo com curiosidade.

¹⁰ Slack - plataforma proprietária de comunicação comercial desenvolvida pela empresa americana de software Slack Technologies. Disponível em: <https://slack.com/intl/pt-br/>. Acesso em 05/03/2021

A partir desse momento, esta pesquisadora estabeleceu seu primeiro contato com os participantes do projeto sem, contudo, que os mesmos fossem informados de sua atuação como pesquisadora-observadora. Ela apresentou-se como designer de experiências educacionais, e membro da equipe da empresa Bu-Go, tendo a função de acompanhar a aplicação do projeto como também fazer a mediação do processo de aprendizagem dos alunos inscritos. Essa estratégia foi adotada com o intuito de minimizar possíveis desconfortos por parte das crianças com a presença de uma pessoa de fora da proposta do curso.

A segunda parte do encontro, sob a responsabilidade dos designers da Bu-Go, tratou das questões relativas aos componentes incluídos no kit e possibilidades de exploração dos mesmos, além da apresentação dos conteúdos do dia 1, presentes na seção “área do aluno” do site do projeto. Dentro da opção “trilha de conhecimento”, foram apresentados 4 planos de oficinas – protótipo, circuitos elétricos, técnicas de fixação e técnicas de modificação – em forma de cards, com informações para gerar repertório de conhecimento técnico suficiente para a execução da trilha de desafio, apresentada em seguida (Figuras 9).



Figura 9 - Card de conhecimento (protótipo)

Fonte: https://ntics.com.br/wp-content/uploads/2020/09/CARD-CONHECIMENTO-_-TRILHA-INICIAL-_-QUE-É-UM-PROTÓTIPO-1.pdf

A atividade da trilha de desafio foi apresentada aos alunos a partir do plano de oficina “meus primeiros circuitos elétricos” (Figura 10). Nesse desafio, eles tiveram que cumprir algumas missões referentes à execução da atividade prática, da fase de testes, do registro e do compartilhamento:

1. **Montar todos os componentes do kit, suporte de pilha, LED, botão, buzzer e motor:** fixação dos componentes nas bases de apoio cortadas a laser;
2. **Testar os circuitos:** montagem de circuitos elétricos simples para funcionamento dos componentes (com e sem botão liga/ desliga);
3. **Compartilhar os testes:** criação e compartilhamento de vídeos com os resultados da atividade.

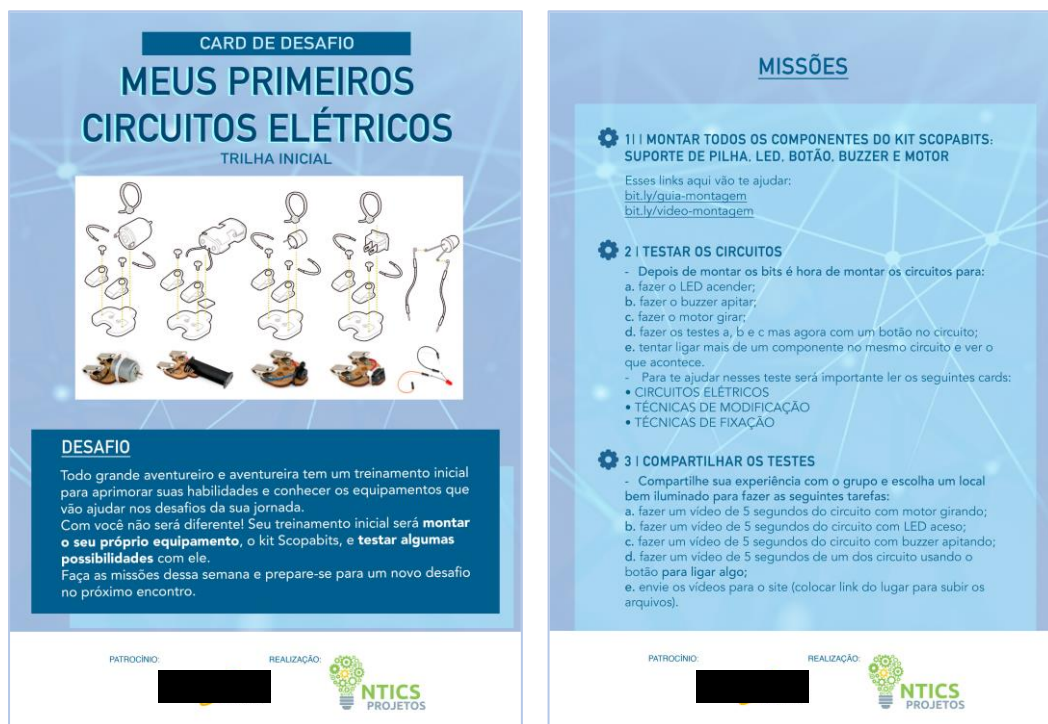


Figura 10 - Card de desafio (circuitos elétricos)

Fonte: https://ntics.com.br/wp-content/uploads/2020/09/CARD-DE-DESAFIO_-_TRILHA-INICIAL_-_MEUS-PRIMEIROS-CIRCUITOS-ELÉTRICOS.pdf

Para surpresa dos alunos e desta própria pesquisadora, quando alguns alunos tentaram experimentar a montagem dos circuitos durante a explicação foram chamados à atenção pela apresentadora. Ela reforçou a importância de se estar atento apenas às instruções, sugerindo que aquele não era o momento propício para mão na massa. Apesar disso, nem todos atenderam ao pedido uma vez que estavam curiosos demais com as possibilidades de exploração do kit.

Após realizar um resumo do encontro, a apresentadora sugeriu que as crianças clicassem no ícone de mão levantada do Zoom para sinalizar dúvida. À medida que o sinal aparecia em sua tela, ela habilitava o microfone do participante e dizia seu nome, pedindo que ele fizesse sua pergunta. Vale lembrar que o microfone dos alunos permaneceu desligado ao longo de toda a reunião. Por conta do tempo e do número de alunos a serem atendidos, cada dúvida era respondida prontamente, sem espaço para diálogo ou reflexões. Ao final, muitos se mostraram frustrados por não conseguirem seu espaço de fala, permanecendo com suas mãos erguidas em frente à câmera até o fim da reunião na esperança de serem atendidos.

2º encontro síncrono (dia 28/09/2020):

O segundo encontro síncrono contou com a participação de 525 crianças nas três videoconferências, sendo 185 alunos em Manaus, 130 alunos em Rio Claro e 210 alunos em Joinville. A maioria dos alunos estava de posse dos circuitos montados, conforme pedido no encontro anterior, no momento em que ingressaram na chamada. Outros tantos foram solicitados a pegar as produções enquanto a representante da NTICS aguardava o ingresso dos demais alunos.

Ao dar início a mais uma aula, ela fez uma breve recapitulação do encontro anterior, dando ênfase aos resultados esperados com base na exploração da trilha de conhecimento e desafio do dia 1, ou seja, a montagem dos circuitos elétricos. Apesar do desafio ser composto de atividades com níveis de dificuldade crescentes, não existia obrigatoriedade em cumprir todas as propostas e não havia nenhum tipo de punição ou repreensão caso os alunos não realizassem a atividade no tempo recomendado. A intenção não era exercer cobrança ou pressão sobre os alunos, mas engajá-los em atividades práticas, sobretudo por meio da geração de interesse, curiosidade e criatividade.

Em seguida, os alunos tiveram um espaço para compartilhamento on-line de experiências durante o qual puderam mostrar seus circuitos em funcionamento, explicar o processo de montagem e partilhar alguns sentimentos vivenciados durante a prática, como alegria, entusiasmo e surpresa, por exemplo. Devido ao grande número de participantes, somente 5 alunos dentre os que ergueram suas mãos virtuais tiveram oportunidade de participar desse momento, fator que gerou certa frustração nos demais.

Desfrutando de uma relação mais estreita com os alunos, construída tanto no encontro anterior como na semana de trabalho remoto precedente por meio de processo de mediação assíncrona, esta pesquisadora conduziu os desafios

seguintes com mais assertividade, mesmo sendo a única representante da empresa Bu-Go na equipe. A tela do site do projeto foi compartilhada, como da vez anterior, para a apresentação dos conteúdos da trilha de conhecimento e do desafio referentes ao dia 2.

Dessa vez, a trilha de conhecimento era composta de 3 planos de oficina (tipos de brinquedo, tipos de produto e partes de um veículo) que, seguindo a mesma linha dos cards de repertório do encontro anterior, forneciam informações básicas e conhecimentos técnicos para o desenvolvimento da trilha de desafio a ser escolhida pelo aluno. Dentre os planos de oficinas disponíveis, estavam a construção de um brinquedo, de um produto ou de um veículo (Figura 11).



Figura 11 - Card de desafio (brinquedo eletrônico)

Fonte: https://ntics.com.br/wp-content/uploads/2020/09/CARD-DESAFIO-_TIPOS-DE-BRINQUEDOS-FRENTE.pdf

Apesar de não terem sido feitas restrições à escolha ou mesmo à combinação de mais de um plano, esta pesquisadora sugeriu que os alunos se concentrassem na elaboração de ao menos uma das possibilidades oferecidas como ponto de partida para o projeto. Independentemente do tipo de projeto a ser desenvolvido, cada plano de oficina da trilha de desafio era composto de um card com orientações sobre o processo projetual baseado na metodologia *design thinking*, imersão, ideação e prototipação (VIANNA et al., 2012, p. 18).

1. **Fazer uma lista de ideias:** momento de pesquisa e inspiração por meio de links de apoio disponíveis no card;
2. **Coletar materiais pela casa:** observação, coleta e reutilização de materiais e/ ou objetos simples, em congruência com os circuitos elétricos previamente montados, para a construção do protótipo;
3. **Construir um protótipo:** momento de desenvolvimento prático e experimental para criação do protótipo, após leitura dos cards de conhecimentos sugeridos;
4. **Compartilhar sua criação:** criação e compartilhamento de vídeos com os resultados da atividade.

A fim de explicar os passos do card de desafios de uma forma mais prática, esta pesquisadora mostrou o processo de criação de seu protótipo, um robô pintor. Durante a demonstração das etapas iniciais do projeto, a autora sentiu necessidade de evidenciar a importância do esboço de alternativas como recurso visual para a organização de ideias e conceitos por meio de desenhos simples; recomendação que não estava totalmente clara na proposta dos cards (Figura 12).

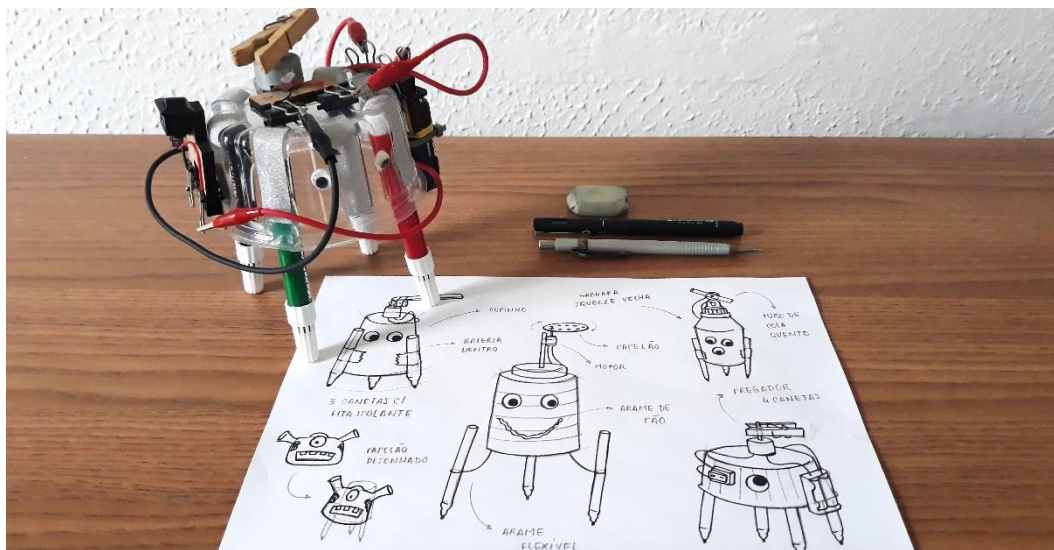


Figura 12 - Protótipo robô pintor
Fonte: acervo da autora

Em seguida, a apresentação do protótipo se deu como uma simulação do registro em vídeo que os alunos deveriam fazer e compartilhar ao final da atividade. Essa simulação contemplou todas as informações necessárias à compreensão do projeto, como definição do conceito, finalidade, materiais e ferramentas utilizados, processo de construção e demonstração de funcionamento.

Mais uma vez, os alunos foram orientados a fazer suas produções no prazo de 4 dias corridos até a data do terceiro e último encontro, dia 02 de outubro de 2020. Seguindo o esquema do encontro passado, a representante da NTICS resumiu a proposta da atividade, repassando os caminhos de acesso aos conteúdos no site e reforçando a importância do uso da plataforma *Slack* durante a semana de trabalho para o compartilhamento de dúvidas, sugestões e resultados referentes à atividade que seria desenvolvida.

Para finalizar, ela abriu espaço para dúvidas exatamente como fizera da vez anterior, chamando os alunos à medida que estes erguiam a mão virtual. Como surgiram muitas dúvidas de caráter técnico, com relação ao uso de materiais e construção do protótipo, esta pesquisadora aproveitou sua experiência como educadora *maker* para fazer recomendações aos alunos que conseguiram um momento de interação on-line para perguntas.

3º encontro síncrono (dia 02/10/2020):

Assim que entraram na sala virtual do último encontro, as crianças começaram a exibir seus projetos na tela mesmo que estivessem com o microfone desabilitado no início da reunião. Esse ato deixou clara e reforçou a importância do compartilhamento para os alunos; mais do que somente executar as atividades, eles sentiam necessidade de mostrar, explicar e partilhar suas criações com os demais, mesmo à distância. Com uma pequena redução do número de participantes, esse encontro contou com cerca de 405 alunos no total, sendo 140 de Manaus, 105 de Rio Claro e 160 de Joinville.

Após aguardar o ingresso da maioria dos alunos na sala virtual, a representante da NTICS introduziu três convidados da empresa patrocinadora do projeto na reunião, dois homens e uma mulher. Todos se apresentaram como engenheiros de computação, descrevendo brevemente seu trabalho com robótica na área de automação e montagem de eletrodomésticos na empresa filial de cada cidade participante do projeto.

Em seguida, a apresentadora escolheu 5 crianças, dentre aquelas que ativaram o ícone de mão levantada, para fazerem perguntas aos convidados. Elas se mostraram bastante curiosas e levantaram uma série de questionamentos sobre funcionamento, programação, possibilidades de operação e processo de montagem dos robôs. Após responderem às perguntas, os convidados se despediram dos alunos com uma mensagem motivacional, incentivando-os a continuarem na busca por seus interesses na área de robótica.

A partir desse momento, houve uma recapitulação de toda a trajetória percorrida pelos alunos durante o projeto Robótica nas Escolas, com destaque para três momentos: montagem dos kits, circuitos elétricos e desafios de invenção. Devido ao grande número de participantes, não houve tempo para a exposição dos projetos, somente para um breve relato acerca das experiências, em relação à prática remota com circuitos elétricos.

Muitos dos alunos relataram ter recebido apoio dos pais durante o processo de construção dos protótipos, fator que pode ter influenciado não somente na qualidade dos resultados obtidos como no nível de entusiasmo das crianças. Eles confessaram que aprenderam com seus erros e se divertiram bastante durante todo o processo, apesar das dificuldades enfrentadas. Todos se mostraram muito surpresos e satisfeitos com suas criações, especialmente aqueles que tiveram contato com circuitos elétricos pela primeira vez.

Por conseguinte, esta pesquisadora se responsabilizou pelo discurso motivacional, com base em referências do mundo das invenções, trazendo figuras de destaque tanto do passado como do presente para a inspiração das crianças. Dentre essas figuras estavam Nikola Tesla, Ann Makosinski, Ezedine Kamil, Francielly Rodrigues, Robert Lang e Caine Monroy. Cada uma dessas referências, em suas épocas e contextos específicos, trazia em si a mesma vontade de resolver problemas e criar soluções através da prática, assim como os alunos fizeram ao longo dos desafios propostos a cada encontro.

A representante da NTICS explicou aos alunos como se daria a fase de pós-projeto, ou seja, o compartilhamento de suas invenções em uma biblioteca virtual de robôs no site do projeto Robótica nas Escolas. Cada aluno deveria preencher um formulário relatando suas experiências e informando aspectos relevantes do projeto como nome, funcionalidade, trilha escolhida e materiais utilizados.

Ao fim do projeto, todos os participantes receberam um certificado digital de conclusão com identificação da cidade e nome completo do aluno, atestando carga horária de 07 horas totais de atividade.

b) Momentos de interação assíncrona

As semanas de trabalho assíncrono que sucederam ao primeiro e ao segundo encontros síncronos se deram através da plataforma de compartilhamento *Slack*. Utilizando essa plataforma, foram criadas salas virtuais para cada cidade envolvida no projeto, Manaus, Rio Claro e Joinville. Nas salas os alunos interagiam

entre si e tiravam dúvidas com esta pesquisadora e com a representante da NTICS por meio de mensagens de texto, além de enviarem fotos e vídeos como registro das produções dos desafios propostos.

Contando com sua experiência como designer e educadora *maker*, a pesquisadora e autora desta dissertação atuou como mediadora do processo de aprendizagem, fornecendo auxílio técnico sobre a montagem dos circuitos elétricos, lembrando os combinados de cada desafio e fazendo observações e sugestões construtivas por meio de mensagens de texto, como reforço positivo às invenções dos alunos. Durante esse processo, a autora teve a preocupação de não responder às perguntas de forma direta, mas devolver cada pergunta com um outro questionamento a fim de estimular o aluno a pensar na solução por conta própria, instigando a capacidade criativa e o raciocínio lógico.

A primeira semana de trabalho consistiu no desenvolvimento do desafio 1, montagem do kit e desafios de circuitos elétricos (Figura 13). Por se tratar de uma atividade com passo a passo bem definido, todos os alunos alcançaram o mesmo resultado, salvo pequenas variações no uso de materiais alternativos para a hélice do motor DC, como peças plásticas, palitos de madeira, hastes de cotonete, etc.



Figura 13 - Produções de circuitos elétricos
Fonte: cedido por Bu-Go e NTICS

A segunda semana de trabalho foi marcada pelo projeto de trilhas do desafio 2, que consistia na escolha de uma das 3 trilhas (brinquedo, projeto ou veículo) para execução do protótipo de sucata com circuitos elétricos. Mesmo que não tivessem conhecimento da metodologia, os alunos utilizaram um conjunto de métodos

derivados do *design thinking* que nortearam as fases de pesquisa, geração de alternativas, escolha de materiais e ferramentas, prototipagem, testes, análise e refinamento do protótipo. Como no desafio anterior, fotos e vídeos foram enviados pela plataforma como registro e compartilhamento das produções (Figura 14).

REGISTRO DE COMPARTILHAMENTO ASSÍNCRONO			
CANAL DA CIDADE	MEMBROS TOTAIS	ARQUIVOS COMPARTILHADOS	
Manaus (AM)	340	153 imagens	63 vídeos
Rio Claro (SP)	304	37 imagens	19 vídeos
Joinville (SC)	411	96 imagens	57 vídeos

Quadro 6 - Compartilhamento assíncrono do projeto RNE

Fonte: elaborado pela autora.

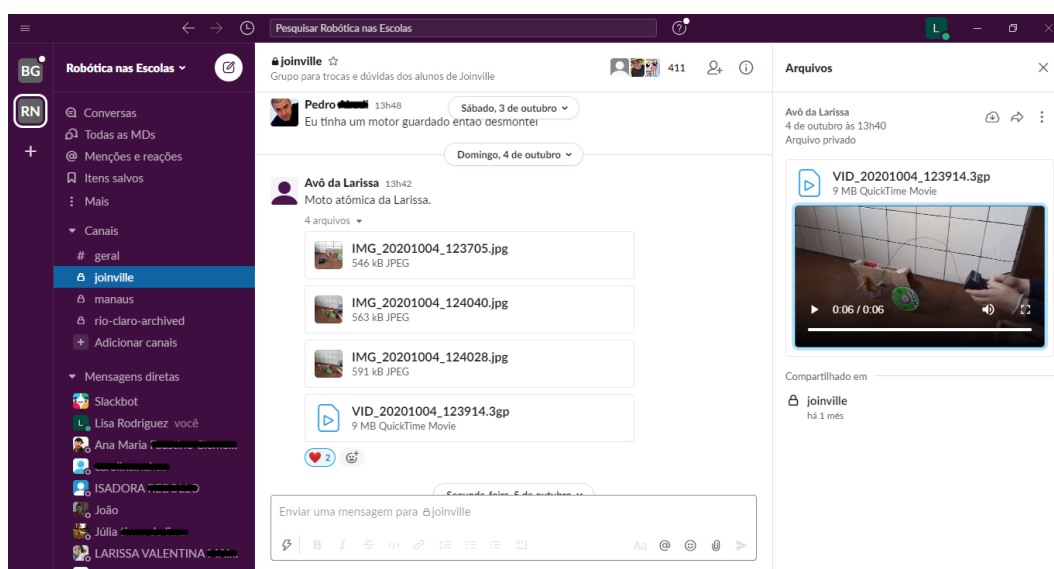


Figura 14 - Compartilhamento de produções na plataforma

Fonte: cedido por Bu-Go e NTICS

Devido ao nível de liberdade criativa do desafio de trilhas, os alunos apresentaram soluções muito variadas em relação à funcionalidade, forma, tamanho e materiais dos protótipos. Além disso, houve uma significativa reutilização de materiais na realização dessa atividade, desde sucatas até brinquedos antigos e carcaça de eletrodomésticos quebrados. Alguns alunos se restringiram à execução de réplicas dos modelos fornecidos como exemplos em fotos e vídeos disponíveis nos links dos cards de desafio. Outros, no entanto, utilizaram esses links como inspiração para projetos um pouco mais elaborados e personalizados (Figura 15).



Figura 15 - Produções dos desafios de trilhas
Fonte: cedido por Bu-Go e NTICS

Em ambos os casos, a participação dos responsáveis mostrou-se fundamental para estimular e auxiliar os alunos, principalmente nas partes mais técnicas de montagem do circuito e fixação dos componentes. Alguns deles apareciam ao lado das crianças, tanto nos encontros síncronos como nas produções de vídeos e fotos para registro dos protótipos, comprovando que a oportunidade também serviu como vínculo entre pais e filhos ao criar uma memória afetiva em torno do aprendizado prático-experimental.

3.3.3. Pós-projeto

Assim que a representante da NTICS informou sobre a proposta de elaboração de uma biblioteca virtual de robôs com os trabalhos dos alunos, no último encontro síncrono, o entusiasmo e a surpresa tomaram conta do momento. Era nítida a alegria dos alunos ao descobrirem a possibilidade de expor seus projetos para outras crianças, fator que reforçou ainda mais a importância do compartilhamento como motor de engajamento.

Para tanto, os alunos tiveram que preencher um formulário com informações pessoais e dados referentes ao projeto, além de enviar uma foto do protótipo finalizado. As produções foram organizadas de acordo com a cidade de cada um e se encontram expostas como galeria de imagens na opção biblioteca de robôs do site do projeto Robótica nas Escolas (Figura 16).

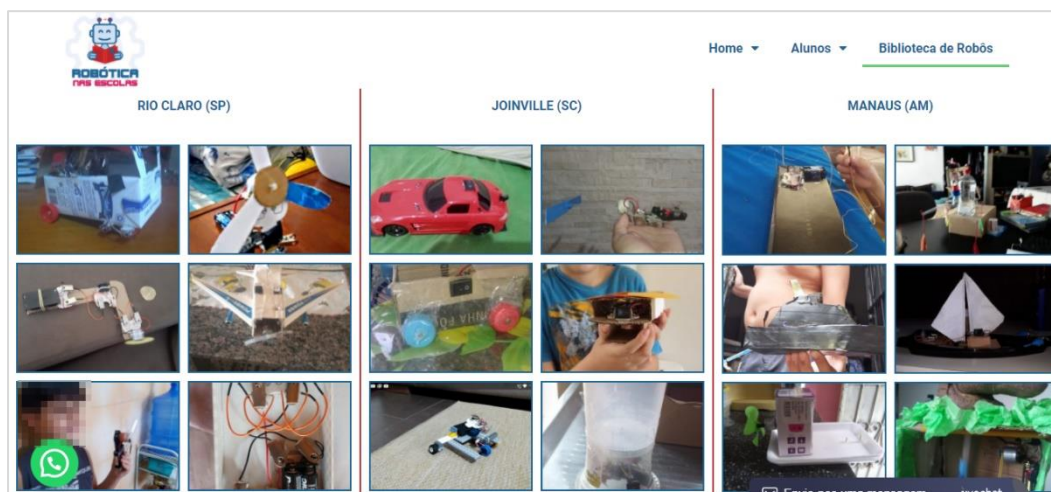


Figura 16 - Biblioteca virtual de robôs
 Fonte: <https://ntics.com.br/biblioteca-de-robos/>

3.4. Reflexões sobre Ensino *Maker* remoto

A pandemia causada pelo novo coronavírus desafiou o mundo de diversas maneiras e, com a educação isso não poderia ser diferente. O distanciamento social como forma de prevenção à Covid-19 impactou o dia a dia das instituições de ensino, de profissionais da educação e dos alunos que tentaram se adaptar a uma rotina de estudos em casa. No momento em que esse contexto se estende às atividades *maker*, de caráter essencialmente prático e colaborativo, as barreiras à mediação, tanto entre professor-aluno como entre pares, se tornam ainda mais visíveis frente à ausência de um espaço físico para compartilhamento de ideias e produções.

Como visto anteriormente, a cultura *maker* tem ganhado força nas escolas nos últimos anos, impactando a maneira de ensinar dos professores – e de aprender dos estudantes. Através dessa metodologia, o aluno tem possibilidades de aprender de forma mais ativa, exercitando maior protagonismo sobre sua própria aprendizagem por meio da realização de projetos. A fim de garantir essa premissa mesmo em um ambiente remoto, as propostas práticas necessitaram sofrer certas adaptações em decorrência do novo espaço de experimentação domiciliar e das novas formas de execução, registro e compartilhamento on-line das atividades.

As experiências relatadas nesse capítulo trazem duas realidades bem diferentes onde essas adaptações on-line obtiveram respostas igualmente distintas. Além dos alunos da instituição particular terem mais oportunidades e acesso a recursos de última geração, tanto em casa como na escola, eles tiveram um momento *maker* presencial antes da quarentena. Por mais breve que tenha sido essa vivência, ela trouxe para as crianças uma referência de Ensino *Maker*, marcado por um ambiente com materiais, ferramentas e máquinas próprios ao uso e compartilhamento, além de um espaço livre para diálogo e troca de ideias como facilitação ao processo criativo na resolução de problemas. Desse modo, seria natural que elas esperassem uma experiência de aprendizado semelhante vinda do espaço virtual, seja ele assíncrono ou síncrono.

Acredita-se que essa expectativa possa ter criado uma certa frustração em alunos que não conseguiram se adaptar aos novos moldes *maker* no ensino remoto e, portanto, participaram com menos entusiasmo das aulas. Ainda que tentassem, por vezes esses alunos não completavam todo o ciclo de aula, composto por introdução, desenvolvimento, registro e compartilhamento, desistindo do meio para o final do processo. Esse, dentre outros fatores, acarretou em uma baixa dos níveis de participação on-line e de compartilhamento na plataforma.

Entretanto, aqueles que perseveraram nas aulas *maker* remotas se mostraram motivados não somente pela força do hábito e interesse natural nas atividades, como também pelo apoio constante dos responsáveis. Muitos deles apareciam ao lado de seus filhos durante as aulas síncronas para oferecer suporte quando necessário, estimulando a prática *maker* mesmo dentro de casa. O mesmo pôde ser percebido durante a observação participante no projeto RNE.

Embora a realidade das crianças das escolas públicas contempladas pelo projeto seja menos favorecida, o envolvimento e comprometimento dos pais para auxiliar seus filhos a completarem os desafios *maker* foi um fator fundamental para promover maior vínculo e despertar um engajamento ainda maior na execução das propostas *maker*. Por outro lado, a falta desse suporte familiar ou mesmo o desencorajamento por parte dos pais tendia a provocar desinteresse nos alunos.

Como a maioria desses alunos nunca teve a oportunidade de vivenciar uma experiência *maker* antes desse projeto, presume-se que a motivação por algo novo e desconhecido possa ter aberto portas para o interesse e a curiosidade das crianças que se revelaram bastante participativas, tanto nos encontros síncronos via videoconferência como no compartilhamento de soluções na plataforma *Slack*. Apesar de demonstrarem certa dificuldade, foram bastante resilientes e persistiram na busca pela resolução dos problemas propostos a cada novo encontro.

Se por um lado as aulas remotas impossibilitavam a discussão e mediação de forma presencial, por outro elas permitiram que alunos de diversas localidades pudessem ter acesso simultâneo às propostas *maker* sem limitações de espaço. Mesmo que os alunos ficassem sujeitos a adaptar suas rotinas em função dos horários das aulas on-line, recursos de gravação associados à adoção de canais de interação assíncrona tornavam a atualização e a revisão de conteúdos viáveis em casos de indisponibilidade e/ou dúvidas.

Dessa forma, pode-se dizer que a combinação de estratégias síncronas e assíncronas em momentos certos repercute positivamente no acesso às aulas, proporcionando maior flexibilidade à aprendizagem experimental remota. No entanto, ainda se torna necessário compreender como dosar mediação e autonomia para que os alunos se sintam mais estimulados a participar do ciclo de aula de forma plena, evidenciando seu progresso ao longo de todo o processo.

Portanto, a proposta de investigação sobre como o design pode contribuir nesse processo se mostrou oportuna, não somente como forma de compreender as causas que levam ao desinteresse ou ruptura prematura da jornada de aula *maker* remota, mas também como oportunidade de gerar uma experiência que atenda às demandas dos usuários de forma mais satisfatória a fim de garantir o desenvolvimento de habilidades e competências cognitivas e socioemocionais mesmo em um contexto de isolamento social.

4. Diretrizes para design de experiência de ensino-aprendizagem *maker* em contexto remoto

Com o intuito de trazer algumas contribuições do Design para questões observadas e descritas ao longo da dissertação, este capítulo propõe diretrizes para a elaboração de uma proposta de design para uma experiência de ensino-aprendizagem *maker* remoto por meio da combinação de métodos e técnicas do *design thinking* (STICKDORN & SCHNEIDER, 2011; STICKDORN et al., 2018; IDEO, 2009, 2013) e de ferramentas do design de serviços presentes no documento Service Design Toolkit, desenvolvido pela Jamk University of Applied Sciences, e no livro *Design Thinking: inovação em negócios* (VIANNA et al., 2012).

Entendemos diretrizes como um conjunto de orientações para o caso em estudo, passíveis de desenvolvimento e aplicação por parte de instituições, educadores e designers que se encontrem em contextos semelhantes aos apresentados nesta dissertação. Considerando o Ensino *Maker* remoto como realidade totalmente nova e incerta, cabe ao profissional avaliar a situação de modo analítico para escolher o caminho mais adequado a seguir ou mesmo propor um novo caminho inspirado nos aprendizados relatados. Dito isto, este capítulo se divide em três etapas iterativas: imersão, análise e síntese e ideação, tratadas nesta ordem para facilitar a estrutura e organização desse processo não-linear.

4.1. Etapa de imersão

A fase de imersão ou exploração é caracterizada pela compreensão do cenário (escola), onde o designer identifica uma ocorrência real (ensino-aprendizagem *maker* remoto) sobre a qual deseja atuar. Segundo Stickdorn e Schneider (2011), a compreensão clara da situação, vista através da perspectiva dos atores envolvidos, é fundamental para que uma proposta de design ou redesign da ocorrência seja bem sucedida. Portanto, o processo de *design thinking* ocorre por meio de uma abordagem centrada nos atores envolvidos, que objetiva estabelecer profunda empatia e um entendimento amplo das necessidades e motivações das pessoas (alunos e educadores) para quem se projeta a proposta.

Aproveitando-se de sua experiência, a autora desta pesquisa conduziu a fase de imersão em profundidade (VIANNA et al., 2012, pg. 36) dentro de seu próprio ambiente de trabalho, como profissional-pesquisadora. Conforme visto no capítulo anterior, os dados coletados por meio de relatos de experiência e observação participante permitiram um estudo abrangente das percepções, emoções e ações dos estudantes com relação ao Ensino *Maker* remoto, até então pensado como prática pedagógica exclusivamente presencial. Nesse sentido, a observação de dois casos distintos, programa On-Line Class e projeto Robótica nas Escolas, permitiu comparações e reflexões significativas para a pesquisa.

Durante as observações, a autora desta pesquisa percebeu que a adoção de estratégias pedagógicas e ferramentas digitais específicas para cada caso resultou em diferentes experiências *maker*, com interfaces bem definidas para cada grupo de alunos em cada situação. Considerado a variedade de ocorrências e a objetividade pretendida para esta pesquisa, somente um dos casos pôde ser selecionado como referência para a elaboração da proposta de design. Em virtude disso, o programa On-Line Class foi escolhido como alternativa mais promissora aos propósitos da pesquisa dados a frequência e os níveis de interação entre professor-aluno (pesquisador-participante).

Esse diferencial possibilitou um mergulho a fundo no contexto de vida dos atores e do assunto em questão, viabilizando o mapeamento de comportamentos e a identificação de necessidades latentes por meio da observação de quatro informações básicas coletadas durante as aulas *maker*: O que os alunos falam? Como agem? O que pensam? Como se sentem? Por se tratar de uma pesquisa qualitativa, essas perguntas não pretenderam esgotar o conhecimento sobre os possíveis padrões de interação e comportamento, mas criar perfis distintos que pudessem orientar desenvolvimentos nas etapas seguintes.

4.2. Etapa de análise e síntese

Após as etapas de levantamento de dados da fase de imersão, realizadas através de pesquisa de campo no capítulo 3, o próximo passo se resume à análise e síntese das informações coletadas. Para tal, os registros concebidos foram organizados de forma visual sistemática a fim de se obter padrões e criar desafios que auxiliassem no direcionamento de soluções para as questões identificadas.

Com o intuito de facilitar esse processo, foram utilizadas algumas ferramentas do design de serviços, como criação de personas, jornada do usuário, mapa de empatia e matriz de prioridade.

4.2.1. Criação de personas

Para a compreensão dos perfis dos alunos que participam de atividades no programa On-line Class, utilizou-se uma quantidade relevante de informações provenientes da observação anteriormente realizada, relatada no capítulo 3. A partir das mesmas, foram elaborados quatro personagens fictícios (Figuras 18 a 21) de modo a sintetizar os comportamentos observados entre os alunos em grupos de perfis extremos com objetivos, motivações e desafios comuns.

Ainda que as personas sejam fictícias, as motivações e reações exibidas são reais; personas são um agrupamento de feedback obtido durante o estágio de pesquisa de um projeto e, como tal, incorporam as percepções do mundo real em torno do serviço de uma empresa. (STICKDORN & SCHNEIDER, 2011, p.173)

O uso dessa ferramenta, chamada personas, serviu como base para fornecer uma gama de perspectivas diferentes sobre a experiência de Ensino *Maker* remoto, possibilitando a previsão das formas de interação possíveis na interface entre usuário e experiência. Os perfis foram elaborados por meio de um agrupamento de relatos, ações e características observáveis durante as atividades *maker* remotas, em situações de interação síncrona e assíncrona.



Figura 17 - Persona 01: Luiza Vieira
Fonte: elaborada pela autora



Figura 18 - Persona 02: Bento Sobral

Fonte: elaborada pela autora



Figura 19 - Persona 03: David Alves

Fonte: elaborada pela autora



Figura 20 - Persona 04: Júlia Souza

Fonte: elaborada pela autora

4.2.2. Mapa de Empatia

Por mais que a criação de personas tenha auxiliado a visualização dos padrões de comportamento dos usuários em grupos ou perfis, ainda havia muita informação específica a ser analisada de forma mais profunda. Ações, percepções e sentimentos captados durante e após as aulas on-line permitiram a coleta de dados das principais preocupações e aspirações dos alunos com relação ao desenvolvimento remoto das propostas *maker*.

Dessa forma, recorreremos ao mapa de empatia como ferramenta para a síntese de tais informações por meio de uma visualização ampla do que o aluno diz, faz, escuta, vê, pensa e sente. Foram concebidos quatro mapas de empatia ([ver Apêndice B](#)), um para cada persona. Os diagramas se dividem em seis áreas, quatro delas destinadas ao comportamento, percepções e reflexões do usuário e outras duas para objetivos e dores mais explícitas. A utilização dessa ferramenta possibilitou a identificação das necessidades básicas dos alunos e de oportunidades de projeto, elementos que serviram de insumo para a concepção de soluções na fase de ideação.

4.2.3. Jornada do usuário

A criação da jornada do usuário foi fundamental para o reconhecimento e mapeamento de todo o processo de interação do aluno antes, durante e após as aulas *maker* on-line. Por meio dela, foi possível organizar todos os pontos de contato que o aluno estabelece com o ensino atual e identificar as variações de emoção e os tipos de dores/pensamentos ao longo das etapas da jornada em uma história na qual ele é o protagonista da experiência.

Primeiramente, foram definidas as etapas da jornada e os pontos de contato da experiência de ensino-aprendizagem do aluno, de acordo com as fases determinadas pelo Programa On-line Class: engajamento, entrada, imersão, saída e extensão. Essas definições podem ser conferidas a seguir:

- 1. Fase de Engajamento:** Momento de conscientização e preparação do aluno para a aula on-line (antes da aula). Pontos de contato: plataforma digital Teams, apresentação Sway e e-mail;
- 2. Fase de Entrada:** Momento de contato entre pares e entre professor-aluno, contextualização e introdução de tema e atividade (durante a aula). Pontos de contato: videoconferência, videoaula;
- 3. Fase de Imersão:** Momento para desenvolvimento da atividade prática (durante a aula). Pontos de contato: videoconferência, videoaula;
- 4. Fase de Saída:** Momento para compartilhamento on-line de produções e experiências e conclusão da aula (durante a aula). Pontos de contato: videoconferência, videoaula;
- 5. Fase de Extensão:** Momento de interação, mediação e postagens de produções off-line (depois da aula). Pontos de contato: plataforma digital Teams – interação pública ou privada (chat particular do professor).

Durante a fase de engajamento, os alunos visualizam o agendamento da aula feito pelo educador através do canal *Maker*, criado dentro das turmas virtuais na plataforma de colaboração Teams. A cada agendamento, uma notificação é enviada por e-mail para que o aluno possa ser direcionado ao local da postagem da aula, reforçando o ponto de contato. Ainda nessa fase, eles se preparam para o momento on-line ao acessar o roteiro de aula em apresentação Sway e ao visualizar as postagens de materiais necessários para a aula no canal *Maker* do Teams.

A fase de entrada é o momento em que o aluno estabelece seu primeiro contato com a aula on-line e, portanto, com a experiência síncrona de Ensino *Maker* através de videoconferência dentro da própria plataforma Teams. Caso não compareça à aula

no horário previamente agendado para reunião on-line, o aluno tem a opção de assistir a videoaula gravada da transmissão. Na primeira etapa dessa fase, os alunos estabelecem um contato mínimo entre si e com o professor, sobretudo por meio de cumprimentos e breve compartilhamento de experiências pessoais que podem ou não ter relação com a aula. Em seguida, o educador apresenta o tema, contextualiza e introduz a atividade a ser realizada, explicitando os detalhes e as motivações da proposta. Vale lembrar que o aluno é livre para interagir e se expressar não somente nesse momento como nos seguintes, viabilizando um canal de comunicação direta com os participantes da videoconferência para expor dúvidas, sugerir ideias e compartilhar conhecimentos e experiências de forma síncrona.

A fase seguinte se chama imersão e se caracteriza pelo vínculo que o aluno estabelece com a parte prática da atividade *maker*. Por meio dela, os alunos pesquisam sobre o tema, geram e materializam ideias em produções, físicas ou digitais, que são testadas e aprimoradas durante e após a aula on-line. Nesse momento ocorre o auge da mediação entre professor-aluno e entre pares por meio de reflexões e sugestões de ideias e/ou técnicas para auxílio da prototipagem.

A fase de saída consiste no momento em que os alunos compartilham suas produções e experiências sobre a atividade realizada, mesmo que não tenham finalizado a proposta ao longo da aula. Por possuir uma complexidade maior, certas atividades precisam ser divididas em etapas, levando de duas a cinco aulas para serem concluídas. Portanto, além de promover esse momento de troca, o educador oferece direcionamentos para finalização da etapa do projeto/ atividade e orientações para a próxima aula, momentos antes de encerrar a videoconferência.

Por fim, a fase de extensão envolve o relacionamento dos alunos com o ensino *maker* remoto após o encerramento da aula on-line. Através de postagens públicas ou privadas, enviadas diretamente ao *chat* do educador, os alunos tem a oportunidade de sanar possíveis dúvidas, dar e receber *feedback*¹¹ dos seus amigos, obter orientações do educador e compartilhar conteúdos relevantes na plataforma.

Uma vez definidas as etapas da jornada, suas subdivisões e pontos de contato, as informações coletadas puderam ser organizadas em ações, emoções e dores/ pensamentos com a finalidade de traçar as possíveis jornadas das quatro personas anteriormente definidas. A partir da análise dos mapas de jornada elaborados ([ver Apêndice C](#)) foram identificados pontos de melhoria da experiência de ensino-aprendizagem *maker* remota, sintetizados na forma de oportunidades de projeto.

¹¹ Feedback - Processo em que a mensagem emitida obtém uma reação de quem a recebe, sendo usada para avaliar os efeitos desse processo: feedback positivo ou negativo.

4.2.4. Insights e oportunidades

A partir da organização e análise visual dos dados, foi possível converter as observações em *insights* que nortearam a criação de oportunidades de design para além daquelas geradas na parte inferior do diagrama de jornada do usuário (ver Apêndice C). *Insights* são revelações ou ocorrências inesperadas que nos fazem prestar atenção aos fatos observados sob uma nova perspectiva. (IDEO, 2009, p.64). Alguns desses *insights* resultaram da combinação entre observações e relatos dos alunos durante e após as aulas on-line, como exemplificado a seguir:

- **Observação:** Mesmo que sejam postadas orientações para o aluno com antecedência, poucos se preparam previamente para as aulas on-line.
- **Relato:** “Não tive tempo de fazer o dever”/“Esqueci de separar os materiais”
- **Insight:** Esquecimento e falta de tempo dificultam a preparação dos alunos para os momentos síncronos.

Os *insights* gerados foram categorizados em temas de acordo com suas semelhanças, diferenças e inter-relações (Figura 21), criando agrupamentos visuais que facilitaram a reformulação das oportunidades de design anteriormente concebidas e a criação de novas oportunidades.



Figura 21 - Geração de insights

Fonte: elaborada pela autora

Ao definir os sete temas de *insights* – mediação, participação/ engajamento, processos práticos, prática individual e coletiva, interação on-line e off-line, problemas técnicos e fatores externos – foram identificadas áreas problemáticas que sintetizaram os desafios dos alunos em um contexto de Ensino *Maker* remoto. Com base nesses parâmetros, as declarações de insights foram reconstruídas em forma de perguntas, que transformaram os desafios em áreas de oportunidade no estilo “Como Podemos” (CP) (Figura 22).

OPORTUNIDADE			
ação	sujeito	efeito	HMW/CP?
ESTIMULAR	ALUNOS	A INTERAGIR ON-LINE DE FORMA ESPONTÂNEA	CP RECRIAR UMA EXPERIÊNCIA DE ENSINO ON-LINE PT OS ALUNOS QUE SEJA + ENGAJADORA ?
ENGAJAR	ALUNOS	A PARTICIPAR DOS MOMENTOS PÓS-AULA (OFFLINE)	CP ESTIMULAR OS ALUNOS A INTERAGIR OFFLINE DE UM JEITO MAIS DIVERTIDO ?
TORNAR	TRABALHO / ATIVIDADES EM GRUPO DOS ALUNOS	VIAÍVEL MESMO EM AMBIENTE ON-LINE	CP VIABILIZAR A PRÁTICA REMOTA EM GRUPO ? (ON-LINE E OFFLINE)
MANTER / AUMENTAR	FOCO DOS ALUNOS	DE FORMA NATURAL (SI CHAMAR ATENÇÃO)	CP CRIAR / USAR ESTRATÉGIAS PARA MANTER O FOCO DOS ALUNOS NAS AULAS ON-LINE ?
OFERTAR	ALUNOS	MAIOR SUPORTE PARA REALIZAR A PRÁTICA	CP OFERECER SUPORTE ESPECIALIZADO AOS ALUNOS COM DIFICULDADES ?
ESTIMULAR / INSTRUIR	ALUNOS / PAIS	A SE PREPARAR PREVIAMENTE P/ AS AULAS	CP REFORÇAR A IMPORTÂNCIA DA PREPARAÇÃO PARA AS AULAS MAKER ? (CONSCIENTIZAR)

Figura 22 - Oportunidades de design

Fonte: elaborada pela autora

Essa técnica foi utilizada para indicar direções para a geração de ideias através de um modelo mental que sugere possibilidades de solução (IDEO, 2009, p. 71). A fim de não gerar questões muito amplas ou demasiadamente específicas para serem solucionadas, as perguntas “como podemos” foram estruturadas a partir do preenchimento de um quadro-modelo composto por quatro seções: ação, sujeito, efeito/ resultado e oportunidade (HMW/ CP). As informações organizadas nas três primeiras colunas foram sintetizadas ou reestruturadas, linha a linha, na quarta e última coluna em forma de doze questionamentos ou oportunidades.

A fim de concentrar os esforços de ideação nas questões de maior relevância para a dissertação, as perguntas foram reformuladas e ordenadas de acordo com seus níveis de importância e urgência por meio da utilização de uma matriz de prioridade ou posicionamento ([ver Apêndice D](#)). De acordo com esse diagrama, optamos pelas seguintes oportunidades, alocadas no quadrante superior esquerdo de máxima urgência e importância:

- Como podemos promover maior engajamento dos alunos durante as aulas maker on-line?
- Como podemos inspirar maior confiança e autonomia nos alunos durante a prática remota?
- Como podemos auxiliar melhor os alunos com dificuldades na prática remota?
- Como podemos estimular o compartilhamento remoto de produções?
- Como podemos ensinar os alunos a lidar com problemas de forma criativa?

4.3. Etapa de ideação

As ferramentas de síntese utilizadas durante a análise, como personas, jornadas e mapas de empatia, serviram à melhor compreensão do cenário observado e ao estímulo da criatividade na fase de ideação. Esta fase consiste na geração e no desenvolvimento de soluções variadas com o intuito de sugerir diretrizes para lidar com as situações representadas pelas cinco oportunidades de design apresentadas anteriormente.

Por meio da realização de sessões de *brainstorming* e da utilização de diagrama de afinidade e matriz de prioridade, as ideias foram geradas, refinadas, categorizadas e priorizadas com o intuito de identificar as mais impactantes e viáveis para a elaboração de uma proposta de design para uma experiência de ensino-aprendizagem *maker* remoto.

4.3.1. Geração de ideias

O *brainstorming* foi escolhido como técnica para explorar a potencialidade criativa por meio da geração de um volume razoável de ideias em um curto espaço de tempo. Com o intuito de otimizar esse processo, foram seguidas algumas sugestões para condução de *brainstorming* baseadas em disciplina, representação visual, não-julgamento e foco em quantidade presentes no material *Design Thinking* para Educadores (IDEO, 2013, p.87).

Durante cada sessão, houve um controle rígido de tempo e foco para uma escrita breve do maior número possível de soluções. Em seguida, essas ideias foram organizadas e alocadas próximas às oportunidades correspondentes, sem que houvesse nenhuma espécie de julgamento. A ausência de qualquer tipo de restrição organizacional, operacional ou tecnológica, estimulou um pensamento abrangente e criativo propício à concepção de soluções variadas ([ver Apêndice E](#)).

A prática de gerar soluções sem aplicação prática frequentemente fornece o impulso para ideias relevantes e razoáveis. Pode ser que seja necessário gerar 100 ideias (muitas delas ridículas ou impossíveis) para chegar às que são verdadeiramente inspiradoras. (IDEO, 2009, p.73)

Além do agrupamento de ideias por oportunidades, utilizamos um mapa ou diagrama de afinidade como ferramenta de gerenciamento para organizar as soluções com base em afinidade, similaridade, dependência ou proximidade, permitindo uma compreensão geral dos tipos de possibilidades idealizadas. Esse processo envolveu os seguintes passos:

1. Distribuição visual das ideias listadas em notas adesivas.
2. Escolha de uma ideia inicial (nota adesiva) de forma aleatória para formação do primeiro grupo de classificação ou tema.
3. Escolha da próxima ideia para avaliação e comparação com a anterior. Caso ambas se assemelhem de alguma forma, pertencem ao mesmo grupo. Caso contrário, essa segunda ideia dará origem a um novo grupo.
4. Repetição do processo até que não restem mais ideias a agrupar.
5. Nomeação dos grupos com base no tema em comum.

Dessa forma, foi possível gerar sete macro áreas de delimitação temática: gamificação/ ensino lúdico, ensino personalizado, estratégias de mediação, estratégias de avaliação, dinâmicas on-line, eventos on-line/ off-line e planos de aula (Figuras 23 e 24). Podemos considerar que esses grupos atendem a uma única oportunidade central: “como podemos melhorar a experiência do aluno?”.

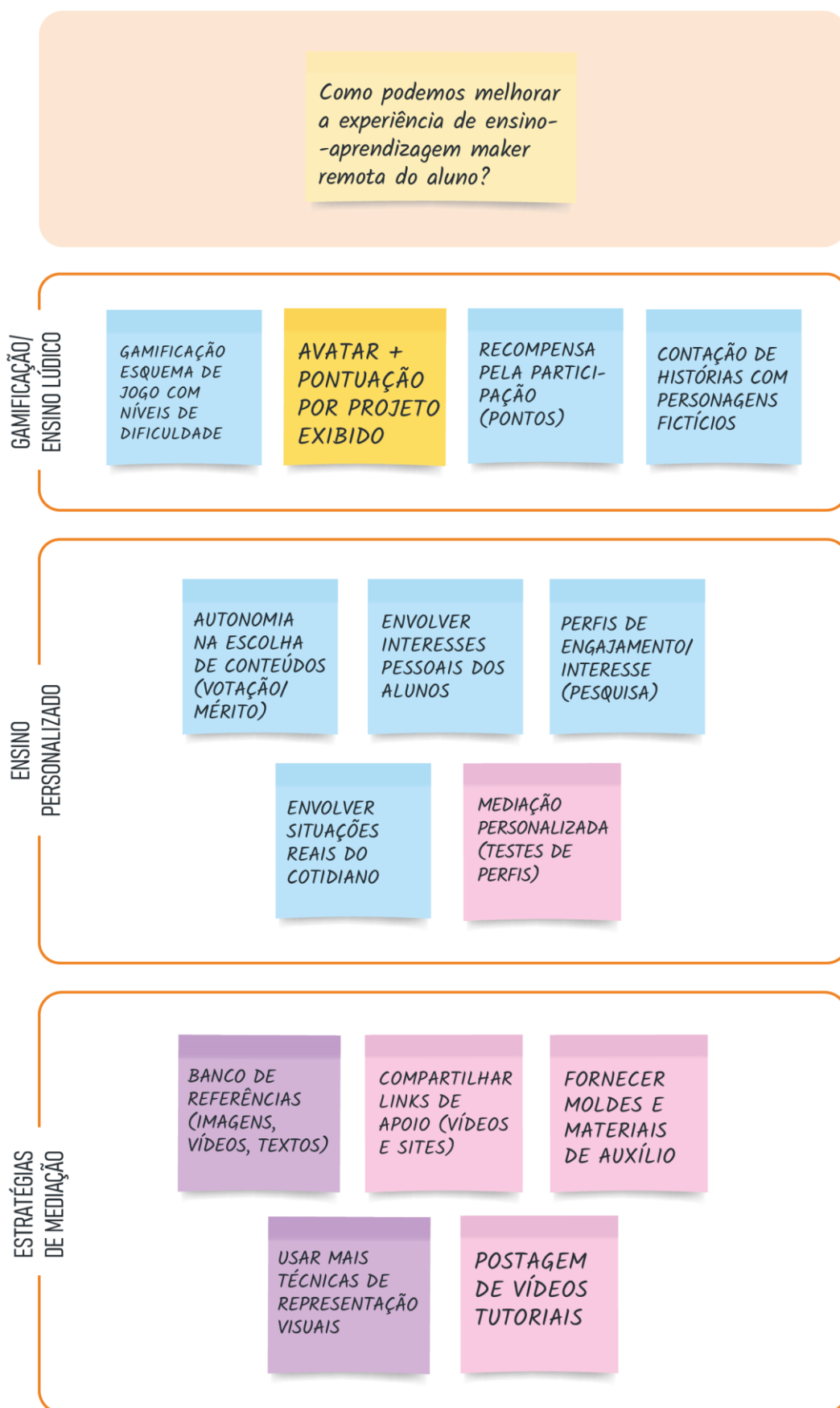


Figura 23 - Diagrama de afinidade (parte 1)

Fonte: elaborada pela autora

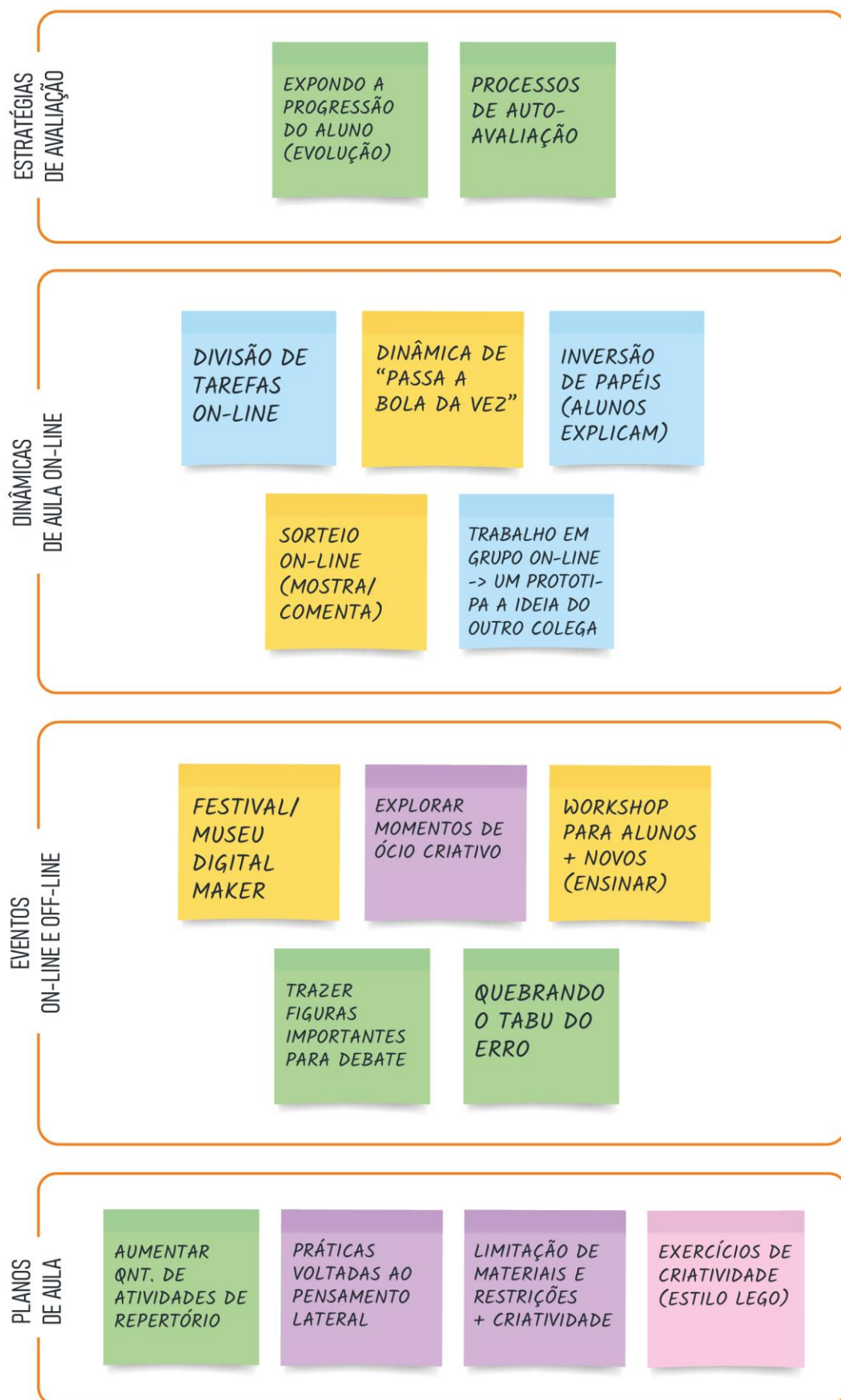


Figura 24 - Diagrama de afinidade (parte 2)

Fonte: elaborada pela autora

4.3.2. Decisão e refinamento

Para auxiliar no processo de decisão, utilizamos uma matriz impacto x esforço a fim de selecionar as ideias que trouxessem mais impacto à aprendizagem dos alunos com o menor esforço de implementação possível por parte do educador ou da instituição ([ver Apêndice F](#)). Em outras palavras, esses critérios permitiram a análise e o agrupamento das soluções que viabilizassem uma melhoria da experiência do aluno sem demandar muito tempo ou capacitação específica para a execução, levando em conta a experiência profissional da autora desta pesquisa como educadora *maker*.

Considerando a disposição dos setores da matriz elaborada, foram escolhidas seis ideias mais promissoras do quadrante superior esquerdo (amarelo) de alto impacto e menor esforço (Figura 25). Com o intuito de selecionar ao menos uma solução de cada oportunidade dentro deste quadrante, mantivemos a mesma paleta de cores utilizada nas sessões de *brainstorming* para facilitar a identificação dos agrupamentos iniciais de ideias.

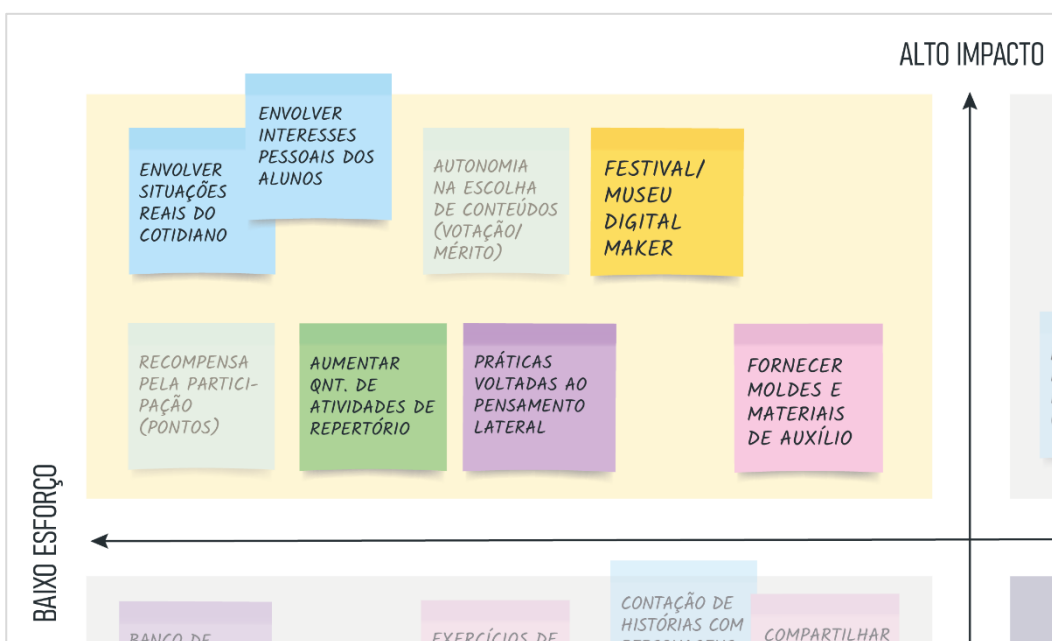


Figura 25 - Detalhe da matriz impacto x esforço

Fonte: elaborada pela autora

Por fim, foram utilizadas algumas ferramentas para o refinamento de ideias presentes no caderno de atividades do material *Design Thinking* para Educadores (IDEO, 2013, p.120-121) com o objetivo de realizar um aprofundamento sobre cada uma das soluções selecionadas, como podemos observar a seguir.

A. Inclusão de interesses pessoais dos alunos nas propostas de aula

A1. Como funciona?

Incorporação de interesses pessoais dos alunos ao desenvolvimento de propostas de atividades práticas remotas periodicamente. Realizar uma pesquisa ou criar um questionário on-line para compreender seus desejos, curiosidades e preferências, traçando o perfil de cada aluno.

Pode ser trabalhado como um evento a parte, fora do currículo usual, que acontece uma vez por mês. Os temas dessas aulas especiais podem ser sorteados aleatoriamente de acordo com o mapeamento de perfis ou através de um esquema de pontuações por participação, no qual o aluno com mais pontos ganha o direito de escolha sobre o tema.

A2. A quais necessidades ou oportunidades essa proposta responde?

- Permite que os alunos desenvolvam maior autonomia sobre o próprio processo de ensino-aprendizagem, dando espaço para explorar seus interesses e curiosidades pessoais em sala de aula.
- Promove maiores níveis de engajamento ao trabalhar as paixões de cada aluno por meio do desenvolvimento de projetos especiais.

A3. Quem essa proposta envolve, em termos de uso e aplicação?

- Alunos: usufruem da experiência de imersão em interesses pessoais.
- Educadores: pesquisam, elaboram e aplicam as propostas de aula.

A4. Quais poderiam ser as possíveis barreiras/ desafios para a proposta?

- Poucas aulas letivas no ano para que todos tenham a oportunidade de desenvolver um projeto especial de seu interesse.
- Esquema de pontuações poderia provocar um senso de competição não desejado.
- Certos alunos poderiam não se interessar pelo desenvolvimento de atividades cujos temas não foram escolhidos por eles.
- Alguns alunos poderiam não se engajar nas temáticas de interesse dos outros colegas.

A5. De que maneira essas barreiras poderiam ser minimizadas?

- Trazendo a escolha do tema para os alunos, em forma de debate ou de roda de conversa.
- Realizando uma votação sobre os temas a serem escolhidos.
- Sugerindo a união de um ou mais temas em uma única proposta de aula. Ex.: instrumentos musicais do espaço (música e astronomia).

B. Contextualização de conteúdos sobre situações reais do cotidiano

B1. Como funciona?

Incorporação de situações e problemas reais do cotidiano dos alunos e do mundo em geral ao desenvolvimento de propostas de atividades práticas remotas de forma contínua ao longo do ano letivo.

Em momentos assíncronos, os alunos pesquisam questões da atualidade e propõem desafios para a resolução de problemas reais a serem discutidos nas aulas on-line. O educador pode usar critérios para a seleção da proposta mais relevante a ser desenvolvida ou deixar a escolha a critério dos alunos.

B2. A quais necessidades ou oportunidades essa proposta responde?

- Permite que os alunos desenvolvam maior autonomia e protagonismo sobre o próprio processo de ensino-aprendizagem na medida em que participam do processo de construção do plano de aula.
- Proporciona maior compreensão sobre as questões de preocupação coletiva ou questões sobre sua própria realidade.
- Viabiliza a aplicação prática dos conteúdos trabalhados em sala de aula
- Desenvolve senso de responsabilidade e cidadania.

B3. Quem essa proposta envolve, em termos de uso e aplicação?

- Alunos: usufruem da experiência de contextualização em um mundo real.
- Educadores: pesquisam, elaboram e aplicam as propostas de aula.

B4. Quais poderiam ser as possíveis barreiras/ desafios para a proposta?

- Certos alunos poderiam se sentir intimidados e pressionados com a resolução de um problema muito grande ou muito complicado.
- Caso a fase de pesquisa não seja suficiente para a compreensão e o delineamento do problema, alguns alunos poderiam sentir dificuldades para gerar soluções.

B5. De que maneira essas barreiras poderiam ser minimizadas?

- Sugerindo que os alunos escrevam suas propostas de projeto em um mural interativo virtual para gerar um debate sobre a dimensão dos potenciais projetos.
- Solicitando que eles descrevam os potenciais projetos considerando 4 perguntas: O quê? Por quê? Para quê? Para quem?
- Promovendo algumas reuniões de orientação em grupo ao fim de cada etapa do projeto.

C. Adoção de atividades extras para construção de repertório tecnológico

C1. Como funciona?

O repertório ou letramento tecnológico consiste no domínio de conceitos, termos e técnicas que envolvem o uso de recursos tecnológicos, digitais ou não.

A proposta visa a adoção de atividades extras de curta duração para que os alunos possam desenvolver habilidades de abstração e materialização de ideias por meio da exploração de diversos materiais, ferramentas e técnicas de transformação, tanto física como digital. Os alunos podem realizar essas atividades de forma assíncrona como preparação ou reforço para as propostas de aula on-line (modalidade síncrona).

C2. A quais necessidades ou oportunidades essa proposta responde?

- Possibilita o exercício rápido da abstração e materialização de ideias através da utilização de técnicas de criatividade e transformação.
- Permite que os alunos se sintam mais confiantes sobre suas produções

C3. Quem essa proposta envolve, em termos de uso e aplicação?

- Alunos: usufruem das atividades extras como reforço às aulas on-line.
- Educadores: elaboram e fornecem as propostas de atividade.

C4. Quais poderiam ser as possíveis barreiras/ desafios para a proposta?

- Excesso de atividades fora dos momentos de aulas on-line poderia gerar cansaço ou desinteresse por parte do aluno.
- A equipe técnico-pedagógica de coordenadores poderia limitar ou impedir atividades extras fora do momento on-line.
- A falta de uma mediação on-line na execução dessas propostas poderia gerar insegurança aos alunos.

C5. De que maneira essas barreiras poderiam ser minimizadas?

- Destacando o caráter opcional de realização da atividade.
- Disponibilizando recursos de apoio variados para facilitar a execução das atividades. Ex.: uso de gifs explicativos, vídeos tutoriais, links de apoio, materiais com passo a passo ilustrado.

Quadro 9 - Detalhamento de solução C
Fonte: elaborado pela autora.

D. Proposição de um festival ou museu *maker* digital

D1. Como funciona?

Criação de um evento para compartilhamento remoto de produções por meio de exposição virtual de invenções em forma de museu ou galeria digital. O educador pode escolher uma ferramenta que auxilie na criação desse espaço para que o aluno possa registrar e compartilhar suas produções por vídeos, fotos e textos complementares, além de dar e receber feedback dos colegas.

Para estimular interação e análise crítica de forma on-line, o educador pode promover uma espécie de festival para que os alunos acessem o museu maker digital e compartilhem detalhes sobre seus processos criativos, suas dores e conquistas ao longo do percurso.

D2. A quais necessidades ou oportunidades essa proposta responde?

- Permite que os alunos tenham um espaço próprio para postagem e compartilhamento de produções, tornando possível que seus colegas reajam aos seus trabalhos por meio de feedbacks.
- Cria um espaço aberto para o diálogo sobre experiências e sentimentos envolvidos, destacando a importância do erro no processo.
- Permite a visualização de diversas soluções para uma única proposta.

D3. Quem essa proposta envolve, em termos de uso e aplicação?

- Alunos: produzem a exposição e usufruem da experiência.
- Educadores: fornecem e mediam o processo de compartilhamento.
- Coordenadores: estendem o uso da proposta em reuniões de pais.

D4. Quais poderiam ser as possíveis barreiras/ desafios para a proposta?

- Alguns alunos poderiam se sentir envergonhados ou inseguros em expor suas próprias produções, criando resistência para participar da proposta de evento.
- Dependendo do tipo de ferramenta digital escolhida, seria interessante deixar que os alunos explorassem livremente a fim de promover uma adaptação aos novos recursos.

D5. De que maneira essas barreiras poderiam ser minimizadas?

- Conversando com os alunos mais tímidos e entendendo o motivo da insegurança para trabalhar certas questões socioemocionais como autoestima e autoconfiança.
- Propondo momentos de exploração e apropriação da ferramenta digital e/ou sugerindo vídeos tutoriais para a realização de pequenos testes de usabilidade.

E. Fornecimento de moldes e materiais de auxílio aos alunos

E1. Como funciona?

Elaboração e compartilhamento de materiais de apoio à prototipação de ideias. O educador pode criar arquivos com moldes para serem impressos em casa e montados em papel ou para servirem de guia para transposição em outro tipo de material. Outra opção válida seria o envio de certos componentes para os alunos em uma espécie de kit com peças de encaixe em MDF ou papel paraná, componentes eletrônicos e outros materiais mais específicos que alunos e responsáveis dificilmente encontrariam em casa.

E2. A quais necessidades ou oportunidades essa proposta responde?

- Auxilia os alunos durante o processo de prototipagem e materialização de ideias por meio da utilização de moldes elaborados pelo educador.
- Permite que os alunos possam explorar o uso de outros componentes em suas invenções, como LEDs, buzzers e motores, dentre outros recursos que não são usuais em ambiente domiciliar.
- Reduz as chances de o aluno não executar a tarefa por falta de material.

E3. Quem essa proposta envolve, em termos de uso e aplicação?

- Alunos: usufruem dos materiais de apoio.
- Educadores: desenvolvem ou selecionam os materiais a serem enviados.
- Coordenadores: responsáveis pela separação e envio dos kits.

E4. Quais poderiam ser as possíveis barreiras/ desafios para a proposta?

- Gastos com o envio dos kits maker extrapolar o orçamento da escola.
- Necessidade de pessoal específico para a gestão dos kits: orçamento, compra, contagem e separação de itens, vedação, envio e controle de recebimento dos materiais.
- Capacitação de educadores no uso de programas de desenho vetorial para elaboração de moldes para impressão ou para corte a laser na escola (kit com peças cortadas).

E5. De que maneira essas barreiras poderiam ser minimizadas?

- Propondo que o valor integral dos kits ou parte dele fosse acrescido ao material escolar como parte dos recursos didáticos necessários.
- Terceirizando o serviço como um todo ou distribuindo certas tarefas entre colaboradores: administrativo e financeiro tratam da parte relativa ao orçamento e à compra de itens, educadores cuidam da montagem e a coordenação fica responsável pelo envio dos kits por correio.

F. Proposição de práticas de estímulo ao pensamento lateral

F1. Como funciona?

O pensamento lateral é uma estratégia para resolução de problemas que busca ver as possibilidades de solução pouco óbvias ou não triviais. Exercitar esse tipo de pensamento nos alunos por meio de desafios, enigmas ou atividades de curta duração, pode contribuir para o desenvolvimento do raciocínio criativo na resolução de problemas fictícios e reais. O estímulo à abstração, ao uso de ideias aleatórias, à formação de analogias e ao fracionamento de problemas podem auxiliar nesse processo.

F2. A quais necessidades ou oportunidades essa proposta responde?

- Permite que os alunos desenvolvam uma visão mais abrangente e criativa sobre as possibilidades de resolução de um dado problema.
- Possibilita a aplicação dos conhecimentos em contextos e problemas reais.
- Trata problemas com simplicidade, originalidade e criatividade.

F3. Quem essa proposta envolve, em termos de uso e aplicação?

- Alunos: usufruem das atividades para exercício da criatividade.
- Educadores: elaboram e fornecem as propostas de atividade ou desafios.

F4. Quais poderiam ser as possíveis barreiras/ desafios para a proposta?

- Pouco tempo de aula on-line e/ ou pouco espaço no currículo para a prática de atividades específicas de estímulo à criatividade.
- Alguns alunos poderiam se sentir tensos ou pressionados em dar a resposta no momento on-line.

F5. De que maneira essas barreiras poderiam ser minimizadas?

- Tornando a atividade assíncrona: alunos pensam na solução após a aula e trazem respostas/ soluções para a aula seguinte.
- Propondo um formato de jogo com cards virtuais de desafios criativos para serem elaborados e sorteados pelos próprios alunos.

Quadro 12 - Detalhamento de solução F
Fonte: elaborado pela autora.

Ainda que essas soluções tenham sido apontadas e detalhadas como diretrizes de design para uma experiência de ensino-aprendizagem *maker* remota, vale lembrar que as demais ideias concebidas neste capítulo não necessitam ser totalmente descartadas. Recomendamos que elas sejam adaptadas, combinadas e incorporadas à experiência educacional dos alunos, desde que sejam levados em conta os níveis de impacto e esforço para a implementação das mesmas dentro do contexto de atuação pretendido, assim como o fizemos nesta proposta.

5. Considerações finais

Desde sua instituição como cultura e estilo de vida no começo dos anos 2000, o movimento *maker* vem ganhando cada vez mais espaço no cenário contemporâneo. Podemos atestar seu crescimento por meio do surgimento de comunidades *maker* on-line, assim como de espaços físicos de colaboração, os *makerspaces*, *hackerspaces* e *fab labs*. Esses ambientes reúnem entusiastas de diferentes expertises em um coletivo de “fazedores” que almejam construir, modificar, consertar e fabricar seus próprios objetos e projetos enquanto aprendem a lidar com novas ferramentas e tecnologias. O aprendizado se torna, portanto, uma consequência natural desse processo centrado no fazer.

Uma das maiores oportunidades e, também, um dos maiores desafios do movimento *maker* seria transformar a educação, pelo fazer, a fim de que os alunos aprendam a aprender e desenvolvam habilidades e competências para resolver problemas de forma criativa, tornando-os mais aptos a enfrentar os desafios de um mundo complexo. Ao longo dessa pesquisa, foram identificadas algumas pontes entre Design e Ensino *Maker* que favorecem e reforçam o desenvolvimento de habilidades cognitivas e socioemocionais por meio da realização de projetos, da resolução de problemas e da interdisciplinaridade como estratégias de ensino que viabilizam uma melhor compreensão sobre a complexidade.

Em meio a este estudo, a necessidade de isolamento social, advinda da pandemia do novo coronavírus em 2020, trouxe um cenário inesperado para muitos setores da sociedade, incluindo o setor da educação. Esse fator colocou em pauta outros questionamentos, além dos impactos do Ensino *Maker* no processo de ensino-aprendizagem. Como uma proposta essencialmente prática e colaborativa como o EM poderia sobreviver sem um espaço físico de mediação? Como educadores e alunos poderiam adaptar suas práticas em um ambiente doméstico, sem usufruir dos mesmos recursos de um *makerspace*? Esses questionamentos adicionaram uma outra camada à dissertação, que necessitou incorporar aspectos do ensino remoto, síncrono e assíncrono, no intuito de identificar e compreender suas oportunidades e limitações relativas à experiência de ensino-aprendizagem *maker* nas escolas.

Com base nesse novo conceito, foram realizadas observações à distância com alunos do segmento do Ensino Fundamental I para analisar o processo de aprendizagem e aprendizado durante e após a realização de atividades práticas de forma remota. A análise e interpretação dos dados coletados permitiram o mapeamento de certos comportamentos e desvios de aprendizagem em função das dificuldades de adaptação à nova didática on-line.

No decorrer desse estudo, foram identificadas algumas oportunidades de contribuição para a elaboração de uma proposta de design para uma experiência de ensino-aprendizagem *maker* remoto mais participativa e criativa, através do uso de ferramentas do *design thinking* e do design de serviços. A reflexão sobre essas oportunidades possibilitou a criação de propostas de um novo design para uma experiência que considerasse altos níveis de impacto na aprendizagem dos alunos e baixos níveis de esforço para constituição e implementação das ideias por parte do educador.

Vale ressaltar que as propostas servem como diretrizes para a resolução de algumas situações identificadas durante a observação, passíveis de serem aplicadas por profissionais da educação e afins. Por esse motivo, não houve intenções de se limitar as possibilidades de atuação a uma única solução ou em um único desafio projetual, e sim apresentar uma gama de ideias que possam servir como referência para serem adaptadas e combinadas de acordo com a necessidade da situação.

A partir disso, a pesquisa realizada contribuiu não somente para evidenciar a importância do Ensino *Maker* nos processos de ensino-aprendizagem, mas também para perceber que existem caminhos desejáveis e viáveis para que esse tipo de abordagem metodológica, baseada no fazer, se mantenha também em um ambiente remoto e continue a capacitar alunos para enfrentar os desafios da contemporaneidade.

Para tanto, as atividades a serem propostas devem ser vinculadas ao currículo escolar ou a situações reais – ou ambos – para que o aluno perceba a aplicabilidade prática de seus conhecimentos em um contexto pertencente à sua própria realidade, acadêmica ou social. Fazer acender um LED ou regular a potência de um motor não contribuem para uma aprendizagem significativa se não houver um propósito, um objetivo educacional por trás.

Além de incorporar uma intencionalidade pedagógica em sua proposta, o educador precisa assumir uma postura de mediador, buscando estimular seus alunos na busca pelo conhecimento e no exercício da criatividade ao invés de dar respostas prontas. Oferecer suporte técnico, pedagógico e socioemocional são

outras ações que contribuem para o aumento dos níveis de autonomia e autoestima em ambiente remoto, aspectos abalados por conta do sentimento de solidão vivenciado pelos alunos durante o isolamento social.

À medida que os alunos ganham maior confiança para executar as propostas de aula, eles tendem a interagir com mais frequência com seus colegas e com o educador. Esse aumento dos níveis de interação pode repercutir, sobretudo, em compartilhamento de conhecimentos e produções *maker*. Torna-se desejável que essa troca seja estimulada em momentos síncronos e assíncronos da experiência de aprendizagem a fim de facilitar a mediação entre pares e entre professor-aluno, contribuindo para a construção e o desenvolvimento de uma capacidade de análise crítica dos resultados desse processo.

Todas essas questões estão calcadas na possibilidade de ofertar uma melhor experiência de ensino-aprendizagem *maker* remota para os alunos. Ainda que os mesmos não tenham sido envolvidos durante o processo de concepção dessas ideias devido a limitações de percurso, recomendamos que tanto alunos como educadores *maker* e outros membros da comunidade escolar participem de futuras sessões de ideação à medida em que sejam expostos aos testes de usabilidade das soluções iniciais para que possam contribuir na fase de evolução e aprimoramento ou, ainda, gerar novas soluções embasadas em suas próprias perspectivas por meio de sessões de co-criação.

Almejamos que a proposta de um design para uma experiência de ensino-aprendizagem remoto elaborada e descrita nesta dissertação possa ser prototipada e testada em oportunidades futuras, sobretudo em ambientes de aprendizagem remota ou híbrida. Para além dos testes, alguns possíveis desdobramentos para a pesquisa poderiam contemplar estudos relacionados às motivações dos alunos, à viabilidade da prática remota em grupo e ao engajamento dos responsáveis como parte da experiência de ensino-aprendizagem *maker* remoto.

Esse desafio de ensino on-line vem sendo encarado pelos educadores do mesmo modo que os alunos lidam com um projeto *maker*: desvendando a situação problemática, analisando-a, formulando hipóteses, testando-a e aprimorando o processo sempre. Nada vem pronto. O caminho está sendo trilhado no caminhar por vias tortuosas que se tornam cada vez mais delineadas a cada *feedback*, por isso torna-se importante priorizar a comunicação entre alunos, família e comunidade escolar. Não se trata de repetir on-line aquilo que era feito em ambiente presencial, porque novos recursos, espaços e tempos para a educação exigem novas estratégias que implicam, sobretudo, em um (re)design voltado para a experiência de ensino-aprendizagem.

6. Referências bibliográficas

ANDERSON, C. **Makers: The New Industrial Revolution**. New York: Random House, 2012.

ATKINSON, P. 'Orchestral Manoeuvres in Design'. In: Van Able, B et al. (Eds.) **Open Design Now: Why Design Cannot Remain Exclusive**. Amsterdam: BIS Publishers, 2011, pp 24-31.

BLIKSTEIN, P. **Digital fabrication and 'making' in education: the democratization of invention**. Stanford: Stanford University, 2013.

BLIKSTEIN, P. **Maker Movement in Education: History and Prospects**. Handbook of Technology Education, 2018, p. 419-437.

BUCHANAN, R. Wicked Problems in Design Thinking. In: **Design Issues**. Cambridge: MIT Press, 1992. Vol. 8, No. 2. p. 5-21.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Qualitative Research for Education: An Introduction to Theories and Methods**. London: Pearson, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

CABEZA, E. et al. Ecosystem Open Design. In: **Fourth International Conference on Integration of Design, Engineering and Management for Innovation**. IDEMi, Florianópolis, SC, Brazil, October 07-10, 2015. Santa Catarina: IDEMi, 2015, p. 1–15.

CROSS, N. **Designers ways of knowing**. Basel: Springer-Verlag London, 2006.

DELORS, J. **Educação: um tesouro a descobrir**. 2 ed. São Paulo: Cortez. Brasília, DF: MEC/UNESCO, 1998.

DEWEY, J. **Experience and education**. New York: Simon & Schuster, 1938.

DOUGHERTY, D. The maker movement. In: **Innovations: Technology, Governance, Globalization**. Cambridge: MIT Press, 2012. Vol. 7. No 3, p. 11–14.

_____. The Maker mindset. In: Honey, M. & Kanter D. E (Eds.), **Design, make, play: Growing the next generation of STEM innovators**. New York: Routledge, 2013, p. 7-11.

_____. **Free to Make: How the Maker Movement is Changing Our Schools, Our Jobs, and Our Minds**. Berkeley: North Atlantic Books, 2016.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2008.

GRAY, D. E. **Pesquisa no mundo real**. trad. Roberto Costa. Porto Alegre: Penso, 2012
GOLDSTEIN, C. M. **Do it Yourself: Home Improvement in 20th-century America**. Princeton Architectural Press, 1998.

- HARARI, Y. N. **21 Lições para o Século 21**. Editora Companhia das Letras, 2018.
- HATCH, M. **The Maker Movement Manifesto: Innovation in the New World of Crafters, Hackers and Tinkerers**. Columbus: McGraw-Hill, 2014.
- HOUAISS, A. **Dicionário Eletrônico Houaiss da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2009.
- IDEO. **Design thinking para educadores**. Traduzido por Instituto Educadigital. [2013]. Disponível em: <http://www.dtparaeducadores.org.br>. Acesso em: 07 de fev. de 2021.
- IDEO, 2009. **Human Centered Design**: kit de ferramentas. 2ª ed, 105 p.
- Indicadores Brasileiros para o Desenvolvimento Sustentável. **Rede ODS Brasil**, 2015. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br>. Acesso em: 17 de out. de 2020.
- MEIER, M; GARCIA, S. **Mediação da aprendizagem**: contribuições de Feuerstein e de Vygotsky. Curitiba: Grafiven, 2007.
- MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. Tradução de Catarina Eleonora F. da Silva e Jeanne Sawaya; revisão técnica de Edgard de Assis Carvalho. – 2. ed. – São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2000.
- NATIONAL EDUCATION ASSOCIATION et al. **Preparing 21st century students for a global society**: An educator's guide to the "Four Cs". Alexandria, VA: National Education Association, 2012.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Education for Life and Work**: Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century. Washington, DC: The National Academies Press, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.17226/13398>.
- NAV DIGITAL. 1ª Pesquisa nacional do impacto do ensino maker na educação. 2020. Disponível em: <https://materiais.naveavela.com.br/motim-ebook-pesquisa-impacto-maker>. Acesso em: 03 de mar. de 2021.
- NEVES, H. **Maker Innovation**: Do open design e fablabs... às estratégias inspiradas no movimento maker. Tese (Doutorado – Área de Concentração: Design e Arquitetura) – FAUUSP. São Paulo, 2014.
- OLIVEIRA, M. V. Estudantes, professores e *makers* produzem equipamentos de proteção para médicos contra o coronavírus: Projeto colaborativo usa impressoras 3D e cortadoras a laser para fabricar máscara de proteção facial, equipamento cada vez mais em falta nos hospitais durante pandemia do COVID-19. **PORVIR**. São Paulo, 03 de abr. de 2020. Disponível em: <https://porvir.org/estudantes-professores-e-makers-produzem-equipamentos-de-protecao-para-medicos-contra-o-coronavirus/>. Acesso em: 18 de jun. de 2020.
- PETRICH et al. It looks like fun, but are they learning? In: Honey, M. & Kanter D. E (Eds.), **Design, make, play**: Growing the next generation of STEM innovators. New York: Routledge, 2013, p. 50-70.
- PRENSKY, M. Digital Native, digital immigrants. In: **On the horizon**, Bingley: MCB University Press, 2011. Vol. 9, No.5. Disponível em: <http://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part1.pdf>. Acesso em: 07 de set. de 2019.

RESNICK, M.; ROSENBAUM, E. Designing for tinkability. In: Honey, M. & Kanter D. E (Eds.), **Design, make, play**: Growing the next generation of STEM innovators. New York: Routledge, 2013, p. 163-81.

RESNICK, M. **Lifelong Kindergarten**: Cultivating Creativity Through Projects, Passion, Peers and Play. Cambridge: MIT Press: 2017.

_____. **Give P's a Chance**: Projects, Peers, Passion, Play. Constructionism and Creativity conference, opening keynote. Vienna, 2014.

RIFKIN, J. **A Terceira Revolução Industrial**: Como o poder lateral está transformando a energia, a economia e o mundo. São Paulo: M. Books do Brasil Editora Ltda, 2011.

ROBINSON, K. **Creative Schools**: the grassroots revolution that's transforming education. New York: Penguin Books, 2015.

SCHÖN, D. **Reflective practitioner**: how professionals think in action. London: Temple Smith, 1983.

_____. **Educando o Profissional Reflexivo**: um novo design para o ensino e aprendizagem. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

SCHWAB, K. **A quarta revolução industrial**. Tradução de Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, 2016.

STICKDORN, M.; SCHNEIDER, J. **This is service design thinking**: basics, tools, cases. Bookman Editora, 2011.

STICKDORN, M. et al. **This is service design doing**: applying service design thinking in the real world. " O'Reilly Media, Inc.", 2018.

TOKARNIA, M. Universidades federais conduzem mais de 800 pesquisas sobre covid-19. **Agência Brasil**. Rio de Janeiro, 11 de mai. de 2020. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/educacao/noticia/2020-05/universidades-federais-conduzem-mais-de-800-pesquisas-sobre-covid-19>. Acesso em: 18 de jun. de 2020.

UNESCO. **Educação para a cidadania global**: preparando alunos para os desafios do século XXI. Brasília, 2015.

Universidades federais conduzem mais de 800 pesquisas para mapear coronavírus e encontrar uma vacina, diz associação. **G1**. São Paulo, 11 de mai. de 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/educacao/noticia/2020/05/11/universidades-federais-conduzem-mais-de-800-pesquisas-para-mapear-coronavirus-e-encontrar-uma-vacina-diz-associacao.ghtml>. Acesso em: 18 de jun. de 2020.

VIANNA, M et al. **Design thinking**: inovação em negócios. 1 ed. São Paulo: MJV Press Editora, 2012.

VALENTE, J. A.; BLIKSTEIN, P. Maker Education: Where Is the Knowledge Construction? In: **Constructivist Foundations**. ISSN: 1782-348X. 2019. Vol. 14, No. 3. p. 252-62.

7. Apêndices

- Apêndice A – Termos de consentimento livre e esclarecido



Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
Departamento de Artes & Design
Programa de Pós-graduação em Design

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado(a) participante:

Você está sendo convidado a fazer parte da dissertação de mestrado *"Educação pelo fazer: o movimento maker nas escolas do século XXI"* que está sendo desenvolvida no Programa de Pós-graduação em Design da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, PUC-Rio, sob a orientação da professora Dra. Luiza Novaes. A pesquisa tem como objetivo *compreender e discutir os princípios que orientam o Ensino de Design e a Educação Maker (EM) como metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação de indivíduos preparados para as demandas de um mundo complexo, próprias do século XXI.*

A participação nesse estudo é voluntária e, pela natureza da pesquisa, a possibilidade de haver algum risco para você ou qualquer outro participante é praticamente inexistente. Se decidir não participar ou se após ter concordado em participar quiser desistir em qualquer momento, você tem absoluta liberdade de fazê-lo sem necessidade de se justificar.

Caso concorde, sua participação envolve o consentimento para que a autora desta pesquisa relate as experiências didáticas de caráter prático, realizadas na instituição e observadas de forma remota, no período de março a agosto de 2020. A autora se compromete a manter o anonimato da instituição e de seus colaboradores/parceiros de projeto, assim como de seus alunos. Quaisquer registros visuais utilizados, fotos e/ou vídeos, servirão estritamente para mostrar os resultados produzidos pelos alunos durante o processo, sem que sejam incluídas fotos que identifiquem os alunos. Os relatos farão parte de documentos comprometidos com a divulgação científica e acadêmica, se assim o permitir.


Sua colaboração é muito importante para a pesquisa. Mesmo a instituição não tendo benefícios diretos com essa participação, indiretamente estará contribuindo para a compreensão do fenômeno estudado e para a produção de conhecimento científico. Quaisquer dúvidas poderão ser esclarecidas por Lisandra Rodriguez Pereira, através do e-mail: lisa.rodriguez18@gmail.com.

Atenciosamente


Nome e assinatura do pesquisador

Rio de Janeiro, 21 de dezembro de 2020.
Local e data

Consinto em participar deste estudo e declaro estar ciente de como ele acontecerá, tendo recebido uma cópia deste termo de consentimento para ser mantida comigo.


Nome e assinatura do participante
Função na instituição

Rio de Janeiro, 30/12/2020
Local e data

Luiz Eduardo Cortez Diniz Rocha Lima
Diretor Pedagógico
UCAM – Registro nº 12.419-T/P-08
SEEDUC-RJ 007.DG.96828.109.0270.0917



Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
Departamento de Artes & Design
Programa de Pós-graduação em Design

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado(a) participante:


Você está sendo convidado a fazer parte da dissertação de mestrado *“Educação pelo fazer: o movimento maker nas escolas do século XXI”* que está sendo desenvolvida por Lisandra Rodriguez no Programa de Pós-graduação em Design da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, PUC-Rio, sob a orientação da professora Dra. Luiza Novaes. A pesquisa tem como objetivo *compreender e discutir os princípios que orientam o Ensino de Design e a Educação Maker (EM) como metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação de indivíduos preparados para as demandas de um mundo complexo, próprias do século XXI.*

A participação nesse estudo é voluntária e, por sua natureza, a possibilidade de haver algum risco para você ou qualquer outro participante é praticamente inexistente. Se decidir não participar ou após ter concordado em participar quiser desistir em qualquer momento, você tem absoluta liberdade de fazê-lo sem necessidade de se justificar.

Caso concorde, sua participação envolve o consentimento para que a autora desta pesquisa relate as experiências didáticas de caráter prático, conduzidas pela empresa NTICS e observadas remotamente durante a participação da empresa no projeto Robótica nas Escolas. A autora solicita seu consentimento para identificar a empresa em seu relato, se responsabilizando por garantir o anonimato dos alunos que participaram das experiências práticas realizadas no projeto. Quaisquer registros visuais utilizados, fotos e/ou vídeos, servirão estritamente para mostrar os resultados produzidos pelos alunos durante o processo, sem que sejam incluídas fotos que identifiquem os alunos. Os relatos farão parte de documentos comprometidos com a divulgação científica e acadêmica, se assim o permitir.

Sua colaboração e autorização é muito importante para a pesquisa. Mesmo a empresa não tendo benefícios diretos com essa participação, indiretamente estará contribuindo para a compreensão do fenômeno estudado e para a produção de conhecimento científico. Quaisquer dúvidas poderão ser esclarecidas por Lisandra Rodriguez Pereira, através do e-mail: lisa.rodriguez18@gmail.com.

Atenciosamente



Nome e assinatura do pesquisador

Rio de Janeiro, 21 de dezembro de 2020.

Local e data

Consinto em participar deste estudo e declaro estar ciente de como ele acontecerá, tendo recebido uma cópia deste termo de consentimento para ser mantida comigo.



Nome e assinatura do participante
Função na empresa NTICS

São Paulo, 23 de dezembro de 2020.

Local e data



Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
Departamento de Artes & Design
Programa de Pós-graduação em Design

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado(a) participante:

Você está sendo convidado a fazer parte da dissertação de mestrado *"Educação pelo fazer: o movimento maker nas escolas do século XXI"* que está sendo desenvolvida por Lisandra Rodríguez no Programa de Pós-graduação em Design da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, PUC-Rio, sob a orientação da professora Dra. Luiza Novaes. A pesquisa tem como objetivo *compreender e discutir os princípios que orientam o Ensino de Design e a Educação Maker (EM) como metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação de indivíduos preparados para as demandas de um mundo complexo, próprias do século XXI.*

A participação nesse estudo é voluntária e, por sua natureza, a possibilidade de haver algum risco para você ou qualquer outro participante é praticamente inexistente. Se decidir não participar ou após ter concordado em participar quiser desistir em qualquer momento, você tem absoluta liberdade de fazê-lo sem necessidade de se justificar.

Caso concorde, sua participação envolve o consentimento para que a autora desta pesquisa relate as experiências didáticas de caráter prático, conduzidas pela empresa Bu-go e observadas de forma remota durante a participação da empresa no projeto Robótica nas Escolas. A autora solicita seu consentimento para identificar a empresa em seu relato, se responsabilizando por garantir o anonimato dos alunos que participaram das experiências práticas realizadas no projeto. Quaisquer registros visuais utilizados, fotos e/ou vídeos, servirão estritamente para mostrar os resultados produzidos pelos alunos durante o processo, sem que sejam incluídas fotos que identifiquem os alunos. Os relatos farão parte de documentos comprometidos com a divulgação científica e acadêmica, se assim o permitir.

Sua colaboração e autorização é muito importante para a pesquisa. Mesmo a empresa não tendo benefícios diretos com essa participação, indiretamente estará contribuindo para a compreensão do fenômeno estudado e para a produção de conhecimento científico. Quaisquer dúvidas poderão ser esclarecidas por Lisandra Rodríguez Pereira, através do e-mail: lisa.rodriguez18@gmail.com.

Atenciosamente

Nome e assinatura do pesquisador

Rio de Janeiro, 21 de dezembro de 2020.

Local e data

Consinto em participar deste estudo e declaro estar ciente de como ele acontecerá, tendo recebido uma cópia deste termo de consentimento para ser mantida comigo.

Nome e assinatura do participante
Função na empresa Bu-Go

São Paulo, 21 de dezembro de 2020.

Local e data

- Apêndice B – Mapas de empatia

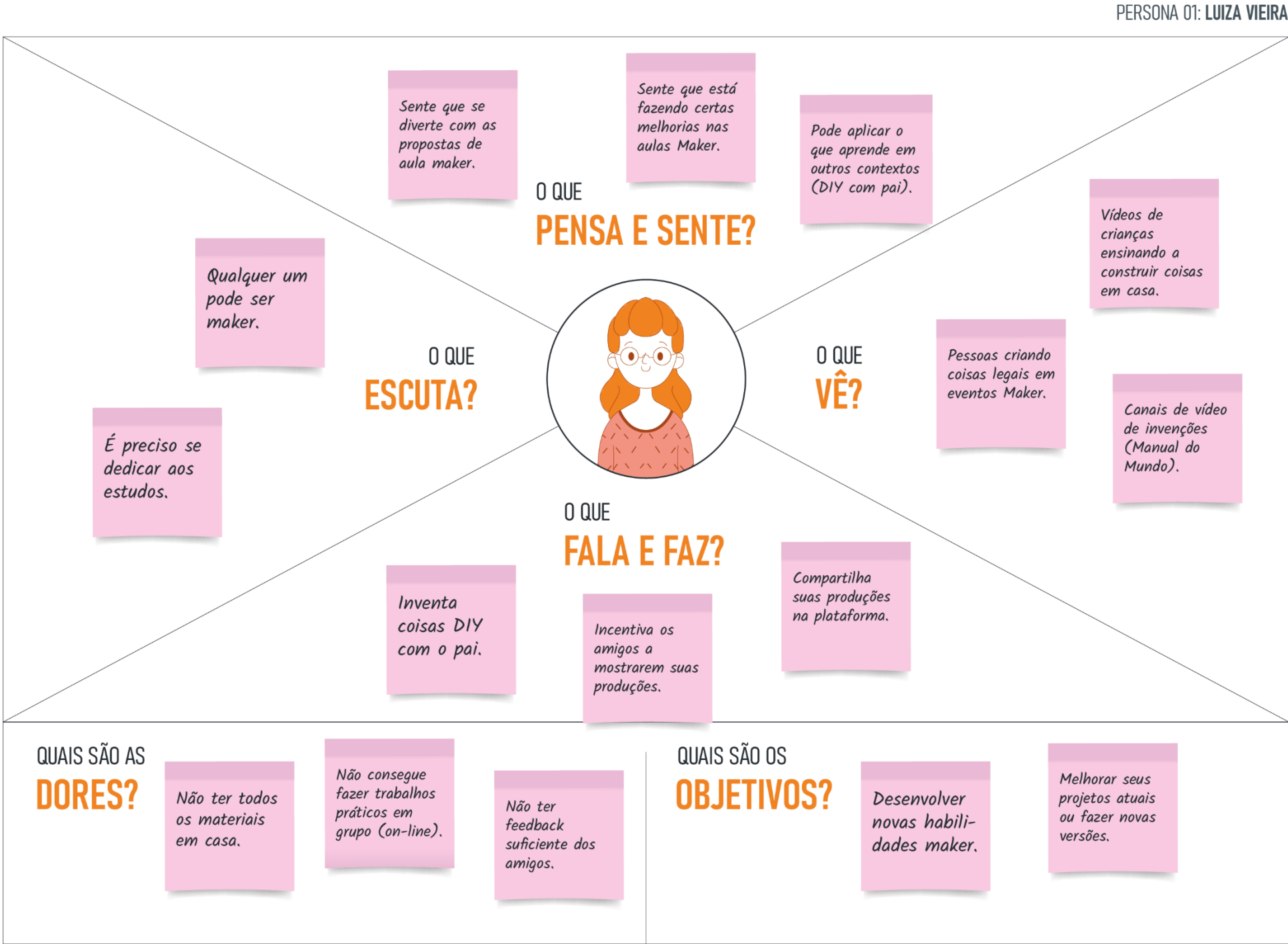


Figura 26 - Mapa de empatia (persona 01)
Fonte: elaborada pela autora



Figura 27 - Mapa de empatia (persona 02)
Fonte: elaborada pela autora



Figura 28 - Mapa de empatia (persona 03)
Fonte: elaborada pela autora

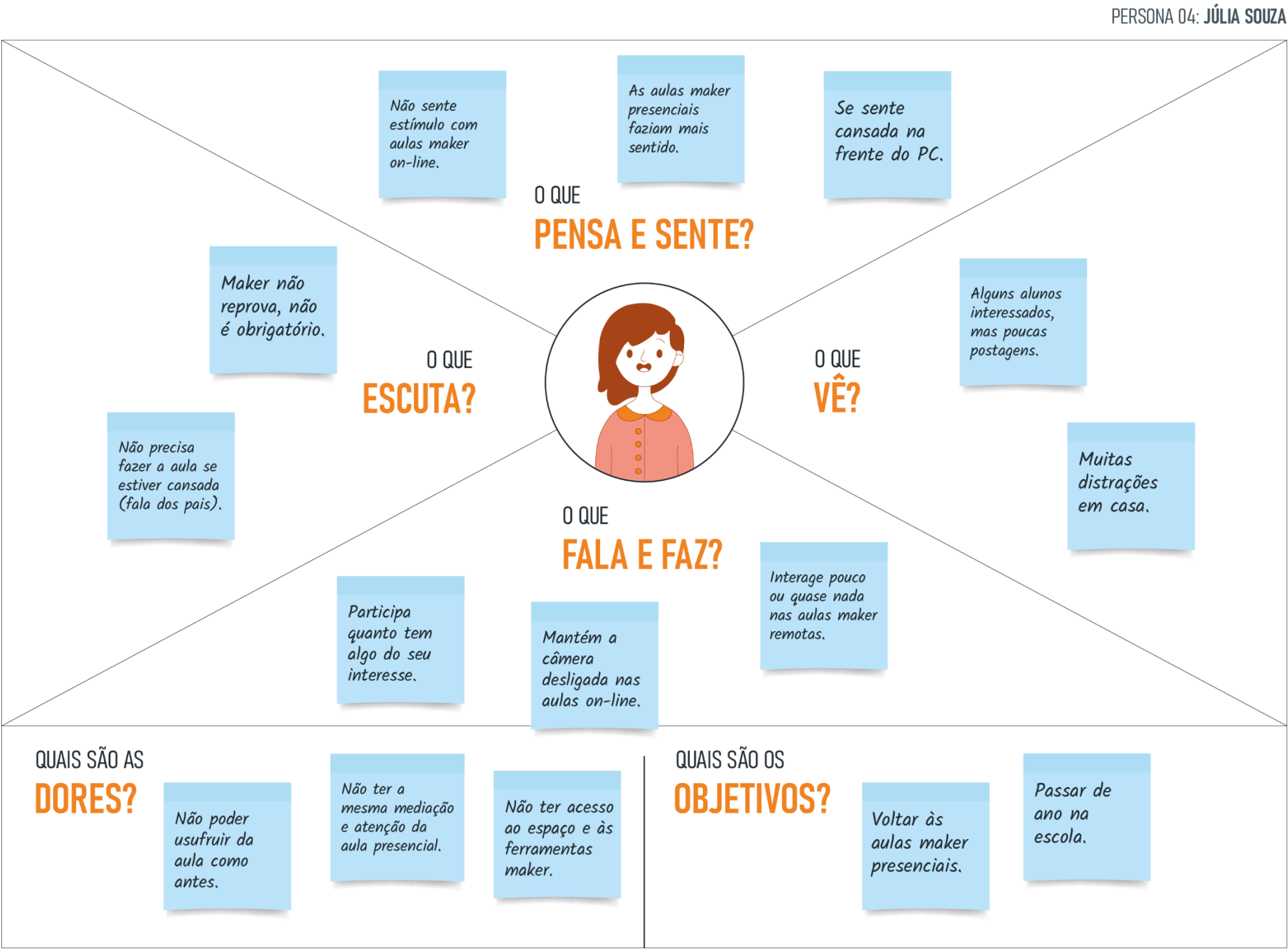


Figura 29 - Mapa de empatia (persona 04)
Fonte: elaborada pela autora

• Apêndice C - Jornadas do usuário

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1912546/CA

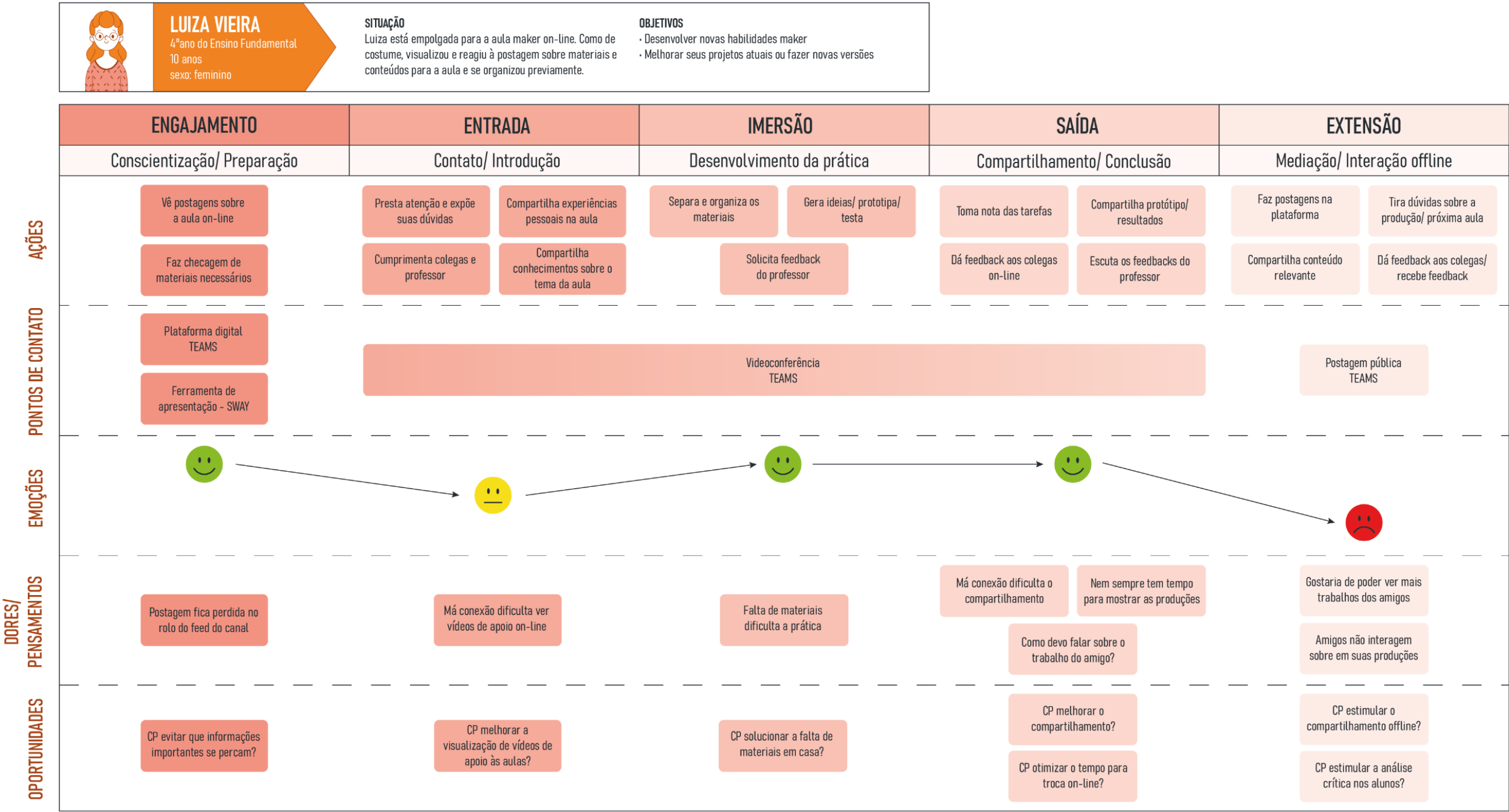


Figura 30 - Mapa de jornada do usuário (persona 01)
Fonte: elaborada pela autora

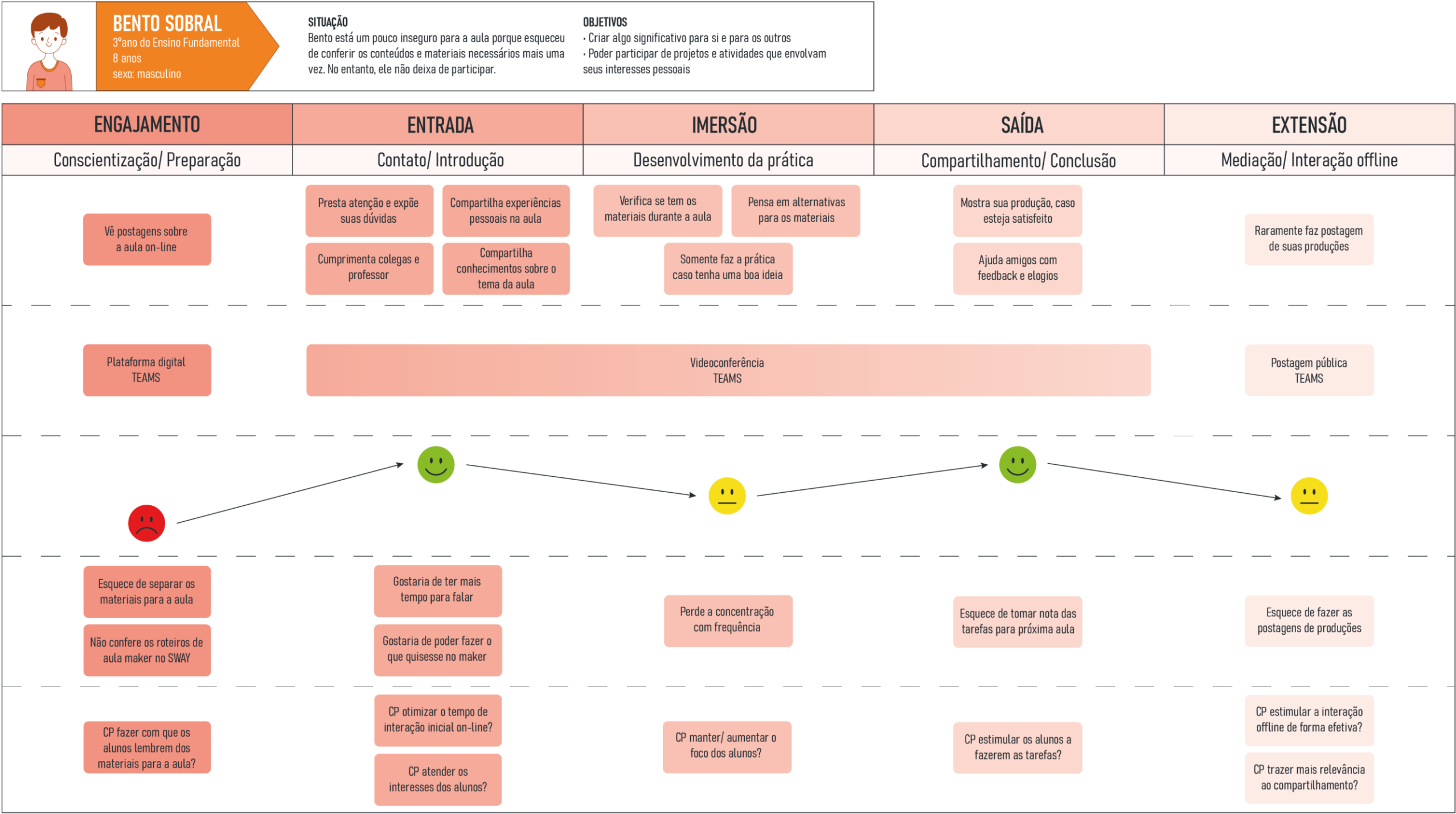


Figura 31 - Mapa de jornada do usuário (persona 02)
Fonte: elaborada pela autora

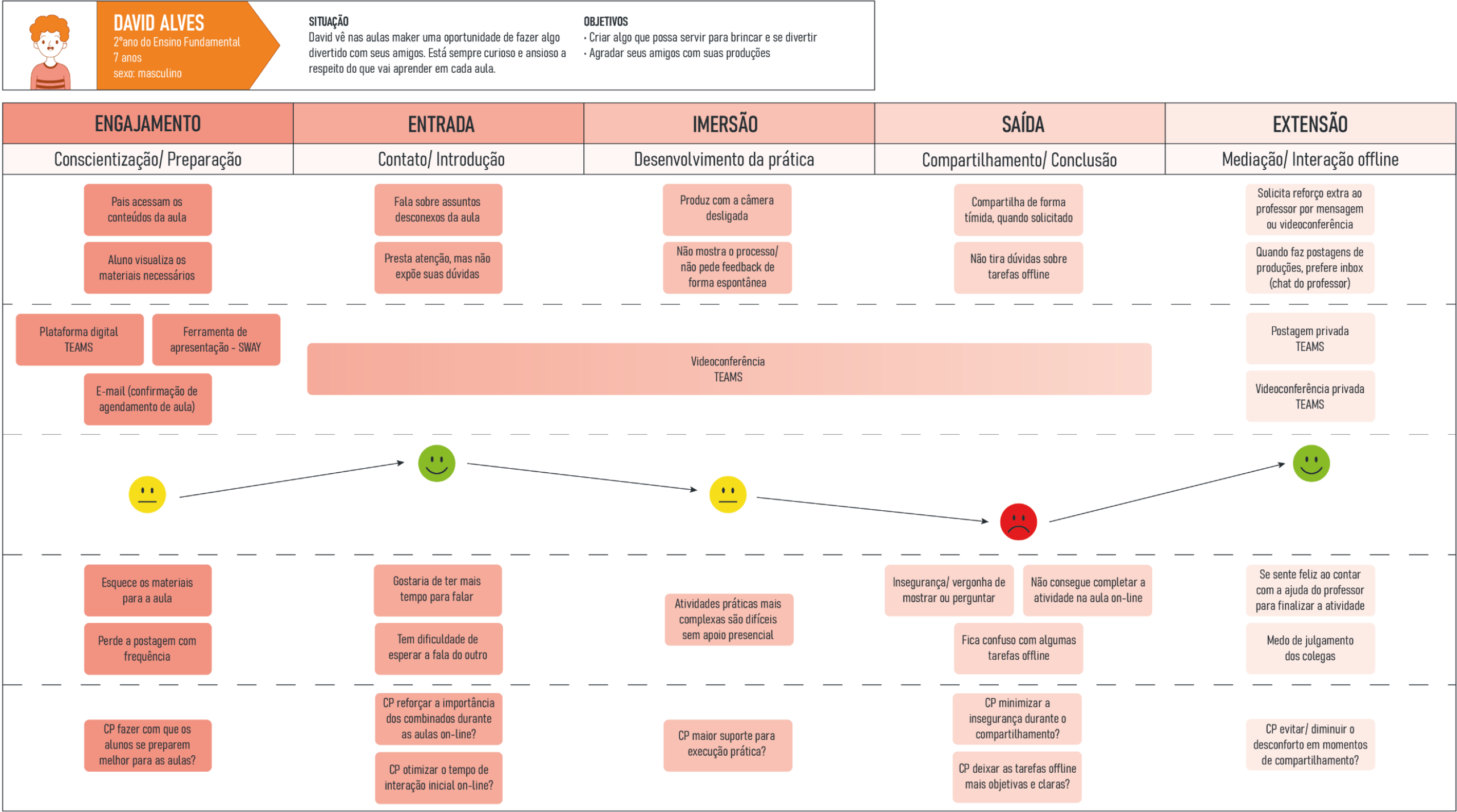


Figura 32 - Mapa de jornada do usuário (persona 03)
Fonte: elaborada pela autora

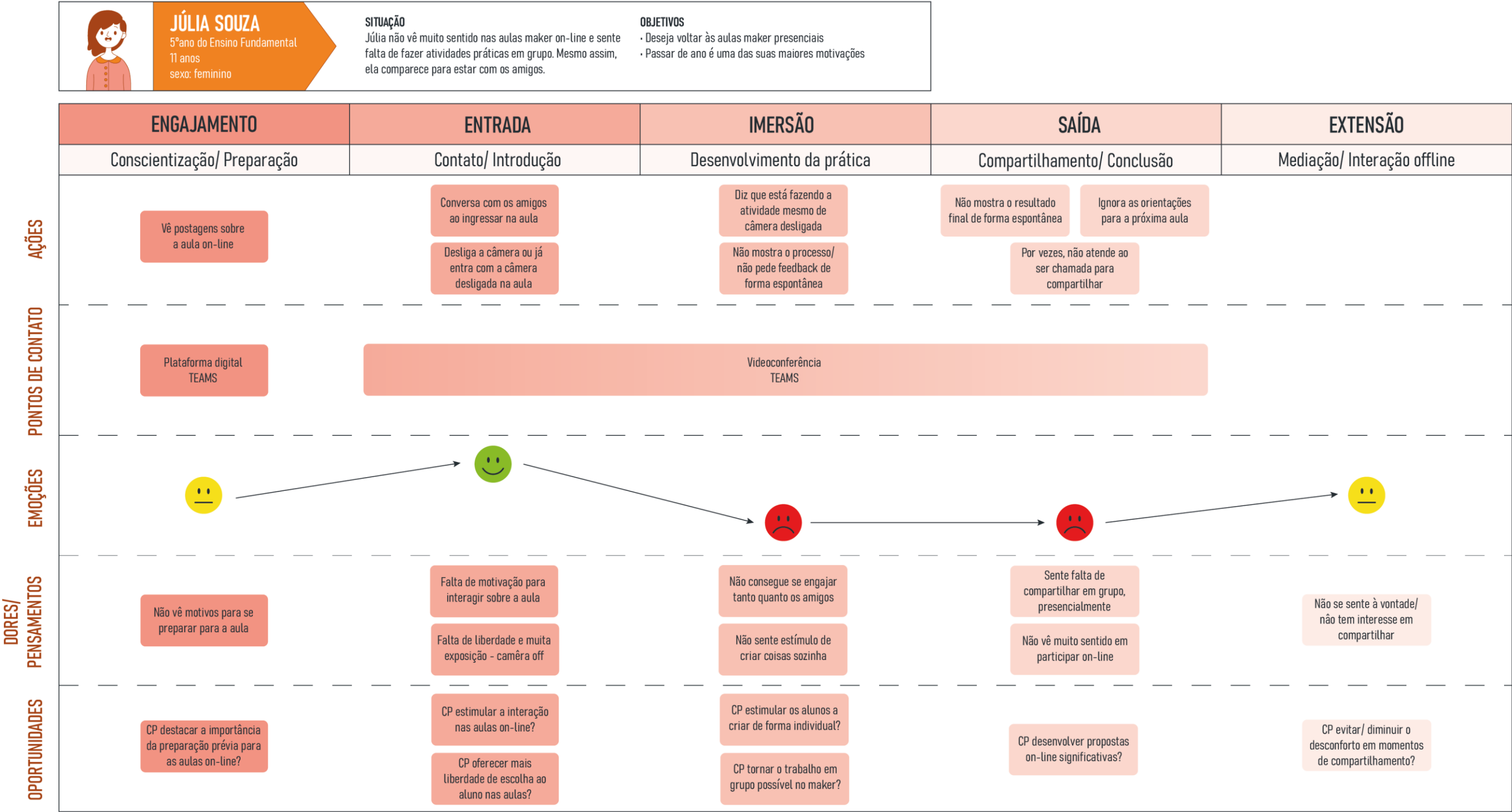


Figura 33 - Mapa de jornada do usuário (persona 04)
Fonte: elaborada pela autora

- Apêndice D – Matriz de prioridade para oportunidades

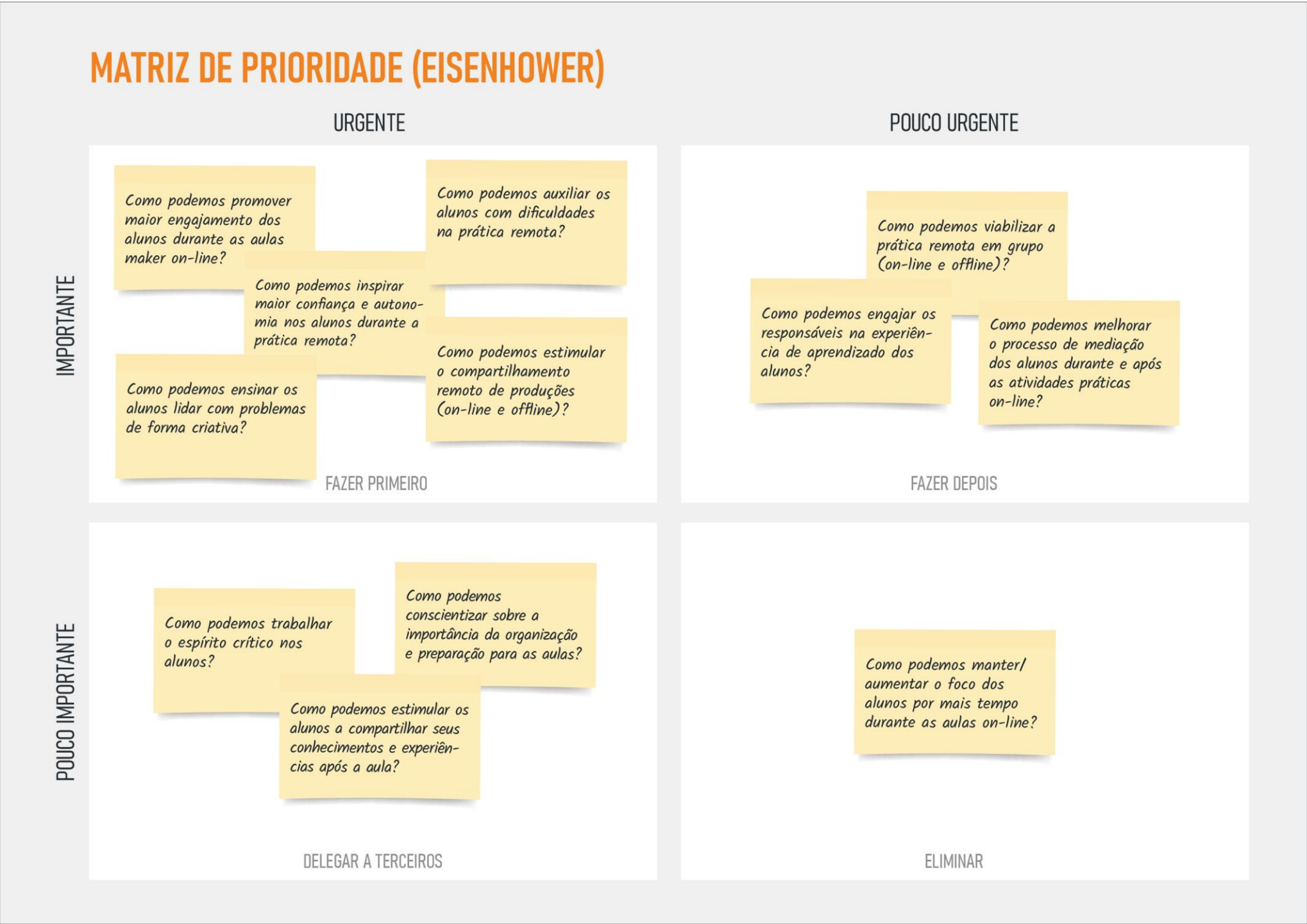


Figura 34 - Matriz de prioridade para oportunidades
Fonte: elaborada pela autora

• Apêndice E – Geração de ideias

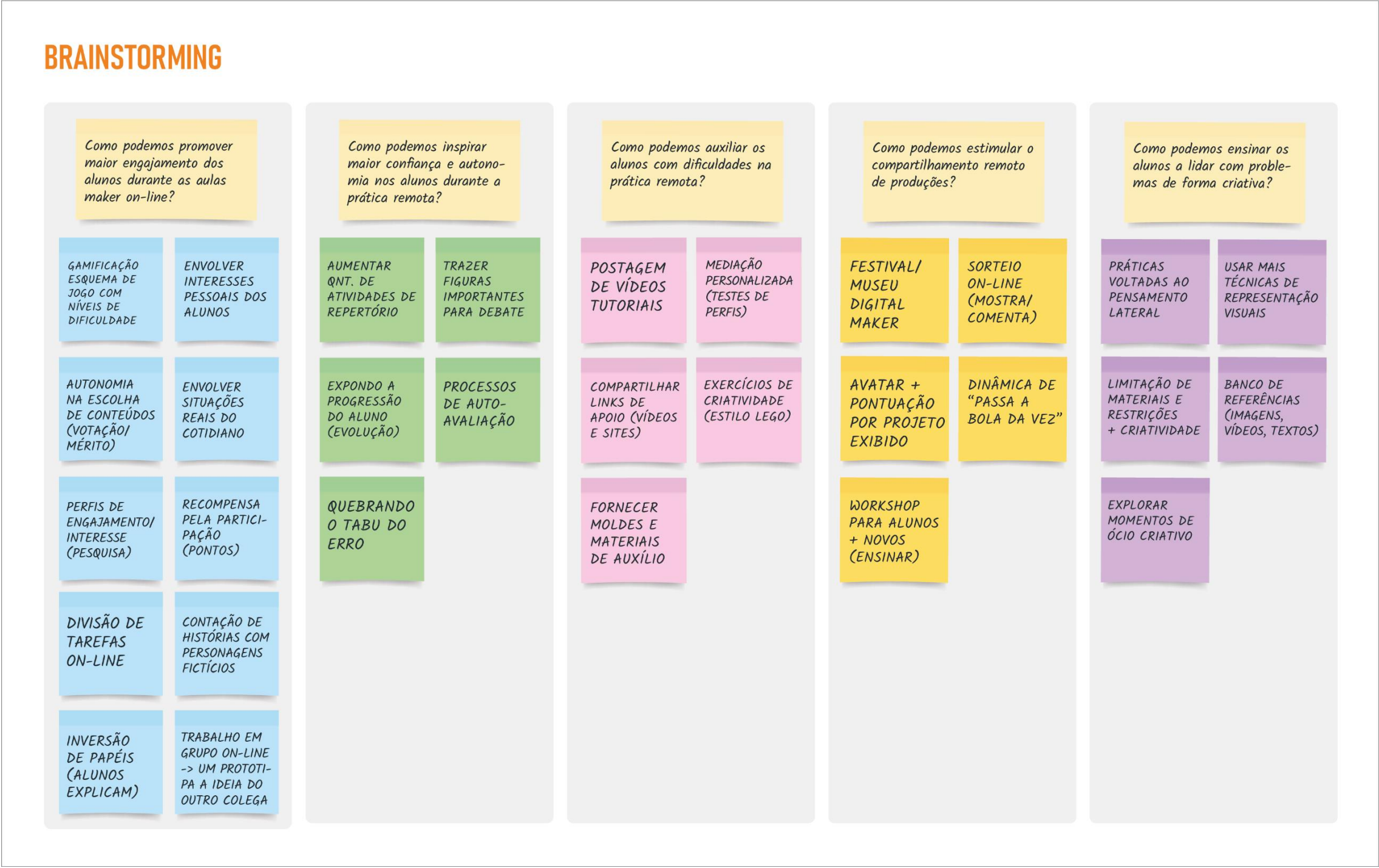


Figura 35 - Geração de ideias
Fonte: elaborada pela autora

- Apêndice F – Matriz impacto x esforço

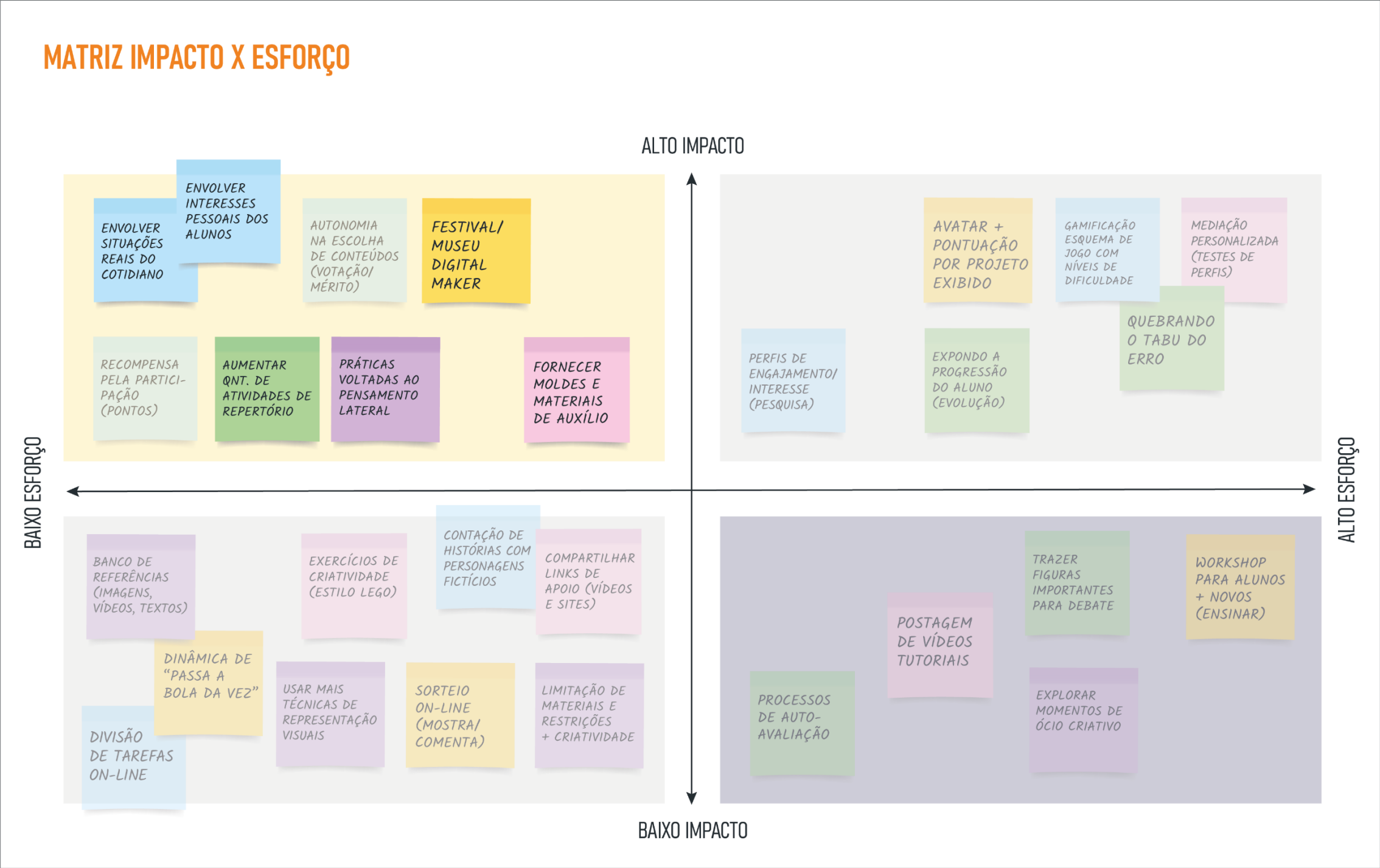


Figura 36 - Matriz impacto x esforço
Fonte: elaborada pela autora