

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

HADASSA HARUMI CASTELO ONISAKI

Movimento Maker na sala de aula: orientações para o planejamento e implementação de atividades no ambiente educacional

São Paulo

2021

HADASSA HARUMI CASTELO ONISAKI

Movimento Maker na sala de aula: orientações para o planejamento e implementação de atividades no ambiente educacional

Dissertação apresentada à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Educação.

Área de Concentração: Educação Científica, Matemática e Tecnológica

Orientador: Prof. Dr. Elio Carlos Ricardo

São Paulo

2021

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

Catálogo da Publicação

Ficha elaborada pelo Sistema de Geração Automática a partir de dados fornecidos pelo(a) autor(a)
Bibliotecária da FE/USP: Nicolly Soares Leite - CRB-8/8204

0058m Onisaki , Hadassa Harumi Castelo
Movimento Maker na sala de aula: - orientações
para o planejamento e implementação de atividades no
ambiente educacional / Hadassa Harumi Castelo
Onisaki ; orientador Elio Carlos Ricardo. -- São
Paulo, 2021.
145 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação
Educação Científica, Matemática e Tecnológica) --
Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo,
2021.

1. Movimento Maker. 2. Educação Maker. 3.
Tecnologia . 4. Ensino tecnológico. 5. Sala de Aula.
I. Carlos Ricardo, Elio , orient. II. Título.

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

Aprovado em: 28 de setembro de 2021

Banca Examinadora

Prof. Dr. Elio Carlos Ricardo

Instituição: Universidade de São Paulo

Julgamento: aprovado

Profa. Dra. Roseli de Deus Lopes

Instituição: Universidade de São Paulo

Julgamento: aprovado

Prof. Dr. Leonardo André Testoni

Instituição: Universidade Federal de São Paulo

Julgamento: aprovado

Dedico este trabalho a minha mãe, Maria Onisaki, uma mulher à frente de seu tempo que sempre me incentivou a tirar minhas ideias do papel.

AGRADECIMENTOS

Ao longo da minha trajetória no mestrado tive a felicidade de ter o apoio de pessoas incríveis. Agradeço imensamente, com todo amor:

À minha mãe, Maria Onisaki, minha melhor amiga e incentivadora. Sem dúvida, minha maior referência em criatividade. Mãe, Deus foi muito bondoso por me agradecer com nossa amizade.

Ao meu marido, Saulo Santos, por todo apoio, paciência e amor. Muito obrigada por ser meu porto seguro. Por sempre acreditar nas ideias mais malucas que tenho diariamente. Sua compreensão e ajuda foram fundamentais para a realização desse projeto. Te amo muito.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Elio Carlos Ricardo, pelo acolhimento no Programa de Mestrado da FE-USP e por todas orientações e conversas. Prof. Elio, não tenho palavras para agradecer. Suas orientações foram fundamentais para eu pudesse me perceber como pesquisadora.

Ao Prof. Dr. Agnaldo Arroio, pelo acolhimento no Programa de Mestrado na FE-USP. Sua ajuda foi fundamental para minha permanência no mestrado.

Ao Prof. Dr. Leonardo Testoni e à Profa. Dra. Maria Nizete, que sempre me acolheram com tanto carinho desde a graduação.

À Profa. Dra. Marilena Rosalen, pelo carinho e incentivo desde a graduação.

Ao Prof. Me. Elio Molizani por todo apoio e incentivo na Pós-graduação.

Ao Prof. Dr. Carlos Senise. Muito obrigada por todo incentivo e carinho desde a graduação.

À Profa. Dra. Roseli de Deus Lopes, por todas as contribuições no trabalho e por ter aceitado participar da minha banca de qualificação e defesa.

Aos técnicos administrativos e funcionários da Universidade de São Paulo, especialmente ao Marcelo de Souza Ribeiro por todo acolhimento e ajuda.

À Profa. Dra. Kimi Tomizaki e à Prof. Dra. Ermelinda Moutinho Pataca pela parceria e por todo acolhimento no Programa de Pós-graduação da FE-USP.

Ao chefe de Laboratório Mutuyekiani da Rede FABLAB LIVRE SP, por todas as vezes que me recebeu no Fablab, por todo apoio e incentivo desde a graduação. Sou muito grata pela parceria e consideração.

Ao Responsável Técnico pelo Laboratório Didático da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da USP, Ricardo Lacerda. Muito obrigada por todo acolhimento e parceria.

Aos Professores Nathan Rabinovitch e Edeli Luglio. Muito obrigada pelas discussões. Vocês são uma referência para mim na área de Educação Maker.

Ao Prof. Dr. Marcelo Giordan, ao Prof. Dr. Alberto Villani e à Profa. Jesuína Lopes de Almeida Pacca, por todas as conversas e orientações ao longo das Disciplinas. A ajuda de vocês foi fundamental para que eu pudesse ampliar minha visão sobre o que é uma pesquisa na área do ensino e educação.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES)

“Como professor não me é possível ajudar o educando a superar sua ignorância se não supero permanentemente a minha. Não posso ensinar o que não sei. Mas este, repito, não é saber de que apenas devo falar e falar palavras que o vento leva. É saber, pelo contrário, que devo viver concretamente com os educandos. O melhor discurso sobre ele é o exercício de sua prática. É concretamente respeitando o direito do aluno de indagar, de duvidar e de criticar que “falo” desses direitos. A minha pura fala sobre esses direitos a que não corresponda a sua concretização não tem sentido.” (Paulo Freire)

RESUMO

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

Esta pesquisa investiga orientações para o planejamento de práticas didáticas elaboradas na perspectiva do Movimento Maker. Realizamos uma revisão integrativa na literatura com foco em analisar o conteúdo de relatos de experiência de professores que implementaram em sala de aula atividades nessa perspectiva. Para análise dos documentos utilizamos a sistematização de dados por meio da utilização de diagramas de ilha e diagramas de estrutura didática, criados sob embasamento dos pressupostos de Laurence Bardin (2016). As ilhas analíticas utilizadas foram: às ações dos professores, dos alunos e das características estruturais das práticas. Como resultado, apresentamos alguns indicadores que podem oferecer orientações a professores que tenham interesse em implementar atividades na perspectiva do Movimento Maker em suas salas de aula. Diferentemente de atividades práticas e artísticas realizadas em outras épocas, projetos na perspectiva do Movimento Maker tendem a relacionar-se com um conjunto particular de ações. O professor planeja sua aula levando em consideração a motivação dos alunos para a criação de artefatos ou produtos digitais que podem abordar direta ou indiretamente saberes científicos, utilizando o uso dos recursos da internet para que os estudantes pesquisem projetos semelhantes, aprendam em comunidades online e em fóruns especializados. O professor possui um perfil proativo e utiliza em sala de aula problematizações que incentivam a criatividade, a resolução de problemas práticos e autonomia dos estudantes com o uso da tecnologia. No trabalho apontamos também alguns perigos envolvidos no uso desenfreado do termo Movimento Maker por Instituições que vendem a Educação Maker como uma solução revolucionária na Educação.

Palavras-chave: Movimento Maker. Educação Maker. Tecnologia

ABSTRACT

ONISAKI, H. H. C. **Maker Movement in the Classroom: Guidelines for Planning and Implementing Activities in the Educational Environment.** 2021. Dissertation (Master in Education) – School of Education, University of São Paulo, São Paulo, 2021.

This research investigates guidelines for planning Didactic Practices developed from the perspective of the Maker Movement. We perform an Integrative Literature Review with a focus on analyzing the content of Experience Reports of teachers who implemented classroom activities in this perspective. To analyze the documents, we used data systematization through the use of Island Diagrams and Didactic Structure Diagrams, created based on the assumptions of Laurence Bardin (2016). The analytical islands that we took as a basis were: the actions of teachers, students and the structural characteristics of practices. As a result, we present some indicators that provide guidance to teachers who are interested in implementing activities from the perspective of the Maker Movement in their classrooms. Differently of practical and artistic activities performed at other times, activities from the perspective of the Maker Movement tend to be related to a particular set of actions. Students create artifacts or digital products that can directly or indirectly address scientific knowledge, using the use of internet resources to research similar projects, learn in online communities and in specialized forums. The teacher has a proactive profile and uses in the classroom problematizations that encourage creativity, the resolution of practical problems and autonomy of students with the use of technology. In the work we also point out some dangers involved in the rampant use of the term Maker Movement by Institutions that sell Maker Education as a revolutionary solution in Education without a deeper reflection on the Maker Movement.

Keywords: Maker Movement. Maker Education. Technology

DIAGRAMAS

Diagrama 1 - Pesquisa realizada nos bancos de dados SIBIUSP, BDCAPES e SciELO com termos em língua portuguesa.	31
Diagrama 2 - Pesquisa realizada nos bancos de dados SIBIUSP, BDCAPES e SciELO com termos em língua inglesa.	32
Diagrama 3 – Principais características do Movimento Maker.	44
Diagrama 4 – Diagrama metodológico para facilitar a análise e organização dos dados.	63
Diagrama 5 – Diagrama de estrutura didática.	64
Diagrama 6 – Ações verificadas no aluno (Relato de Experiência 1).	68
Diagrama 7- Ações verificadas no aluno (Relato de Experiência 1).	68
Diagrama 8 - Ações verificadas no professor (Relato de Experiência 1).	69
Diagrama 9 - Ações verificadas na prática pedagógica (Relato de Experiência 1).	69
Diagrama 10 – Diagrama geral da estratégia adotada pelo professor para desencadeamento das ações. (Relato de Experiência 1).	70
Diagrama 11 - Ações verificadas no aluno (Relato de Experiência 2).	73
Diagrama 12 - Ações verificadas no aluno (Relato de Experiência 2).	73
Diagrama 13 - Ações verificadas no professor (Relato de Experiência 2).	74
Diagrama 14 - Ações verificadas na prática pedagógica (Relato de Experiência 2).	74
Diagrama 15 - Diagrama geral da estratégia adotada pelo professor para desencadeamento das ações. (Relato de Experiência 2).	75
Diagrama 16 - Ações verificadas no aluno (Relato de Experiência 3).	77
Diagrama 17 - Ações verificadas no aluno (Relato de Experiência 3).	78
Diagrama 18 - Ações verificadas no professor (Relato de Experiência 3).	78
Diagrama 19 - Ações verificadas na prática pedagógica (Relato de Experiência 3).	79
Diagrama 20 - Diagrama geral da estratégia adotada pelo professor para desencadeamento das ações. (Relato de Experiência 3).	80
Diagrama 21 - Diagrama geral da estratégia adotada pelo professor para desencadeamento das ações. (Relato de Experiência 3).	80
Diagrama 22 - Ações verificadas no aluno (Relato de Experiência 4).	82
Diagrama 23 - Ações verificadas no professor (Relato de Experiência 4).	83
Diagrama 24 – Ações verificadas na prática pedagógica (Relato de Experiência 4).	83
Diagrama 25 - Diagrama geral da estratégia adotada pelo professor para desencadeamento das ações. (Relato de Experiência 3).	84
Diagrama 26 - Ações verificadas no aluno (Relato de Experiência 5).	86
Diagrama 27 - Ações verificadas no aluno (Relato de Experiência 5).	87
Diagrama 28 – Ações verificadas no professor (Relato de Experiência 5).	87
Diagrama 29 - Ações verificadas na prática pedagógica (Relato de Experiência 5).	88
Diagrama 30 - Diagrama geral da estratégia adotada pelo professor para desencadeamento das ações. (Relato de Experiência 5).	88
Diagrama 31 - Ações verificadas no aluno (Relato de Experiência 6).	90
Diagrama 32 - Ações verificadas no professor (Relato de Experiência 6).	91
Diagrama 33 - Ações verificadas na prática pedagógica (Relato de Experiência 6).	91
Diagrama 34 - Diagrama geral da estratégia adotada pelo professor para desencadeamento das ações. (Relato de Experiência 6).	92
Diagrama 35 - Ações verificadas no aluno (Relato de Experiência 7).	94
Diagrama 36 - Ações verificadas na prática pedagógica (Relato de Experiência 7).	94

Diagrama 37 - Diagrama geral da estratégia adotada pelo professor para desencadeamento das ações. (Relato de Experiência 7).	95
Diagrama 38 - Ações verificadas no aluno (Relato de Experiência 8).....	97
Diagrama 39 - Ações verificadas no professor (Relato de Experiência 8).....	98
Diagrama 40 - Ações verificadas na prática pedagógica (Relato de Experiência 8).....	98
Diagrama 41 - Diagrama geral da estratégia adotada pelo professor para desencadeamento das ações. (Relato de Experiência 8).	99
Diagrama 42 - Ações verificadas no aluno (Relato de Experiência 9).....	101
Diagrama 43 - Ações verificadas no professor (Relato de Experiência 9).....	101
Diagrama 44 - Ações verificadas na prática pedagógica (Relato de Experiência 9).....	102
Diagrama 45 - Diagrama geral da estratégia adotada pelo professor para desencadeamento das ações. (Relato de Experiência 9).	102
Diagrama 46 - Ações verificadas no aluno (Relato de Experiência 10).....	104
Diagrama 47 - Ações verificadas no professor (Relato de Experiência 10).....	105
Diagrama 48 - Ações verificadas na prática pedagógica (Relato de Experiência 10).....	105
Diagrama 49 - Ações verificadas no aluno (Relato de Experiência 11).....	107
Diagrama 50 - Ações verificadas no aluno (Relato de Experiência 11).....	108
Diagrama 51 - Ações verificadas no professor (Relato de Experiência 11).....	108
Diagrama 52 - Ações verificadas na prática pedagógica (Relato de Experiência 11).....	109
Diagrama 53 - Diagrama geral da estratégia adotada pelo professor para desencadeamento das ações. (Relato de Experiência 11).	110
Diagrama 54 - Ações verificadas no aluno (Relato de Experiência 12).....	112
Diagrama 55 - Ações verificadas no professor (Relato de Experiência 12).....	112
Diagrama 56 - Ações verificadas na prática pedagógica (Relato de Experiência 12).....	113
Diagrama 57 - Diagrama geral da estratégia adotada pelo professor para desencadeamento das ações. (Relato de Experiência 12).	114
Diagrama 58 - Ações verificadas no aluno (Relato de Experiência 13).....	115
Diagrama 59 - Ações verificadas no professor (Relato de Experiência 13).....	116
Diagrama 60 - Ações verificadas na prática pedagógica (Relato de Experiência 13).....	116
Diagrama 61 - Diagrama geral da estratégia adotada pelo professor para desencadeamento das ações. (Relato de Experiência 13).	117
Diagrama 62 - Ações verificadas no aluno (Relato de Experiência 14).....	119
Diagrama 63 - Ações verificadas no professor (Relato de Experiência 14).....	119
Diagrama 64 - Ações verificadas na prática pedagógica (Relato de Experiência 14).....	120
Diagrama 65 - Diagrama geral da estratégia adotada pelo professor para desencadeamento das ações. (Relato de Experiência 14).	120
Diagrama 66 - Ações verificadas no aluno (Relato de Experiência 15).....	121
Diagrama 67 - Ações verificadas no professor (Relato de Experiência 15).....	122
Diagrama 68 - Ações verificadas na prática pedagógica (Relato de Experiência 15).....	122
Diagrama 69 - Diagrama geral da estratégia adotada pelo professor para desencadeamento das ações. (Relato de Experiência 15).	123
Diagrama 70 – Principais características verificadas na ação dos alunos.	126
Diagrama 71 - Principais características verificadas na ação dos professores.....	130
Diagrama 72 - Principais características verificadas na prática.	131
Diagrama 73 – Principais características do Movimento Maker.....	139

FIGURAS

Figura 1 – Kit de robótica construído pela autora em sua Iniciação Científica.....	22
Figura 2 - Pirâmide de participação.....	37
Figura 3 – Projeto intitulado “Scream Body” apresentado por Kelly Dobson na disciplina “How to Make (almost) Anything”.	39
Figura 4 - Alunos trabalhando com materiais e ferramentas tecnológicas e sua relação com construcionismo.....	46
Figura 5 - Relação de relatos de experiências selecionados para análise.....	65

TABELAS

Tabela 1 - Cronograma de aulas da primeira turma da Disciplina “How to Make (almost) Anything” ministrada por Neil Gershenfeld no MIT.	48
Tabela 2 – Autores e obras utilizados na fase inicial da pesquisa.	54
Tabela 3 – Relação de trabalhos por edição do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) que utilizam os termos Movimento Maker”, “Maker” e “Cultura Maker”.	55
Tabela 4 – Relatos de experiência que se enquadram nos critérios iniciais, que utilizam os termos “Movimento Maker”, “Maker” e “Cultura Maker”.	56
Tabela 5 – Relatos selecionados para análise.	59
Tabela 6 – Tipos de projetos pelos estudantes nas atividades analisadas.	124
Tabela 7 – Elemento motivador identificado nos relatos de experiências.	128

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	19
2. INTRODUÇÃO	24
3. MOVIMENTO MAKER	35
3.1. CONCEITOS E PRINCÍPIOS NORTEADORES	35
3.1.1. Proposta de categorização	42
3.2. MOVIMENTO MAKER NA SALA DE AULA	45
4. METODOLOGIA	51
5. MAPEAMENTO DAS PRÁTICAS NO CONTEXTO BRASILEIRO	65
5.1. RELATO DE EXPERIÊNCIA 1 - A CULTURA MAKER NO ENSINO DE FÍSICA: CONSTRUÇÃO E FUNCIONAMENTO DE MÁQUINAS TÉRMICAS.....	66
5.2. RELATO DE EXPERIÊNCIA 2 - DO LOW TECH AO HIGH TECH: ARTE, HISTÓRIA, CIÊNCIA E TECNOLOGIA POR MEIO DO DESENVOLVIMENTO DE AUTÔMATOS (CEFET-MG, 2016)	71
5.3. RELATO DE EXPERIÊNCIA 3 - MOVIMENTO MAKERS COMO FERRAMENTA PARA IMPLEMENTAÇÃO DE DISCIPLINA STEM	76
5.4. RELATO DE EXPERIÊNCIA 4 - MOVIMENTO MAKER E EDUCAÇÃO: ANÁLISE SOBRE AS POSSIBILIDADES DE USO DOS FAB LABS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA	81
5.5. RELATO DE EXPERIÊNCIA 5 - PROGRAMA PONTA PÉ: INSTITUTO CATALISADOR FOMENTANDO A CULTURA MAKER NO PROJETO ÂNCORA	85
5.6. RELATO DE EXPERIÊNCIA 6 - CULTURA MAKER E EDUCAÇÃO PARA O SÉCULO XXI: RELATO DE APRENDIZAGEM MÃO NA MASSA NO 6 ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL/INTEGRAL DO SESC LER GOIANA	89
5.7. RELATO DE EXPERIÊNCIA 7 - DANÇA DOS ROBÔS: UMA ATIVIDADE NO MEIO ESCOLAR QUE INTEGRA ROBÓTICA E MOVIMENTO MAKER NA PERSPECTIVA DA APRENDIZAGEM CRIATIVA	93
5.8. RELATO DE EXPERIÊNCIA 8 - ARTICULAÇÕES ENTRE PRÁTICAS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL, ROBÓTICA E CULTURA MAKER NO CONTEXTO DAS AULAS DE LABORATÓRIO DE CIÊNCIAS	96
5.9. RELATO DE EXPERIÊNCIA 9 - CULTURA MAKER E ROBÓTICA SUSTENTÁVEL NO ENSINO DE CIÊNCIAS: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA COM ALUNOS DO ENSINO FUNDAMENTAL	100
5.10. RELATO DE EXPERIÊNCIA 10 - IMPRESSÃO 3D COMO RECURSO PARA O DESENVOLVIMENTO DE MATERIAL DIDÁTICO: ASSOCIANDO A CULTURA MAKER À RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS.....	103
5.11. RELATO DE EXPERIÊNCIA 11 - COMO ENGAJAR ESTUDANTES DAS SÉRIES INICIAIS (5º ANO) A DESENVOLVER O PENSAMENTO MATEMÁTICO UTILIZANDO ROBÓTICA E APRENDIZAGEM MAKER	106
5.12. RELATO DE EXPERIÊNCIA 12 - CLUBE DA LUA: O CLUBE DE ASTRONOMIA DE CRIANÇAS DOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL	111

5.13.	RELATO DE EXPERIÊNCIA 13 - ECO-MAKER: DEIXANDO UM LEGADO NA HORTA DA E.M.E.F. PROFESSORA “SOFIA IMBIRIBA” SANTARÉM –PA (BRASIL)	115
5.14.	RELATO DE EXPERIÊNCIA 14 - CULTURA MAKER NA EDUCAÇÃO ATRAVÉS DO SCRATCH VISANDO O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL DOS ESTUDANTES DO 5º ANO DA ESCOLA BASE RURAL DA CIDADE DE OLINDA - PE.....	118
5.15.	RELATO DE EXPERIÊNCIA 15 - ESTAÇÃO METEOROLÓGICA PORTÁTIL COM CULTURA MAKER INTERDISCIPLINAR PARA ENSINO DE FÍSICA E PROGRAMAÇÃO DE COMPUTADORES	121
6.	DISCUSSÕES E RESULTADOS	124
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	139
	REFERÊNCIAS	142

1. APRESENTAÇÃO

O tema central desta dissertação atrela-se fortemente à capacidade criativa e inventiva do ser humano em materializar suas ideias. Particularmente, considero essa uma das habilidades mais incríveis que possuímos. Só quem já tirou uma ideia própria do papel sabe a sensação libertadora que é ter em mãos algo feito por suas mãos. Mais que o prazer em apenas observar o produto do processo criativo, diz muito a respeito da motivação individual em protagonizar as etapas de criação que incluem percalços e superações.

Há alguns anos, durante minha graduação em Licenciatura em Ciências com ênfase em Física pela Universidade Federal de São Paulo, tive a oportunidade de vivenciar na prática uma experiência que ampliou profundamente minha percepção acerca do universo de materialização de ideias no contexto dos dias atuais. Na época, participava como educadora voluntária de um projeto de extensão¹ que promovia ações de Divulgação Científica no contraturno escolar de estudantes da rede pública na cidade de São Paulo (ONISAKI, 2015)². As atividades do grupo tinham como objetivo discutir conceitos de robótica e programação computacional, utilizando como plano norteador a ludicidade por meio de situações-problema relacionadas à astronomia e astronáutica.

Uma das preocupações dos pesquisadores e colaboradores desse projeto pautava-se em criar materiais didáticos que fossem de baixo custo e fácil acesso. O intuito era utilizar os materiais produzidos durante as intervenções na escola, visto que os kits de robótica oferecidos no mercado apresentavam altos custos.

Um dos materiais criados caracterizava-se por um robô feito exclusivamente com materiais acessíveis, tais como papel, tampinhas de garrafa, clipes, elástico, controlado pela plataforma Arduino. Os alunos utilizavam o robô em um contexto lúdico, compreendendo a lógica de programação envolvida em seus movimentos. Simulava-se que o robô era do tipo explorador que teria que desviar de obstáculos em outro planeta. A atividade era divertida e os alunos eram participativos.

Entretanto, em uma das intervenções com o uso desse material, um aluno fez um comentário que me chamou a atenção. De forma amistosa e brincalhona o aluno perguntou:

¹ Projeto LIRA (Laboratório Interdisciplinar em Robótica e Astronáutica) – parceria entre pesquisadores da Unifesp e USP Leste. As ações citadas foram realizadas entre 2015-2017.

² O relato de experiência da autora durante sua participação no projeto LIRA foi premiado em 1º lugar em um evento promovido na Universidade Federal do ABC- I Semana de Licenciaturas, no ano de 2015.

“Nas escolas de gente ‘rica’ eles usam aqueles materiais de plástico coloridos de Lego. Aqui vocês fizeram para a gente uma versão para os ‘pobres’ feito de papel e sucata?”

No momento, fiquei um pouco surpresa com a pergunta e argumentei com o aluno sobre a importância do uso consciente dos materiais recicláveis e do quanto era legal ver naquele robô tantos objetos do nosso cotidiano. Entretanto, aquela situação me deixou de certa maneira incomodada e sensibilizada. No livro do pesquisador Roger Von Oech (1995), especialista em criatividade, intitulado “Um Toc na Cuca”, o autor explica exatamente sobre situações que nos fazem ter um despertar para novas ideias. O autor afirma que:

(...) todos nós precisamos, às vezes, de um “toc” na cuca para nos livrarmos dos padrões rotineiros, nos forçar a repensar os problemas e nos estimular a fazer novas perguntas que levem a outras respostas certas. “Tocs” existem de todas as formas, tamanhos e cores. Mas todos têm uma coisa em comum. Obrigam você a pensar em coisas diferentes – pelo menos na hora que acontecem. Às vezes o “toc” vem por causa de um problema ou de um erro. Às vezes, é consequência de uma brincadeira ou um paradoxo. (OECH, 1995, p.24)

Considero que a pergunta que o aluno me fez em sala de aula, mesmo que feita de forma despreziosa, foi como uma espécie de gatilho mental para que eu pensasse de uma forma diferente, desencadeando uma série de questionamentos, busca por respostas e soluções práticas. Em minha compreensão, aquela situação caracterizava-se como um indicativo de que o uso exclusivo de materiais recicláveis com alunos de escolas públicas necessitava de uma atenção especial, pois poderia provocar aspectos de frustração nos estudantes, caso a atividade fosse desvinculada de ações de conscientização. Refleti também sobre a importância em utilizar materiais didáticos diversificados, indo além de projetos alternativos feitos com materiais acessíveis, para que os alunos tivessem a oportunidade de ampliar sua experiência com a manipulação de materiais que tivessem *design* e funcionalidades diferentes.

Nesse mesmo período, acontecia na mídia uma ampla divulgação sobre a inauguração da rede FABLAB LIVRE SP. Eram laboratórios, localizados em vários pontos da cidade, equipados com Impressoras 3D, Cortadoras à Laser, CNCs e ferramentas convencionais de marcenaria, costura, componentes eletrônicos e computadores.

Um espaço de uso gratuito que incentivava o público em geral a materializar suas ideias com a tecnologia disponível, oferecendo oficinas e orientações práticas. Logo nos primeiros meses de inauguração realizei uma visita para conhecer um desses espaços e fiquei

impressionada com as possibilidades de uso desses laboratórios. Vi pela primeira vez, por exemplo, o funcionamento de uma impressora 3D e algumas de suas aplicações. Em meu imaginário, o uso desses equipamentos era muito complexo e distante da minha realidade, pois apenas os via em noticiários e filmes futuristas.

A visita me inspirou a pensar em projetos autorais a serem desenvolvidos no Fablab. Logo me veio à mente a situação que vivenciei com aquele aluno durante a intervenção. Questionei-me: Seria possível eu mesma construir um kit de robótica que tenha *design* lúdico, durabilidade e qualidade similar aos que existem no mercado?

Foi a partir dessa pergunta e da experiência com a construção do kit de robótica que me aproximei intuitivamente do que conhecemos hoje como Movimento Maker. Quando iniciei o projeto não sabia manipular uma impressora 3D, não tinha conhecimento técnico sobre programas de Modelagem 3D e nem experiência com o desenvolvimento e *design* de produtos.

O projeto foi realizado durante uma Iniciação Científica e, posteriormente, desencadeou em meu Trabalho de Conclusão de Curso³. Ao final, consegui construir um kit de robótica com as características pré-estabelecidas e utilizei o material com crianças e adolescentes em sala de aula.

Ao refletir sobre o processo pessoal de tirar uma ideia do papel com o uso de diversos recursos tecnológicos, percebi que foram trabalhadas habilidades múltiplas em minha formação. Desde habilidades técnicas, como Modelagem e Impressão 3D, eletrônica, programação computacional, até discussões sobre ciências da natureza, gerenciamento de projetos, *Design* e discussões didáticas sobre o propósito de uso do material com os alunos. Minha aprendizagem foi marcada por uma grande busca individual por conhecimentos específicos e pelo enfrentamento de desafios práticos que surgiam a todo momento.

Minha motivação pessoal e envolvimento com a resolução de um problema prático facilitou profundamente o processo de aprendizagem. Aliado a isso, fiz uso dos recursos que a internet propicia, pois por diversas vezes tive que consultar informações técnicas em sites de busca e sanar dúvidas com pessoas que faziam projetos similares em redes sociais. Chamo a atenção também para a possibilidade que tive ao interagir com diversos profissionais que frequentavam os Fablabs que, assim como eu, dedicavam-se em tirar ideias do papel.

³ Os resultados da Iniciação Científica e do Trabalho de Conclusão de Curso foram apresentados e publicados nos anais do IV Congresso Nacional de Formação de Professores e XIV Congresso Estadual Paulista sobre Formação de Educadores no ano de 2019. (ONISAKI e VIEIRA, 2019). Resultaram também na publicação de um artigo na Revista de Estudos e Pesquisas em Ensino Tecnológico no ano de 2019 (ONISAKI e VIEIRA, 2019).

Fiquei encantada com as etapas de criação feita em um espaço relativamente curto de tempo. Se pensássemos há 20 anos atrás, um projeto nesse formato dificilmente seria produzido por uma aluna de graduação em poucos meses e com um custo acessível. Na Figura 1 observamos o material produzido.

Figura 1 – kit de robótica construído pela autora em sua Iniciação Científica.



Fonte: Autora (2018).

A imersão que vivenciei em tirar uma ideia do papel motivou-me a refletir mais profundamente sobre o processo de criação. Quando nos dedicamos em um projeto que desperta empatia, paixão e que faça sentido a nós mesmos, é como se tivéssemos mais combustível para lidar com os desafios que surgem ao longo da idealização e concretização de uma ideia. O engajamento que tive na construção do kit de robótica, por exemplo, atrelou-se fortemente com uma situação-problema que identifiquei em sala de aula. Acredito que o resultado do projeto seria outro, caso algum professor da universidade simplesmente tivesse me proposto construir um material didático, sem que a contextualização nascesse de uma perspectiva pessoal.

É certo que vivemos em um momento propício a inovação, com ferramentas tecnológicas de alta e baixa complexidade mais acessíveis e grande fluxo de informações. Porém, a materialização de ideias inovadoras atrela-se a competências que vão além daquelas

vistas usualmente na escola e até mesmo na universidade em disciplinas tradicionais. Relaciona-se com criatividade, sentimento, empatia, capacidade em manipular conhecimentos interdisciplinares para a resolução de problemas, resiliência, autonomia em buscar novos conhecimentos e aprender novas habilidades com o uso da tecnologia.

O tema central dessa dissertação consiste em investigar maneiras de utilizar o Movimento Maker em ambientes de aprendizagem, com foco em incentivar habilidades nos alunos que despertem seu interesse em inovação. Espero que as discussões trazidas nesse trabalho contribuam para professores, pesquisadores e qualquer pessoa interessada em tirar uma ideia do papel.

2. INTRODUÇÃO

O termo Movimento Maker é atribuído a um fenômeno social do século XXI que se relaciona estreitamente com o engajamento voluntário de pessoas em torno de atividades de criação, replicação de artefatos e resolução de problemas práticos, com o uso de recursos tecnológicos disponíveis em nossos dias (ANDERSON, 2012; DOUGHERTY, 2012; HATCH, 2014). Trata-se de uma tendência cultural que traz intrinsecamente a ressignificação da filosofia do “faça você mesmo” (em inglês, Do-It-Yourself - DIY), reelaborada de forma dinâmica e processual a partir do desenvolvimento e difusão tecnológica contemporânea. Assim, o Movimento Maker aproxima as pessoas do universo da materialização de ideias, a partir da utilização de ferramentas que conectam o mundo digital e físico.

Os autores Kwon e Lee (2017), em seu trabalho “What makes a maker: the motivation for the maker movement in ICT”, ajudam-nos a compreender o impacto da tecnologia moderna sobre as atividades inventivas e de criação:

O que distingue os makers contemporâneos dos inventores e daqueles que se engajavam no “faça você mesmo” em outras eras, é o poder notável proporcionado pela tecnologia. A tecnologia moderna permite que os criadores projetem e desenvolvam suas criações e, ao mesmo tempo, reduzam a curva de aprendizado através da comunidade, como em redes sociais, sites de publicação de vídeos e fóruns on-line. (KWON e LEE, 2017, p.319, tradução nossa).

Um dos pilares fundamentais para o desencadeamento do Movimento Maker associa-se ao uso dos meios digitais e recursos que a internet proporciona. Ao invés de buscar informações de forma restrita em livros e documentos impressos, temos hoje a possibilidade de utilizar plataformas de pesquisa online, que nos dão acesso aos conteúdos de diversas áreas do conhecimento, de forma prática e rápida. A missão oficial da plataforma Google, por exemplo, pioneira no aperfeiçoamento de mecanismos de busca a conteúdos em websites, consiste em “organizar informações ao mundo para que sejam universalmente acessíveis e úteis para todos” (Google, 2021), trazendo uma concepção que ao longo dos anos impactou de forma profunda o modo de disseminação do conhecimento.

Em articulação a esse contexto, observamos a ascensão das mídias sociais a partir da Era da *Web 2.0* (O'REILLY, 2009) e o uso massivo de *smartphones* e computadores portáteis pela população mundial. As pessoas ganharam o poder de interagir entre si em tempo real pelos

meios digitais, compartilhando suas experiências em blogs, redes sociais, wikis e fóruns especializados.

O indivíduo que deseja construir algum artefato, tanto para resolver algum problema de seu cotidiano quanto para criar algum objeto de seu interesse, pode consultar na internet informações técnicas em sites especializados, com a possibilidade de interagir com pessoas que já tiveram ideias semelhantes, aprendendo em conjunto com outros, de forma a explicitar seus erros e acertos. Ao invés de iniciar o projeto do marco zero, o indivíduo pesquisa aquilo que já foi produzido, discute ideias com a comunidade, modifica e faz adaptações conforme sua necessidade e contexto e, além disso, pode compartilhar sua experiência. Dessa forma, nota-se que a filosofia do “faça você mesmo”, que antes remetia geralmente a atividades individuais e solitárias, transpõe-se para o “faça com os outros”. É comum observarmos essa realidade em grupos criados no Whatsapp, Facebook, em vídeos no Youtube e imagens no Instagram. Nesse contexto, Anderson (2012) aponta que:

Ideias compartilhadas se tornam maiores e melhores. Projetos compartilhados se transformam em projetos grupais, além das capacidades e ambições de qualquer pessoa isolada. E esses projetos talvez venham a ser sementes de novos produtos, de novos movimentos e até novas indústrias. O simples ato de “criar em público” pode tornar-se motor de inovação, mesmo que essa não seja a intenção. Trata-se do que acontece com as ideias: difundem-se quando compartilhadas. (ANDERSON, 2012, p. 12, tradução nossa).

Além do impacto dos recursos da internet, um dos fatores desencadeadores do Movimento Maker se encontra na possibilidade das pessoas terem à sua disposição equipamentos e softwares que antigamente eram utilizados, exclusivamente, em nichos especializados, como por exemplo Engenharia, Arquitetura, Design e Sistemas de Informação (GERSHENFELD, 2012). O Movimento Maker traz consigo a valorização do uso do *software Open Source*, *hardware* com plataforma livre e a utilização de ferramentas de fabricação digital, como impressoras 3D e cortadoras à laser que se popularizaram nos últimos anos. A interface gráfica para programação de dispositivos e das ferramentas de fabricação digital tornaram-se mais intuitivas ao entendimento do público não especializado. Atualmente, existe maior acessibilidade ao *hardware* de baixo custo para a montagem de robôs de alta e baixa complexidade, principalmente a partir da criação da plataforma Arduino.

Em articulação com a Era Digital, houve o aumento da utilização de sistemas eletrônicos automatizados nas empresas e a geração de novos tipos de empregos que demandam a compreensão de interfaces robóticas. A indústria 4.0 (CULOT et al., 2020) ganha espaço, com

simulações em realidade aumentada e ferramentas de fabricação digital, *Big Data* e Internet das Coisas (*Internet of Things* - IoT). O mundo digital e físico se conectam, estando mais próximos da realidade da população em geral. Anderson (2012) descreve que:

[...] a revolução digital agora chegou à oficina, reduto das coisas reais, onde talvez cause seu maior impacto até agora. Não tanto nas oficinas em si (embora elas estejam ficando muito legais hoje), mas no mundo físico mais amplo, em razão do que pode ser feito por pessoas comuns com ferramentas extraordinárias. (ANDERSON, 2012, pg. 15, tradução nossa).

Um dos principais marcos para a consolidação do Movimento Maker e primeiros indícios sobre o impacto do fenômeno na área educacional, ocorreu no início dos anos 2000. Sob financiamento da National Science Foundation, foi criado o Center for Bits and Atoms - CBA, um centro de pesquisa liderado pelo professor Neil Gershenfeld do Massachusetts Institute of Technology (MIT). O centro de pesquisa formou-se para investigar as fronteiras entre a ciência computacional e a ciência física. O Laboratório do CBA foi equipado com uma variedade de ferramentas de fabricação digital e materiais eletrônicos para construção de objetos, um espaço projetado “*para fazer e medir coisas que são tão pequenas quanto átomos ou tão grandes quanto edifícios*” (GERSHENFELD, 2012, pg.46, tradução nossa).

Uma das primeiras iniciativas do Professor Neil Gershenfeld foi a implementação de uma disciplina chamada “How to Make (almost) Anything”, em português “Como fazer (quase) qualquer coisa”. Gershenfeld relata que a disciplina foi elaborada de forma despretensiosa, com o intuito de atender inicialmente um pequeno grupo de estudantes. O objetivo era ensinar esses alunos a manipularem as ferramentas do Laboratório. Porém, ao ofertar a disciplina, houve uma grande procura por estudantes de toda a universidade (BOSTON MOS, 2011).

O professor aponta que se surpreendeu, pois os estudantes não se inscreveram na disciplina interessados em desenvolver alguma pesquisa acadêmica, não estavam ali com o intuito de iniciar um novo negócio ou investigar processos produtivos escaláveis, ao contrário, estavam interessados em materializar ideias pessoais com as ferramentas disponíveis, fazer coisas de seu interesse com as próprias mãos. A implementação das aulas no MIT foi precursora, em 2003, para a criação dos Fablabs (Laboratórios de Fabricação Digital). São espaços equipados com diversos equipamentos e materiais, cortadoras à laser, impressoras 3D, fresadoras, materiais eletrônicos, computadores, entre outros. Um espaço arquitetado para fomentar a criatividade e o pensamento de inovação das pessoas, para que pudessem tirar suas ideias do papel.

O projeto foi idealizado pelo centro de pesquisa CBA e hoje forma uma rede mundial. A força real de um Fablab não é meramente técnica, segundo Gershelfeld, mas sim social. As pessoas trabalham nos laboratórios de forma coletiva, umas ajudando as outras, independentemente de sua formação ou idade, concretizando ideias.

Em 2003, após a criação dos Fablabs, ocorreu um novo marco para a disseminação do Movimento Maker. Dale Dougherty (2012) fundou a revista *Make*, oferecendo um conteúdo voltado para a difusão do conhecimento do “faça você mesmo” com o uso de recursos tecnológicos. O autor ressalta que o objetivo da revista consistia em colaborar para que as pessoas se interessassem por um novo hobby, desenvolvendo novas habilidades e criando um espaço em comum para a comunidade de makers. Na primeira edição da revista, Dale Dougherty utiliza pela primeira vez o termo maker nesse contexto:

Mais do que meros consumidores de tecnologia, somos makers, adaptando a tecnologia às nossas necessidades e integrando-a em nossas vidas. Alguns de nós, nascemos makers e outros, como eu, tornam-se makers sem perceber. (DOUGHERTY, 2012, p. 07, tradução nossa).

Um ano após a criação da revista *Make*, Dougherty propôs a organização de eventos presenciais com a comunidade de makers, intitulados “Makerfares”. Sobre a dinâmica do evento, o autor explica que “*na feira, o maker coloca o objeto que criou sobre uma mesa e pessoas perguntam sobre o processo de criação*” (DOUGHERTY, 2012, p.11). O evento é realizado como uma celebração à comunidade de makers, pois nele compartilham suas criações, trocam experiências com demais entusiastas, conversam sobre possíveis trabalhos em colaboração. As Makerfares reúnem pessoas que sentem satisfação em concretizar suas ideias. No primeiro ano o evento contou com a presença de 100.000 pessoas (DOUGHERTY, 2012).

No mesmo período, Jim Newton e alguns entusiastas do Hardware inauguraram na Califórnia a TechShop. A empresa trouxe um novo segmento de espaços de criação, denominados Makerspaces (HATCH, 2014). Os Makerspaces são semelhantes aos Fablabs, pois incentivam as pessoas na filosofia do “faça você mesmo”, porém não são criados com parâmetros pré-estabelecidos e gerenciados pela Fab Foundation do MIT assim como os Fablabs. O CEO da TechShop, Mark Hatch é considerado um dos principais nomes no Movimento Maker, autor da obra “*The Maker Movement Manifesto*”.

Em 2012, o presidente Barack Obama, reconhecendo a importância de disseminar o pensamento de inovação e criatividade das pessoas, principalmente de crianças e adolescentes, organizou uma mini Makerfaire nas instalações da Casa Branca, contribuindo de forma

significativa para a difusão dos ideais do Movimento Maker (WHITE HOUSE, 2014). Depois disso, ocorreu um grande aumento na construção de espaços de inovação, tanto em escolas quanto em universidades e comunidades de alto e baixo padrão de vida.

Porém, apesar da ascensão do Movimento Maker, em nosso contexto debatemos frequentemente sobre a dificuldade que as pessoas enfrentam em identificar problemas e propor soluções que fazem parte de seu próprio cotidiano, mesmo tendo acesso a diversas ferramentas tecnológicas. Tratam os recursos tecnológicos como “caixas pretas”, utilizando de forma restrita suas funcionalidades. Essa realidade pode relacionar-se diretamente com a falta de incentivo que existe no ambiente escolar sobre o processo de geração de ideias novas e na ineficácia de ações didáticas, que não ampliam a experiência dos alunos no uso direcionado dos recursos tecnológicos para o processo de concretização de suas ideias. Paulo Freire (2017), ao tratar da concepção bancária da educação, alerta-nos sobre as consequências de um sistema de ensino pautado na mera transmissão de conteúdos que, ao invés de incentivar o processo criativo dos alunos, inibe-o. Freire (2000) afirma que:

Falar da realidade como algo parado, estático, compartimentado e bem-comportado, quando não falar ou dissertar sobre algo completamente alheio à experiência existencial dos educandos, vem sendo, realmente, a suprema inquietação desta educação. A sua irrefreada ânsia. Nela, o educador aparece como seu indiscutível agente, como seu real sujeito, cuja tarefa indeclinável é “encher” os educandos dos conteúdos de sua narração. (FREIRE, 2017, p.79)

Apesar do Movimento Maker se constituir como um fenômeno social que se desencadeou fora do ambiente escolar, possui características que podem favorecer o processo formativo dos alunos do ensino básico no contexto da sala de aula, incentivando o amadurecimento cognitivo e social dos estudantes para se tornarem pessoas mais criativas e inovadoras em suas atividades, independentemente do projeto de vida que almejem, no âmbito profissional e pessoal. Nesse sentido, nos últimos anos vêm crescendo as discussões e pesquisas sobre o Movimento Maker na educação, principalmente por grupos de pesquisa que atuam nos Estados Unidos, com destaque para os Professores Paulo Bliskstein, da Universidade de Columbia, Edward Clapp da Universidade de Harvard e Mitchel Resnick do MIT.

As práticas pedagógicas que aproximam o Movimento Maker da escola possuem interlocução com metodologias como STEM e STEAM⁴, da Aprendizagem Baseada em

⁴ Do inglês, STEM se refere a uma sigla que integra as disciplinas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática. Nos últimos anos ganhou uma nova classificação denominada STEAM, que inclui em sua integração de disciplinas as Artes.

Problemas e Projetos e do *Design Thinking*, em que o aluno se porta como protagonista de seu aprendizado. Pepler e Bender (2013), em seu trabalho “Maker Movement spreads innovation one Project at a time”, apresentam o Movimento Maker como um novo caminho para repensar a educação e um potencial para transformar como as pessoas aprendem em STEM.

Bevan (2017) discute em seu trabalho o impacto do Movimento Maker no ensino de ciências, refletindo sobre a sensação de liberdade que existe em relação às atividades direcionadas por testes e textos, referindo-se ao engessamento do ensino tradicional. Nesse contexto, práticas pedagógicas que fomentem a inserção do Movimento Maker possuem benefícios para a formação de crianças e adolescentes em nossa sociedade, pois dentre suas características está o estímulo de pensamentos inovadores, criatividade e inclusão tecnológica contemporânea. Bliskstein (2012) compartilha esse mesmo pensamento ao afirmar que:

Precisamos de um sistema educacional que respeite e estimule o interesse e a criatividade dos alunos, que crie uma geração de milhões de jovens empreendedores que acreditem na qualidade de suas ideias, um “exército da inovação”, que gere produtos, obras artísticas e teorias científicas que tenham um impacto real no mundo – não depois da escola, mas durante ela. Para isso, precisamos de uma escola menos parecida com uma prisão ou uma fábrica, e mais parecida com um atelier, um centro de pesquisa; em outras palavras, em vez de um lugar de reprodução do que já existe, e com esquemas burocráticos, disciplinares e punitivos tão complicados quanto o código penal de um país, um espaço intelectualmente vibrante e emocionalmente sadio. (BLIKSTEIN, 2012, p. 50)

A literatura internacional vem crescendo em discussões relacionadas à “Aprendizagem Maker” ou “Educação Maker”, assim conhecidas, porém ainda são escassos os estudos que exploram, com profundidade, caminhos para planejar, implementar e avaliar atividades nessa perspectiva. Schad e Jones (2020), ao realizarem uma pesquisa bibliográfica sobre o Movimento Maker na Educação entre os anos de 2018-2019, apontam para algumas lacunas. O estudo apresenta escassez de estudos quantitativos e avaliativos em práticas Maker e a falta de investigações relacionadas à formação de professores na área. Cohen (2017), nessa mesma perspectiva, indica que são necessárias mais pesquisas que apresentem caminhos metodológicos para que os professores incorporem os princípios do Movimento Maker em suas atividades.

Quando direcionamos nosso olhar ao contexto de pesquisas brasileiras que tratam do Movimento Maker na sala de aula, observamos lacunas ainda mais profundas, como aquelas apontadas nas teses de doutorado de Tatiana Soster (2018) e Eliton Moura (2020), co-orientados

pelo Prof. Paulo Blikstein da Universidade de Columbia. Os autores também apontam para o baixo número de publicações na área em contexto brasileiro.

Ao realizarmos uma busca na literatura, comprovamos tal problemática. No programa de Pós-graduação da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, por exemplo, apenas um trabalho foi defendido até o primeiro semestre de 2021 sobre o tema (MOURA,2020). Ao realizarmos uma busca na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações⁵ (BDTD), utilizando os termos “Movimento Maker e educação” e “Educação Maker”, encontramos, respectivamente, 7 e 8 trabalhos defendidos. Ao analisarmos de forma exploratória esses trabalhos, verificamos que nenhum deles assenta-se no campo metodológico ou traz indicadores com base na realidade da educação básica brasileira. Consultamos também três bases de dados: o Sistema Integrado de Bibliotecas da USP⁶ (SIBiUSP), Portal de Periódicos da Capes ou de acesso aberto, as Bases de Periódicos Capes⁷ (BPCAPES) e a Base da Scientific Electronic Library Online⁸ (SciELO), utilizando diferentes termos relacionados ao Movimento Maker e educação. No Diagrama 1 apresentamos os resultados encontrados na pesquisa, com as respectivas expressões utilizadas e o número de publicações verificadas em cada base de dados.

⁵ Disponível em: [BDTD \(ibict.br\)](http://bdtd.ibict.br). Acesso em: 20 de junho de 2021.

⁶ Disponível em: <http://www.sibi.usp.br>. Acesso em: 20 junho de 2021.

⁷ Disponível em: <https://www-periodicos-capes-gov-br.ez1.periodicos.capes.gov.br/index.php?>. Acesso em: 20 junho de 2021.

⁸ Disponível em: <https://scielo.org/pt/>. Acesso em: 20 junho de 2021.

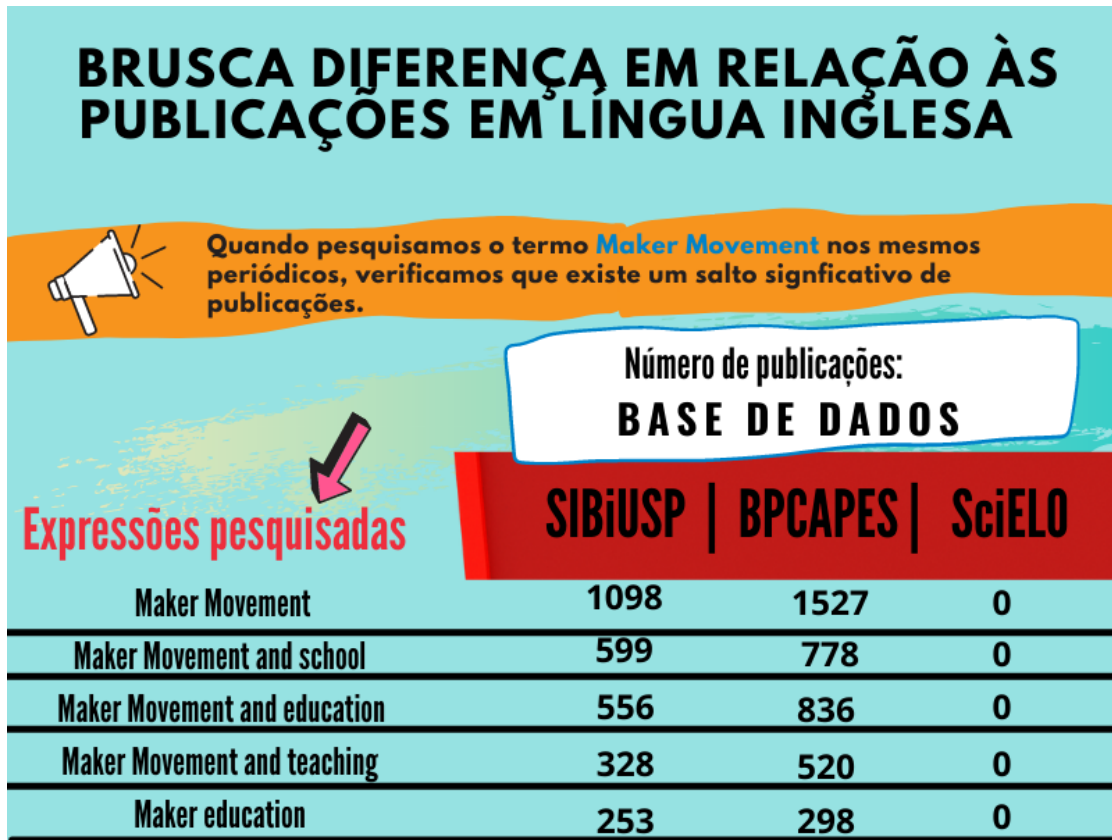
Diagrama 1 - Pesquisa realizada nos bancos de dados SIBIUSP, BDCAPES e SciELO com termos em língua portuguesa.



Fonte: Autora (2021).

Observa-se um baixo número de publicações relacionadas aos temas Movimento Maker e Educação. Porém, quando realizamos a mesma pesquisa utilizando termos em língua inglesa, notamos um salto considerável de trabalhos. No Diagrama 2, observamos algumas expressões em língua inglesa consultadas e os respectivos números de publicações encontradas nas mesmas bases de dados utilizadas anteriormente. A expressão “*Maker Movement and School*”, por exemplo, apresentou 778 publicações na base de dados da CAPES, comparado apenas a 4 trabalhos quando pesquisamos “Movimento Maker e escola”. A seguir, mais termos em língua inglesa pesquisados:

Diagrama 2 - Pesquisa realizada nos bancos de dados SIBIUSP, BDCAPES e SciELO com termos em língua inglesa.



Fonte: Autora (2021).

Ao considerarmos outros países, como a China, por exemplo, observamos um aumento significativo de publicações por grupos de pesquisas locais na última década. Tian e colaboradores (2020), no artigo intitulado “*Research Topics and Future Trends on Maker Education in China Based on Bibliometric Analysis*”, apresentam um panorama geral acerca das publicações que tratam sobre o Movimento Maker na Educação no contexto chinês. Os autores, ao buscarem o termo “Maker education” na base de dados intitulada China National Knowledge Infrastructure (CNKI), maior base de dados do mundo em publicações chinesas, verificaram a existência de 1976 trabalhos encontrados até março de 2019. Os autores apontam para um crescente aumento de publicações na área nos últimos anos, que em 2013 contava apenas com 3 trabalhos publicados.

Diante desse panorama geral e da escassez de pesquisas publicadas em língua portuguesa, o que nos preocupa não é necessariamente o idioma com o qual as publicações são realizadas, mas de que maneira a inserção do Movimento Maker tem sido considerada e discutida em diferentes contextos culturais, principalmente no contexto cultural brasileiro.

Tomar como premissa o contexto social dos indivíduos em ambientes educacionais como parte do processo de ensino é uma questão já bastante discutida entre os pesquisadores na área da Educação. A teoria sociocultural de Vigotski, por exemplo, apresenta uma série de indícios que sustentam uma relação direta entre o meio cultural e social dos indivíduos, a qualidade de suas interações sociais e sua aprendizagem (VIGOTSKI,2001). Paulo Freire também compartilha desse pensamento. Em sua obra intitulada “Pedagogia da Autonomia”, o autor afirma que ensinar exige respeito aos saberes dos educandos. Para o autor, a prática escolar deve levar em consideração a cultura popular dos alunos.

Por isso mesmo pensar certo coloca o professor ou, mais amplamente, à escola, o dever de não só respeitar os saberes com que os educandos, sobretudo os das classes populares, chegam a ela- saberes socialmente construídos na prática comunitária-, mas também, como há mais de trinta anos venho sugerindo, discutir com os alunos a razão de ser de alguns desses saberes em relação com o ensino dos conteúdos. (FREIRE, 2017, p.31)

Assim como apresentado anteriormente, o Movimento Maker é um fenômeno social, conseqüente da popularização das novas tecnologias. Compreendemos que discutir maneiras de como utilizá-lo em ambientes educacionais não deve orientar-se a partir de uma visão determinista, ou seja, utilizando apenas um método ou instrumento referencial rígido para diversos contextos culturais. A cooperação entre os pesquisadores ao redor do mundo sobre a inserção do Movimento Maker na Educação é primordial para o aprimoramento na área, porém, consideramos de extrema relevância as pesquisas que investiguem e contribuam com aspectos locais, que estão relacionados à cultura de cada país e até mesmo de regiões de uma mesma nação.

Não encontramos na literatura referências que reúnam possíveis formas e orientações de como estruturar e implementar atividades na perspectiva do Movimento Maker. Diante desse cenário, iniciamos a presente pesquisa. Nosso objetivo é contribuir com a área apresentando indicadores promissores para planejar e implementar práticas na perspectiva do Movimento Maker em sala de aula.

Como forma de construir esses indicadores, pautamo-nos em analisar relatos de experiência de professores brasileiros que implementaram ações em sala de aula baseados em no Movimento Maker. Buscamos nesses documentos identificar características que trouxessem orientações acerca das ações do professor, dos alunos e de particularidades que emergem da prática. A pesquisa contemplou os seguintes objetivos específicos:

- a) Estudo teórico exploratório com a leitura de produções de autores que são reconhecidos como precursores na discussão do Movimento Maker em âmbito mundial;
- b) Proposta de categorização das principais características que marcam o Movimento Maker;
- c) Levantamento e seleção de relatos de experiência retirados de Congressos Nacionais e Revistas Revisadas por Pares de professores que se embasaram no Movimento Maker para implementação de atividades em sala de aula.
- d) Construção de indicadores que possam contribuir para a compreensão de possíveis caminhos para o planejamento de práticas à luz do Movimento Maker.

3. MOVIMENTO MAKER

Neste capítulo apresentamos inicialmente os conceitos de Movimento Maker. Nosso propósito é oferecer uma visão geral do fenômeno a partir da identificação das partes que o constituem e seus princípios fundamentais. Em nossa concepção, ao explicitarmos suas principais características, conseguiremos discutir de forma mais clara sua relevância na área da educação e as relações que podem se estabelecer na sala de aula.

3.1. CONCEITOS E PRINCÍPIOS NORTEADORES

O Movimento Maker é um termo utilizado nos últimos anos em referência a uma tendência cultural que resgata nas pessoas o prazer em participar do processo de criação e prototipação de artefatos, impulsionada pela ampliação e facilitação do uso dos recursos tecnológicos que antes eram utilizados, exclusivamente, em nichos especializados. Possui em sua essência a democratização do ato de inventar e criar, agregando pessoas de diversas idades, culturas, formações e experiências. Essas pessoas, ao invés de trabalharem sozinhas em suas criações e engenhocas, utilizam os recursos da internet a seu favor. Interagem socialmente com outros entusiastas, principalmente pelas mídias sociais, trocando experiências, fazendo parcerias, criando entre si um sentimento de cooperação e de pertencimento a um grupo, que tem em comum o prazer em materializar ideias com as próprias mãos. Emerge nesse contexto o fortalecimento da filosofia do “faça com os outros”, um dos principais pilares do Movimento Maker.

Além da interação social, existe a facilidade que a internet oferece para a busca de informações técnicas e de tutoriais para a montagem e manuseio de ferramentas, equipamentos e materiais. Por exemplo, mesmo sem curso superior em Engenharia, Arquitetura, Design, Sistemas de Informação, o indivíduo engajado no Movimento Maker tem condições de desenvolver projetos de alta e baixa complexidade técnica. Nessa perspectiva, fomenta-se uma sensação de ações autodidatas. Não existe nesse processo de criação a figura de um professor, as pessoas aprendem a partir de projetos que as inspiram, aprendendo juntas com os recursos que a internet oferece. Nesse sentido, notamos que a população em geral ganhou a possibilidade de se expressar e aprender de uma forma diferente, permeando as funcionalidades do mundo digital para modificar o mundo físico em que vivem. Essas pessoas formam uma comunidade

e são conhecidas como “makers”. Hatch (2014), um dos principais nomes vinculados ao Movimento Maker afirma:

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

Entretanto, desde já destacamos os perigos envolvidos na sensação de liberdade que o Movimento Maker fomenta a partir de discursos que visam ao empoderamento das pessoas no ato criativo, pois podem favorecer o estabelecimento de uma visão distorcida e grosseira do processo de formação de um profissional especializado, que possui seu papel na sociedade. A comunidade de makers não tem como meta aprofundar seu olhar em todas as áreas do conhecimento, mas articular elementos específicos das áreas de atuação em suas criações. Ao invés de substituir na sociedade a compartimentação das áreas, amplia as possibilidades para trabalhos interdisciplinares que possuem como gatilho o processo criativo e o pensamento de inovação nas pessoas. Um exemplo dos perigos que apontamos, incluindo-se o contexto escolar, pode ser evidenciado no trecho a seguir, que foi utilizado pelos autores para contextualizar o momento atual que vivemos:

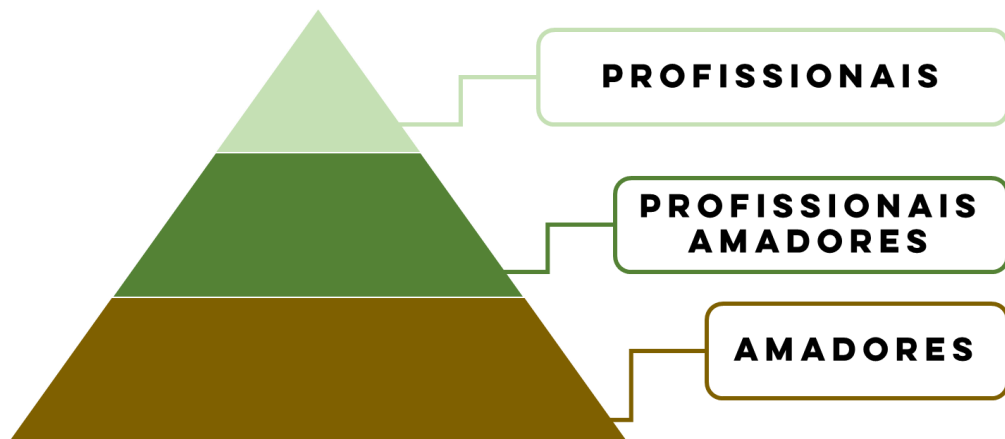
Ei! Você sabia que poderia ser um cientista de foguetes em apenas um dia?” Equipado com uma plataforma de lançamento, um motor de foguete C-6 e um ignitor elétrico, uma jovem carismática usando um rabo de cavalo e um jaleco está prestes a ensinar ao mundo como usa papelão e material de artesanato básico para construir um foguete de papel. (CLAPP e JIMENEZ, 2016, p.1, tradução nossa)

Nesse caso, observamos que existe uma intencionalidade em encorajar os jovens na filosofia do “faça você mesmo”, porém apresenta uma imagem simplista do cientista e da própria ciência. Um jovem não pode tornar-se cientista em apenas um dia! Não é pelo fato de uma pessoa aprender a fazer uma receita culinária, por exemplo, que será um chef de cozinha. Esse contexto é evidenciado pelo aspecto democrático e interdisciplinar que permeia o Movimento Maker.

Dougherty (2016), em sua obra escrita em colaboração com Ariane Conrad intitulada “Free to make: how the maker movement is changing our schools, our Jobs, and our minds”, ajuda-nos a refletir sobre esse momento da história, marcado pela ascensão de pessoas que se

consideram amadoras. Segundo o autor, a raiz da palavra *amador* vem do latim “*amare*”. Os amadores geralmente amam aquilo que fazem e esse é um dos pilares do Movimento Maker. Realizam tarefas, muitas vezes complexas, porém com liberdade e prazer em fazer coisas em seu tempo, compartilhando suas experiências. Dougherty apresenta nesse sentido uma pirâmide que a intitula como “pirâmide de participação”, como observamos abaixo:

Figura 2 - Pirâmide de participação.



Fonte: Pirâmide de participação Dougherty (2016) - adaptado pela autora.

O autor explica que na base da pirâmide encontram-se os amadores e, em seu topo, os profissionais especializados na sociedade. Segundo Dougherty, culturalmente temos a propensão em enaltecer os profissionais e desvalorizar os amadores. Entretanto, no último século está ocorrendo de forma dinâmica uma desconstrução desse paradigma. A pirâmide ao invés de ser vista de forma progressista do amador ao profissional, vem crescendo em sua parte central com os profissionais-amadores e com a conexão mais estreita entre a base da pirâmide e seu topo. Nesse sentido, o autor aponta que:

Os amadores encontram maneiras de serem pagos por algo que adoram fazer e os profissionais encontram maneiras de fazer coisas que gostam de fazer como parte de seu trabalho. Se você se considera um profissional ou amador, não importa, nem títulos ou credenciais. O que importa é o que você faz e permite que isso fale por si. (DOUGHERTY, 2016, p.47, tradução nossa)

O Movimento Maker une o prazer das pessoas concretizarem suas ideias com o uso dos recursos tecnológicos disponíveis. Dougherty identifica na comunidade de makers um perfil de pessoas que são ativas, engajadas, brincalhonas e engenhosas, com um senso bem desenvolvido de curiosidade e admiração. São persistentes, “superando a frustração, e resilientes, tentando

novamente quando eles experimentam o fracasso” (Dougherty, 2016, p.175). Além disso, gostam de improvisar, tentando fazer coisas mesmo sem instruções e com os recursos que possuem à sua volta, explorando alternativas que podem ser mais baratas ou ecologicamente mais corretas em suas criações. Apresentam um perfil que demonstra afeto e generosidade com o próximo, compartilhando seu conhecimento e colaborando no reconhecimento do trabalho dos outros. O autor enfatiza por muitas vezes em sua obra que o cerne da mentalidade de um maker está na capacidade que possuem de se divertirem, aproveitando profundamente a experiência, mesmo que não tenham certeza do resultado do processo. Nesse sentido, o autor ressalta que:

Você faz o que você quer fazer. Não há comitês que precisem decidir, nenhuma hierarquia para navegar para aprovação, nenhuma condição externa colocada em seus próprios interesses. O controle está em suas próprias mãos. (DOUGHERTY, 2016, p.181).

Mesmo que o desenvolvimento de um projeto pessoal apresente aspectos intuitivos, informais, confusos e inorgânicos na perspectiva do Movimento Maker, porta-se como uma experiência que colabora para a superação de repetidos fracassos e mal-entendidos de seus integrantes. Os makers aprendem com o processo que vivenciam individualmente e refletem sobre ele em conjunto com outros, podendo comparar as experiências vivenciadas e dando suporte mútuo entre si, pedindo emprestado, questionando e discutindo.

Outro aspecto muito mencionado na obra de Dougherty está estreitamente relacionado à resolução de problemas. Ele cita o filósofo Karl Popper para afirmar que “toda a vida é resolução de problemas”. A natureza humana possui em sua essência a capacidade inventiva e técnica, se não fosse por isso, muito provavelmente não teríamos sobrevivido até hoje. Dougherty enfatiza que, se consideramos plausível o que Popper diz, devemos considerar que uma pessoa que não está resolvendo problemas, não está realmente vivendo. Em tom provocativo nos faz refletir sobre a questão. Se temos uma educação que não considera a resolução de problemas, podemos considerá-la significativa? Um trabalho que não lida com a resolução de problemas é considerado realmente um trabalho?

Segundo o autor, o Movimento Maker resgata essa essência. Os makers gostam de resolver problemas, mesmo que para isso tenham que se dedicar inúmeras horas. Alguns indivíduos ignorariam o problema ou encontrariam outra pessoa para resolvê-lo, porém os makers acreditam que há um grande benefício obtido no simples ato de participar da experiência.

Nesse contexto, Gershenfeld (2012), ao refletir sobre o processo vivenciado com os estudantes em sua disciplina “How to Make (almost) Anything”, percebeu que o ato das pessoas criarem coisas, com o uso de ferramentas de fabricação digital e materiais que faziam conexão do digital com o mundo físico, poderia relacionar-se fortemente com o aparecimento de uma nova forma de produção, de caráter revolucionário, do qual ele ainda não tinha se atentado. Ao invés das pessoas apenas consumirem os produtos previamente projetados disponíveis no mercado, poderiam experienciar, com suas próprias mãos, o processo de criação de um objeto autoral, único, agregando características e funcionalidades de seu contexto, com o uso de ferramentas e materiais especializados.

Dessa forma, os sujeitos produzem objetos a partir de motivações pessoais, utilizando os recursos tecnológicos de forma contextualizada. Um dos trabalhos apresentados no final da disciplina do professor Gershenfeld no MIT, por exemplo, foi produzido por uma aluna que criou um dispositivo vestível para que as pessoas pudessem gritar, como forma de externalizar estresse em momentos fora de casa, assim como observamos na Figura 3. Para a produção do artefato, a aluna teve que lidar com diversos tipos de conhecimentos, como eletrônica, programação computacional, aspectos de prototipação para embutir sensores e para a vedação acústica.

Figura 3 – Projeto intitulado “Scream Body” apresentado por Kelly Dobson na disciplina “How to Make (almost) Anything”.



Fonte: MIT – Repositório Digital do MIT Media Lab.

Ao participar do processo de criação, a aluna se dedicou em algo que fazia sentido para ela, sem a ambição de resolver algum problema de alto impacto social. Uma das vantagens das pessoas engajadas no movimento maker relaciona-se em vivenciar na prática o processo de

produzir ideias e construir cominhos para concretizá-las. Nesse sentido, o erro que em muitas circunstâncias é estigmatizado na sociedade como algo ruim, ganha nova roupagem como parte principal do processo. Oech (1995), ao tratar sobre alguns fatores que bloqueiam o processo criativo das pessoas, afirma que:

Quase todo o sistema educacional, porém, objetiva ensinar às pessoas **uma única resposta certa**. Na época em que a média das pessoas termina a faculdade, o rapaz ou a moça terá feito mais de 2600 testes e provas que você acabou de fazer (múltipla escolha). É dessa maneira que a abordagem da “resposta certa” fica profundamente enraizada em nossa maneira de pensar. Isso pode ser ótimo em alguns problemas de matemática, que realmente só tem uma resposta certa. O problema é que a vida geralmente não é assim. A vida é ambígua. Nela existem muitas respostas certas - e todas dependem do que você está procurando. Mas, se pensar que só existe uma resposta correta, é óbvio que vai parar de procurar outras e, portanto, só vai encontrar uma. (OECH, 1995, p.33.)

Como visto, o Movimento Maker incentiva outras formas de aprendizagem, diferentemente daquelas geralmente vistas nas práticas formais de ensino. Oech (1995) afirma ainda que o erro, ainda que pequeno, possui como consequência aos alunos algumas punições. Essas situações colaboram para que os estudantes não se coloquem em situações que podem falhar, pois a sociedade estigmatiza o erro como “fracasso”. Nesse sentido, o autor nos provoca a reflexão ao salientar o seguinte:

Olhe à sua volta. Quantos gerentes, donas-de-casa, administradores, professores e outras pessoas que você conhece que têm medo de experimentar coisas novas por medo de fracassar? A maioria aprendeu a não cometer erros em público. Em consequência, a gente se priva de muitas experiências instrutivas - salvo das que ocorrem em circuito fechado. (OECH, 1995, p.101)

O desenvolvimento de projetos demanda um olhar especial ao processo que o aluno vivencia. Lidar com o erro pode orientá-lo a não desistir quando encontra algo que saiu de seu planejamento inicial, favorecendo sua resiliência. Entretanto, vale ressaltar que isso também não justifica que devemos apoiar e encorajar o erro à vontade fora de contexto! O aluno certamente deve aprender que suas ações na sociedade resultam em consequências positivas e negativas e que o erro é punitivo em diversas situações.

Dougherty (2016) também nos chama a atenção sobre a importância do desenvolvimento de projetos pessoais na comunidade de makers. Todo projeto tem o objetivo de materializar uma ideia, envolvendo uma lista de materiais e equipamentos, apresentando-se em uma série de ações em sequência. O processo certamente é iterativo, pois o indivíduo vislumbrando concretizar suas ideias, erra e acerta até atingir seu objetivo. Segundo o autor,

muitas pessoas chamam isso de processo de construção de design, sendo o *Design Thinking*, por exemplo, uma das maneiras formais de olhar para o processo. Dougherty afirma que:

Um processo é como uma narrativa ou uma aventura: começa com uma intenção inicial, o objetivo declarado da busca, por mais áspera ou bem formada, mas há desafios inesperados e mal-entendidos ao longo do caminho antes que o fim seja alcançado. Documentar um processo ao longo do tempo pode parecer uma tarefa tediosa, mas isso permite que um maker reflita, obtenha insights, retorne a métodos antigos ou aceite novos. Compartilhar a documentação permite que outros aprendam com a experiência. (DOUGHERTY, 2016, p.67, tradução nossa)

Como visto, os makers sistematizam e documentam suas criações, facilitando o processo de compartilhamento, planejamento e aprendizado. Esse cenário, do qual o Movimento Maker está inserido nos concede indícios de que estamos vivendo um período mais propenso a inovação, assim como abordado por Dougherty.

[...] a imersão em um conjunto de problemas ou um conjunto de ferramentas gera novas percepções que podem levar a soluções inesperadas e produtos não planejados. A inovação pode emergir de nosso próprio conjunto de experiências. Se os makers não brincassem com drawbots e impressoras 3-D quebradas, eles não teriam mergulhado suficientemente para ter novas idéias sobre como poderiam ser melhorados. Através do brincar, os makers podem ver o que está faltando, o que não funciona como deveria, o que foi mal projetado e precisa ser completamente repensado. Um maker pode fazer a afirmação: "Eu posso fazer melhor". (DOUGHERTY, 2016, p.69, tradução nossa)

Hatch (2014) apresenta em sua obra alguns parâmetros em formato de um manifesto para o Movimento Maker que são as ações de: fazer, compartilhar, dar, aprender, acessar ferramentas, brincar, participar, apoiar e mudar. O Movimento Maker é um fenômeno que não nasceu na escola, porém pode relacionar-se como uma proposta que incentiva o desenvolvimento de ações que visam a um ensino interdisciplinar, contextualizado e de incentivo à inclusão digital, fomentando o pensamento criativo e de inovação dos estudantes.

3.1.1. Proposta de categorização

Realizamos o exercício de pontuar as principais características do Movimento Maker, utilizando para isso contribuições de autores considerados precursores na área, especialmente as contribuições de Mark Hatch, em sua obra intitulada “The Maker Movement Manifesto: Rules for Innovation in the New World of Crafters, Hackers, and Tinkerers (HATCH, 2013). O autor apresenta o Movimento Maker a partir de um Manifesto que obedece a nove princípios: faça, compartilhe, presenteie, aprenda, equipe-se, divirta-se, participe, apoie e mude. Utilizamos também as contribuições de Chris Anderson, em seu livro intitulado “Makers: The new industrial Revolution”, um dos primeiros autores que discorrem sobre como ocorreu o desencadeamento do Movimento Maker ao longo dos anos (ANDERSON, 2012). Pautamo-nos também nos trabalhos do Prof. Neil Gershenfeld, principal responsável pela idealização e criação dos *Fablabs* e nos trabalhos de Dale Dougherty, fundador da revista Maker (GERSHENFELD, 2012; DOUGHERTY, 2012).

O termo “Maker” provem do verbo em inglês “Make” e remete, nos últimos anos, à caracterização de uma pessoa “fazedora de coisas”, que gosta de materializar suas ideias com as próprias mãos. Nesse sentido, o primeiro pilar que destacamos acerca do Movimento Maker é a “**ação em materializar ideias**”. As pessoas engajadas no Movimento Maker dedicam-se em experimentar o processo de concretizar ideias por meio de projetos. Isso pode relacionar-se à construção de um artefato que esteja vinculado à resolução de algum problema prático do cotidiano e até da comunidade, ou no desenvolvimento de algo que simplesmente lhe traga motivação. A materialização de uma ideia pode contemplar também a elaboração de produtos digitais, como aplicativos, sites e a criação de soluções que modifiquem e otimizem hábitos e processos.

Porém, a habilidade de utilizar a criatividade e a imaginação para fazer coisas não é algo recente. Desde a pré-história o homem produz artefatos e pensa em soluções para sua própria sobrevivência e evolução. Vigostki (2009), ao tratar sobre a imaginação humana, aponta que todos nós somos seres criadores. Nosso cérebro funciona na associação e dissociação de ideias geradas por meio de experiências anteriores. Com o advento da internet e a apropriação das pessoas aos meios digitais, observa-se uma mudança na maneira em como as pessoas tiram suas ideias e projetos do papel. Ao invés de trabalharem sozinhas, engajam-se em projetos colaborativos, compartilhando suas experiências, dúvidas, motivações e propondo soluções em conjunto com outras pessoas. Possuem a possibilidade de aprender novas habilidades para o

manuseio de ferramentas ou materiais, como também manipular interfaces de programação computacionais que estão cada dia mais intuitivas, consultam informações em sites especializados para criarem, aperfeiçoarem e modificarem seus projetos. Diante disso, o segundo pilar que destacamos é o **“uso dos recursos da internet”**.

Outro traço marcante do Movimento Maker refere-se ao senso de pertencimento das pessoas a um grupo. Esse senso coletivo transparece na necessidade de colaborar com a aprendizagem de outros, independentemente de idade, área de atuação e nível social. Nomeamos essa característica como **“Aprendizagem Colaborativa”**. É interessante notar que o ato de ensinar e aprender é ressignificado quando comparado a modelos de ensino tradicionais vistos na escola. As pessoas possuem mais liberdade em experienciar e valorizar seus erros, sem medo de serem julgadas ou penalizadas. O ato de errar é visto como uma oportunidade de aperfeiçoamento. Nessa perspectiva, quando uma pessoa enfrenta um desafio ao longo de seu projeto tende a compartilhar quais caminhos utilizou para superá-lo, otimizando o processo de criação de outras pessoas que venham a passar por situações semelhantes.

O próximo traço que destacamos é a experimentação das pessoas com o uso de diversas ferramentas de fabricação e materiais que estão hoje ao nosso alcance. Vivemos um momento da história marcado pela popularização das ferramentas de fabricação digital, como impressoras 3D, cortadoras a laser, CNCs, maior acessibilidade a materiais de eletrônica e robótica, aplicativos com interfaces mais intuitivas. A criação dos Laboratórios de Fabricação Digital, como Fablabs e Makerspaces, foram primordiais para a disseminação da cultura do fazer coisas com as próprias mãos com o uso da tecnologia. Essa tendência aponta para um aumento na produção de objetos personalizados, que podem ter qualidade similar aos que existem no mercado, feito por pessoas que não estão inseridas necessariamente no meio industrial. Dessa forma, apresentamos essa característica como **“exploração de ferramentas e materiais de baixa e alta tecnologia”**.

Outra característica fundamental do Movimento Maker é a **“Motivação”**. Os projetos feitos pela comunidade de Makers estão intrinsecamente ligados ao engajamento das pessoas a projetos que lhes tragam satisfação pessoal e envolvimento. Nessa perspectiva, o ato de dedicar-se a um projeto não se relaciona a um processo no qual existem cobranças externas e julgamentos. É marcado pelo sentimento de prazer em fazer algo que faça sentido para si. A motivação não necessariamente pode estar relacionada à resolução de um grande problema, ou na construção de algo complexo. Vincula-se simplesmente a algum interesse pessoal.

Por último, evidenciamos uma característica do Movimento Maker que aponta para o “**senso em boas práticas e conscientização para preservação do meio ambiente**”. As pessoas envolvidas no Movimento Maker costumam levar em consideração em seus projetos práticas que venham a considerar a sustentabilidade, seja nos materiais e ferramentas utilizadas seja na resolução de problemas nessa perspectiva. No Diagrama 3 apresentamos de forma sucinta as principais características do Movimento Maker.

Diagrama 3 – Principais características do Movimento Maker.



Fonte: Autora (2021).

3.2. MOVIMENTO MAKER NA SALA DE AULA

O Movimento Maker se ampliou de forma processual ao longo das duas últimas décadas, adentrando, inclusive, no meio escolar. Fala-se, por exemplo, em Aprendizagem Maker ou Educação Maker. Nesse contexto, realizamos uma busca na literatura e observamos que grande parte dos autores aproximam a Aprendizagem Maker ao construcionismo de Seymour Papert (Halverson e Sheridan, 2014; Martin, 2015; Pepper e Bender, 2013; Blikstein, 2018; Clapp, 2016; Resnick, 2017), evidenciado na tese de doutorado de Tatiana Soster (2018). A autora, em seu trabalho intitulado “Revelando as Essências da Educação Maker: percepções da teoria e da prática”, descreve a Aprendizagem Maker como uma extensão do Construcionismo. Segundo a autora:

Desde sua origem na década de setenta, o construcionismo continua a permear o tema educação e tecnologia, tanto no mundo científico quanto na escola, porém a partir do movimento maker, iniciado nos anos 2000, **o Construcionismo ganha nova roupagem, a aprendizagem Maker** (SOSTER, 2018, pg.10, grifo nosso)

Assim como Tatiana Soster, Fernandez (2017) apresenta que “Papert pode ser considerado um dos pais do movimento maker” (FERNANDEZ,2017, pg.21). Da mesma forma, Blikstein (2013) relaciona a teoria construcionista de Papert às características do Movimento Maker, defendendo que a aprendizagem dos alunos emerge a partir do ato de criação. Para o autor:

O construcionismo de Papert baseia-se no construtivismo de Piaget e afirma que a construção do conhecimento acontece muito bem quando os alunos criam, fazem e compartilham objetos publicamente. Sua teoria mostra o que o “fazer” e a fabricação digital significam para a educação, e fundamenta o que muitos entusiastas do “movimento maker” propõe - mesmo que muitos não estejam cientes disso. (BLIKSTEIN, 2013, pg.5)

Entretanto, em nossa concepção, apesar do Movimento Maker na educação relacionar-se intimamente com a utilização de tecnologias, e o construcionismo ter-se fundado nesse contexto, não necessariamente devemos atrelá-lo exclusivamente a essa vertente teórico-metodológica, pois dessa forma estaríamos restringindo as interfaces de estudo do movimento maker na educação. Nesse sentido, nosso objetivo não é realizar uma crítica sobre a utilização do construcionismo, como fundamentação teórica à formulação de atividades que fomentem a inserção do movimento maker em ambientes de aprendizagem. Trata-se de evidenciar uma

preocupação ao observarmos na literatura discursos que vinculam a gênese do Movimento Maker no ambiente educacional ao construcionismo. Em nossa compreensão, o Movimento Maker na educação deve ser analisado no fluxo contrário, ou seja, não observando a teoria que mais se adequa aos elementos do fenômeno, mas buscando formas para tornar a aproximação do fenômeno mais assertiva do ponto de vista do processo de ensino, evidenciando aspectos que surgem a partir da prática.

O Movimento Maker é um fenômeno contemporâneo que se desencadeou a partir de elementos que não nasceram no contexto do ambiente escolar, sua aproximação à cultura da sala de aula demanda a observação da prática sob vários enfoques e perspectivas. O “rotulamento” durante esse processo limita e não agrega valor ao avanço do conhecimento na área, mesmo que o construcionismo tenha grandes contribuições ao pensarmos em aspectos do Movimento Maker em sala de aula. Nesse sentido, não existe teoria certa ou errada, trata-se de qual será o foco ao analisarmos situações que emergem do contexto vivenciado. A seguir, observamos na Figura 4 a realidade que discutimos, retirada de uma obra que relaciona o Movimento Maker ao construcionismo, evidenciado nos dizeres “Construcionismo em ação”. Mas, afinal qual a diferença em falarmos sobre Movimento Maker e socio-interacionismo em ação, por exemplo? Ou construtivismo em ação?

Figura 4 - Alunos trabalhando com materiais e ferramentas tecnológicas e sua relação com construcionismo.



Fonte: Blikistein, Martinez e Pang (2016)

Lee Martin (2015) em seu trabalho “The promise of the maker movement for education”, apresenta-nos sete razões pelas quais é válido incluir atividades na perspectiva do Movimento Maker em práticas pedagógicas, as quais destacamos a seguir:

- a) A utilização de ferramentas digitais sofisticadas pode engajar os jovens em novas formas de construção e pensamento, incluindo o pensamento computacional;
- b) As atividades de criação na perspectiva do movimento maker podem alinhar-se com a demanda curricular na escola básica colaborando com disciplinas que trabalhem com atividades experimentais;
- c) Os alunos, ao se envolverem na filosofia do “faça você mesmo”, podem aprender com suas próprias criações e compartilhá-las com outros. A produção pode levar a formas poderosas de aprendizado impulsionadas pelo feedback discursivo;
- d) O movimento maker no ambiente educacional é divertido e tolera erros. A brincadeira gera experimentação, o que leva ao desenvolvimento do conhecimento conceitual e promove a adaptabilidade em face dos desafios. Fracassos, pequenos e grandes, podem impulsionar a aprendizagem, pois afastam as pessoas das rotinas e levam a um modo reflexivo que pode prepará-las para aprender mais;
- e) Com esforço e recursos, qualquer pessoa pode aprender as habilidades necessárias para construir o objeto que desejar. Ambientes de aprendizagem que defendem uma mentalidade de empoderamento estimulam a persistência, a busca de desafios e a aprendizagem;
- f) Os ambientes de aprendizagem que apoiam a autonomia dos jovens e o controle de seus empreendimentos são mais motivadores, com engajamento e persistência, desenvolvimento de identidade e crescimento de desenvoltura.

O aluno lida com comunidades de aprendizagem conectadas, abrangendo contextos presenciais e on-line, e envolvendo pessoas de diversas idades e conhecimentos. Tais ambientes ajudam os jovens a integrar seus interesses com forte apoio social para criar contextos poderosos para o aprendizado. Quando direcionamos nosso olhar em compreender de que maneira esses elementos podem aproximar-se da sala de aula notamos que os primeiros indícios de seu impacto em sala de aula foram percebidos de forma despreziosa pelo Professor Neil Gershenfeld com alunos da universidade, assim como já descrito anteriormente. Ao invés de Gershenfeld (2012) propor em sua prática pedagógica apenas aulas meramente técnicas para o manuseio das ferramentas de fabricação digital e uso dos materiais de eletrônica, condicionou o aprendizado teórico com a prática direcionada a projetos pessoais, resultando em uma

aprendizagem mais profícua ao explorar habilidades relacionadas à criatividade e ao pensamento de inovação dos alunos. No curso do professor Gershenfeld, notamos que ele propõe um cronograma de aulas, vista na Tabela 1, que são focadas em apresentar a teoria sobre o uso das ferramentas e materiais e, como estratégia pedagógica, solicita aos alunos que materializem suas ideias.

Tabela 1 - Cronograma de aulas da primeira turma da Disciplina “How to Make (almost) Anything” ministrada por Neil Gershenfeld no MIT.

Data	Assunto
24/09	Machining
01/10	3D printing, NC machinig
15/10	Laser, water jet, NC KNIFE CUTTING
22/10	Materials and finishes
29/10	Forming and molding
05/11	Basic eletronics
12/11	ECAD
19/11	Sensor Technology
26/11	Logic Program.
03/12	Control.
10/12	Wired and wireless comunication

Fonte: Tabela elaborada pela autora a partir de vídeo disponível no canal Boston MOF (Youtube).

Nesse caso, o aluno é direcionado pelo professor ao conhecimento técnico, mas possui a liberdade de fazer escolhas ao longo do processo formativo, professor e aluno possuem papéis muito bem determinados. Em sala de aula, o professor possui o papel de apresentar ao alunado maneiras para “negociar” o saber científico e tecnológico em face ao senso comum de forma processual. Nesse sentido, é importante que o professor tenha momentos para apresentar os conteúdos e que gerencie ações para apropriação do saber. Professor e aluno possuem, nesse sentido, assimetria no contexto social da sala de aula. Não é possível que um professor exerça seu papel (de forma efetiva) sem dominar em certo nível aquilo que tratará com os alunos. Por exemplo, como ensinar matemática sem saber realizar as operações básicas?

Ao considerarmos ações que tenham a intenção de fomentar o Movimento Maker na escola, deparamo-nos com uma discussão um pouco mais complexa, pois inclui elementos intrínsecos da interdisciplinaridade para o uso direcionado dos recursos tecnológicos, incentivando o processo criativo dos estudantes na materialização de ideias autorais. Oech

(1995) ressalta a importância do conhecimento para o processo criativo, porém argumenta que o conhecimento por si não é suficiente para a geração de novas ideias. Conforme o autor:

Conhecimento é a matéria-prima das novas ideias. Porém, conhecimento só não basta para tornar uma pessoa criativa. Acho que todos nós já cruzamos com pessoas que sabem um monte de coisas e nem por isso coisas criativas acontecem. É que o conhecimento fica engavetado na cabeça e elas não pensam de maneira nova nas coisas que sabem. Portanto, a verdadeira chave para tornar-se criativo está no que você faz com o conhecimento que tem. O pensamento criativo supõe uma atitude, uma perspectiva, que leva a procurar ideias, manipular conhecimento e experiência. Com essa perspectiva, você tenta diversas abordagens-primeiro uma, depois outra-, frequentemente sem chegar a nada. Você usa ideias malucas, bobas e impraticáveis como trampolins para ideias novas e práticas. Viola normas ocasionalmente e caça ideias em locais inusitados. Em suma, ao adotar uma perspectiva criativa, você tanto se abre para novas possibilidades como para a mudança. (OECH, 1995, p.18)

Nesse sentido, o professor que deseja fomentar o engajamento dos alunos aos princípios do Movimento Maker, deve considerar ir além do conhecimento científico e técnico, mesmo que estes sejam imprescindíveis no processo. A partir dessa realidade nos indagamos: como um professor pode incentivar o engajamento dos alunos, nessa perspectiva do Movimento Maker, sem ter um domínio mínimo sobre o uso dos recursos tecnológicos e proatividade em buscar novos conhecimentos fora de sua área de formação?

Sair da “zona de conforto” é uma das prerrogativas para a geração de ideias novas e, conseqüentemente, da Aprendizagem Maker, que se relaciona estreitamente com a criatividade e com o pensamento de inovação. Vale ressaltar que o professor é o responsável em guiar os alunos na sala de aula a partir de propósitos pré-estabelecidos. Quanto mais domínio o professor possui sobre determinadas ferramentas, mais ele possui condições de manejar o campo social da sala de aula, articulando discursos e práticas de forma a favorecer o processo de ensino. Em contrapartida, o professor que possui pouco conhecimento tende a tornar-se autoritário, impondo aos alunos aquilo que lhe é conveniente e confortável.

O Movimento Maker na sala de aula pode ser um caminho facilitador para a construção de ambientes que permitam o desenvolvimento de atividades interdisciplinares providas de contextualização, em que o aluno consegue fazer relação do saber escolar com sua realidade.

Consideramos que a inserção do Movimento Maker na educação não deve ser tratada como um fator de exclusão das aulas tradicionais, em que o professor realiza a exposição de conteúdos com a utilização da lousa ou projetor, propõe avaliações formais e se porta como a figura de autoridade em sala de aula. Em nossa concepção, a reestruturação no modelo

educacional deve ser realizada de forma a condicionar as atividades a partir de um propósito articulador. Não defendemos a construção do currículo escolar exclusivamente pautada na produção de artefatos, com o aluno no papel de protagonismo integral do aprendizado, mas na produção de um currículo coeso que tenha espaço tanto para o desenvolvimento de atividades divididas pelas áreas de atuação como para atividades realizadas na perspectiva do Movimento Maker.

4. METODOLOGIA

Com o intuito de compreender alguns possíveis caminhos e orientações para planejar e implementar práticas na perspectiva do Movimento Maker, realizamos uma revisão na literatura buscando analisar o conteúdo de relatos de experiência de professores que implementaram ações embasadas no Movimento Maker em sala de aula. Nosso intuito foi verificar possíveis características relacionadas principalmente à ação do professor, dos alunos e aquelas intrínsecas à própria prática do Movimento Maker.

A pesquisa assenta-se no campo das Ciências Sociais e caracteriza-se como qualitativa. Triviños (1992), ao tratar sobre pesquisas qualitativas, apresenta-nos algumas de suas particularidades, dentre as quais está a flexibilização e dinamismo quanto às hipóteses que o pesquisador pode ter ao longo da investigação. O pesquisador possui a possibilidade de reavaliar as questões norteadoras da investigação de acordo com os dados encontrados na fase de análise de seu objeto de estudo. O autor aponta ainda que:

Em primeiro lugar, a pesquisa qualitativa não segue sequência tão rígida das etapas assinaladas para o desenvolvimento da pesquisa quantitativa. Pelo contrário. Por exemplo: a coleta e a análise dos dados não são divisões estanques. As informações que se recolhem, geralmente, são interpretadas e isto pode originar a exigência de novas buscas de dados. Esta circunstância apresenta-se porque o pesquisador não inicia seu trabalho orientado por hipóteses levantadas a priori cuidando de todas as alternativas possíveis, que precisam ser verificadas empiricamente, depois de seguir passo a passo o trabalho que, como as metas, têm sido previamente estabelecidos. (TRIVINÓS, 1992, p. 131)

A presente investigação é construída por meio de uma Revisão na Literatura. Em pesquisas nesse formato o pesquisador responde a uma pergunta de investigação por meio da busca, análise e descrição de materiais. Os materiais analisados podem ser livros, artigos de periódicos, registros históricos, teses e dissertações ou outros tipos de documentos. Podemos identificar três tipos de revisão na literatura: **narrativa, sistemática e integrativa.**

A revisão na literatura do tipo narrativa não utiliza critérios explícitos e sistemáticos para a busca e análise dos materiais, sendo indicada para a fundamentação teórica de pesquisas acadêmicas. A seleção dos materiais em revisões desse tipo está sujeita a subjetividade do pesquisador.

Já a revisão do tipo sistemática obedece a critérios mais rígidos, muito utilizada em pesquisas que buscam responder a uma pergunta claramente formulada, testando hipóteses e

realizando o levantamento, a busca, a discussão crítica e síntese de resultados de diversos estudos primários.

O terceiro tipo de revisão na literatura é a **Integrativa**, a qual fundamenta a presente pesquisa. Nela, existe a análise de documentos que contenham aspectos teóricos e empíricos do campo a ser explorado. Em nosso caso, a principal fonte de dados utilizada são relatos de experiência de professores que implementaram atividades na perspectiva do Movimento Maker.

Segundo Mendes, Silveira e Galvão (2002), uma investigação feita nesse modelo de revisão integrativa permite a síntese de múltiplos materiais publicados e o estabelecimento de conclusões gerais que contribuem para o aprofundamento do conhecimento do tema investigado. Sobre as etapas para a realização da revisão Integrativa os autores apontam que:

Para a elaboração da revisão integrativa, no primeiro momento o revisor determina o objetivo específico, formula os questionamentos a serem respondidos ou hipóteses a serem testadas, então realiza a busca para identificar e coletar o máximo de pesquisas primárias relevantes dentro dos critérios de inclusão e exclusão previamente estabelecidos. O revisor avalia criticamente os critérios e métodos empregados no desenvolvimento dos vários estudos selecionados para determinar se são válidos metodologicamente. Esse processo resulta em uma redução do número de estudos incluídos na fase final da revisão. Os dados coletados desses estudos são analisados de maneira sistemática. Finalmente os dados são interpretados, sintetizados e conclusões são formuladas originadas dos vários estudos incluídos na revisão integrativa. (MENDES, SILVEIRA e GALVÃO, 2012, p.760)

Para a análise dos relatos de experiência dos professores embasamo-nos na metodologia de análise de conteúdo proposta por Bardin (2016). Segundo a autora, a análise de conteúdo é um conjunto de técnicas de análise de comunicação para sistematização, compreensão e inferência do campo a ser estudado a partir da interpretação de mensagens. Compreendemos que os documentos analisados apresentam um tipo de mensagem dos professores, que discorrem sobre suas práticas em sala de aula, pontuando detalhes sobre a estruturação das atividades didáticas, os desafios enfrentados, a reação dos alunos, entre outros aspectos inerentes a prática docente.

Para interpretação dos materiais estudados pautamo-nos nas fases de sistematização de análise de conteúdo sugerida por Bardin, que são:

Fase de pré-análise: o pesquisador organiza os materiais a serem analisados e faz uma leitura flutuante, com a finalidade de sistematizar ideias iniciais e identificar hipóteses. Nessa fase o

pesquisador também filtra a escolha dos documentos que analisará a partir de alguns parâmetros que podem seguir as seguintes regras:

- a) Regra da Exaustividade: Uma vez considerado a temática investigada deve-se esgotar todas as possibilidades do acervo, da coleção ou comunicação;
- b) Regra da Representatividade: O material analisado possuirá indícios de representatividade do universo estudado. Os resultados nesses casos tendem a ser generalizados;
- c) Regra da Homogeneidade: A filtragem dos trabalhos obedece a critérios precisos de escolha e não apresenta documentos fora dos critérios pré-estabelecidos;
- d) Regra da Pertinência: Os documentos retidos devem ser adequados enquanto fonte de informação e relacionando-se com o objetivo da análise.

Fase de exploração do material: esta fase é marcada por mecanismos de codificação, decomposição ou enumeração conforme regras pré-estabelecidas. Bardin (2011) atenta que essa fase é a mais longa e cansativa, marcada por ações de identificação de padrões. Na etapa de codificação o pesquisador escolhe um tipo de unidade de registro, que pode ser, por exemplo, um tema, palavra, acontecimento, personagem, e a partir disso faz-se a manipulação desses elementos para a criação de categorias. A categorização dessas unidades de registro é a passagem dos dados brutos para dados mais organizados no processo de análise. Esses elementos são agrupados quando possuem características em comum.

Organização da análise, inferência e interpretação: Nesta fase o pesquisador faz a organização das categorias, cria tabelas e tratamentos mais estatísticos. Em seguida faz inferências e, a partir disso, cria formas para sua interpretação.

Na presente pesquisa, inicialmente realizamos um estudo exploratório para compreendermos quais os principais conceitos e princípios envolvidos no Movimento Maker. Nosso foco foi nos aproximar do tema a partir de uma leitura crítica e reflexiva embasada em obras de autores considerados precursores na área. Na tabela abaixo apresentamos o nome dos autores e as obras utilizadas nessa fase inicial da pesquisa.

Tabela 2 – Autores e obras utilizados na fase inicial da pesquisa.

Autor	Título do livro/trabalho	Ano
CHRIS ANDERSON	Makers: The New Industrial Revolution.	2012
MARK HATCH	The Maker Movement Manifesto: Rules for innovation in the new world of crafters, hackers, and tinkerers	2013
DALE DOUGHERTY	The Maker Movement	2012
GERSHENFELD	How to make almost anything	2012

Fonte: Autora (2021).

Após a leitura dos materiais, realizamos o exercício de pontuar algumas características que poderiam nortear as principais ideias e princípios do Movimento Maker. Essas características foram embasadas na compreensão que tivemos sobre as discussões e informações apresentadas nas leituras realizadas, que em suas narrativas levantam possíveis fatores sociais e culturais que podem ter favorecido o desencadeamento do Movimento Maker.

Sequencialmente a essa fase inicial seguimos delimitando qual seria nossa principal fonte de dados. Nosso objetivo era compreender possíveis orientações e caminhos para a implementação de práticas didáticas que tivessem como foco incorporar elementos do Movimento Maker na sala de aula. Algumas de nossas perguntas norteadoras na investigação foram: como pode ser estruturada uma atividade nessa perspectiva? Quais os principais traços característicos marcam a ação do professor e dos alunos nessas práticas? Quais os principais desafios?

A partir disso, realizamos o levantamento de relatos de experiência de professores que implementaram atividades na perspectiva do Movimento Maker em sala de aula, com foco no ensino básico. Inicialmente buscamos esses relatos de experiência nas Atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), um dos principais congressos nacionais na área do Ensino de Ciências. Ao pesquisarmos as Atas de todas as edições do evento até 2019, encontramos apenas 3 trabalhos que foram apresentados nas duas últimas edições. A pesquisa pelos relatos foi feita utilizando os termos “Movimento Maker”, “Maker” e “Cultura Maker”.

Tabela 3 – Relação de trabalhos por edição do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) que utilizam os termos Movimento Maker”, “Maker” e “Cultura Maker”.

Edição do evento	N. de trabalhos encontrados nos documentos oficiais	ANO
I	0	1997
II	0	1999
III	0	2001
IV	0	2003
V	0	2005
VI	0	2007
VII	0	2009
VIII	0	2011
IX	0	2013
X	0	2015
XI	1	2017
XII	2	2019

Fonte: Autora (2021).

Ao realizarmos uma leitura previa desses 3 trabalhos verificamos que eram trabalhos com abordagem mais teórica e que não poderiam ser utilizados como parte de nossa fonte de dados. A partir desse cenário direcionamos nosso olhar em procurar em alguns eventos que tivessem uma temática mais relacionada à Tecnologia e Educação, consultamos também algumas Revistas Temáticas revisadas por pares. Diante disso, encontramos uma amostra de 22 relatos de experiência que se enquadravam em nossos critérios iniciais os trabalhos encontrados estão na tabela 4 a seguir

Tabela 4 – Relatos de experiência que se enquadram nos critérios iniciais, que utilizam os termos “Movimento Maker”, “Maker” e “Cultura Maker”.

#	TÍTULO	AUTORES	EVENTO OU REVISTA	ANO	N. págs
1	A Cultura Maker no Ensino de Física: construção e funcionamento de máquinas térmicas	Samara L. Brito Meira, Jair Lúcio Prados Ribeiro	Fablearn Brasil	2016	4
2	Do low tech ao high tech: arte, história, ciência e tecnologia por meio do desenvolvimento de autômatos	Cláudio Henrique Pessoa Brandão, Cláudia Gomes França	Fablearn Brasil	2016	3
3	Movimento Makers como ferramenta para implementação de disciplina STEM	Rui Zanchetta	Fablearn Brasil	2016	5
4	Movimento Maker e educação: análise sobre as possibilidades de uso dos Fab Labs para o ensino de Ciências na educação básica	Juliana Medeiros, André Peres, Carine Loureiro Bueira, Karen Selbach Borges	Fablearn Brasil	2016	7
5	Programa Ponta Pé: Instituto Catalisador fomentando a cultura maker no Projeto Âncora	Paola Ricci, Rita Camargo, Simone Lederman	Fablearn Brasil	2016	4
6	Cultura Maker e Educação para o século XXI: relato de aprendizagem mão na massa no 6 ano do ensino fundamental/integral do SESC Ier Goiana	Maria Aparecida Francelino da Silva, Jaelson Dantas da Silva, Janaína Salustiano da Silva	Revista Docência e Cibercultura	2018	14
7	Dança dos robôs: uma atividade no meio escolar que integra robótica e movimento maker na perspectiva da aprendizagem criativa	Cristiane Pelisolli Cabral, Bruno Canal	Revista Tecnologias, Sociedades e Conhecimento	2020	21

(continua)

(continuação)

#	TÍTULO	AUTORES	EVENTO OU REVISTA	ANO	N. págs
8	Articulações entre práticas de educação ambiental, robótica e cultura maker no contexto das aulas de laboratório de ciências	Aline Alvares Machado, Márcia Regina Rodrigues da Silva Zago	Revista Tecnologias, Sociedades e Conhecimento	2020	26
9	Cultura Maker e Robótica Sustentável no Ensino de Ciências: um relato de experiência com alunos do ensino fundamental	João Batista da Silva, Dayne Kelly Rodrigues Soares de Almeida, José Ademir Damasceno Júnior, Darkson Fernandes Da Costa	V Congresso sobre Tecnologia na Educação (Ctrl+E 2020)	2020	7
10	Impressão 3D como Recurso para o Desenvolvimento de Material Didático Associando a Cultura Maker à Resolução de Problemas	Jarles Tarsso Gomes Santos, Adja Ferreira de Andrade	Revista Novas Tecnologias na Educação	2020	11
11	Como engajar estudantes das séries iniciais (5ºano) a desenvolver o pensamento matemático utilizando Robótica e aprendizagem Maker	Sandra Muniz Bozolan Hermes, Renato Hildebrand	Revista Tecnologias, Sociedades e Conhecimento	2020	16
12	Clube da Lua: o clube de astronomia de crianças dos anos iniciais do ensino fundamental	Nathalie Alvaide, Adriana Pugliese	Revista de Ensino de Ciências e Matemática	2020	23
13	Eco-maker: deixando um legado na horta da E.M.E.F. Professora “Sofia Imbiriba”	Alice Layla Oliveira Soares, David do Socorro Oliveira Soares, Marielem Assis Dias Almeida, Rangel Gabiralba Sousa, Sávio Paulo Wai Wai, Wellem Niele de Sousa Pontes	Revista de Ensino de Ciências e Humanidades	2019	16

(continua)

(continuação)

#	TÍTULO	AUTORES	EVENTO OU REVISTA	ANO	N. págs
14	Cultura Maker na Educação através do Scratch visando o desenvolvimento do pensamento computacional dos estudantes do 5º ano da Escola Base Rural da Cidade de Olinda -PE	Sebastião da Silva Vieira, Marcelo Sabbatini	Revista Docência e Cibercultura	2020	24
15	Estação Meteorológica Portátil com Cultura Maker Interdisciplinar para Ensino de Física e Programação de Computadores	Larissa Melo, Vitor Bremgartner, Daniel Souza	XXVI Workshop de Informática na Escola	2020	10
16	Utilizando a programação em blocos na educação como proposta da cultura maker	Giordano Muneiro Arantes, Jessica da Silva Miranda, Míriam Lúcia Barbosa, Rômulo José Franco	Simposio Internacional Network Science	2018	11
17	Relato de Experiência: Projeto Robótica na Escola em Tramandaí no Rio Grande do Sul	Marjorie Klich Nunes, Claucida S. de Oliveira Lima, Marcia Finimundi Nobile	Simpósio Brasileiro de Educação em Computação	2021	09
18	Características do Pensamento Computacional Desenvolvidas em Aprendizagens do Ensino Médio por meio de Atividades Makers	Julia P. Metzger, André L. A. Raabe, André L. M. Santana, Eduardo B. Gomes, Felipe T. de Souza, Gustavo L. Ramos, Larissa A. Cucco, Marli F. V. Vieira	VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2017)	2017	10
19	O uso do Jogo Digital Minecraft para Estimular o Pensamento Computacional e a Aprendizagem Colaborativa no Ensino Fundamental I: Um Relato de Experiência	Genarde Macedo Trindade, Felipe P. Fernandes, Luiz Sérgio de O. Barbosa, Dayane Rosas de Souza	IX Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2020)	2020	10
20	Letramento digital e práticas educativas gamificadas: uma experiência nos anos finais do Ensino Fundamental	Marcelo de Miranda Lacerda, Eliane Schlemmer	SBGames	2018	07

(continua)

(conclusão)

#	TÍTULO	AUTORES	EVENTO OU REVISTA	ANO	N. págs
21	Cultura maker e robótica sustentável como estratégia para ensinar conceitos de eletricidade	João Batista da Silva, José Ademir Damasceno Júnior, Darkson Fernandes da Costa, Dayne Kelly Rodrigues Soares de Almeida	Revista Avances en la Enseñanza de la Física	2020	11
22	Aplicação de Conceitos e Práticas de Atividades do Movimento Maker na Educação Infantil - Um Relato de Experiência para o Ensino Fundamental	Roberta Emile Lopes de Oliveira, Camila A. M. dos Santos, Edmar E. P. de Souza	VII Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2018)	2018	10

Fonte: Autora (2021).

Após a seleção desses 22 documentos realizamos uma leitura previa dos materiais e efetuamos uma reavaliação. Nossa intenção era mapear detalhes de práticas vivenciadas por professores. Todavia, em alguns documentos notamos que não existia o detalhamento que esperávamos das atividades para uma análise mais assertiva. Percebemos também que alguns relatos apresentavam dinâmicas muito parecidas. Diante disso, dos 22 documentos selecionamos **15** a serem analisados. Na tabela 5 indicamos quais os relatos foram selecionados para análise final.

Tabela 5 – Relatos selecionados para análise.

#	TÍTULO	AUTORES	EVENTO OU REVISTA	ANO	N. págs
1	A Cultura Maker no Ensino de Física: construção e funcionamento de máquinas térmicas	Samara L. Brito Meira, Jair Lúcio Prados Ribeiro	Fablearn Brasil	2016	4
2	Do low tech ao high tech: arte, história, ciência e tecnologia por meio do desenvolvimento de autômatos	Cláudio Henrique Pessoa Brandão, Cláudia Gomes França	Fablearn Brasil	2016	3

(continua)

(continuação)

#	TÍTULO	AUTORES	EVENTO OU REVISTA	ANO	N. págs
3	Movimento Makers como ferramenta para implementação de disciplina STEM	Rui Zanchetta	Fablearn Brasil	2016	5
4	Movimento Maker e educação: análise sobre as possibilidades de uso dos Fab Labs para o ensino de Ciências na educação básica	Juliana Medeiros, André Peres, Carine Loureiro Bueira, Karen Selbach Borges	Fablearn Brasil	2016	7
5	Programa Ponta Pé: Instituto Catalisador fomentando a cultura maker no Projeto Âncora	Paola Ricci, Rita Camargo, Simone Lederman	Fablearn Brasil	2016	4
6	Cultura Maker e Educação para o século XXI: relato de aprendizagem mão na massa no 6 ano do ensino fundamental/integral do SESC ler Goiana	Maria Aparecida Francelino da Silva, Jaelson Dantas da Silva, Janaína Salustiano da Silva	Revista Docência e Ciberultura	2018	14
7	Dança dos robôs: uma atividade no meio escolar que integra robótica e movimento maker na perspectiva da aprendizagem criativa	Cristiane Pelisolli Cabral, Bruno Canal	Revista Tecnologias, Sociedades e Conhecimento	2020	21
8	Articulações entre práticas de educação ambiental, robótica e cultura maker no contexto das aulas de laboratório de ciências	Aline Alvares Machado, Márcia Regina Rodrigues da Silva Zago	Revista Tecnologias, Sociedades e Conhecimento	2020	26
9	Cultura Maker e Robótica Sustentável no Ensino de Ciências: um relato de experiência com alunos do ensino fundamental	João Batista da Silva, Dayne Kelly Rodrigues Soares de Almeida, José Ademir Damasceno Júnior, Darkson Fernandes Da Costa	V Congresso sobre Tecnologia na Educação (Ctrl+E 2020)	2020	7

(continua)

(conclusão)

#	TÍTULO	AUTORES	EVENTO OU REVISTA	ANO	N. págs
10	Impressão 3D como Recurso para o Desenvolvimento de Material Didático Associando a Cultura Maker à Resolução de Problemas	Jarles Tarsso Gomes Santos, Adja Ferreira de Andrade	Revista Novas Tecnologias na Educação	2020	11
11	Como engajar estudantes das séries iniciais (5ºano) a desenvolver o pensamento matemático utilizando Robótica e aprendizagem Maker	Sandra Muniz Bozolan Hermes, Renato Hildebrand	Revista Tecnologias, Sociedades e Conhecimento	2020	16
12	Clube da Lua: o clube de astronomia de crianças dos anos iniciais do ensino fundamental	Nathalie Alvaide, Adriana Pugliese	Revista de Ensino de Ciências e Matemática	2020	23
13	Eco-maker: deixando um legado na horta da E.M.E.F. Professora “Sofia Imbiriba”	Alice Layla Oliveira Soares, David do Socorro Oliveira Soares, Marielem Assis Dias Almeida, Rangel Gabiralba Sousa, Sávio Paulo Wai Wai, Wellem Niele de Sousa Pontes	Revista de Ensino de Ciências e Humanidades	2019	16
14	Cultura Maker na Educação através do Scratch visando o desenvolvimento do pensamento computacional dos estudantes do 5º ano da Escola Base Rural da Cidade de Olinda -PE	Sebastião da Silva Vieira, Marcelo Sabbatini	Revista Docência e Cibercultura	2020	24
15	Estação Meteorológica Portátil com Cultura Maker Interdisciplinar para Ensino de Física e Programação de Computadores	Larissa Melo, Vitor Bremgartner, Daniel Souza	XXVI Workshop de Informática na Escola	2020	10

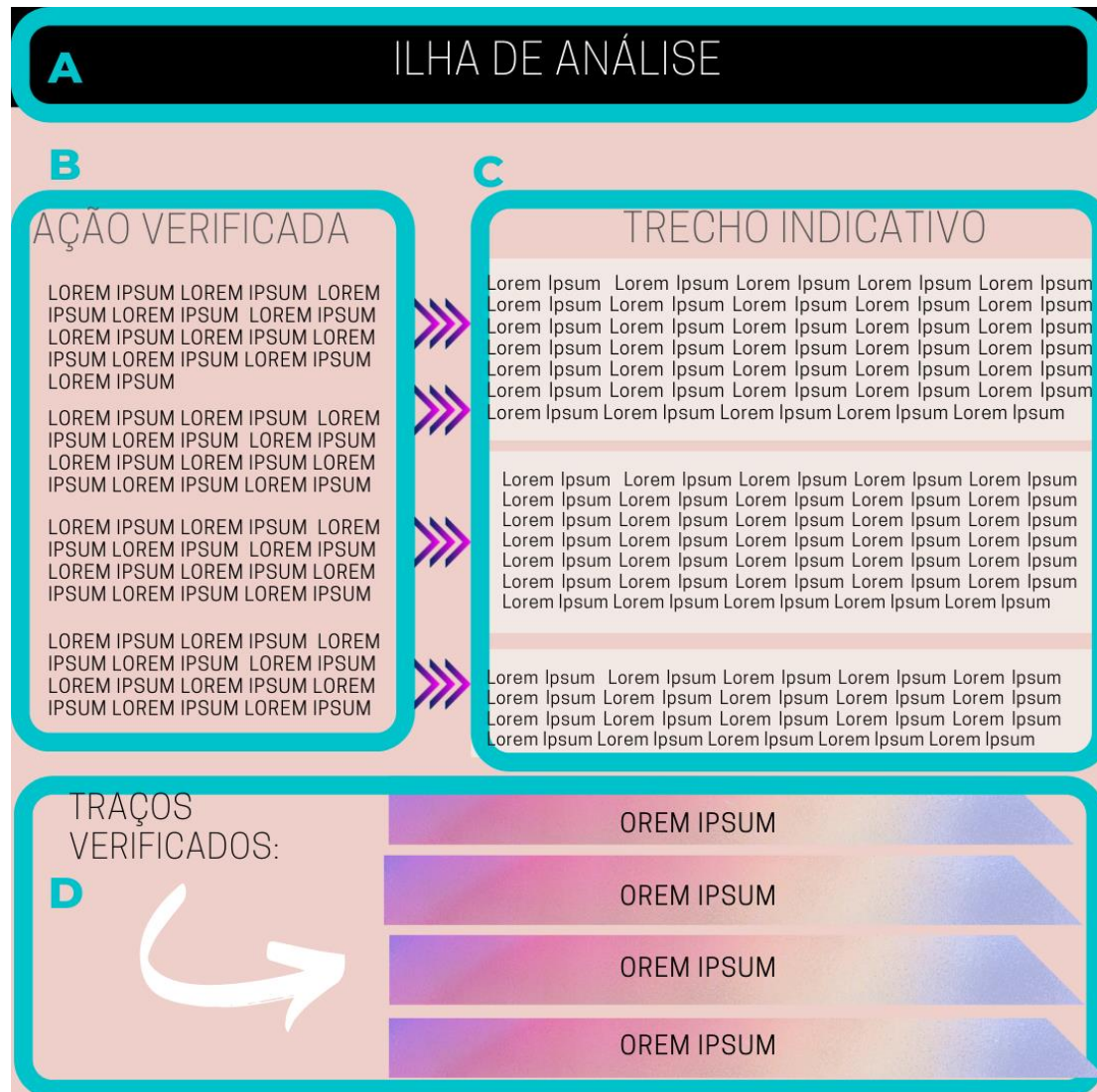
Fonte: Autora (2021).

As etapas para o processo de análise foram feitas da seguinte forma:

- a) Realizamos uma leitura flutuante dos documentos buscando identificar aspectos gerais das atividades relatadas. Nessa fase, atemo-nos em compreender como ocorriam a dinâmica das atividades, quais as principais ações tomadas pelos professores e como ocorriam a participação dos alunos;
- b) Após essa etapa partimos para uma fase de exploração mais profunda dos materiais, marcada por uma segunda leitura feita de forma mais minuciosa, direcionada e sistemática. Nessa fase realizamos a escolha de três grandes ilhas analíticas como forma de estruturar melhor nossa análise, as quais foram identificadas como: **ações do professor, dos alunos** e de **traços intrínsecos à própria prática didática**.

Realizamos a leitura do material identificando dentro de cada ilha escolhida ações ou padrões que pudessem caracterizar um indicativo de aproximação com Movimento Maker na atividade. Em seguida, realizamos a escrita de cada ação verificada em frases curtas relacionando-as a partes do texto que nos fizeram chegar a elas. Por último, fizemos a inferência de traços característicos para cada plano analisado. Para facilitar a organização dos dados elaboramos um diagrama metodológico específico para análise de relatos de experiência pautado na metodologia de análise de conteúdo de Bardin (2016). A seguir, apresentamos um modelo que denominamos de **Diagrama de Ilha**, formado por 4 partes distintas:

Diagrama 4 – Diagrama metodológico para facilitar a análise e organização dos dados.



Fonte: Autora (2021).

Na parte **A** o pesquisador identifica a ilha a ser analisada, em nosso caso temos 3 tipos: ação do professor, dos alunos e características da prática. Na parte **B** do Diagrama é o local em que se insere, a partir da leitura do texto analisado, frases curtas referentes às ações verificadas na leitura. A parte **C** é o local em que se assenta um trecho do texto original, que possui relação com as ações verificadas. Finalmente, na parte **D** insere-se os traços característicos de cada ilha, construídos a partir de inferência pelo conjunto de ações. Após o processo de sistematização e organização dos dados feitos no Diagrama de Ilhas passamos a identificar o processo lógico de estruturação de cada prática didática analisada. A seguir observamos um outro tipo de Diagrama 5, que denominamos de **Diagrama de estrutura didática**. Nesse tipo de Diagrama a parte **I** representa o elemento motivador do planejamento do professor. O pesquisador faz a leitura do documento e indica qual o principal objetivo do professor ao

planejar sua prática. Pode ser, por exemplo, abordar um conteúdo específico do currículo, incentivar os alunos na resolução de problemas práticos entre outros. A parte II é o local onde se insere a sequência de ações realizadas pelo professor ao longo da atividade e, a parte III, as ações realizadas pelos alunos.

Diagrama 5 – Diagrama de estrutura didática.



Fonte: Autora (2021).

A última fase da análise pautou-se em interpretar os dados, categorizando as principais características inferidas nos Diagramas e discutindo-as à luz de referenciais da área.

5. MAPEAMENTO DAS PRÁTICAS NO CONTEXTO BRASILEIRO

Apresentamos neste capítulo o mapeamento de características de relatos de experiências que visaram a implementar o Movimento Maker na sala de aula no contexto brasileiro. Inicialmente, apresentamos uma breve descrição de cada atividade e, em seguida, apresentamos os Diagramas de Ilhas e de estruturação didática referente a análise de cada documento.

Sob essa perspectiva, nosso objetivo não é avaliar se os relatos de experiência a seguir são classificados, ou não, como práticas “maker”. Nosso intuito é discutir os diferentes caminhos que podem ser seguidos e explorados para a elaboração de práticas que sejam mais profícuas ao abordar elementos do Movimento Maker em sala de aula. A seguir apresentamos os títulos dos trabalhos que analisamos.

Figura 5 - Relação de relatos de experiências selecionados para análise.



Fonte: Autora (2021).

5.1. RELATO DE EXPERIÊNCIA 1 - A CULTURA MAKER NO ENSINO DE FÍSICA: CONSTRUÇÃO E FUNCIONAMENTO DE MÁQUINAS TÉRMICAS

Trata-se de uma prática realizada com alunos do segundo ano do Ensino Médio, com idades entre 15 e 17 anos, de uma escola particular localizada em Brasília. A atividade foi implementada ao longo das aulas de física, com o intuito de discutir conceitos de física térmica. Os alunos foram desafiados a construir máquinas térmicas, documentando em vídeo e fotos todo o processo de construção. Todas as orientações sobre o projeto foram feitas durante as aulas de física e disponibilizadas em um site, criado pelos professores exclusivamente para essa atividade, para que os alunos pudessem compartilhar seus trabalhos e obter informações acerca do projeto.

Os autores relatam que os alunos foram divididos em grupos e incentivados a buscarem informações na internet para a escolha de um modelo de projeto a ser construído, com o objetivo de instigar a aprendizagem em rede e a habilidade de investigação que é inerente ao saber científico. Os alunos deveriam pesquisar o que são máquinas térmicas e qual seu processo de funcionamento.

Ao longo do desenvolvimento do projeto os estudantes poderiam consultar os professores sobre detalhes técnicos ou construtivos. Cada grupo deveria apresentar um vídeo ao final do trabalho, respeitando algumas regras pré-estabelecidas pelos professores, tais como a duração (5-10 minutos) e explicação de como foi a participação de cada integrante no processo de elaboração da máquina térmica.

Além da documentação em vídeo e fotos, os estudantes apresentaram em suas respectivas turmas seus projetos, explicando como foi o processo de construção, as etapas de transformação de energia e os conceitos relacionados ao funcionamento de máquinas térmicas. Os autores explicam que os alunos foram orientados a documentarem todo o processo com a finalidade de construírem um roteiro a ser disponibilizado no site *Instructables*, em que os participantes do Movimento Maker costumam compartilhar projetos. O projeto pressupõe que os estudantes tenham a liberdade de escolher o modelo de máquina térmica que desejam construir.

Ao analisarmos aspectos iniciais da prática, observamos que os papéis sociais dos professores e dos alunos são muito bem determinados no contexto pedagógico. Os professores foram os responsáveis em propor aos alunos a construção das máquinas térmicas, de estabelecer regras quanto aos prazos a serem seguidos, da obrigatoriedade de documentarem o processo de desenvolvimento do projeto e da apresentação dos resultados, demonstrando aspectos de

liderança. Nota-se também aproximação dos docentes com a tecnologia digital, pois criaram um site para a atividade e orientaram os estudantes sobre a troca de experiência com pessoas de outros países, evidenciando certa familiaridade com algumas comunidades online e sites de compartilhamento de projetos, tais como o *Instructables*.

O modelo de ensino utilizado explicita aspectos de distanciamento do modelo tradicional de ensino que estamos acostumados, com aulas exclusivamente expositivas, em que o professor é o detentor do conhecimento e o aluno participa como agente passivo no processo de aprendizado, tal como descrito por Freire (2017) por meio da concepção bancária da educação.

Os docentes guiaram os estudantes em uma narrativa coerente e contextual no campo social da sala de aula, levando em consideração o currículo obrigatório. Por mais que o Movimento Maker tenha em sua essência a liberdade das pessoas criarem projetos pessoais de seu interesse, observamos que a escolha da construção das máquinas térmicas foi feita pelos professores. Notamos que existiu um distanciamento dos docentes na apresentação do conteúdo formal, dando autonomia para que os alunos compreendessem o que são máquinas térmicas e seu funcionamento por diversas fontes externas, evidenciando um incentivo ao autodidatismo.

Durante o relato da atividade, não foi apresentado com detalhes como foi a experiência dos alunos com a manipulação de ferramentas e quais materiais foram utilizados para a construção do artefato. Não foi citada a utilização de ferramentas de fabricação digital. Ao longo do desenvolvimento do projeto os estudantes lidaram com habilidades relacionadas à busca de informações e referências sobre máquinas térmicas na internet, vivenciaram na prática os desafios de gerenciar um projeto, tal como administração do tempo e o enfrentamento de erros ao construir um modelo físico, experienciando alguns percalços do desenvolvimento de um projeto prático.

Nos diagramas a seguir apresentamos a sistematização das ações verificadas na atividade:

Diagrama 6 – Ações verificadas no aluno (Relato de Experiência 1).



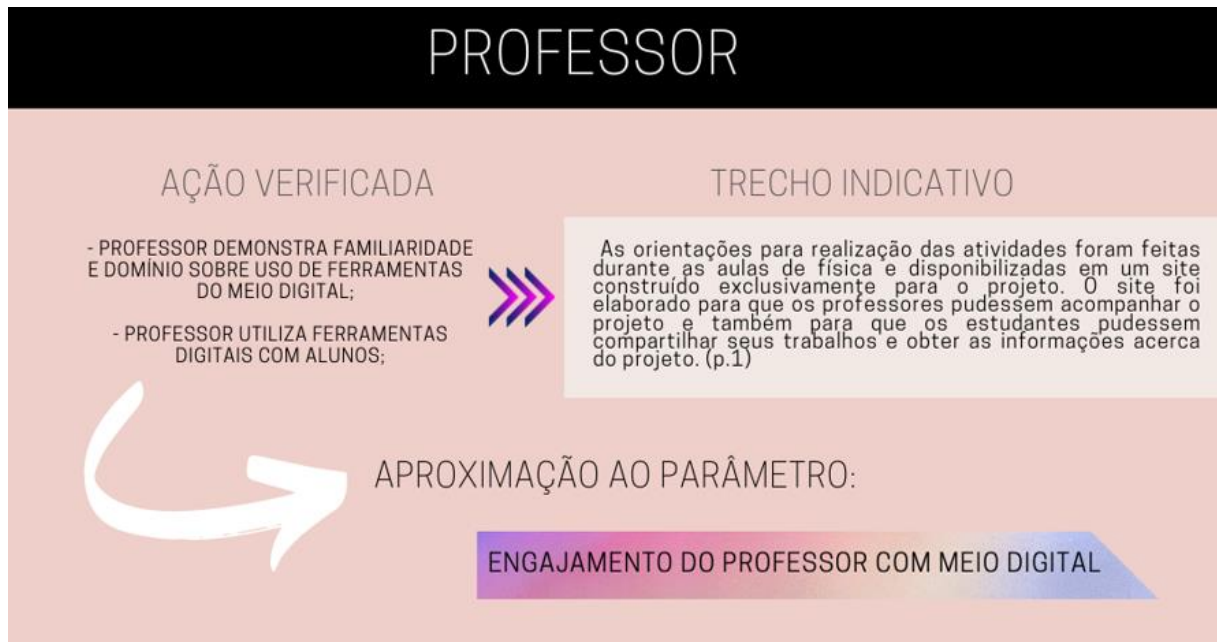
Fonte: Autora (2021).

Diagrama 7- Ações verificadas no aluno (Relato de Experiência 1).



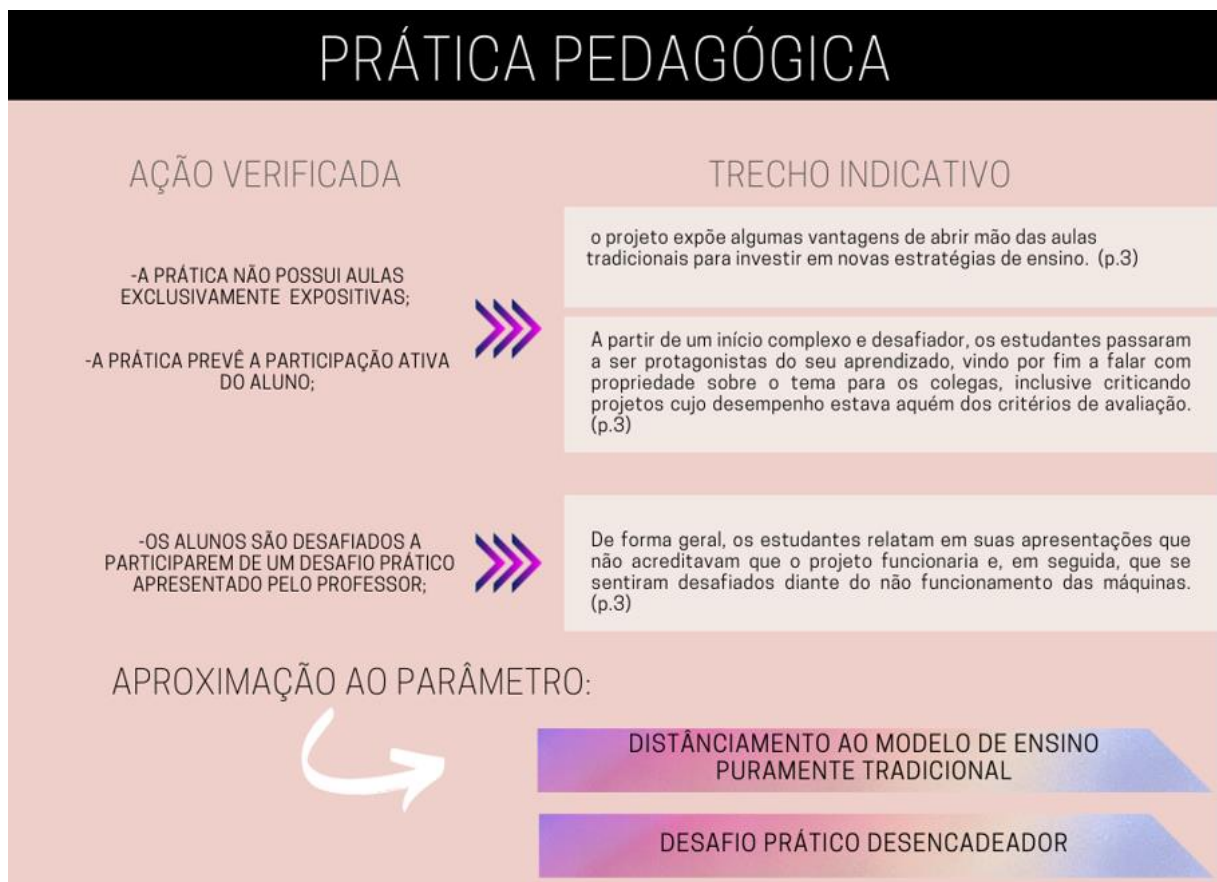
Fonte: Autora (2021).

Diagrama 8 - Ações verificadas no professor (Relato de Experiência 1).



Fonte: Autora (2021).

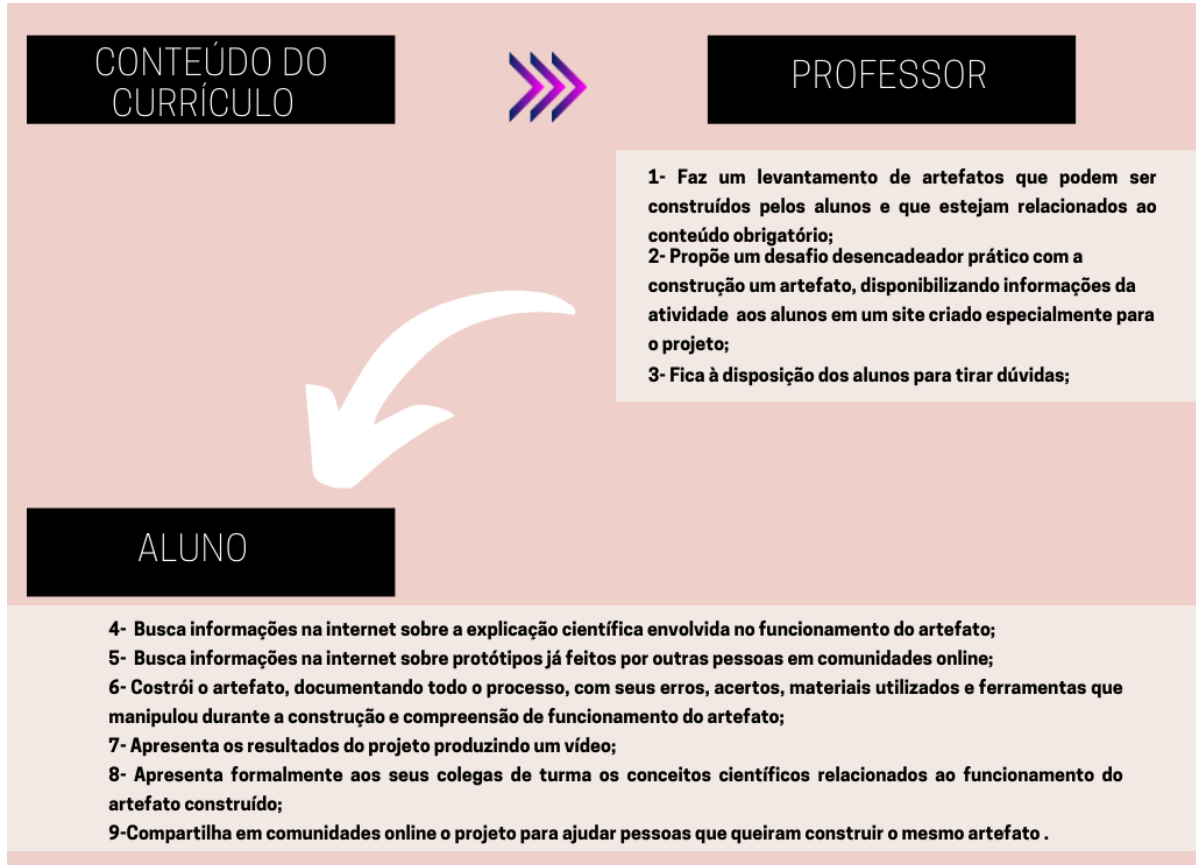
Diagrama 9 - Ações verificadas na prática pedagógica (Relato de Experiência 1).



Fonte: Autora (2021).

A seguir, apresentamos o diagrama 10, dividido em nove passos, que nos orienta acerca do planejado da atividade. Partindo de um conteúdo do currículo obrigatório, o professor adotou estratégias para o desencadeamento das ações ao longo da atividade.

Diagrama 10 – Diagrama geral da estratégia adotada pelo professor para desencadeamento das ações. (Relato de Experiência 1).



Fonte: Autora (2021).

5.2. RELATO DE EXPERIÊNCIA 2 - DO LOW TECH AO HIGH TECH: ARTE, HISTÓRIA, CIÊNCIA E TECNOLOGIA POR MEIO DO DESENVOLVIMENTO DE AUTÔMATOS (CEFET-MG, 2016)

Trata-se de um projeto piloto implementado em uma turma do 1º ano do Ensino Médio e Técnico do curso de Mecatrônica, do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG). O projeto foi elaborado por dois educadores, um professor de história e uma professora de artes. Em colaboração criaram ações com o intuito de integrar discussões entre Ciências, Artes, Tecnologia e História. A ideia do projeto surgiu a partir de visitas técnicas que os educadores fizeram ao “Espaço Dóing: Oficina Aumentada”, localizado no Pavilhão do Conhecimento Ciência Viva, em Portugal. Os autores relatam que é um espaço muito agradável para criar, fazer, experimentar, construir e compartilhar, onde tentativa e erro se conjugam de forma divertida e inspiradora. No espaço existe a possibilidade das pessoas criarem seus próprios projetos com o uso de vários tipos de ferramentas, tais como impressoras 3D e até máquinas de costura.

Os professores articularam ações para levar um pouco da experiência que tiveram em Portugal aos alunos do Ensino Médio. O objetivo prático do projeto pautou-se na construção de autômatos. Os professores criaram a partir desse desafio prático debates acerca das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, exibiram o filme “A invenção de Hugo Cabret”, criaram cartões com a técnica “pop ups” para trabalhar de forma prática o conceito de movimento e fizeram visitas técnicas a centros de ciências e museus.

Existiram duas fases de prototipagem, a primeira denominada de um protótipo “sujo” ou de rascunho (low tech) e o protótipo definitivo, com a utilização de ferramentas de fabricação digital. Ocorreu o registro do projeto por fotos e vídeos, criação de páginas nas redes sociais para compartilhamento na rede.

Os resultados observados pelos professores evidenciaram que: os alunos estranharam a presença de dois professores em sala de aula; em um processo de tentativa e erro ao longo da construção dos autômatos os alunos tiveram que buscar soluções utilizando conceitos de física; os alunos tiveram boa aceitação da proposta; pouca familiaridade com a construção de objetos e o desconhecimento de tecnologias de fabricação digital, pouca participação e envolvimento dos estudantes quando direcionados a debates acerca de questões filosóficas e históricas das áreas do conhecimento e das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade e em contraponto, muita vontade de “colocar a mão na massa.”

Ao analisarmos o relato de experiência notamos que existe uma preocupação dos professores em fomentar a interdisciplinaridade e aproximar os alunos de elementos da cultura Maker. A proposta da criação dos autômatos prevê não somente o ensino meramente técnico sobre a construção e funcionamento do artefato, mas perpassa uma reflexão sobre o uso do conhecimento científico, tecnológico e suas interfaces na sociedade. Os docentes foram os responsáveis por orientar os estudantes sobre o desenvolvimento do projeto a partir de objetivos pedagógicos previamente estabelecidos. Os alunos tiveram que lidar com a experimentação, com erros e acertos ao longo do processo de prototipação, aplicando indiretamente conceitos científicos. A escolha da construção de autômatos foi dos professores.

O modelo de ensino utilizado se afasta do modelo de aulas exclusivamente expositivas, dando margem para que os alunos interajam entre si e lidem com habilidades que vão além da compreensão teórica. O texto relata que existe a construção de um artefato, porém não indica se os alunos trabalharam em grupos, se tinham que lidar com aspectos inerentes ao gerenciamento de um projeto, tal como administração de tempo, autonomia para escolhas ao longo do projeto prático e qual o grau que tiveram de liberdade na construção dos autômatos.

Sobre o processo de prototipação, os alunos construíram seus modelos partindo de materiais mais simples e de forma progressiva adotaram técnicas de fabricação digital para o modelo final. O relato não cita como lidaram com as dificuldades em manipular as ferramentas de fabricação digital, quais foram essas ferramentas e o local que as utilizaram. Foram orientados a documentarem o processo de desenvolvimento do projeto e utilizam as redes sociais para compartilharem seus resultados. A seguir, os esquemas apresentam a sistematização das ações.

Diagrama 11 - Ações verificadas no aluno (Relato de Experiência 2).



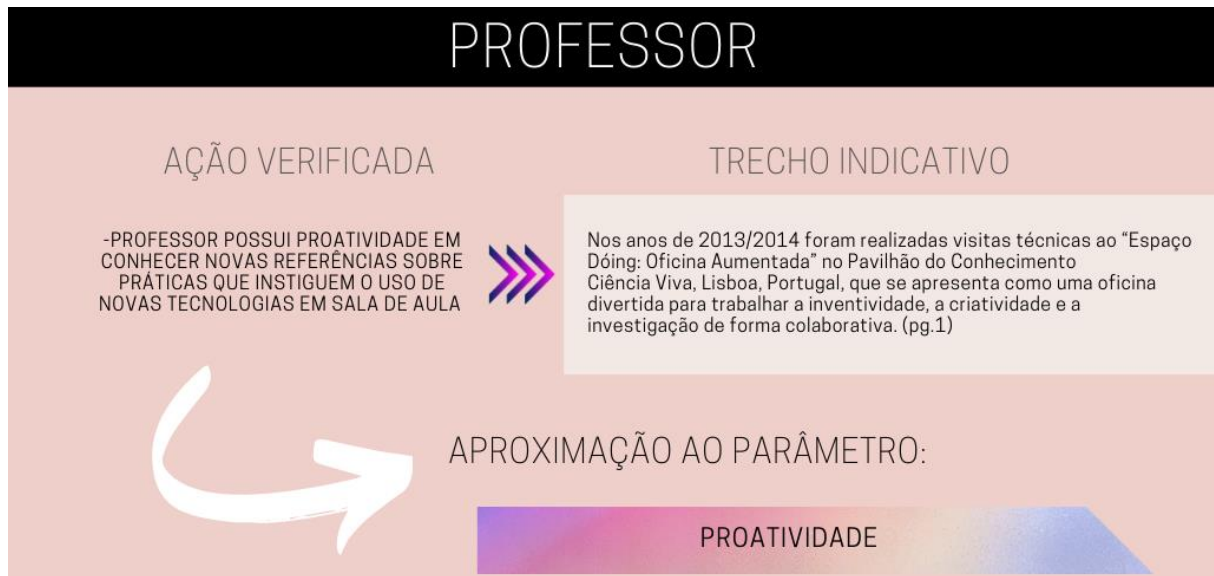
Fonte: Autora (2021).

Diagrama 12 - Ações verificadas no aluno (Relato de Experiência 2).



Fonte: Autora (2021).

Diagrama 13 - Ações verificadas no professor (Relato de Experiência 2).



Fonte: Autora (2021).

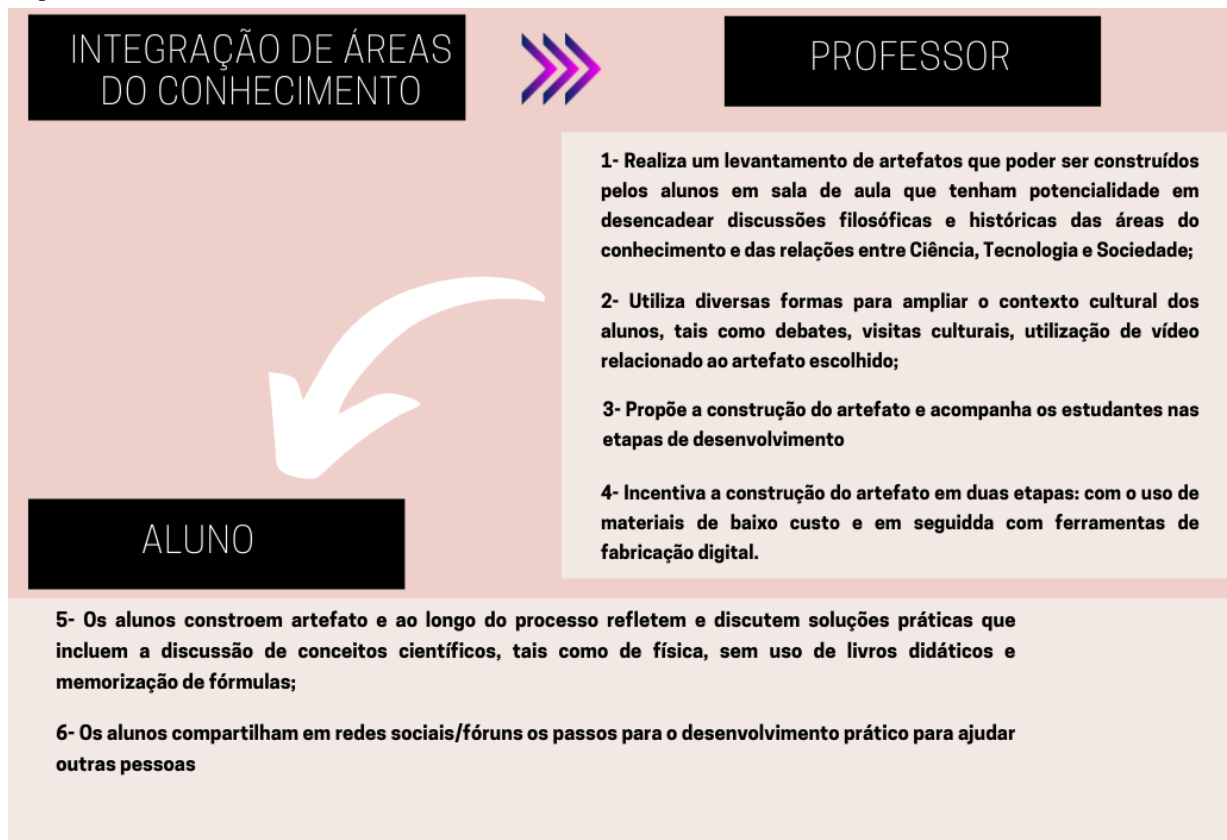
Diagrama 14 - Ações verificadas na prática pedagógica (Relato de Experiência 2).



Fonte: Autora (2021).

A seguir, apresentamos um esquema da estrutura da atividade. Diferentemente da atividade anterior, observamos que o objetivo inicial dos professores não foi focar em um conteúdo específico do currículo, mas fomentar a integração de áreas do conhecimento por meio da construção de um artefato. Nas duas atividades o professor é o responsável em escolher o artefato a ser construído pelos alunos. O grau de liberdade dos estudantes está relacionado principalmente aos diferentes caminhos que podem tomar para chegar ao produto final do projeto e suas diferentes variações.

Diagrama 15 - Diagrama geral da estratégia adotada pelo professor para desencadeamento das ações. (Relato de Experiência 2).



Fonte: Autora (2021).

5.3. RELATO DE EXPERIÊNCIA 3 - MOVIMENTO MAKERS COMO FERRAMENTA PARA IMPLEMENTAÇÃO DE DISCIPLINA STEM

O presente trabalho traz o relato de duas práticas realizadas por um professor de matemática. A primeira atividade foi realizada com alunos de ensino fundamental na disciplina de matemática, utilizando o software de programação Scratch e da plataforma Arduino. O Professor relata que ao trabalhar com alunos do 6º ano criou estratégias para que se familiarizassem inicialmente com o software e a lógica de programação utilizada para a criação de jogos. Em seguida, os estudantes desenvolveram jogos que apresentassem conteúdos curriculares já estudados por eles nas aulas de matemática. O professor relata que percebeu um engajamento maior dos estudantes em comparação a outras atividades mais expositivas. Observou aspectos de autonomia ao lidar com problemas que surgiam ao longo do desenvolvimento dos jogos, tanto na parte conceitual de matemática quanto na parte de programação. O trabalho colaborativo foi evidenciado, observando-se que quando um aluno descobria uma maneira nova de resolver um problema socializava com os colegas, disponibilizando-se a ajudar. Os alunos também utilizaram o Scratch junto ao uso da plataforma Arduino, para que construíssem animações que interagissem com o meio físico.

A segunda atividade foi realizada com alunos de 8º e 9º ano durante a disciplina STEM. O professor focou a proposta na resolução de problemas. O tema para o 8ºano foi a reestruturação de uma área da cidade de Mariana, devastada após a ruptura de uma barragem. Os alunos iniciaram o projeto formando grupos e organizando as áreas em que cada grupo atuaria. O professor explica que percebeu um amadurecimento dos estudantes ao se incluírem em grupos de acordo com as habilidades necessárias para que atingissem seus objetivos e não somente por afinidade afetiva. Os alunos, em seguida, utilizaram materiais recicláveis para os primeiros protótipos, desmontaram aparelhos eletrônicos e um dos grupos decidiu utilizar a plataforma Arduino para a automação da iluminação pública exposta na maquete. Os alunos aprenderam como utilizar a plataforma de forma autônoma. Os alunos, ao discutirem possíveis soluções, perceberam que poderia haver integração entre grupos. O professor cita, por exemplo, a união de dois grupos que eram responsáveis pela captação da água da chuva e outro pela irrigação da horta. No relato o professor pontua que:

Como professor percebi dois pontos muito gratificantes: 1º) uma mudança na relação que os alunos estabelecem com o conhecimento, e no nosso caso, mais especificamente, Matemática e Física. 2º) mudança na relação professor-aluno, que passa a ser uma relação, muito mais de confiança e parceria, do que simplesmente hierárquica. (ZANCHETTA, 2016, p.4)

Ao analisarmos o relato de experiência observamos que o modelo de ensino utilizado pelo professor incentiva a participação dos estudantes na criação de aplicações em contexto, não utilizando a tecnologia em sala de aula de maneira meramente técnica. Os estudantes tiveram liberdade para criar projetos autorais, compartilhando entre si seus erros e reflexões sobre a resolução de problemas práticos. Manipularam diversos tipos de materiais e ferramentas, desde recicláveis até componentes de eletrônica e software de programação. De acordo com o relato feito pelo professor, é possível notar uma sensibilidade do profissional ao observar como seus alunos interagiam e em proporcionar uma experiência de aprendizagem que fosse mais prazerosa, trabalhando habilidades nos alunos vinculadas ao uso das tecnologias digitais, trabalho colaborativo, formulação de hipóteses e reflexão sobre problemas práticos. No trabalho não foi detalhado se os alunos trocaram experiências via redes sociais ou apenas com seus colegas de turma. Não foi citado o uso de ferramentas de fabricação digital nem se os alunos documentaram o desenvolvimento do projeto. A seguir, apresentamos a sistematização das ações da atividade.

Diagrama 16 - Ações verificadas no aluno (Relato de Experiência 3).



Fonte: Autora (2021).

Diagrama 17 - Ações verificadas no aluno (Relato de Experiência 3).



Fonte: Autora (2021).

Diagrama 18 - Ações verificadas no professor (Relato de Experiência 3).



Fonte: Autora (2021).

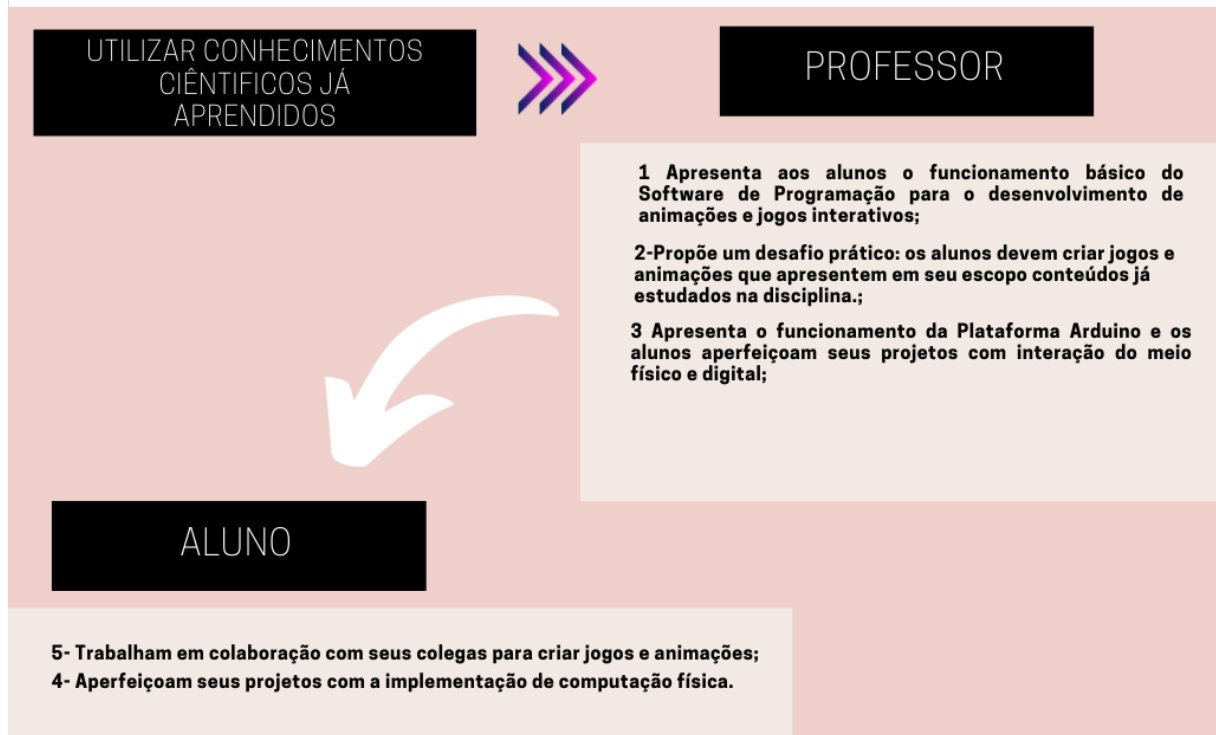
Diagrama 19 - Ações verificadas na prática pedagógica (Relato de Experiência 3).



Fonte: Autora (2021).

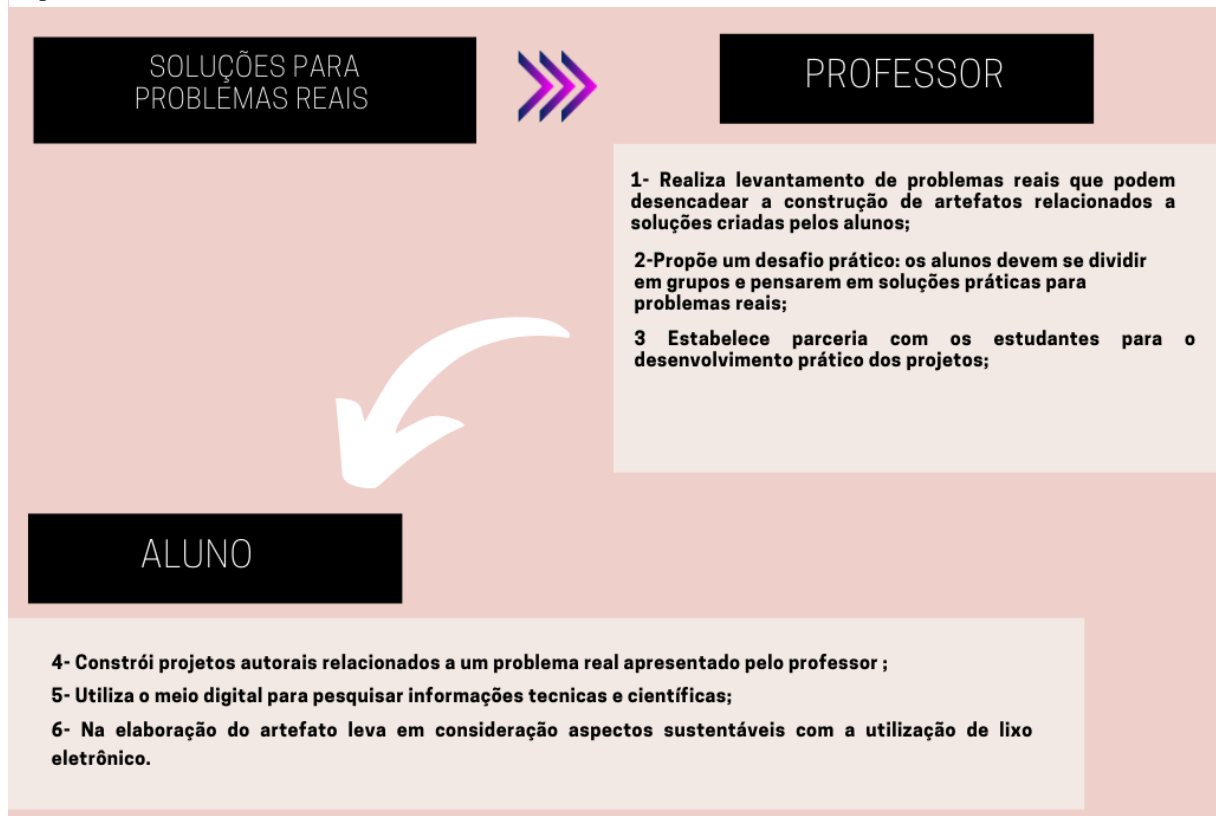
A seguir, apresentamos a sistematização estrutural das duas atividades implementadas. A primeira atividade foi realizada com alunos do ensino fundamental. O princípio da atividade foca em instigar os estudantes a produzirem projetos autorais com o uso de tecnologia digital, tomando como base a utilização de conhecimentos científicos já aprendidos. A segunda atividade é estruturada levando em consideração o mapeamento do professor de problemas reais que podem ser trabalhados pelos alunos em sala de aula. A disciplina em que ocorre a atividade é própria para atividades práticas, denominada STEM. A prática não parte de um conteúdo formal científico como base para a produção dos artefatos pelos alunos, mas de um problema real a ser resolvido pelos alunos. Os conceitos são vistos de forma indireta durante o processo de elaboração do projeto.

Diagrama 20 - Diagrama geral da estratégia adotada pelo professor para desencadeamento das ações. (Relato de Experiência 3).



Fonte: Autora (2021).

Diagrama 21 - Diagrama geral da estratégia adotada pelo professor para desencadeamento das ações. (Relato de Experiência 3).



Fonte: Autora (2021).

5.4. RELATO DE EXPERIÊNCIA 4 - MOVIMENTO MAKER E EDUCAÇÃO: ANÁLISE SOBRE AS POSSIBILIDADES DE USO DOS FAB LABS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA

O trabalho relata a implementação de uma atividade desenvolvida com vinte alunos de 8º e 9º anos do ensino fundamental, realizada no Laboratório de Fabricação Digital do Instituto Federal do Rio Grande do Sul, conhecido como POAlab. Os alunos possuem idades entre 15 e 16 anos e estudam em uma escola pública na cidade de Gravataí- RS. O objetivo da atividade era utilizar o Laboratório de Fabricação Digital para que os alunos compreendessem os diferentes processos de produção de energia. A atividade foi conduzida por dois professores, a professora de ciências da escola dos estudantes e o coordenador do POAlab. A atividade teve duração de uma manhã.

Inicialmente, os estudantes conheceram o espaço e observaram o funcionamento de algumas máquinas, tais como impressora 3D e cortadora a laser. Em seguida, foram divididos em grupos. Para cada grupo foi distribuído um protótipo construído com as ferramentas do Laboratório que se referia ao funcionamento de uma hidrelétrica e de uma usina eólica. Cada grupo deveria montar os protótipos, verificar seu funcionamento e compreender de que forma ocorre o processo de produção de energia.

Em seguida os estudantes tiveram um espaço para pensar em soluções que pudessem aprimorar os protótipos, tornando-os mais eficaz do ponto de vista de produção de energia. O momento final da atividade foi marcado por um debate. Com base nas sugestões dos alunos para o aprimoramento dos protótipos, foi discutido sobre as formas de produção de energia em nosso país, com ênfase na eficiência energética, a disponibilidade de matéria prima e os impactos ambientais causados por cada uma dessas diferentes formas de produção de energia. Segundo o relato de experiência, os alunos tiveram dificuldades em propor melhorias para os protótipos, em geral, achavam que os modelos funcionavam de forma satisfatória. Porém, foi observado grande interesse dos estudantes pelo funcionamento do Fablab. Citaram que adorariam poder construir objetos de seu interesse, como capas de celular, robôs e adesivos.

Ao analisarmos a atividade, observamos que existiu a intenção dos professores em ampliar o contexto cultural dos estudantes, apresentando um novo espaço que antes não conheciam. Os alunos tiveram a oportunidade de conhecer pela primeira vez o funcionamento de algumas ferramentas de fabricação digital e manipular objetos feitos por essas ferramentas. Os professores foram os responsáveis em guiar os estudantes ao longo da atividade e propor a discussão sobre a geração de energia. De acordo com o relato foi possível perceber que os

alunos trabalharam em grupos, porém tiveram dificuldades em pensar em soluções para a melhoria dos protótipos. A atividade teve duração de 2h30, por esse motivo os alunos não tiveram a oportunidade de utilizar as ferramentas ou materiais do Laboratório. A seguir, apresentamos a sistematização das ações.

Diagrama 22 - Ações verificadas no aluno (Relato de Experiência 4).



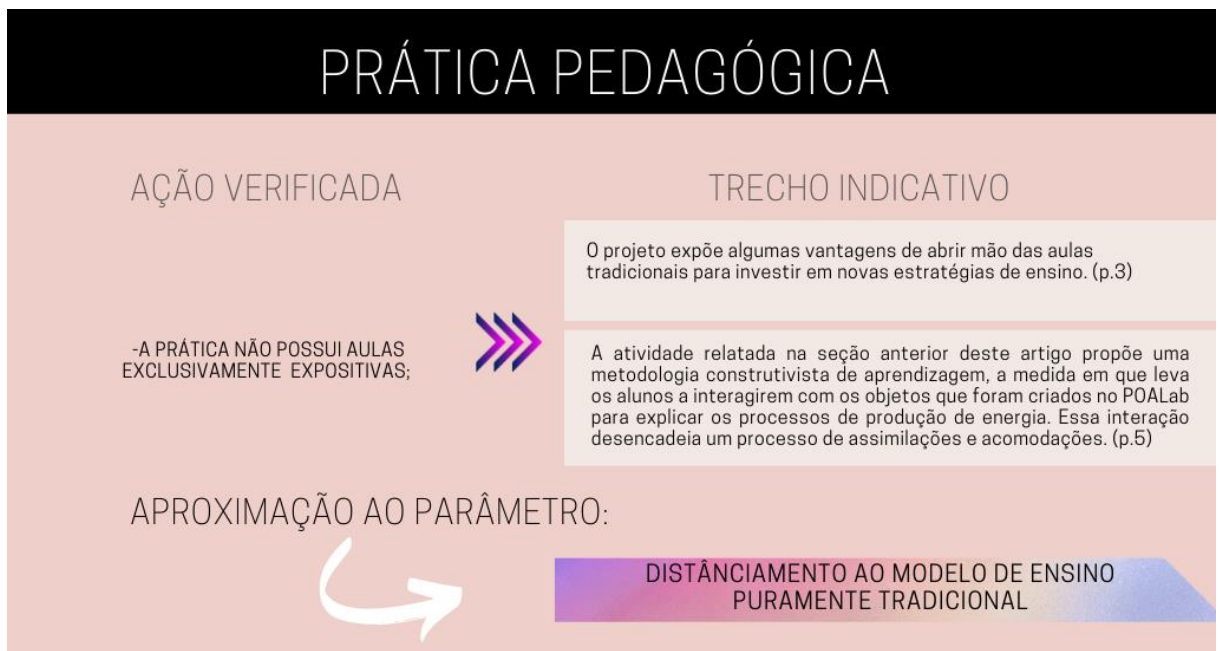
Fonte: Autora (2021).

Diagrama 23 - Ações verificadas no professor (Relato de Experiência 4).



Fonte: Autora (2021).

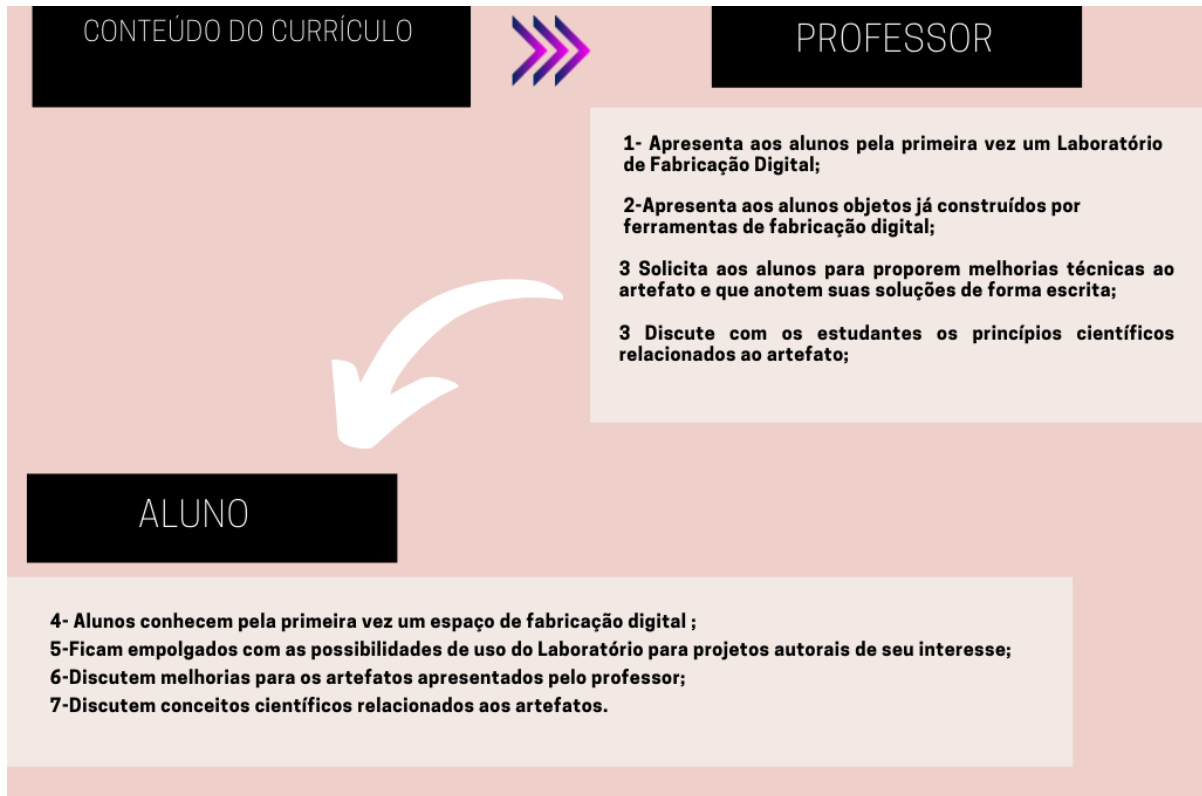
Diagrama 24 – Ações verificadas na prática pedagógica (Relato de Experiência 4).



Fonte: Autora (2021).

No diagrama 25 apresentamos a estrutura de desencadeamento da atividade. Notamos que os professores tinham a intenção de ampliar o contexto cultural dos estudantes com a visita ao Fablab, porém, na tentativa de articular conteúdos do currículo durante a visita, que durou uma manhã, observaram pouca participação dos alunos na atividade.

Diagrama 25 - Diagrama geral da estratégia adotada pelo professor para desencadeamento das ações. (Relato de Experiência 3).



Fonte: Autora (2021).

5.5. RELATO DE EXPERIÊNCIA 5 - PROGRAMA PONTA PÉ: INSTITUTO CATALISADOR FOMENTANDO A CULTURA MAKER NO PROJETO ÂNCORA

Trata-se de uma prática realizada durante três meses, em uma escola infantil filantrópica que atende alunos da rede pública de ensino da cidade de Cotia-SP. Participaram da atividade 11 estudantes entre 8 e 13 anos. A atividade ocorria duas vezes por semana, com três horas de duração cada, sob orientação de educadores.

A atividade aconteceu no seguinte contexto: os professores identificaram no espaço de convivência da escola que alguns guarda-corpos seriam retirados por questões de segurança. O desafio norteador da atividade seria reutilizar essas guarda-corpos com os estudantes para a construção de um novo “brinquedão” para o parquinho. Os alunos foram divididos em grupos e participaram de oficinas para que pudessem pensar em soluções práticas para a criação desse novo brinquedo. Os professores promoveram ações para os alunos ampliarem seu repertório relacionado a espaços de brincar ao ar livre. Os alunos brincaram no parquinho da própria escola, em um espaço ao ar livre no Museu de Arte de São Paulo e em alguns parquinhos localizados em parques e praças. Após essa etapa, os alunos iniciaram a fase de prototipar suas ideias com a criação de maquetes, com a intenção de dar forma às ideias para o novo brinquedo. Utilizaram vários tipos de materiais flexíveis e coloridos, com a intenção de produzirem rascunhos tridimensionais de suas ideias.

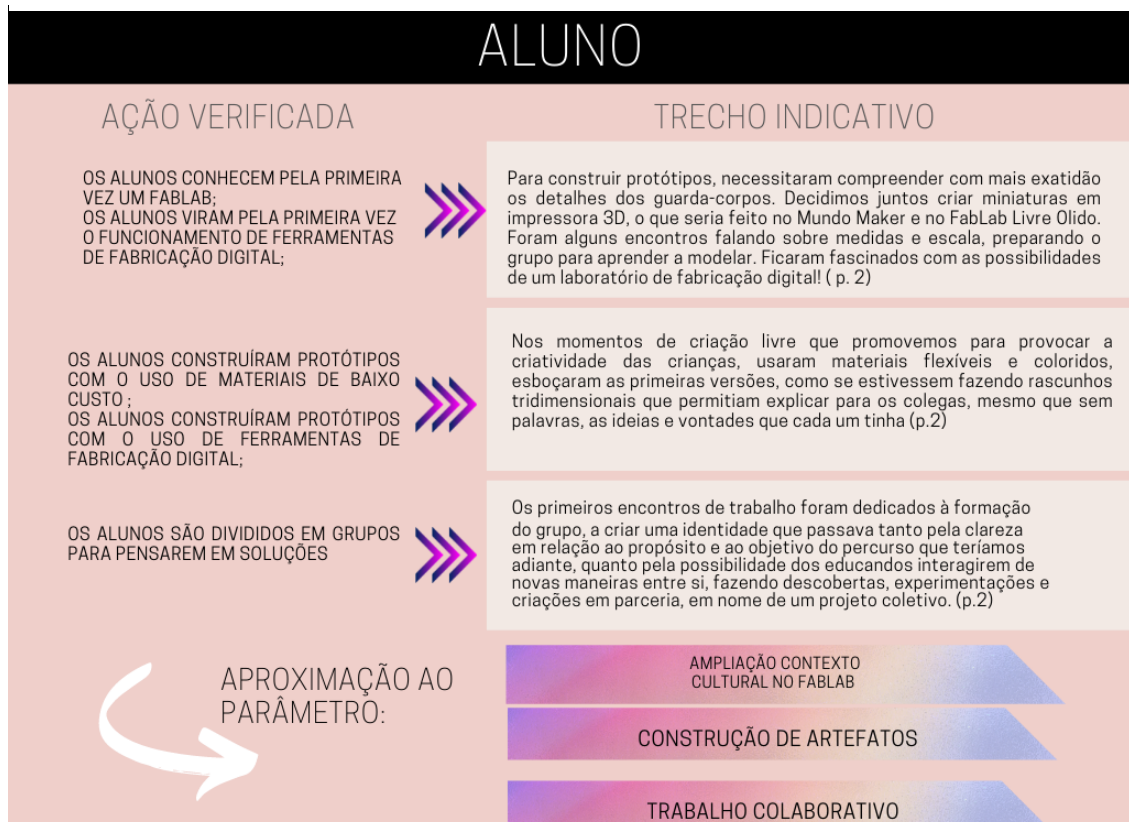
Para construir os protótipos os alunos necessitaram compreender mais detalhes sobre os guarda-corpos. Para isso, os professores decidiram criar em conjunto com os alunos miniaturas dos guarda-corpos utilizando uma impressora 3D. Visitaram pela primeira vez um dos Fablabs públicos da cidade de São Paulo e lá tiveram alguns encontros. Participaram de oficinas de Modelagem 3D e discutiram sobre escalas e medidas. Segundo o relato de experiência, os alunos ficaram impressionados com as possibilidades de uso dos Fablabs que antes não conheciam.

Assim que os alunos terminaram suas maquetes, cada grupo se organizou para apresentar suas respectivas ideias para uma Assembleia Geral da Instituição, composta por professores, funcionários e pais. Os alunos, com suas maquetes em mãos, relataram sobre todo o processo de formulação de suas ideias a partir de uma situação problema inicial, contaram sobre os percalços e como sentiam-se diante desse desafio. Juntos, escolheram a melhor solução para a implementação. Após finalizar parcerias com profissionais amigos e familiares, o projeto foi implementado com sucesso na escola. A inauguração do brinquedo no parquinho foi realizada com uma festa de confraternização e socialização da comunidade.

Ao analisarmos a atividade observamos que os professores propuseram um desafio prático aos alunos. Tiveram que atuar propondo soluções a um problema real que fazia parte do espaço de convivência na escola. Ao longo dos três meses os alunos ampliaram seu repertório cultural, conhecendo espaços novos para que pudessem criar um novo brinquedo. Os alunos tiveram que lidar com a construção de protótipos com diversos tipos de materiais. Conheceram pela primeira vez um Fablab e, de forma introdutória, o processo de impressão 3D e Modelagem, que intrinsecamente abrange uma discussão sobre medidas e escalas. Ao longo do processo os alunos tiveram que atuar em grupo e interagiram com públicos diferentes, como funcionários da escola e pais, expondo suas ideias. Os professores relatam que observaram motivação nos alunos em todas as etapas do projeto.

Os alunos, de forma indireta, discutiram conceitos que contemplavam várias áreas do conhecimento, principalmente de física e matemática, artes visuais e conteúdos ligados a leitura e escrita, especialmente estratégias de registro e comunicação. Não foi citado no relato de experiência se os alunos utilizaram a internet em algum momento ou se compartilharam os resultados do projeto no meio digital. A aula foi realizada no contraturno dos alunos e se distancia de um modelo tradicional de ensino. Foi observado aspectos de engajamentos dos professores ao aprendizado de novas tecnologias, como a impressão 3D.

Diagrama 26 - Ações verificadas no aluno (Relato de Experiência 5).



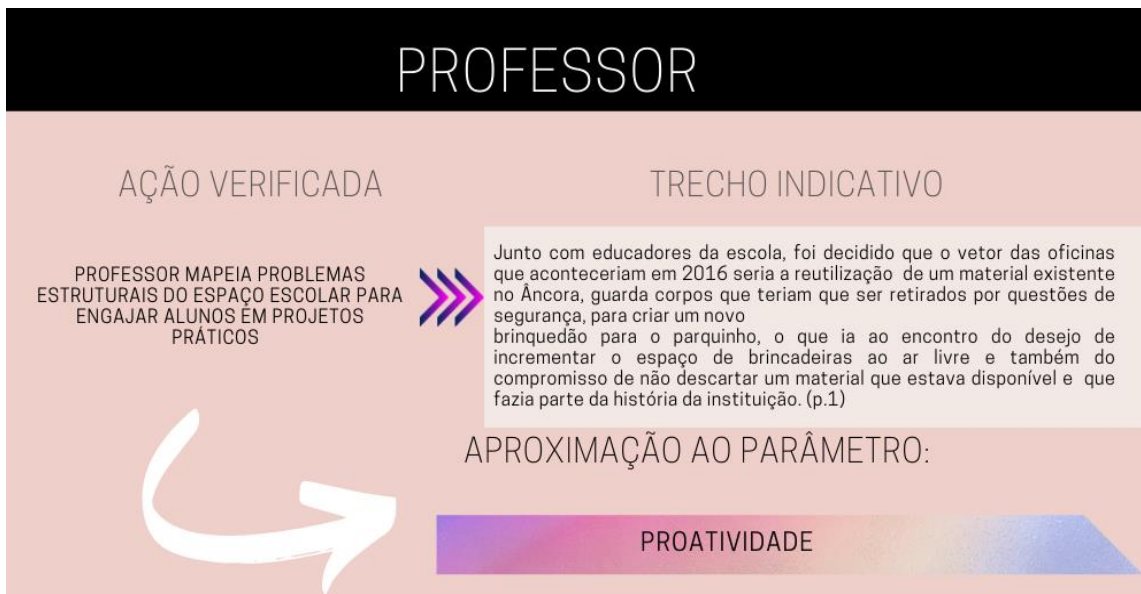
Fonte: Autora (2021).

Diagrama 27 - Ações verificadas no aluno (Relato de Experiência 5).



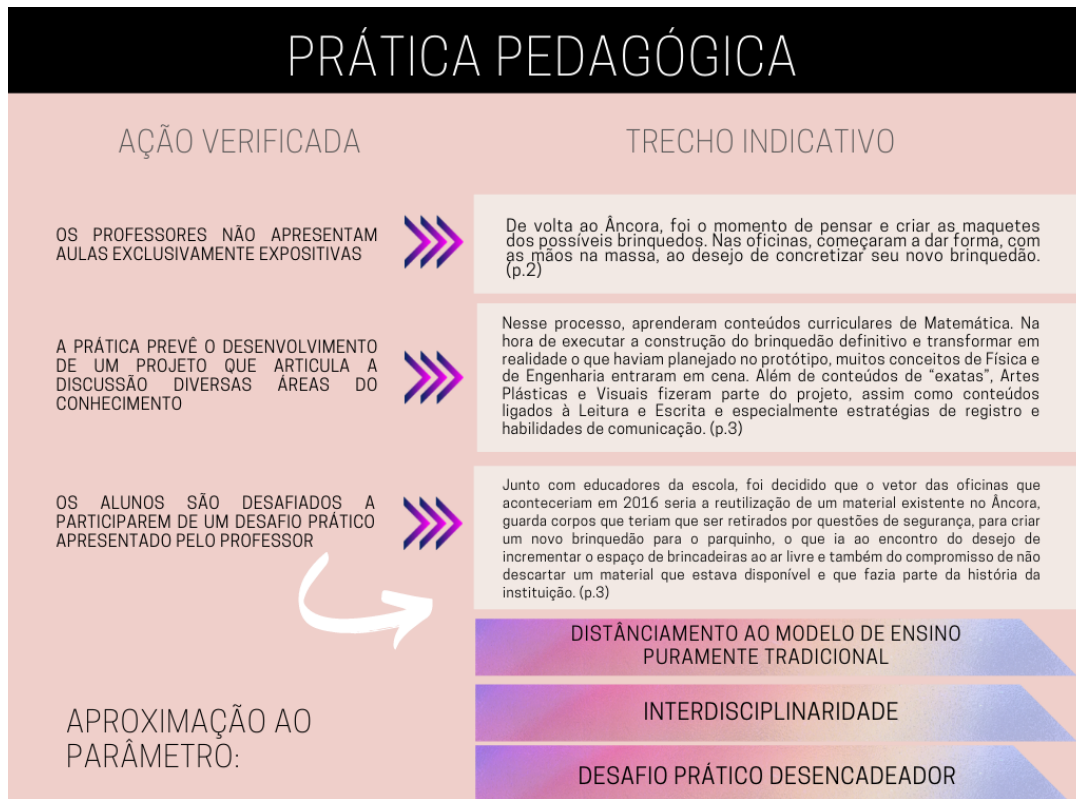
Fonte: Autora (2021).

Diagrama 28 – Ações verificadas no professor (Relato de Experiência 5).



Fonte: Autora (2021).

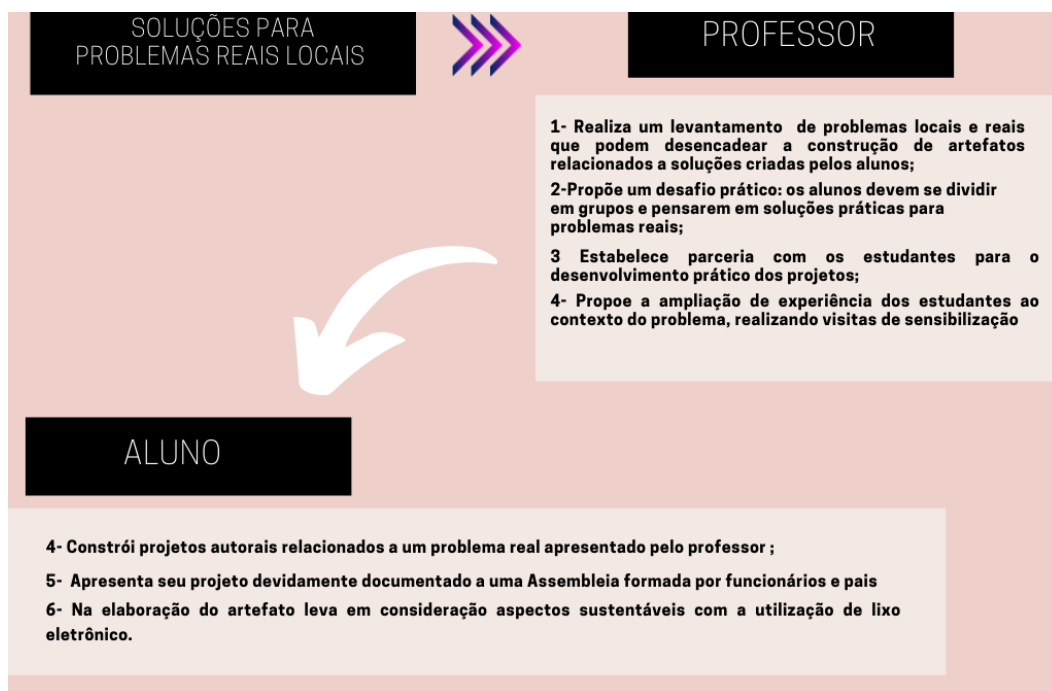
Diagrama 29 - Ações verificadas na prática pedagógica (Relato de Experiência 5).



Fonte: Autora (2021).

A atividade possui como fator desencadeador o mapeamento inicial dos professores de um problema prático real que está próximo aos estudantes.

Diagrama 30 - Diagrama geral da estratégia adotada pelo professor para desencadeamento das ações. (Relato de Experiência 5).



Fonte: Autora (2021).

5.6. RELATO DE EXPERIÊNCIA 6 - CULTURA MAKER E EDUCAÇÃO PARA O SÉCULO XXI: RELATO DE APRENDIZAGEM MÃO NA MASSA NO 6 ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL/INTEGRAL DO SESC LER GOIANA

Trata-se de uma atividade realizada com 22 alunos do 6º ano do ensino fundamental. A atividade foi planejada de forma conjunta entre a instrutora de informática da escola e os professores de matemática e português. Os docentes atuaram de forma integrada a partir de um tema norteador, com o objetivo de organizar em conjunto com os estudantes a segunda mostra de tecnologia da escola. O tema geral do evento foi a eletricidade, com foco no estudo sobre eficiência energética.

Foram oito encontros, divididos em quatro momentos. Inicialmente, os alunos participaram do momento de sensibilização. Nele, foram realizadas rodas de conversa, em que os estudantes dialogaram sobre quais percepções possuíam sobre o assunto, participaram de momentos de *brainstorm* (tempestade de ideias) e aulas expositivas, com a utilização de vídeos que tratavam sobre eficiência energética, boas práticas de uso de energia e fontes de energia renováveis. Os professores apresentaram aos alunos também uma cartilha com ilustrações sobre o tema, formulada especificamente para estudantes do ensino fundamental.

O segundo momento foi chamado pelos professores de contextualizador. Solicitaram aos estudantes que trouxessem de suas casas eletrodomésticos que utilizavam em casa. Em sala realizaram um levantamento de quanto tempo cada equipamento era utilizado usualmente na casa dos alunos. Os estudantes foram instruídos a observar a etiqueta de especificação dos equipamentos e a identificarem a potência de cada um. Anotados os dados, o professor de matemática explorou assuntos como unidades de medidas de tensão e potência elétrica, consumo dos eletrodomésticos, trabalhando grandezas de medidas e o cálculo de consumo.

No terceiro momento os professores promoveram ações para conscientização dos estudantes sobre o uso da energia, incentivando um repensar sobre o consumo consciente e seu impacto no meio ambiente. O assunto foi tratado por meio da produção de textos junto à professora de português. Os alunos produziram panfletos e cartazes, explorando diversos gêneros textuais. No quarto e último momento, os alunos tiveram como desafio a construção de maquetes.

Atuaram em grupos, explorando vários tipos de materiais para a construções de mini usinas hidrelétricas e turbinas eólicas. Os professores relataram que os alunos tiveram que lidar com diversos erros ao longo da montagem da maquete e que pensaram em soluções.

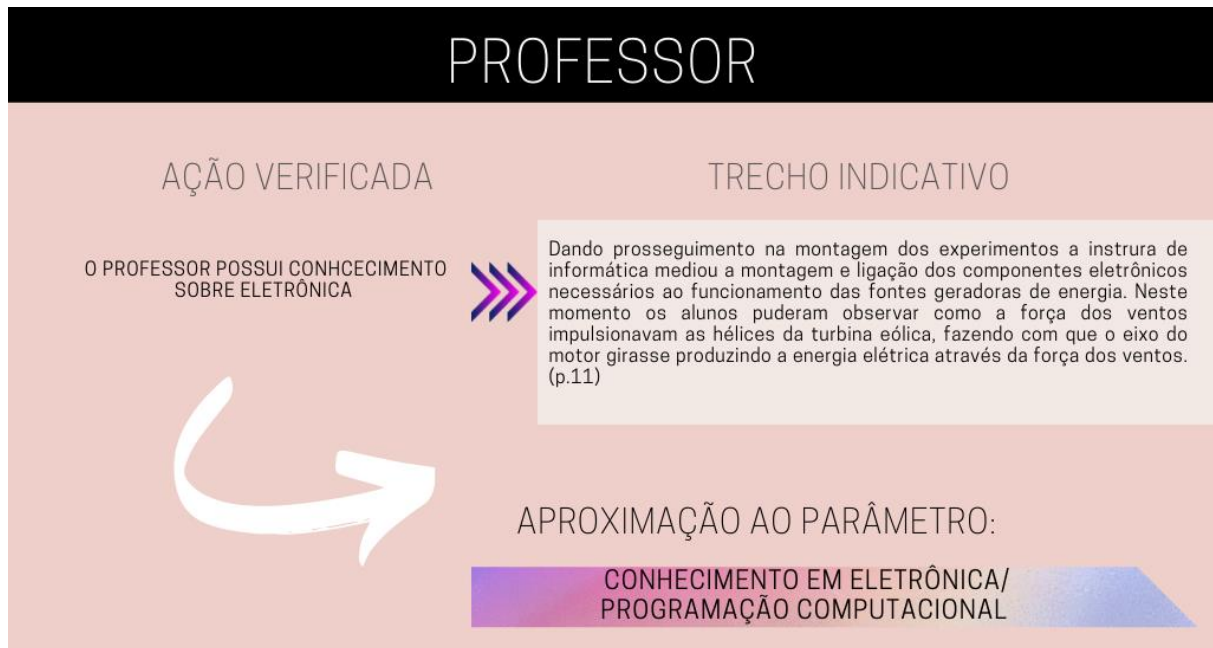
Ao analisarmos a prática observamos que os professores tiveram uma preocupação em escolher um tema norteador que pudesse integrar habilidades de áreas diferentes nos alunos, aproximando a prática de um contexto interdisciplinar. Os professores guiaram os estudantes ao longo de todo o processo, incentivando o diálogo e ações que promovessem a compreensão e apropriação dos conteúdos trabalhados. O tema trabalhado foi direcionado por conteúdos do currículo. Os alunos apresentaram suas concepções prévias, participaram de aulas expositivas para aprender sobre os conceitos científicos, refletiram sobre questões ambientais de forma contextualizada e a partir do conhecimento compreendido construíram maquetes. Não há relato sobre o uso de ferramentas de fabricação digital, visita a Fablabs, consulta dos alunos a informações na internet, ou se houve compartilhamento da experiência com pessoas de fora do ambiente escolar via redes sociais e fóruns. As maquetes foram construídas sob supervisão e ajuda dos professores.

Diagrama 31 - Ações verificadas no aluno (Relato de Experiência 6).



Fonte: Autora (2021).

Diagrama 32 - Ações verificadas no professor (Relato de Experiência 6).



Fonte: Autora (2021).

Diagrama 33 - Ações verificadas na prática pedagógica (Relato de Experiência 6).



Fonte: Autora (2021).

A seguir, apresentamos a síntese da estrutura da atividade. Nota-se que os professores possuem como objetivo principal trabalhar assuntos do currículo com os alunos e a partir disso propõem um desafio prático.

Diagrama 34 - Diagrama geral da estratégia adotada pelo professor para desencadeamento das ações. (Relato de Experiência 6).



Fonte: Autora (2021).

5.7. RELATO DE EXPERIÊNCIA 7 - DANÇA DOS ROBÔS: UMA ATIVIDADE NO MEIO ESCOLAR QUE INTEGRA ROBÓTICA E MOVIMENTO MAKER NA PERSPECTIVA DA APRENDIZAGEM CRIATIVA

A atividade foi realizada com um grupo de dez alunos do ensino fundamental de uma escola pública localizada na periferia de Porto Alegre. Os estudantes fazem parte de um grupo de robótica da escola chamado Lobóticos, que desenvolvem ações para participar de uma modalidade de competição de robótica conhecida como OnStage. O relato de experiência apresenta detalhes de como foi o processo de preparação e engajamento dos alunos para um campeonato que aconteceria na cidade de Rio Grande-RS. Os alunos escolheram músicas tradicionais gaúchas como tema norteador do projeto. O intuito era apresentar aspectos da cultura local, integrando música, caracterização dos robôs com roupas da região e cenário temático.

Durante o projeto os alunos tiveram que realizar pesquisas e pensar em soluções práticas para a criação dos robôs. Exploraram o uso da impressora 3D, aprenderam sobre modelagem 3D com o software Tinkercad e trabalharam em soluções com o uso da plataforma Arduino. Durante o relato os professores detalham sobre as dificuldades práticas que os alunos tiveram ao longo do processo e como conseguiram solucioná-las. O projeto inclui várias habilidades técnicas que ao longo do projeto foram sendo trabalhadas pelos alunos.

Ao analisarmos a prática, observamos que é uma atividade realizada fora de uma disciplina formal da escola. Os alunos possuem liberdade para escolher o tema norteador do projeto e possuem mais liberdade em criar suas próprias ideias. Trabalharam em grupos e demonstraram motivação e criatividade. A dança de robôs possui aproximação com elementos lúdicos. Os alunos utilizaram características de sua cultura local em suas criações e tiveram proatividade e resiliência para enfrentar os desafios práticos que envolviam conhecimentos específicos de programação computacional, eletrônica e habilidades nas áreas das artes. A atividade se aproxima de um ambiente interdisciplinar, pois indiretamente trabalharam-se conceitos de física, matemática, artes e música. Não foi citado se os alunos compartilharam suas ideias ou trocaram informações com demais entusiastas utilizando as redes sociais.

Diagrama 36 - Ações verificadas no aluno (Relato de Experiência 7).



Fonte: Autora (2021).

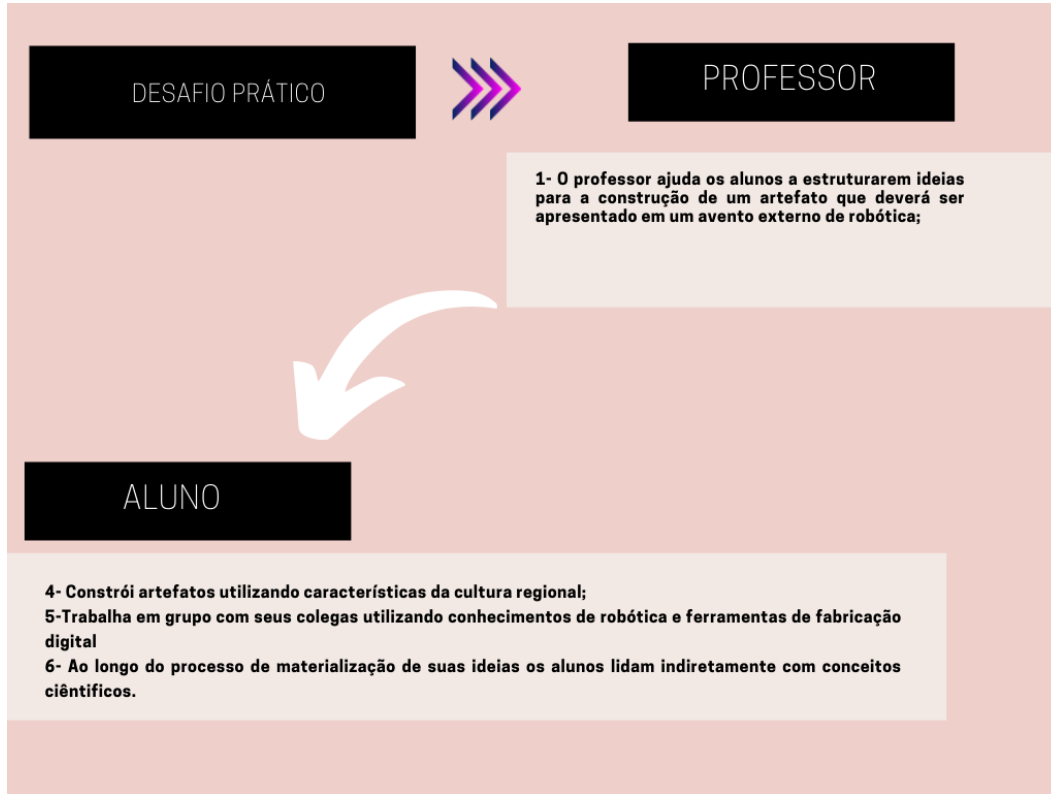
Diagrama 35 - Ações verificadas na prática pedagógica (Relato de Experiência 7).



Fonte: Autora (2021).

Na atividade, é interessante notar que os alunos possuem um grau de liberdade e autonomia maior do que as práticas anteriores descritas. O diagrama a seguir apresenta uma síntese das atividades:

Diagrama 37 - Diagrama geral da estratégia adotada pelo professor para desencadeamento das ações. (Relato de Experiência 7).



Fonte: Autora (2021).

5.8. RELATO DE EXPERIÊNCIA 8 - ARTICULAÇÕES ENTRE PRÁTICAS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL, ROBÓTICA E CULTURA MAKER NO CONTEXTO DAS AULAS DE LABORATÓRIO DE CIÊNCIAS

O trabalho trata de uma atividade realizada ao longo do segundo semestre de 2019, com oito turmas de ensino fundamental II de 6º ao 9º ano de uma escola municipal de Curitiba, Paraná. A atividade ocorreu em uma das três aulas semanais de ciências, realizada por duas pesquisadoras em conjunto com a professora da disciplina, com apoio da equipe pedagógica-administrativa e demais docentes da escola. A atividade teve como desafio mobilizar os estudantes sobre melhorias dos espaços da escola e as possibilidades de mudanças que poderiam ser feitas pelos próprios estudantes. Para isso, os alunos realizaram rodas de conversa e visitaram os espaços da escola para identificar locais propícios a ações de melhoria. Após discussões iniciais, os alunos sugeriram que fosse realizado o plantio de plantas ornamentais e de consumo alimentício, comprometendo-se em executar tal tarefa. Ao longo das aulas de ciências as professoras discutiram sobre o consumo responsável de alimentos, alimentação saudável e a geração de resíduos decorrentes do consumo de alimentos industrializados. Os alunos, mobilizados pelas discussões, apontaram a necessidade de reaproveitar os resíduos dos lanches servidos na escola, tanto recicláveis quanto orgânicos. Os professores, em conjunto com os estudantes, construíram mini composteiras.

Em seguida, todos trabalharam em conjunto para fazer parcerias com empresas para doação de mudas e hortaliças para a horta que implementariam. Nesse processo, os alunos participaram de oficinas sobre técnicas de horticultura, realizaram pesquisas em meio eletrônico e na biblioteca escolar sobre o tema. Os alunos, sob supervisão dos professores, construíram a horta com sucesso no quintal da escola. Utilizaram a tecnologia para identificar o nome científico de cada planta a partir de um código QR que direcionava para um blog criado pela professora de ciências, atualizado pelos alunos. Após a implementação da horta, os alunos sugeriram que fosse criado um sistema de irrigação automático. Para isso, contataram uma empresa que os ajudassem a pensar em alguma solução. Juntos criaram um sistema de irrigação com a utilização da plataforma Arduino, sensores de luminosidade, umidade e temperatura, instalados no solo. O sistema foi construído para ser controlado por um aplicativo no celular.

Ao analisarmos a atividade observamos que, mesmo atrelado ao conteúdo formal do currículo, os alunos tiveram liberdade para atuar com ideias autorais que faziam parte do seu contexto. Em uma espécie de parceria, alunos e professores se engajaram na construção de uma solução para melhoria do colégio. A atividade contemplou discussões sobre consumo

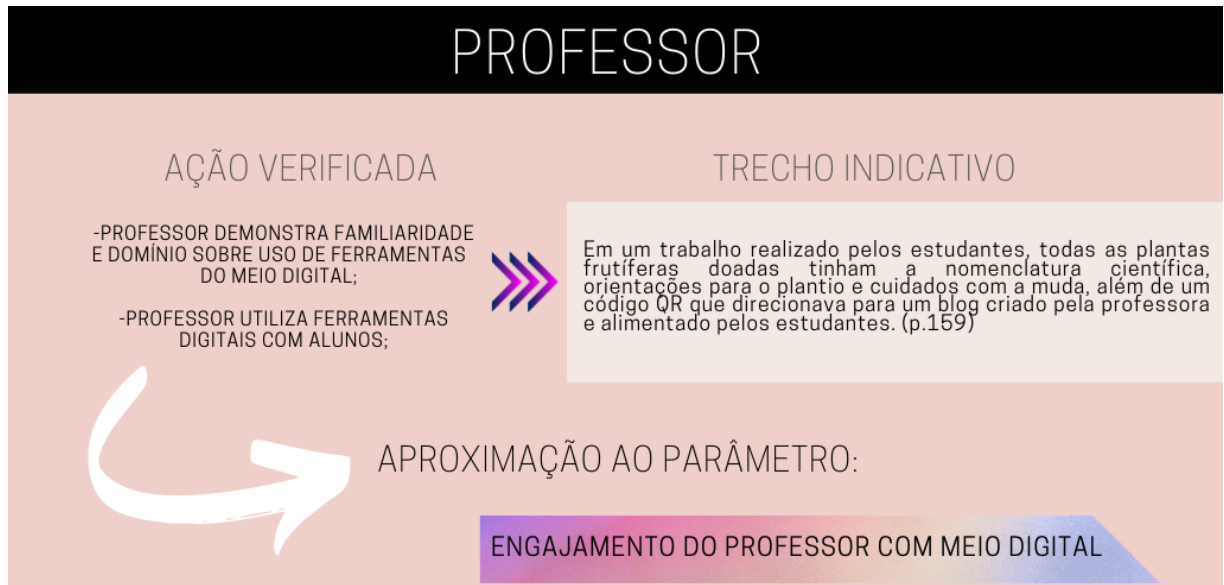
consciente, pesquisa sobre métodos de plantio e compostagem. Não se limitou apenas na interação entre alunos e professor, mas agregou diversos outros públicos, como funcionários da escola, parceiros de empresas e outros docentes. É possível observar uma aproximação da professora com tecnologia digital, pois teve a iniciativa de criar um blog para compartilhar em conjunto com os alunos as informações do projeto. Os estudantes trabalharam em grupos, tiveram que lidar com habilidades relacionadas à resolução de problemas com o uso da tecnologia, conhecendo mais sobre a plataforma Arduino e também sobre a identificação das plantas com QR code. Na atividade, os alunos não utilizaram ferramentas de fabricação digital nem visitaram algum Fablab.

Diagrama 38 - Ações verificadas no aluno (Relato de Experiência 8).



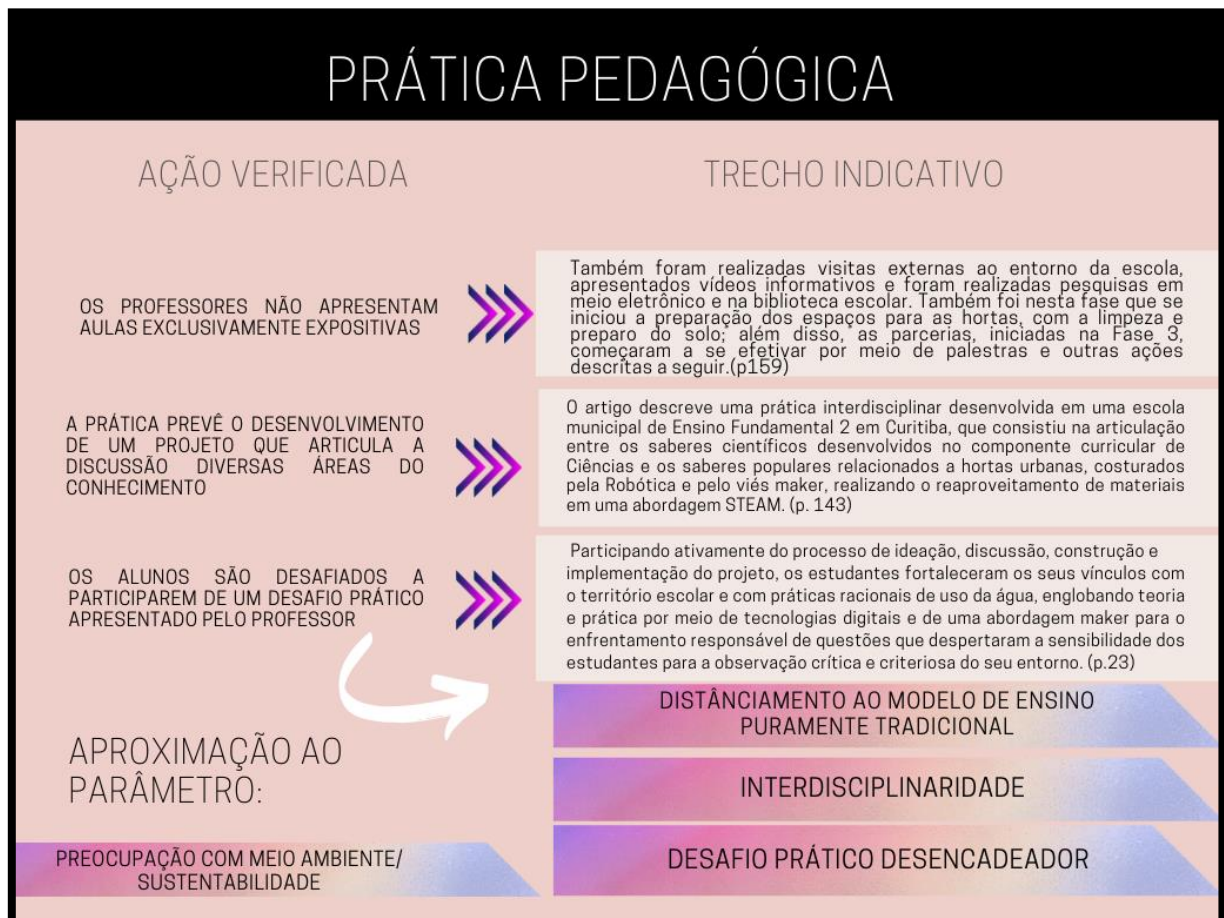
Fonte: Autora (2021).

Diagrama 39 - Ações verificadas no professor (Relato de Experiência 8).



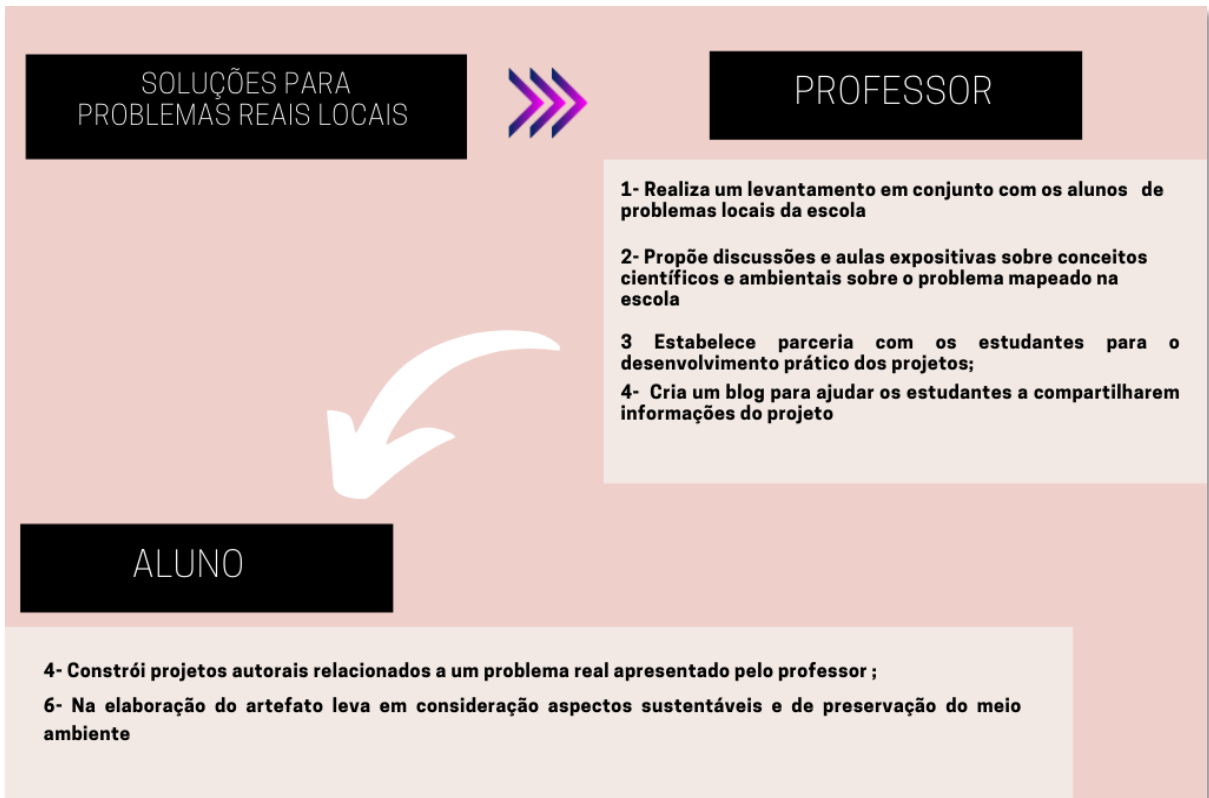
Fonte: Autora (2021).

Diagrama 40 - Ações verificadas na prática pedagógica (Relato de Experiência 8).



Fonte: Autora (2021).

Diagrama 41 - Diagrama geral da estratégia adotada pelo professor para desencadeamento das ações. (Relato de Experiência 8).



Fonte: Autora (2021).

5.9. RELATO DE EXPERIÊNCIA 9 - CULTURA MAKER E ROBÓTICA SUSTENTÁVEL NO ENSINO DE CIÊNCIAS: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA COM ALUNOS DO ENSINO FUNDAMENTAL

O relato de experiência apresenta uma prática realizada com trinta alunos de 6º ano do ensino fundamental, nas aulas de ciências, de uma escola localizada em Fortaleza-CE. O objetivo da atividade foi apresentar aos alunos inicialmente a problemática relacionada ao acúmulo e descarte inadequado de lixo, com ênfase no aumento das tecnologias digitais e a produção de lixo eletrônico. Diante desse contexto, foi solicitado aos alunos que trouxessem de suas casas alguns tipos de eletrônicos que tivessem com defeito ou sem utilidade.

O professor apresentou aos alunos alguns conceitos básicos sobre eletricidade, tais como corrente, resistência, potência e diferença de potencial e circuitos elétricos. Após os alunos terem noções básicas do tema, a sala foi dividida em grupos e, sob orientação do professor, construíram um carrinho utilizando material reaproveitado acionado por sensores de luminosidade.

Ao observarmos a prática, notamos que o professor apresenta uma problemática inicial, pautada no acúmulo de lixo eletrônico. Para aproximar os alunos da temática solicitou que procurassem em suas casas eletrônicos não utilizados. A partir disso, apresentou aos estudantes os conceitos de eletrônica básica que estão no currículo. Os alunos trabalharam em grupos e construíram artefatos de um modelo pré-desenvolvido pelo professor, que utilizava lixo eletrônico. A construção do artefato dialogou com os conceitos de eletrônica que viram anteriormente com o professor. Os alunos não utilizaram internet na atividade nem ferramentas de fabricação digital. A atividade apresenta coerência entre as etapas, parte de um problema, aproxima-se do cotidiano dos alunos, apresenta formalmente conceitos relacionados ao tema e propõe uma atividade prática.

Diagrama 42 - Ações verificadas no aluno (Relato de Experiência 9).



Fonte: Autora (2021).

Diagrama 43 - Ações verificadas no professor (Relato de Experiência 9).



Fonte: Autora (2021).

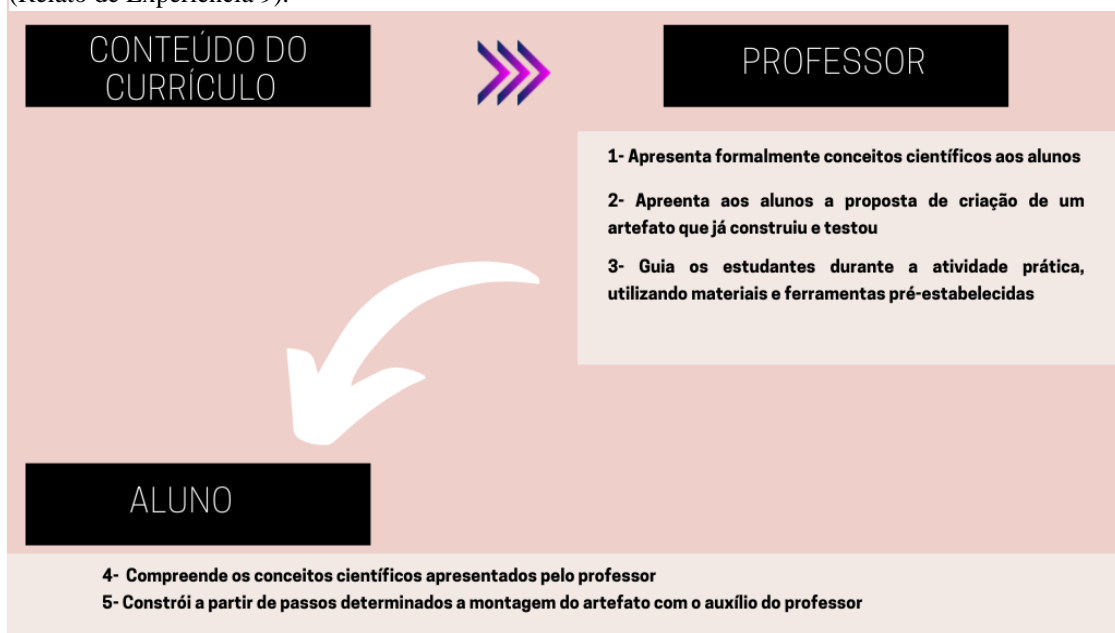
Diagrama 44 - Ações verificadas na prática pedagógica (Relato de Experiência 9).



Fonte: Autora (2021).

Observamos que a atividade parte de um conteúdo do currículo. As atividades podem ser sintetizadas da seguinte forma:

Diagrama 45 - Diagrama geral da estratégia adotada pelo professor para desencadeamento das ações. (Relato de Experiência 9).



Fonte: Autora (2021).

5.10. RELATO DE EXPERIÊNCIA 10 - IMPRESSÃO 3D COMO RECURSO PARA O DESENVOLVIMENTO DE MATERIAL DIDÁTICO: ASSOCIANDO A CULTURA MAKER À RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

A presente prática foi realizada com alunos do 2º ano do Ensino Médio de uma escola que oferece ensino integral profissionalizante. Os estudantes que participaram da atividade cursavam a disciplina obrigatória “Intervenção Comunitária”. Reunidos em grupos foram direcionados pelo professor em uma proposta didática que utilizou a metodologia conhecida como Design Thinking para identificar e propor soluções práticas para problemas reais da comunidade. A problemática identificada pelos estudantes foi a falta de laboratórios de ciências em escolas públicas. Juntos discutiram soluções. Perceberam que a escola havia adquirido uma impressora 3D e que a ferramenta estava sem uso, mas poderia ser útil para criar materiais didáticos. Visitaram uma escola de ensino fundamental e dialogaram com a coordenação sobre as possibilidades de implementação de uma parceria, comprometendo-se com a criação de materiais didáticos para o ensino de ciências.

Na fase de execução do projeto, os alunos em conjunto com o professor da disciplina analisaram livros didáticos pertinente às séries do ensino fundamental e escolheram alguns conteúdos que iriam ser trabalhados no projeto prático. Alguns dos conteúdos escolhidos foram: DNA, partes do corpo humano, células animal e vegetal e sistema esquelético. Buscaram em repositórios na internet modelos tridimensionais já existentes para a construção dos materiais. Na fase final, os alunos entregaram os materiais didáticos na escola parceira.

Ao analisarmos a atividade notamos que o modelo prioriza a participação dos estudantes em todo o processo de ensino e o professor é o responsável em direcionar os estudantes diante das etapas de implementação do Design Thinking, afastando-se de um modelo curricular tradicional com aulas estritamente expositivas. O relato de experiência apresenta que os estudantes se sentiram motivados e engajados, principalmente quando puderam observar suas ideias sendo concretizadas para a solução do problema com o uso da impressora 3D. Ao longo da atividade verificamos que os alunos trabalharam com habilidades relacionadas à pesquisa de informações em sites de busca na internet, porém o relato não traz indícios de que os estudantes compartilharam ou sanaram dúvidas em alguma comunidade online. Não foi possível compreender com o relato como foi o processo de utilização da impressão 3D, quais os desafios técnicos e de gerenciamento de tempo.

O relato de experiência não evidencia como os alunos aprenderam a manipular a impressora 3D e como foi o processo de construção dos artefatos. A seguir apresentamos os diagramas de análise da prática.

Diagrama 46 - Ações verificadas no aluno (Relato de Experiência 10).



Fonte: Autora (2021).

Diagrama 47 - Ações verificadas no professor (Relato de Experiência 10).



Fonte: Autora (2021).

Diagrama 48 - Ações verificadas na prática pedagógica (Relato de Experiência 10).



Fonte: Autora (2021).

5.11. RELATO DE EXPERIÊNCIA 11 - COMO ENGAJAR ESTUDANTES DAS SÉRIES INICIAIS (5º ANO) A DESENVOLVER O PENSAMENTO MATEMÁTICO UTILIZANDO ROBÓTICA E APRENDIZAGEM MAKER

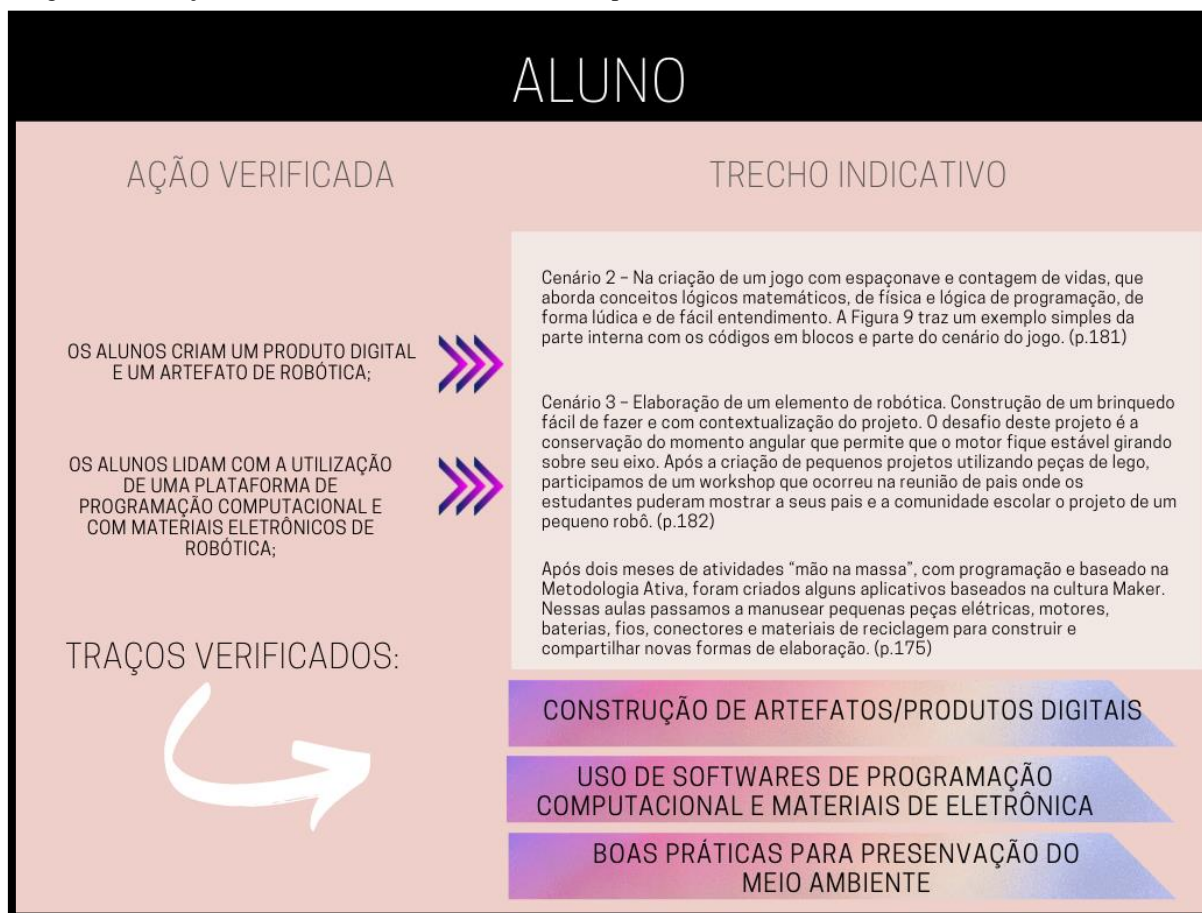
O presente relato de experiência apresenta uma atividade que foi realizada com alunos do 5º ano do ensino fundamental. O objetivo dos professores, embasados na cultura maker, era incentivar e relacionar a aprendizagem matemática com o uso do Pensamento Computacional por meio da manipulação do software *Scratch* e da criação de um artefato robótico feito pelos estudantes. No documento não é possível verificar se a atividade foi implementada em uma escola pública ou privada.

Os estudantes inicialmente atuaram na criação de um jogo utilizando o software *Scratch*. O jogo baseava-se em uma espaçonave que desviava de obstáculos e apresentava a contagem de vidas no ambiente virtual. O intuito era abordar conceitos de lógica matemática, de física e programação de forma lúdica e divertida com os estudantes. Em seguida, foi proposto que criassem um artefato robótico. Tratava-se da construção de um brinquedo feito com peças de lego e componentes eletrônicos. Segundo os autores, o desafio prático do projeto relacionava-se à conservação do momento angular que permite que o motor fique estável girando em seu próprio eixo. Após a criação do brinquedo que se caracterizava por um robô, os alunos participaram de um workshop que ocorreu durante uma reunião de pais. Os alunos mostraram seus projetos a seus pais e para as demais pessoas da comunidade escolar. Os autores citam que durante a atividade utilizam a ferramenta virtual QUIZZ com os alunos. Essa ferramenta possibilitou que os estudantes respondessem perguntas sobre conceitos básicos matemáticos utilizando os computadores da sala de informática.

Ao analisarmos o relato de experiência percebemos que o objetivo dos professores era abordar alguns conceitos matemáticos levando em consideração a Aprendizagem Maker. Alguns indícios dessa aproximação ficaram evidentes quando os professores apresentaram aos alunos uma problematização que considerou a construção de um produto digital, no caso um jogo feito pela plataforma *Scratch* e de um artefato robótico. Nesse processo, os autores narram que objetivavam a motivação dos estudantes na proposta. No relato fica subentendido que a escolha do jogo construído e do artefato foram previamente escolhidos pelos professores. A escolha pela Plataforma *Scratch* possibilitou que os alunos tivessem contato com noções de lógica de programação computacional e, por características da própria ferramenta, tivessem possibilidade de compartilhar seus resultados com uma comunidade online que utiliza essa mesma ferramenta em seus projetos.

No relato não é citado se os alunos utilizaram os recursos da internet para consulta de informações acerca do projeto. Na prática o professor é o responsável em direcionar os alunos ao longo da atividade, possuindo indícios de familiaridade com as ferramentas utilizadas pelos alunos em sala de aula. No relato, não é citado se foi considerado ou houve alguma discussão sobre boas práticas em relação à preservação do meio ambiente ao longo dos projetos. A seguir, apresentamos os diagramas de análise da atividade.

Diagrama 49 - Ações verificadas no aluno (Relato de Experiência 11).



Fonte: Autora (2021).

Diagrama 50 - Ações verificadas no aluno (Relato de Experiência 11).



Fonte: Autora (2021).

Diagrama 51 - Ações verificadas no professor (Relato de Experiência 11).



Fonte: Autora (2021).

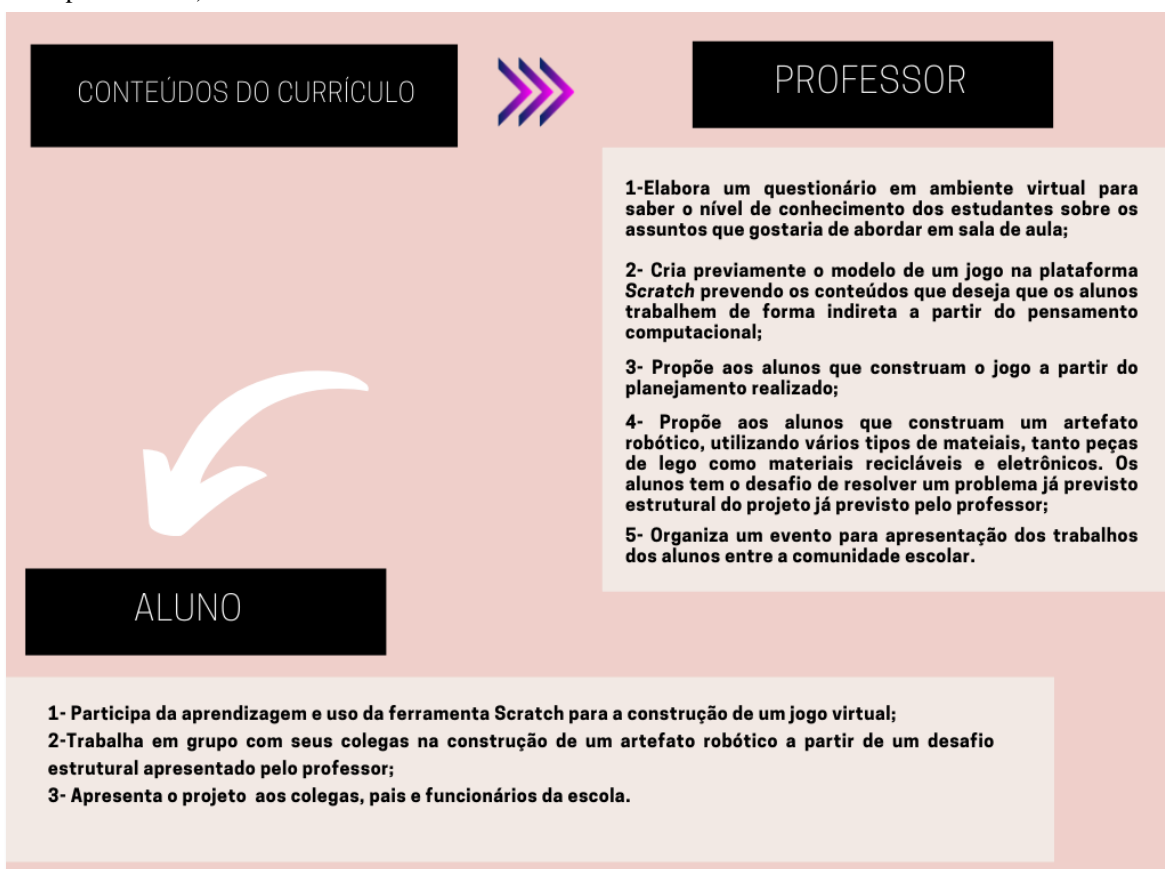
Diagrama 52 - Ações verificadas na prática pedagógica (Relato de Experiência 11).



Fonte: Autora (2021).

Ao analisarmos a estrutura da prática relatada percebemos que os professores estabeleceram inicialmente alguns parâmetros de conteúdos curriculares que gostariam de abordar de forma indireta com os alunos ao longo das atividades. Isso fica evidente, pois os alunos responderam questionários com questões objetivas na plataforma QUIZZIZ antes, durante e depois da atividade. Dessa forma, inicialmente o professor estabeleceu em seu planejamento os conteúdos de matemática a serem trabalhados, em seguida buscou formas para que pudesse utilizar o pensamento computacional no processo de compreensão dos estudantes por meio da plataforma Scratch. Os professores não realizaram aulas expositivas. Elaboraram previamente o modelo de um jogo e apresentaram aos estudantes. Os alunos puderam construir o jogo escolhendo seus personagens e cenários. A segunda parte da atividade foi a produção de um artefato robótico com o uso de peças de Lego e diversos materiais recicláveis e de eletrônica. Novamente, a escolha do projeto parte dos professores. Por último, existe a apresentação dos projetos para os pais e a comunidade escolar. A seguir, apresentamos uma síntese da estrutura didática verificada:

Diagrama 53 - Diagrama geral da estratégia adotada pelo professor para desencadeamento das ações. (Relato de Experiência 11).



Fonte: Autora (2021).

5.12. RELATO DE EXPERIÊNCIA 12 - CLUBE DA LUA: O CLUBE DE ASTRONOMIA DE CRIANÇAS DOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

O presente relato de experiência apresenta uma série de atividades que foram realizadas em um clube de ciências, com vinte alunos do 3º ano do ensino fundamental de uma escola pública. As atividades do clube tinham duração de 1h e não ocorriam no período de aula dos estudantes. A participação era feita de forma voluntária e mediada por uma professora externa e uma estagiária. O clube de ciências tinha como foco abordar conceitos de Astronomia e Astronáutica visando a alfabetização científica dos estudantes, permeada pela cultura maker. Ao total foram 30h de atividades realizadas no segundo semestre de 2018.

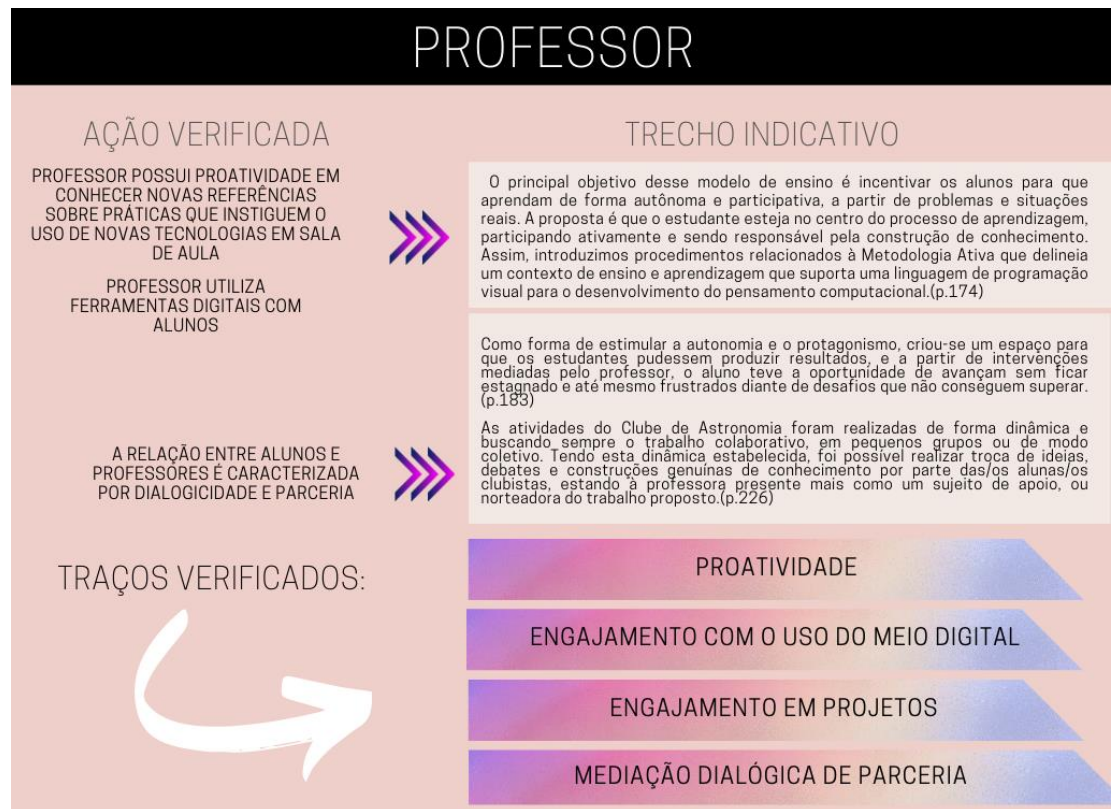
Dentre as atividades descritas estava a construção e lançamento de foguetes de garrafa pet. Os alunos utilizaram os recursos da internet para buscarem referências de projetos de foguetes nos buscadores: Google, Youtube e Pinterest. Os alunos trabalharam em grupo para escolha do projeto a ser construído. Ao longo das atividades implementadas houve também a instalação de um Mural com curiosidades para que os alunos compartilhassem experiências das atividades do clube com a comunidade escolar. Os alunos, ao longo das atividades, também criaram um Blog do grupo. O relato de experiência cita que os estudantes tiveram a oportunidade de desenvolver atividades para construção de maquetes e representações artísticas. Não é citado o uso de ferramentas de fabricação digital nem de componentes eletrônicos. São utilizados materiais de baixo custo e recicláveis, porém no relato não é citado se foram discutidas questões de bom uso dos materiais e ferramentas visando a sustentabilidade e preservação do meio ambiente. A escola cedeu um dos espaços do muro para que o grupo de estudantes pudessem representar os conhecimentos abordados durante os encontros do clube. Por último, as autoras citam que os estudantes visitaram alguns locais de divulgação científica, como um planetário.

Diagrama 54 - Ações verificadas no aluno (Relato de Experiência 12).



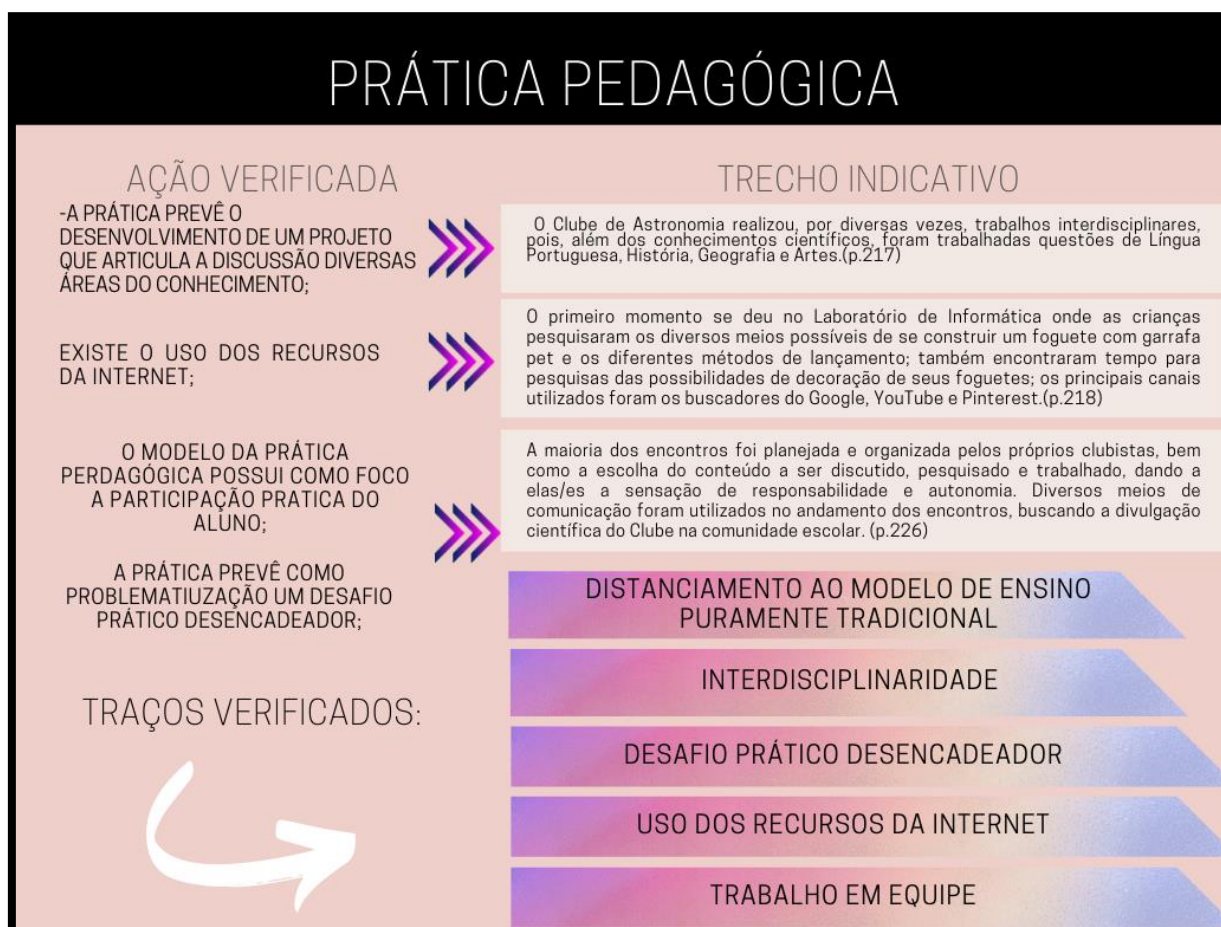
Fonte: Autora (2021).

Diagrama 55 - Ações verificadas no professor (Relato de Experiência 12).



Fonte: Autora (2021).

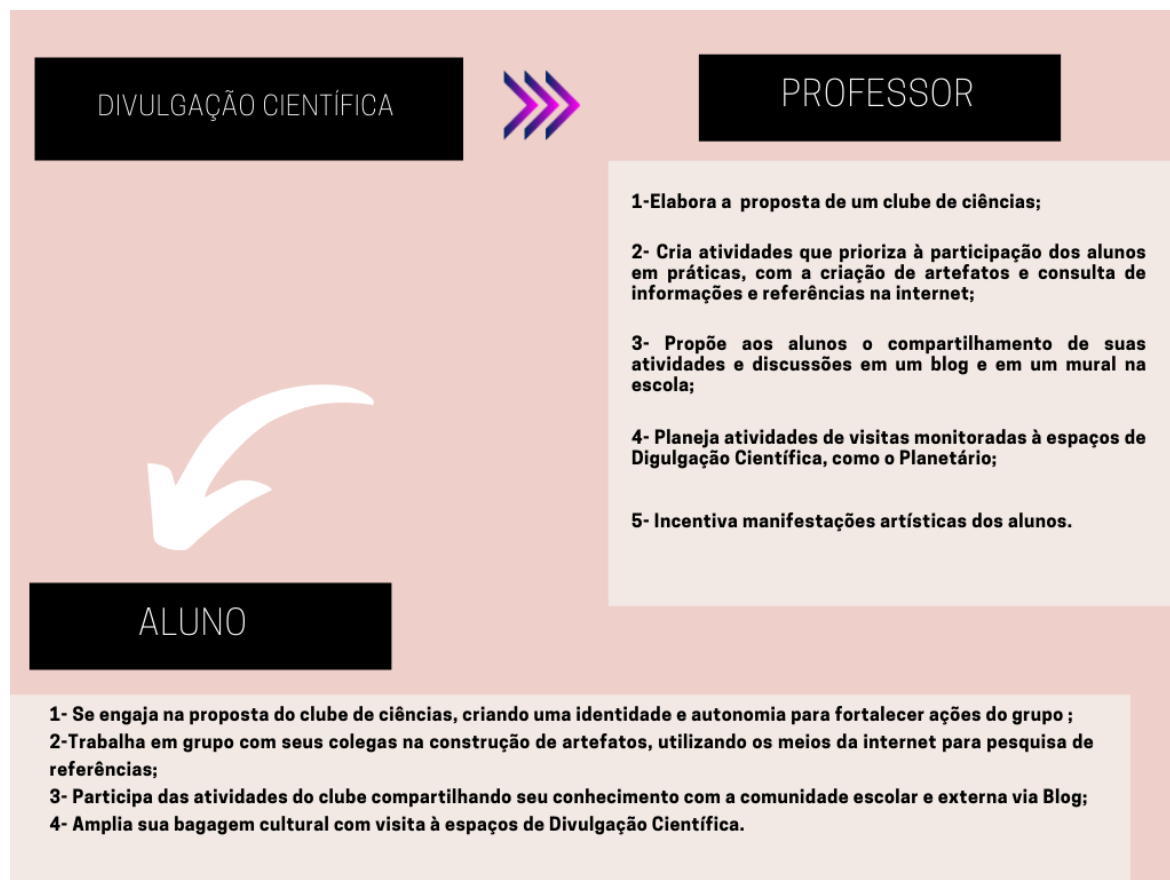
Diagrama 56 - Ações verificadas na prática pedagógica (Relato de Experiência 12).



Fonte: Autora (2021).

A seguir apresentamos a estrutura da experiência analisada. Nela notamos que o objetivo central e inicial das professoras era realizar atividades de divulgação científica com foco em astronomia.

Diagrama 57 - Diagrama geral da estratégia adotada pelo professor para desencadeamento das ações. (Relato de Experiência 12).



Fonte: Autora (2021).

5.13. RELATO DE EXPERIÊNCIA 13 - ECO-MAKER: DEIXANDO UM LEGADO NA HORTA DA E.M.E.F. PROFESSORA “SOFIA IMBIRIBA” SANTARÉM –PA (BRASIL)

A atividade foi realizada com alunos do 5º ano do ensino fundamental de uma escola pública no Pará. No relato de experiência os autores narram que o objetivo da atividade era incentivar a cultura Maker entre os alunos a partir da implementação de uma horta comunitária na escola. Os professores inicialmente tiveram um momento de conversa com os alunos sobre o que é cultura maker, os alunos interagiram bastante durante a conversa. Em seguida, assistiram um desenho animado a respeito de alimentação saudável e houve um momento de explicação mais formal sobre horta orgânica, o processo de plantação e como as hortaliças chegam na merenda escolar. Depois disso, os alunos foram desafiados a ajudar na plantação de hortaliças e na pintura da estrutura da horta. Ao analisarmos essa prática observamos que os professores têm a preocupação em incentivar a participação dos alunos. Iniciam apresentando os conteúdos, utilizando recursos como vídeos e incentivando os alunos a representarem aquilo que compreenderam por meio da escrita e de atividades artísticas. Os alunos durante a atividade não utilizam os recursos da internet ou qualquer recurso digital. A seguir observamos os quadros analíticos para essa prática.

Diagrama 58 - Ações verificadas no aluno (Relato de Experiência 13).



Fonte: Autora (2021).

Diagrama 59 - Ações verificadas no professor (Relato de Experiência 13).



Fonte: Autora

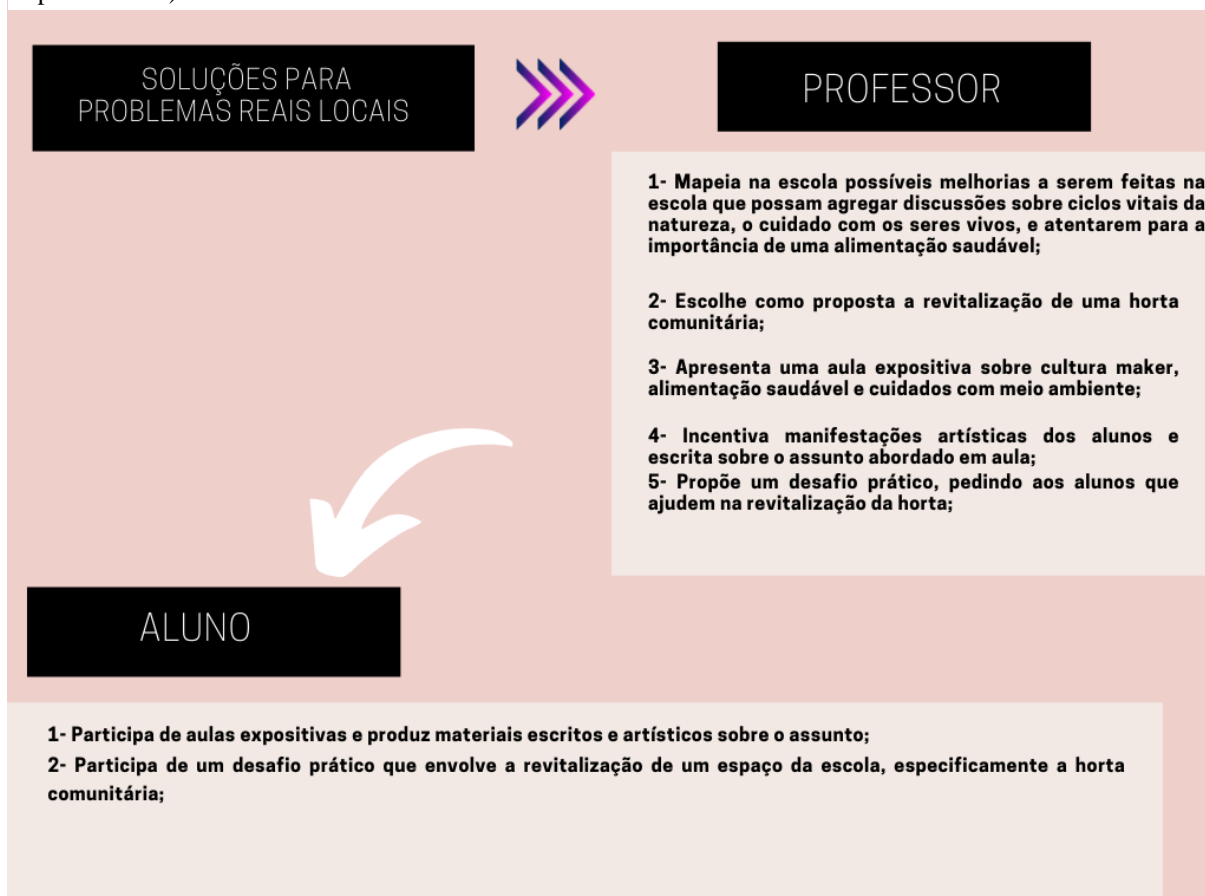
Diagrama 60 - Ações verificadas na prática pedagógica (Relato de Experiência 13).



Fonte: Autora (2021).

A seguir, apresentamos uma síntese das atividades desenvolvidas.

Diagrama 61 - Diagrama geral da estratégia adotada pelo professor para desencadeamento das ações. (Relato de Experiência 13).



Fonte: Autora (2021).

5.14. RELATO DE EXPERIÊNCIA 14 - CULTURA MAKER NA EDUCAÇÃO ATRAVÉS DO SCRATCH VISANDO O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL DOS ESTUDANTES DO 5º ANO DA ESCOLA BASE RURAL DA CIDADE DE OLINDA -PE

Esta prática foi implementada em uma escola rural na cidade de Olinda-PE com alunos do 5º ano do Ensino Fundamental durante a disciplina de Ciências. O objetivo central da atividade era promover a reflexão dos estudantes sobre o lixo, tendo como problemática central a poluição da natureza. O relato de experiência explica que os estudantes tiveram como desafio produzir jogos utilizando a plataforma de programação em blocos Scratch. Para essa tarefa, trabalharam em grupos e utilizaram a sala de informática. A escola possui uma sala de informática, porém não possui aulas específicas para uso dos computadores. O uso da sala pelos alunos é realizado sob supervisão de forma agendada. Não foi explicitado no relato de experiência se os alunos tiveram aulas expositivas sobre o assunto antes de utilizarem a ferramenta Scratch, porém os autores narram que a atividade levou em consideração os conhecimentos prévios dos alunos acerca do meio ambiente e da prática que possuem no campo, realidade que vivem em sua região. Nesse contexto, os autores afirmam que:

Proporcionar a cultura maker para os estudantes da escola do campo através da linguagem de programação visual Scratch é um avanço no desenvolvimento cognitivo desses estudantes, pois estão aprendendo outras linguagens, outros universos, estimulando a construção de conhecimento, a interdisciplinaridade, a ludicidade, criatividade e o trabalho colaborativo, contribuindo para uma formação escolar mais autônoma. Assim, esperamos confirmar todas essas contribuições que o scratch pode proporcionar no ambiente escolar do campo nesta pesquisa. (VIEIRA e SEBBATINI, p.47, 2020)

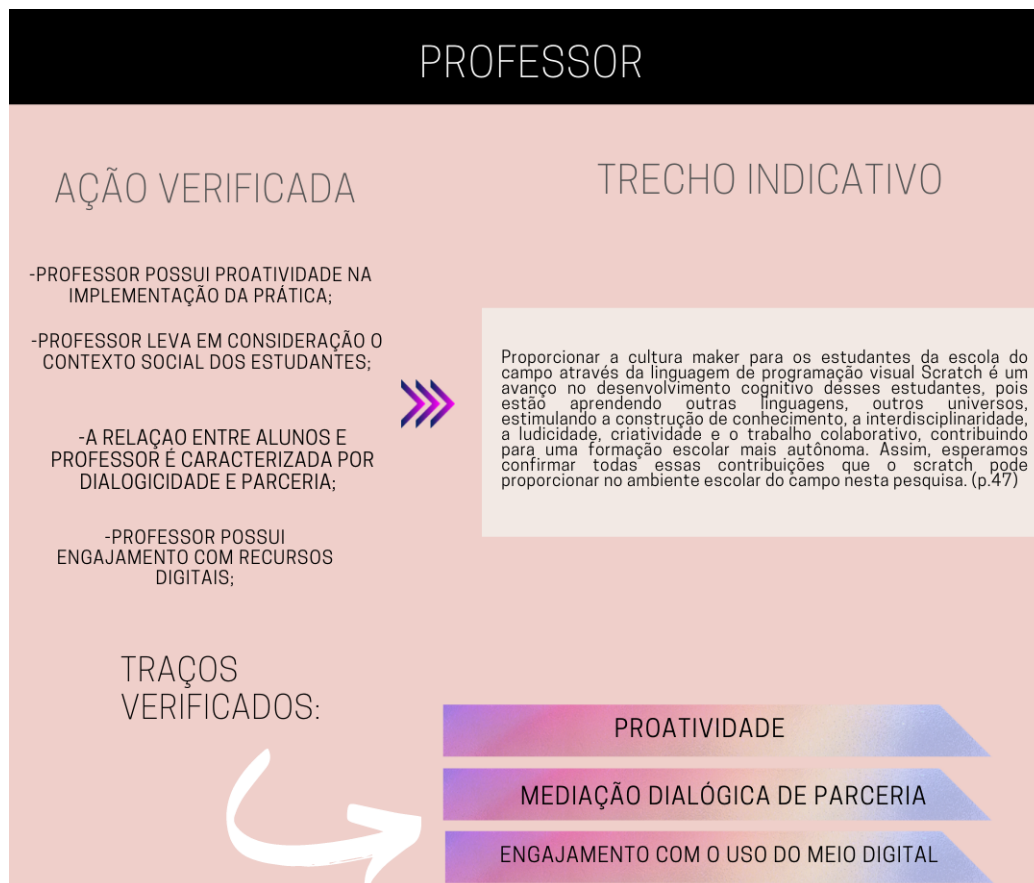
Ao analisarmos a prática observamos que o objetivo dos autores é abordar um conteúdo do currículo levando em consideração o contexto em que os alunos estão inseridos, com a preocupação em incluir em sua bagagem cultural os meios digitais e o pensamento computacional. A relação dos alunos com o professor traz indícios de dialogicidade e parceria. Os alunos durante a prática utilizam os recursos da plataforma Scratch de forma criativa, produzindo seus próprios jogos sobre o assunto. Na prática, o desenvolvimento do jogo é livre e não previamente estabelecidas pelo professor. A seguir apresentamos as tabelas analíticas.

Diagrama 62 - Ações verificadas no aluno (Relato de Experiência 14).



Fonte: Autora (2021).

Diagrama 63 - Ações verificadas no professor (Relato de Experiência 14).



Fonte: Autora (2021).

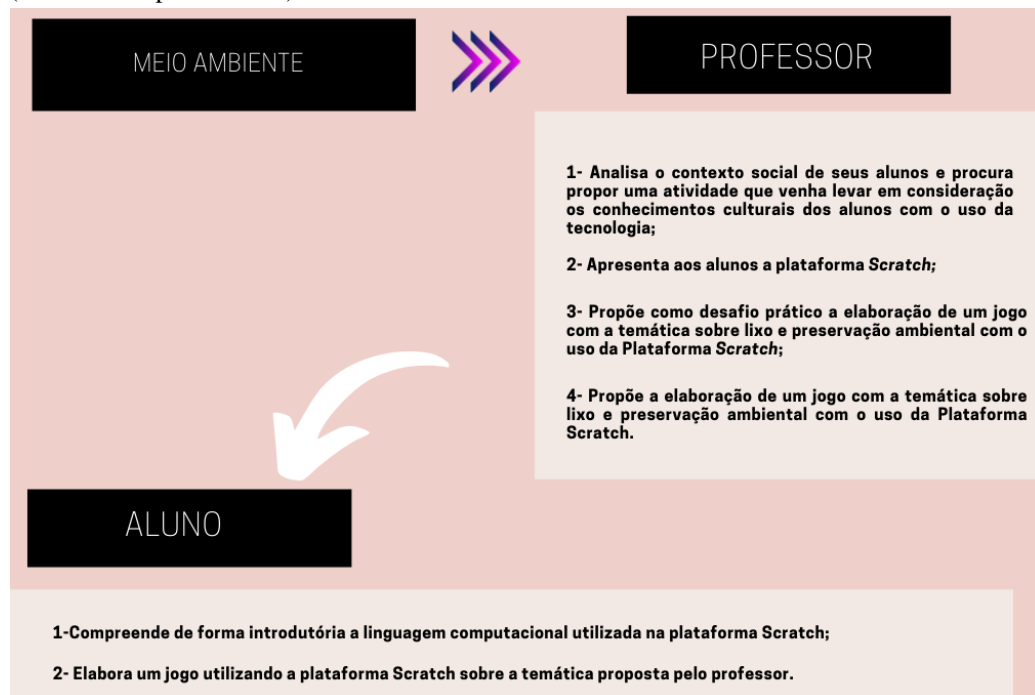
Diagrama 64 - Ações verificadas na prática pedagógica (Relato de Experiência 14).



Fonte: Autora (2021).

A síntese das atividades é apresentada a seguir.

Diagrama 65 - Diagrama geral da estratégia adotada pelo professor para desencadeamento das ações. (Relato de Experiência 14).



Fonte: Autora (2021).

5.15. RELATO DE EXPERIÊNCIA 15 - ESTAÇÃO METEOROLÓGICA PORTÁTIL COM CULTURA MAKER INTERDISCIPLINAR PARA ENSINO DE FÍSICA E PROGRAMAÇÃO DE COMPUTADORES

Esta prática foi realizada com alunos do 2º ano do Ensino Médio que cursam Técnico em Eletrônica pelo Instituto Federal do Amazonas. A proposta da atividade era utilizar a cultura maker como forma de facilitar o aprendizado dos alunos em Física e programação computacional. Para isso, os professores produziram um experimento utilizando a plataforma Arduino e componentes eletrônicos. O experimento caracterizava-se por uma Estação Meteorológica Portátil. Segundo os autores, os alunos assistiram uma aula expositiva de Física online e tinham como desafio montar o experimento em suas casas. O roteiro para que os alunos montassem os experimentos estava em vídeos disponibilizados no Youtube. Os alunos realizaram as atividades em grupo de forma remota. Ao analisarmos a prática verificamos que os professores tinham conhecimentos sobre uso de eletrônica e programação computacional e demonstraram proatividade em sair de aulas exclusivamente expositivas. Os alunos tiveram a oportunidade de trabalhar em grupos e utilizar os recursos digitais como a plataforma do Youtube. A seguir, apresentamos os diagramas.

Diagrama 66 - Ações verificadas no aluno (Relato de Experiência 15).



Fonte: Autora (2021).

Diagrama 67 - Ações verificadas no professor (Relato de Experiência 15).



Fonte: Autora (2021).

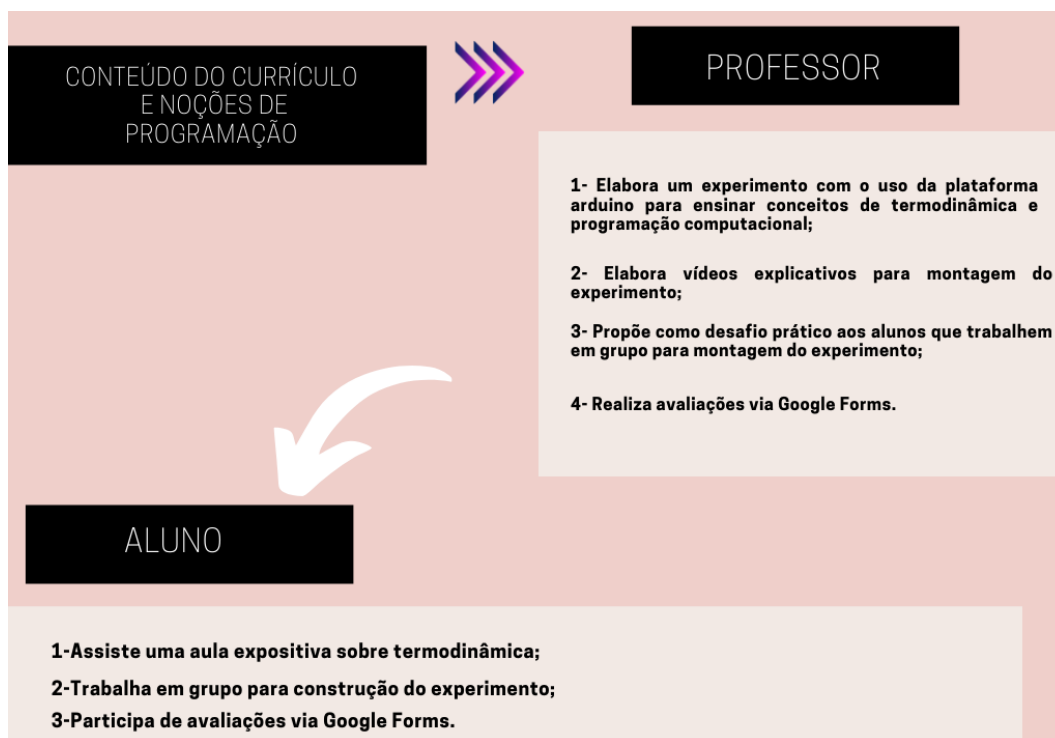
Diagrama 68 - Ações verificadas na prática pedagógica (Relato de Experiência 15).



Fonte: Autora (2021).

Apresentamos a síntese das atividades no diagrama a seguir.

Diagrama 69 - Diagrama geral da estratégia adotada pelo professor para desencadeamento das ações. (Relato de Experiência 15).



Fonte: Autora (2021).

6. DISCUSSÕES E RESULTADOS

A partir da análise dos relatos de experiência, apresentamos uma discussão pautada em oferecer alguns possíveis caminhos, orientações e indicadores para o planejamento e implementação de atividades criadas à luz do Movimento Maker.

De acordo com os dados analisados, notamos que é comum em atividades nessa perspectiva uma preocupação dos professores em criarem uma **problematização** em sala de aula que **motive a participação** dos estudantes na **construção de algum artefato ou produto digital**. Os projetos desenvolvidos pelos alunos partem de objetivos pedagógicos pré-estabelecidos pelo professor em seu planejamento. A seguir apresentamos uma tabela que mostra de forma sintética o tipo de projeto que foi produzido pelos estudantes ao longo das atividades analisadas e para qual público foi direcionado.

Tabela 6 – Tipos de projetos pelos estudantes nas atividades analisadas.

Relato n.	ATIVIDADE PRÁTICA	PÚBLICO
1	CONSTRUÇÃO DE MÁQUINAS TÉRMICAS	ENSINO MÉDIO
2	CRIAÇÃO DE AUTÔMATOS	ENSINO MÉDIO TECNICO
3	CRIAÇÃO DE JOGOS E PROTÓTIPOS PARA SOLUÇÃO DE PROBLEMAS DA COMUNIDADE	ENSINO FUNDAMENTAL
4	NÃO HOUVE CRIAÇÃO, APENAS SUGESTÃO DE MELHORIA A ARTEFATOS	ENSINO FUNDAMENTAL
5	MELHORIA NO ESPAÇO FÍSICO DE CONVIVÊNCIA DA ESCOLA	ENSINO FUNDAMENTAL
6	CONSTRUÇÃO DE EXPÊRIMENTOS/ MAQUETES DE CIÊNCIAS	ENSINO FUNDAMENTAL
7	CONSTRUÇÃO DE ROBÔS	ENSINO FUNDAMENTAL
8	MELHORIAS NO ESPAÇO EXTERNO- CRIAÇÃO HORTA	ENSINO FUNDAMENTAL
9	CONSTRUÇÃO DE ROBÔS	ENSINO FUNDAMENTAL
10	PRODUÇÃO DE MATEIAIS DIDÁTICOS	ENSINO MÉDIO
11	CONSTRUÇÃO DE ROBÔS	ENSINO FUNDAMENTAL
12	ARTEFATOS/MAQUETES DE CIÊNCIAS	ENSINO FUNDAMENTAL
13	MELHORIA NO ESPAÇO FÍSICO – HORTA	ENSINO FUNDAMENTAL
14	CRIAÇÃO DE JOGOS E ANIMAÇÕES	ENSINO FUNDAMENTAL
15	CONSTRUÇÃO DE EXPERIMENTO	ENSINO MÉDIO

Fonte: Autora (2021).

Diferentemente de aulas práticas e artísticas para a construção de experimentos ou artefatos implementados em outras épocas, na perspectiva do Movimento Maker o professor tende a atrelar a experiência do aluno a um conjunto particular de ações. Incentiva-se o **uso dos recursos da internet** para que **pesquisem** projetos semelhantes, **aprendam em comunidades**

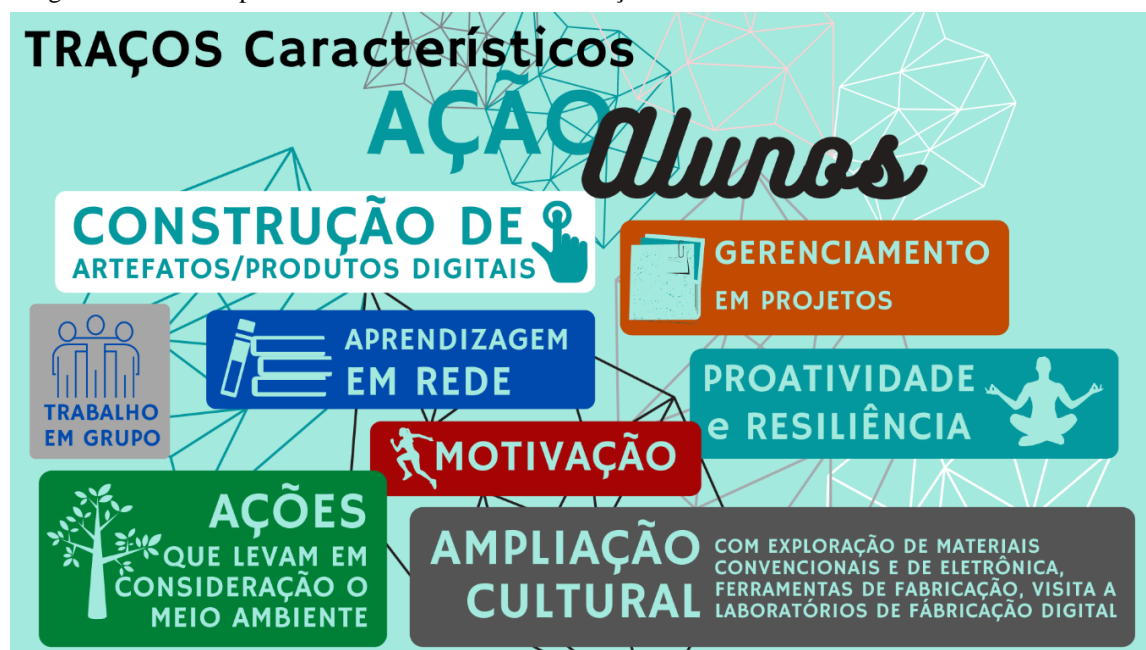
online e em fóruns especializados. Incentiva-se que **frequentem e ocupem socialmente espaços públicos para uso de novas ferramentas, como Fablabs, que explorem vários tipos de materiais, trabalhem de forma colaborativa** e se percebam como agentes participativos em ações que podem extrapolar o ambiente escolar, **resolvendo problemas com criatividade** e adquirindo mais propensão a ter **autonomia, familiaridade e engajamento com o uso das tecnologias**.

A seguir, apresentamos as principais características mapeadas ao longo dos documentos analisados referentes à **ação dos alunos** nas atividades. Verificamos que existe uma tendência para que os alunos tenham suas ações direcionadas nos seguintes princípios:

- a) **Construção de artefatos/produtos digitais:** os alunos dedicam-se a projetos práticos para a construção de artefatos ou produtos digitais;
- b) **Aprendizagem em rede:** os alunos aprendem novas habilidades e conhecimentos utilizando os recursos da internet. Interagem com comunidades online, compartilhando suas experiências com demais entusiastas que se dedicam a projetos semelhantes, aprendem com a experiência dos outros e colaboram com projetos abertos na internet;
- c) **Proatividade e resiliência:** os alunos demonstram proatividade e resiliência em lidar com desafios ao longo dos projetos práticos;
- d) **Gerenciamento de projeto:** os alunos lidam com desafios para o gerenciamento de projetos práticos, levando em consideração a administração do tempo, dos materiais e ferramentas utilizadas;
- e) **Ampliação cultural com exploração de materiais convencionais e de eletrônica, ferramentas de fabricação, visita a Laboratórios de Fabricação Digital:** os alunos ampliam sua bagagem cultural explorando tipos diferentes de materiais, ferramentas e locais para produção de artefatos;
- f) **Motivação:** os alunos demonstram motivação ao longo da prática proposta pelo professor;
- g) **Trabalho em grupo:** os alunos trabalham em projetos práticos em grupo;
- h) **Boas práticas à preservação do meio ambiente:** leva-se em consideração discussões que tratem sobre boas práticas com meio ambiente e sustentabilidade.

A seguir, apresentamos um diagrama que sintetiza as principais características verificadas na ação dos alunos em práticas realizadas na perspectiva do Movimento Maker.

Diagrama 70 – Principais características verificadas na ação dos alunos.



Fonte: Autora (2021).

Quando direcionamos nosso olhar às ações do professor nas atividades analisadas notamos algumas particularidades relacionadas ao tipo de padrão de interação que possui com os alunos. Verificamos indícios de que essa interação social é marcada pela valorização da **dialogicidade e parceria**. Nesse processo, o professor não recusa **sua autoridade como responsável pela condução e organização dos saberes**. O professor é o agente responsável em guiar os estudantes durante as etapas do processo didático, organizando o ambiente educativo para o cumprimento de objetivos providos de contexto, que podem abordar direta ou indiretamente saberes científicos.

Em atividades na perspectiva do Movimento Maker verificamos que é comum que o professor apresentar uma problematização que garanta mais liberdade de escolha a projetos a serem desenvolvidos pelos próprios estudantes, ampliando conseqüentemente a possibilidade de maior variedade de conhecimentos e habilidades específicas necessárias à orientação do professor em cada projeto. É possível que o professor não domine todas as habilidades e conhecimentos trazidos nos projetos dos alunos. Diante disso, um pouco diferente de atividades mais convencionais, observamos que o professor além de ter uma interação dialógica, pode criar um certo nível de parceria com seus alunos, aprendendo novas habilidades e conhecimentos em conjunto com os estudantes e contribuindo diretamente para o projeto a ser construído. Chamamos esse tipo de interação como **dialógica de parceria**. Isso é evidenciado

principalmente na análise do relato de experiência **03**, em que o próprio professor reconhece esse tipo de mudança na relação com seus alunos:

Como professor percebi dois pontos muito gratificantes: 1º) uma mudança na relação que os alunos estabelecem com o conhecimento, e no nosso caso, mais especificamente, Matemática e Física. 2º) **mudança na relação professor-aluno, que passa a ser uma relação, muito mais de confiança e parceria, do que simplesmente hierárquica.** (ZANCHETTA, 2016, p.4, grifo nosso)

Esse cenário pode contribuir para que seja desconstruída a imagem entre os estudantes de que o professor é um agente com domínio absoluto sobre os saberes. Pode indicar também um fator de motivação aos alunos que, ao verem o professor engajado no projeto, tendem a ser mais participativos. Essa característica pode ser relacionada a uma das competências docentes necessárias à prática educativa na perspectiva do Movimento Maker.

De modo geral, quando tratamos do Movimento Maker, observamos que existe uma relação direta com a motivação das pessoas em concretizar ideias criativas com as próprias mãos utilizando os recursos da internet e das ferramentas de alta e baixa tecnologia, com uma preocupação em considerar boas práticas para preservação do meio ambiente e do trabalho colaborativo.

Ao observarmos os **Diagramas de estrutura didática** de cada relato de experiência notamos que existe uma variação em relação ao propósito inicial dos professores no planejamento de suas práticas. O elemento motivador para o planejamento do professor é de suma importância para garantir uma construção coerente e provida de propósito ao longo da atividade. Elaborar uma prática na perspectiva do Movimento Maker o professor pode se perguntar: qual objetivo desejo cumprir utilizando os princípios do Movimento Maker em minha prática? Compreendemos que o Movimento Maker pode ser promissor como meio para enriquecer o processo criativo dos alunos. Na tabela a seguir apresentamos qual foi o elemento motivador que identificamos em cada relato de experiência:

Tabela 7 – Elemento motivador identificado nos relatos de experiências.

Prática n.	Elemento Motivador
1,4,6,9,11	Conteúdo do currículo
5,8,10,13	Proposta para solução de problemas reais
2	Integração de áreas do conhecimento
7	Desafio prático/competição robótica
3	Reforçar conhecimentos científicos já vistos pelos alunos / solução de problemas práticos
11	Divulgação científica
15	Conteúdo do currículo e noções de programação
12	Conscientização sobre o meio ambiente

Fonte: Autora (2021).

Nos relatos de experiência **01, 04, 06, 09, 11 e 15** verificamos que quando essas características do Movimento Maker são aproximadas de aulas de ciências o professor tende a planejar e testar projetos práticos (artefatos ou produtos digitais) com antecedência, como forma de estudar a viabilidade dos alunos relacionarem o projeto a ser construído a um conteúdo do currículo que deseja abordar. O professor escolhe um tipo de artefato ou produto digital, vincula-o a uma questão problematizadora e propõe aos alunos na forma de um desafio prático. O professor, ao realizar esse exercício de planejamento, não necessariamente apresentará um passo a passo de como os alunos devem prosseguir em suas criações, ele poderá dar liberdade para que os alunos criem projetos a partir de alguns parâmetros pré-estabelecidos, considerando a motivação dos estudantes ao longo da prática. Dessa forma, o professor pode antecipar alguns desafios que os alunos enfrentarão e poderá prever formas de como orientá-los. Essa dinâmica pode ser interessante também em aulas formais em que o professor possui uma agenda de conteúdos obrigatórios a cumprir em determinado tempo. Por exemplo, no relato de experiência **01** notamos que os professores tinham como objetivo abordar conceitos de termodinâmica com seus alunos. Ao realizarem esse exercício de planejamento propuseram a construção de máquinas térmicas. Os alunos tiveram liberdade em construir o tipo de máquina térmica que quiseram, com materiais e ferramentas que consideraram mais viáveis, utilizando os meios digitais como apoio para resolução de problemas. Nesse caso, a proposta do tipo de artefato foi dada pelo professor como estratégia para ter mais controle sobre a atividade.

Um elemento motivador também bastante comum em práticas na perspectiva do Movimento Maker é propor aos alunos que criem propostas para solucionar problemas reais da comunidade ou do ambiente escolar. Porém, ao refletirmos sobre esse tipo de problematização,

pontuamos algumas preocupações que podem ser consideradas pelo professor em seu planejamento. Esclarecemos que o foco do nosso trabalho não é discutir disparidades sociais, todavia consideramos que o contexto socioeconômico dos alunos que participarão de atividades práticas nesse modelo pode reforçar aspectos de desigualdade. Por exemplo, quando propomos a um grupo de alunos que trabalhem em soluções com foco em enchentes ou desabamento de casas, se esses alunos forem de escolas privadas que tenham condições mais privilegiadas, elaborarão soluções e criarão projetos a partir de dados e informações externas a sua realidade de vida.

Quando transpomos essa mesma situação a alunos da periferia, certamente consideramos que possuem condições de debruçar-se em soluções da mesma forma e até propor projetos mais sensíveis do que os alunos de escolas privadas, pois o impacto das enchentes e de desabamentos nas comunidades pode ser mais presente em seu cotidiano. A discussão que trazemos relaciona-se a uma preocupação em considerar a dimensão emocional dos alunos, principalmente aqueles das escolas da periferia. As diferentes relações que os alunos podem ter com um problema da comunidade podem variar de acordo com seu contexto social, deixando mais evidentes vulnerabilidades. Como forma de acolher esse tipo de fragilidade, vemos a ludicidade como um caminho promissor.

Dirigindo nossa atenção às características que um professor possui em uma prática na perspectiva do Movimento Maker, percebemos a incidência nos relatos de experiência dos seguintes traços:

- a) **Proatividade** – O professor demonstra proatividade em buscar formas para enriquecer sua aula, buscando referências, materiais e meios para engajar os estudantes. Não limita sua aula na exposição de conteúdos formais. Possui proatividade em lidar com desafios, aprendendo em conjunto com os estudantes habilidades e novos conhecimentos dentro e fora de sua área de atuação;
- b) **Engajamento com meio Digital**- O professor demonstra engajamento com o uso do computador e dos recursos da internet. Cria formas de incorporar esses elementos em suas atividades;
- c) **Engajamento em projetos**: O professor, ao planejar e implementar sua prática, demonstra aos alunos motivação e familiaridade em ações que envolvem projetos práticos;
- d) **Noções sobre eletrônica e programação computacional**- O professor demonstra que possui noções básicas sobre eletrônica e programação computacional. Utiliza esses conhecimentos para enriquecer a variedade de ações dentro de sala de aula;

- e) **Mediação dialógica de parceria** – O professor preza em valorizar a dialogicidade com os estudantes e em alguns momentos estabelece uma relação de parceria, aprendendo em conjunto com os estudantes e contribuindo com o projeto prático a ser desenvolvido;
- f) **Estabelecimento de colaboração com outros profissionais**- O professor busca parcerias com os demais professores e profissionais que possuem domínio em outras áreas de atuação diferentes da sua.

A seguir apresentamos um diagrama com as principais características:

Diagrama 71 - Principais características verificadas na ação dos professores.



Fonte: Autora (2021).

Verificamos que uma prática embasada nos princípios do Movimento Maker possui os seguintes traços:

- a) **Interdisciplinaridade**: A atividade tende a abordar conhecimentos que vão além de uma área de atuação e/ou disciplina;
- b) **Distanciamento do Modelo de Ensino Puramente Tradicional**- As aulas não são exclusivamente expositivas e levam em consideração a motivação e os saberes dos alunos;
- c) **Desafio Prático desencadeador**- A atividade apresenta uma problematização vinculada a um desafio prático desencadeador.

O diagrama a seguir sintetiza essas características:

Diagrama 72 - Principais características verificadas na prática.



Fonte: Autora (2021).

Um dado trazido ao longo da análise documental que nos chamou a atenção é a estratégia que alguns professores tiveram em criar *Blogs* em conjunto com os estudantes. A utilização de Blogs pode ser vista nos relatos de experiência **1, 8 e 12**. Os alunos, ao utilizarem o *Blog*, trabalham habilidades relacionadas ao uso dos recursos digitais, à organização de informações e documentação de seus projetos, além de pensarem formas de como utilizar uma linguagem de fácil compreensão à comunidade. Os benefícios da utilização de Blogs no contexto educacional são discutidos por Fogaça e Giordan (2012) os autores fazem um estudo e verificaram que os Blogs podem ser um meio para aproximar a cultura juvenil da cultura escolar. Ao longo do trabalho apresentam como é o desafio de inserir uma ferramenta da cultura juvenil no ambiente escolar. Nesse sentido, afirmam:

Dentre os vários ambientes das mídias sociais, encontramos características que atendiam às necessidades das culturas juvenis e as da cultura escolar nos blogs. Ele disponibiliza, por exemplo, múltiplas linguagens e, ao mesmo tempo, estimula a produção de textos mais longos. (FOGAÇA e GIORDAN, 2012, p.13)

Outro aspecto percebido na análise dos relatos de experiências vincula-se à estratégia do professor em propor aos alunos que apresentem os resultados de seus projetos em um evento aberto à comunidade escolar. Diante disso, o aluno tem a oportunidade de apresentar os percalços, as motivações e os resultados de seu projeto para diferentes públicos. Essa estratégia de interação pode ser realizada por uma feira de ciências, algum encontro de confraternização entre pais e funcionários da escola e eventos abertos à comunidade. Os alunos tendem a trabalhar habilidades de comunicação sobre suas ideias, organização e comprometimento. A ideia de apresentar trabalhos é bastante presente no Movimento Maker, principalmente a partir das *Maker faires*. Esse evento que é tido como uma celebração às pessoas que sentem prazer em tirar suas ideias do papel com criatividade e uso da tecnologia (ZHAN et al, 2021).

Ao focarmos nosso olhar em algumas dificuldades encontradas pelos professores ao longo de suas atividades, observamos o quanto pode ser desafiador motivar os gerenciar a motivação dos alunos frente a conteúdos do currículo na perspectiva do Movimento Maker. No caso do relato de experiência **04**, os professores levaram seus alunos a conhecer pela primeira vez um Laboratório de Fabricação Digital, durante o período de uma manhã. Os alunos ficaram encantados com a experiência. Porém, dentro da atividade da visita ao Fablab os professores apresentaram um tipo de proposta vinculada a conteúdos curriculares. O desafio dos alunos era propor melhorias a objetos que já haviam sido produzidos pelos professores. Observamos que, nesse caso, os estudantes estavam dentro de um Laboratório de Fabricação Digital, conhecendo pela primeira vez vários tipos de ferramentas e projetos inspiradores, porém não tiveram tempo hábil e oportunidade para fazer algo concreto, fato que pode ter desencadeado baixa participação na atividade proposta pelos professores, como vemos a seguir:

Os alunos tiveram dificuldades em apontar mudanças nos protótipos estudados, em geral, acharam que os modelos funcionavam de maneira satisfatória. Em apenas quatro questionários foram apontadas falhas como a pouca eficiência energética, ou peças que tiveram que ser coladas, pois se soltaram; em relação ao tamanho dos protótipos, que deveriam ser maiores. Foi possível perceber que os alunos tiveram muito interesse em entender o funcionamento do POALab, em todos os questionários os alunos responderam que gostaram muito de conhecer um laboratório de fabricação digital, e que gostariam de visitar regularmente ambientes como o POALab. Também citaram que adorariam poder construir outros objetos como capas de celulares, robôs, adesivos, e objetos em madeira utilizando a cortadora a laser. (MEDEIROS et al, 2016, p.5)

Os alunos demonstraram mais facilidade em expressar suas expectativas em utilizar o espaço para criar projetos autorais de seu interesse. Nesse caso, consideramos pertinente organizar as atividades para que os alunos ampliem sua bagagem cultural com o conhecimento de novos espaços e ferramentas de forma articulada a uma problematização trazida pelo professor. Nesse caso, percebemos que houve boa intenção dos professores, porém a prática distanciou-se um pouco das características do Movimento Maker, pois os alunos não tiveram a oportunidade de produzir algo com as próprias mãos.

Outra dificuldade identificada pode ser notada no relato de experiência **01**. Os professores deram mais liberdade para os alunos gerenciarem o tempo para entrega do projeto. Alguns alunos relataram que fizeram o projeto de última hora, não administrando o tempo de forma eficiente. Nesses casos de maior liberdade e autonomia dos alunos, consideramos que seja mais apropriado que o professor avaliar o andamento da atividade para sugerir mudança de ações ao longo da prática, considerando principalmente à motivação e grau de dificuldade encontrado pelos alunos ao longo do projeto.

Em relação à aproximação do Movimento Maker com uma reflexão sobre as questões ambientais, observamos que essa temática possui bons resultados conforme indicam os relatos de experiência **03,08,09,13**. Verificamos também que a plataforma de programação Scratch possui boa aceitação e fácil manuseio pelos alunos em seus projetos. A robótica educacional mostrou-se um caminho que pode facilitar ao professor problematizar utilizando a ludicidade. O aluno lida com experimentação com componentes eletrônicas, com lógica de programação computacional, tendo mais liberdade em errar e encontrar caminhos para a solução de problemas.

Ao observamos a utilização de ferramentas de fabricação digital pelos alunos, principalmente impressoras 3D e cortadoras a laser, que são bastantes conhecidas no Movimento Maker, percebemos uma lacuna relacionada à falta de orientações e detalhes sobre as dificuldades ao utilizar esses equipamentos em sala de aula. Em trabalhos anteriores apresentamos algumas discussões sobre o uso da impressão 3D para a produção de materiais didáticos e na complexidade envolvida no planejamento de ações em sala de aula na perspectiva do Movimento Maker (ONISAKI e VIEIRA, 2019; ONISAKI e RICARDO, 2020; ONISAKI e RICARDO, 2021).

Paulo Blikstein (2016) reforça essa problemática ao afirmar que o uso desse tipo de ferramenta pode relacionar-se muitas vezes ao que chama de “síndrome do chaveirinho”. Os professores, ao invés de condicionarem o uso das ferramentas aos projetos dos alunos, tendem

a deixar que o equipamento seja utilizado fora de um contexto problematizador. No relato de experiência **10** observamos que os autores apresentam o uso da tecnologia de impressão 3D feita de forma contextualizada e significativa pelos estudantes do Ensino Médio. Os alunos se dedicam na construção de materiais didáticos direcionados a escolas da comunidade que não possuíam laboratórios de ciências, orientados pela metodologia do *Design Thinking*. O relato, todavia, não explicita de qual forma os alunos lidaram com dificuldades ao longo do processo de apropriação do uso da ferramenta.

Uma das características de práticas orientadas pelo Movimento Maker é seu caráter Interdisciplinar (BLIKSTEIN, 2018; MARTIN, 2015; PEPPER E BENDER, 2013). No trabalho intitulado “O Movimento Maker e sua relação com a Interdisciplinaridade no contexto escolar” (ONISAKI e RICARDO, 2020) apresentamos algumas fragilidades que podem existir na relação do Movimento Maker com o conceito de Interdisciplinaridade. Sobre isso pontuamos que:

Mesmo que o aluno produza um artefato e vivencie a resolução prática de um problema, não necessariamente ocorre uma ação interdisciplinar. Nesse sentido, a interdisciplinaridade e o Movimento Maker podem ter laços muito frágeis entre si. A prática do aluno com o uso de ferramentas tecnológicas no ambiente escolar é meramente instrumental se dissociada de uma intervenção dialógica-reflexiva intermediada pelo professor, mesmo que o projeto desenvolvido pelo aluno seja complexo do ponto de vista técnico. Nesse sentido, há necessidade do direcionamento do docente para uma discussão orientada, que extrapole o processo de criação, inserindo elementos que incentivem o aluno a questionar e dialogar as relações entre as áreas do conhecimento, os desafios na produção do saber científico e até mesmo as inter-relações entre a Ciência, Tecnologia e a Sociedade. (ONISAKI e RICARDO, 2020, p.4)

Algumas escolas estão equipadas com Espaços de Criação (Fablabs e Makerspaces) e vendendo como solução inovadora metodológica a Educação Maker. A vulgarização e o uso desenfreado dos conceitos sobre Movimento Maker na sala de aula, sem uma reflexão mais profunda, podem desencadear atividades sem propósito e que reduzem o conceito de Interdisciplinaridade e do Movimento Maker a simples produção de artefatos. No relato de experiência **02** observamos um bom exemplo de como os professores articularam suas ações com o objetivo de criar uma atividade interdisciplinar. O primeiro indício é que existe a cooperação de dois professores de áreas distintas para a implementação da atividade.

Verificamos que a preocupação quanto a Interdisciplinaridade e o Movimento Maker foi percebida também por Blikstein, Valente e Moura (2020), o que pode evidenciar uma questão a ser debatida entre pesquisadores e professores. Os autores afirmam que:

Para que a educação maker possa dar suporte aos atos de currículo e à interdisciplinaridade, é importante que a integração das atividades maker ao currículo das disciplinas seja realizada de forma fundamentada e não como modismo. Primeiro, a tecnologia deve ter uma função de auxiliar a realização de algo que não pode ser feito adotando métodos convencionais. Segundo, é necessário nivelar a tecnologia à proposta educativa, ou seja, não é sensato utilizar vários equipamentos tecnológicos para abordar um conteúdo que não os demanda. (BLIKSTEIN, VALENTE e MOURA, 2020, p.529)

Outra característica que marca as atividades na perspectiva do Movimento Maker é seu distanciamento do modelo tradicional de ensino. Paulo Freire aponta para as seguintes características referindo-se à concepção bancária na educação:

- a) o educador é o que educa; os educandos, os que são educados;
- b) o educador é o que sabe; os educandos, os que não sabem;
- c) o educador é o que pensa; os educandos, os pensados;
- d) o educador é o que diz a palavra; os educandos, os que a escutam docilmente;
- e) o educador é o que disciplina; os educandos, os disciplinados;
- f) o educador é o que opta e prescreve sua opção; os educandos os que seguem a prescrição;
- g) o educador é o que atua; os educandos, os que têm a ilusão de que atuam, na atuação do educador;
- h) o educador escolhe o conteúdo programático; os educandos, jamais ouvidos nesta escolha, se acomodam a ele;
- i) o educador identifica a autoridade do saber com sua autoridade funcional, que opõe antagonicamente à liberdade dos educandos; estes devem adaptar-se às determinações daquele;
- j) o educador, finalmente, é o sujeito do processo; os educandos, meros objetos. (FREIRE, 1996, p.57)

Caso exista um entendimento mais simplista do Movimento Maker na sala de aula, pode ocorrer que a atividade, mesmo feita com a intenção de utilizar elementos do Movimento Maker, seja fragilizada e o professor atue com autoritarismo, não levando em consideração a motivação dos alunos, apenas propondo atividades práticas com passo a passo a serem seguidos. É esse modelo de educação que o Movimento Maker pretende superar.

Vale ressaltar também que nos documentos analisados verificamos a importância dos alunos trabalharem em grupo, característica muito relevante na perspectiva do Movimento Maker. Porém, o trabalho em grupo nesse tipo de aula pode apresentar algumas

particularidades. Os alunos ao invés de formarem grupos apenas por afinidade social entre si ou pela escolha feita pelo próprio professor, podem reunir-se buscando uma heterogeneia de habilidades. Por exemplo, existem alunos que são mais artísticos, outros possuem mais habilidade e afinidade com o uso do computador, outros gostam de trabalhar na montagem eletrônica, de apresentar suas ideias ou documentarem o processo prático a ser desenvolvido. Os diferentes perfis de alunos dentro de um mesmo grupo podem enriquecer o projeto e principalmente sua aprendizagem no processo de compreensão sobre como é trabalhar em equipe, algo que não é muito discutido em atividades mais convencionais na escola. Em atividades direcionadas pelo Movimento Maker notamos que os projetos a serem desenvolvidos são mais propícios a terem múltiplos tipos de tarefas e habilidades a serem trabalhadas. Os integrantes podem cooperar entre si, ensinando uns aos outros e sendo responsáveis por áreas dentro do projeto que possuem mais familiaridade e afinidade. Ocasionalmente um certo nível de responsabilidade e comprometimento com seus colegas e com o projeto. Nos relatos de experiência **3** e **7** os autores explicitam com mais clareza essa dinâmica. Compreendemos que seja interessante o professor discutir e compartilhar abertamente com os alunos formas de como enriquecer o trabalho em grupo.

Outro fator a se considerar em aulas na perspectiva do Movimento Maker é a exploração dos estudantes com diferentes tipos de materiais e ferramentas de fabricação. A aprendizagem e apropriação dos estudantes com o uso de diferentes materiais, equipamentos e ferramentas digitais podem ser realizadas inicialmente com oficinas introdutórias de experimentação direcionadas pelo professor e por visitas a Fablabs. Muitas vezes, os alunos ao debruçarem-se sobre determinado projeto desconhecem a variação de materiais e equipamentos que podem utilizar para enriquecer ou facilitar a construção de seus projetos. O professor pode estabelecer parceria com algum Laboratório de Fabricação Digital para que os alunos conheçam projetos já desenvolvidos por pessoas que frequentam esses espaços, ter noção do funcionamento de equipamentos e materiais que estavam fora de seu conhecimento e uso.

Verificamos também que os tipos de materiais utilizados para a construção dos projetos não são restritos ao uso de materiais recicláveis. Incentiva-se uma discussão sobre aspectos ambientais e sustentáveis, porém, existe uma diversificação nos materiais utilizados. Sobre isso, podemos retomar uma discussão já apresentada no início da dissertação. A opção em utilizar apenas materiais recicláveis em projetos desenvolvidos principalmente em escolas públicas pode desencadear uma sensação de inferioridade nos estudantes, que sempre tendem a receber uma opção alternativa de projetos que contemplem a redução de custos em sua realidade.

Finalmente, diante das discussões realizadas elaboramos uma síntese com algumas orientações para professores interessados em implementar em suas respectivas aulas projetos na perspectiva do Movimento Maker. Um professor interessado em realizar uma atividade na perspectiva do Movimento Maker deve considerar:

- 1. Motivação dos Alunos:** desde a fase inicial de planejamento até a implementação das ações didáticas em sala de aula, aconselha-se que a motivação dos alunos seja considerada como fator **presente e relevante**. O acompanhamento da motivação dos alunos ao longo das atividades pode ser percebido por meio de alguns questionamentos, tais como:
 - a. Os alunos fazem perguntas?
 - b. Expressam nitidamente curiosidade?
 - c. São proativos em realizar as tarefas?
- 2. Problemática:** o processo de criação dos alunos atrela-se a uma problematização trazida pelo professor que pode relacionar-se direta ou indiretamente a saberes científicos. Alguns exemplos clássicos de problematização:
 - a. Propor aos estudantes que solucionem problemas práticos e reais de seu cotidiano;
 - b. Construam experimentos vinculados à um conceito científico específico;
 - c. Solucionem problemas práticos de situações lúdicas apresentadas pelo professor.
- 3. Produção de artefatos ou produtos digitais:** Aulas na perspectiva do Movimento Maker têm como princípio valorizar a participação e a criatividade dos alunos na materialização de ideias, com a produção de artefatos ou produtos digitais. Nesse sentido, considera-se interessante discutir junto com os estudantes sobre a integração dos saberes científicos; acerca do próprio processo criativo e da importância de resolver problemas com o uso da tecnologia de forma autônoma. Simplificar o objetivo da aula na mera construção de artefatos pode desencadear em atividades mais frágeis do ponto de vista reflexivo. deve-se tomar cuidado para que as atividades:
 - a. Não sejam estritamente técnicas;
 - b. Abranjam discussões vinculadas à objetivos pedagógicos pré-estabelecidos pelo professor;
 - c. Tenham uma narrativa coerente e contextual;

4. **Interação com a comunidade online:** De acordo com os ideais do Movimento Maker, espera-se que:
 - a. O processo criativo dos alunos esteja vinculado a ações no meio digital por meio de ferramentas da internet;
 - b. O professor incentive a autonomia dos alunos a utilizarem sites de busca e comunidades online para **pesquisarem projetos similares**;
 - c. Que os alunos interajam em fóruns especializados com demais entusiastas, em grupos temáticos no Whatsapp, Telegram ou em redes sociais.
5. **Proatividade do Professor:** em atividades nessa perspectiva é aconselhável que o professor tenha proatividade em aprender noções básicas sobre:
 - a. Eletrônica;
 - b. Programação computacional;
 - c. Uso de ferramentas de fabricação, desde as convencionais (marcenaria e costura) até as de fabricação digital (impressoras 3D, CNC e cortadoras a laser).
6. **Interação dialógica de parceria entre professor/aluno:** O professor valoriza a dialogicidade em sala de aula e contribui para a motivação dos alunos nas atividades estando disposto a:
 - a. Aprender novas habilidades e conhecimentos de acordo com os projetos desenvolvidos;
 - b. Colaborar diretamente com os projetos;
7. **Trabalho em grupo:** é necessário considerar que o trabalho em grupo deve reunir diferentes perfis de alunos para compreensão sobre como é trabalhar em equipe e:
 - a. Enriquecer o projeto e principalmente sua aprendizagem;
 - b. Desenvolver múltiplos tipos de tarefas e habilidades;
 - c. Cooperação entre os integrantes, ensinando uns aos outros;
 - d. Responsabilidade e comprometimento em áreas dentro do projeto que possuem mais familiaridade e afinidade.
8. **Exploração de materiais e ferramentas pelo Aluno:**
 - a. Convencionais (marcenaria e costura);
 - b. Fabricação digital (impressoras 3D, CNC e cortadoras a laser);
 - c. Robótica e eletrônica.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa investigou alguns caminhos e orientações para o planejamento de atividades realizadas na perspectiva do Movimento Maker. Iniciamos nosso texto com uma apresentação sobre as principais ideias que norteiam o Movimento Maker, descrevendo alguns episódios históricos que contribuíram para sua disseminação nos últimos anos. Sob orientação de alguns autores considerados precursores na área (ANDERSON, 2012; DOUGHERTY, 2012; GERSHENFELD, 2012; HATCH, 2013) realizamos o exercício de propor, em um diagrama, as principais características do Movimento Maker, visto a seguir:

Diagrama 73 – Principais características do Movimento Maker.



Fonte: Autora (2021).

Ao realizarmos uma revisão da literatura analisamos o conteúdo de relatos de experiência de professores que implementaram em sala de aula atividades embasadas no Movimento Maker. Nossas perguntas norteadoras na investigação foram: como pode ser estruturada uma atividade nessa perspectiva? quais principais traços característicos marcam a ação do professor e dos alunos nessas práticas? quais os principais desafios encontrados?

Os relatos de experiência utilizados em nossa investigação foram retirados de alguns eventos e revistas temáticas na área de Tecnologia e Educação e analisados a partir de uma proposta metodológica embasada em Bardin (2016). Uma das contribuições da pesquisa associa-se a uma proposta de procedimento metodológico que utiliza o que denominamos de **Diagramas de Ilha** e **Diagramas de estrutura didática**, apresentados no capítulo 4 desse trabalho. Os dois tipos de Diagrama foram criados especificamente para a facilitação da análise de conteúdo de documentos que se caracterizam como relatos de experiência. Consideramos que a disposição gráfica dos dados nos Diagramas pode facilitar a visualização do leitor ao processo de sistematização da análise de conteúdo e colaborar com a própria organização do pesquisador com os dados analisados.

Diante disso, a análise dos relatos de experiência nos ajudaram a compreender com maior profundidade a forma como as características do Movimento Maker se manifestam em contexto de sala de aula. Partindo da compreensão de que o Movimento Maker é um fenômeno social que se desencadeou na sociedade a partir da apropriação das pessoas do uso das novas tecnologias, não necessariamente o consideramos como uma metodologia pedagógica, mas como uma tendência que aos poucos, aproximou-se também do ambiente escolar.

Um dos elementos característicos de atividades elaboradas à luz do Movimento Maker é a **motivação** e a **participação** dos alunos na **construção de um artefato ou produto digital**. O tipo de problematização que o professor apresenta em sala de aula é de suma importância, pois é a partir dela que os alunos terão ou não motivação e engajamento com a prática e atuarão em discussões orientadas de forma mais efetiva. Diferentemente de atividades artísticas e práticas de outras épocas, o Movimento Maker na sala de aula considera o **uso dos recursos da internet** para que os alunos **pesquisem** projetos semelhantes, **aprendam em comunidades online** e em fóruns especializados. Incentiva-se que os alunos **frequentem e ocupem socialmente espaços públicos para uso de novas ferramentas como Fablabs**, que explorem **vários tipos de materiais, trabalhem de forma colaborativa, resolvendo problemas com criatividade** e adquirindo mais propensão a ter **autonomia, familiaridade e engajamento com o uso das tecnologias**. Por meio da análise dos relatos de experiência verificamos que os **alunos** nessa perspectiva tendem a contemplar os seguintes **indicadores de ação**:

- a) **Construção de artefatos/produtos digitais;**
- b) **Aprendizagem em rede;**
- c) **Proatividade e resiliência;**
- d) **Gerenciamento de projeto;**

- e) **Ampliação cultural com exploração de materiais convencionais e de eletrônica, ferramentas de fabricação, visita a Laboratórios de Fabricação Digital;**
- f) **Motivação;**
- g) **Trabalho em grupo;**
- h) **Boas práticas e preservação do meio ambiente.**

Em relação às ações do **professor**, identificamos:

- a) **Proatividade;**
- b) **Engajamento com meio Digital;**
- c) **Engajamento em projetos;**
- d) **Noções sobre eletrônica e programação computacional;**
- e) **Mediação dialógica de parceria;**
- f) **Estabelecimento de colaboração com outros profissionais.**

Uma prática elaborada na perspectiva do Movimento Maker tende a manifestar os seguintes aspectos:

- a) **Interdisciplinaridade;**
- b) **Distanciamento do Modelo de Ensino Puramente Tradicional;**
- c) **Desafio Prático desencadeador.**

Nos últimos anos é comum vermos escolas inserindo em suas propostas Espaços Maker, com Laboratórios equipados com diversas ferramentas de fabricação, incluindo as de fabricação digital. Algumas “vendem” a Educação Maker como uma metodologia inovadora, que dizem ser oposta a velhas e ultrapassadas concepções tradicionais de ensino. No estudo realizado na presente pesquisa vimos que o Movimento Maker é uma tendência caracterizada por alguns princípios de que nasceram naturalmente na sociedade, marcada pela ressignificação da cultura do “faça você mesmo” com o uso das novas tecnologias. Por si só, caracteriza-se como uma tendência e como uma metodologia de ensino.

Consideramos que o Movimento Maker não é a solução para a educação brasileira, mas pode ser um dos caminhos para equilibrar os saberes formais a habilidades necessárias para a formação de sujeitos com mais autonomia e que se percebam como agentes criativos, independentemente do projeto de vida que almejem.

REFERÊNCIAS

- ALVAIDE, Nathalie de Freitas; PUGLIESE, Adriana. Clube da Lua: o clube de astronomia de crianças dos anos iniciais do ensino fundamental. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*. Vol. 11, n. 6, p.209 – 231, 2020.
- ANDERSON, Chris. **Makers: The New Industrial Revolution**. Random House, 2012.
- BARDIN, L. 2016 [1977]. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70
- BLIKSTEIN, Paulo. O mito do mau aluno e porque o Brasil pode ser o líder mundial de uma revolução educacional. 2012.
- BEVAN, Bronwyn. The promise and the promises of Making in science education. **Studies in Science Education**, v. 53, n. 1, p. 75-103, 2017.
- BLIKSTEIN, Paulo. Travels in Troy with Freire: Technology as an agent of emancipation. *Educação e Pesquisa*, v. 42, n. 3, p. 837-856, 2016.
- BLIKSTEIN, Paulo; MARTINEZ, Sylvia Libow; PANG, Heather Allen (Ed.). **Meaningful making: Projects and inspirations for Fab Labs+ makerspaces**. Constructing Modern Knowledge Press, 2016.
- BLIKSTEIN, Paulo; VALENTE, Jose; DE MOURA, Éliton Meireles. Educação maker: onde está o currículo?. **Revista e-Curriculum**, v. 18, n. 2, p. 523-544, 2020.
- BOZOLAN, Sandra Muniz; HILDEBRAND, Hermes Renato. Como engajar estudantes das séries iniciais (5º ano) a desenvolver o pensamento matemático utilizando Robótica e aprendizagem Maker. **Tecnologias, Sociedade e Conhecimento**, v. 7, n. 2, p. 169-184, 2020.
- CABRAL, Cristiane Pelisolli; CANAL, Bruno. Dança de robôs: uma atividade no meio escolar que integra robótica e ferramenta maker na perspectiva da aprendizagem criativa. **Tecnologias, Sociedade e Conhecimento**, v. 7, n. 2, p. 122-142, 2020.
- CLAPP, Edward P.; JIMENEZ, Raquel L. Implementing STEAM in maker-centered learning. **Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts**, v. 10, n. 4, p. 481, 2016
- COHEN, Jonathan. Maker principles and technologies in teacher education: A national survey. **Journal of Technology and Teacher Education**, v. 25, n. 1, p. 5-30, 2017.
- CULOT, Giovanna et al. Behind the definition of Industry 4.0: Analysis and open questions. **International Journal of Production Economics**, v. 226, p. 107617, 2020.
- DA SILVA VIEIRA, Sebastiao; SABBATINI, Marcelo Sabbatini. Cultura maker na educação através do Scratch visando o desenvolvimento do pensamento computacional dos estudantes do 5º ano de uma escola do campo da cidade de olinda-pe. **Revista Docência e Cibercultura**, v. 4, n. 2, p. 43-66, 2020.
- DA SILVA, João Batista et al. Cultura Maker e Robótica Sustentável no Ensino de Ciências: Um Relato de Experiência com Alunos do Ensino Fundamental. In: **Anais do V Congresso sobre Tecnologias na Educação**. SBC, 2020. p. 620-626.

DOUGHERTY, Dale. The Maker Movement. *Innovations: Technology, Governance, Globalization*, v. 7, n. 3, p. 11-14, 2012

DOUGHERTY, Dale. **Free to make: How the maker movement is changing our schools, our jobs, and our minds**. North Atlantic Books, 2016.

FERNANDEZ, Cassia de Oliveira. Programação física e criatividade: contribuições de uma abordagem exploratória para a introdução da programação física no ensino fundamental. 2017. Dissertação (Mestrado em Sistemas Eletrônicos) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. doi:10.11606/D.3.2017.tde-05092017-091605. Acesso em: 2021-07-28.

FREIRE, PAULO. A pedagogia do Oprimido. Editora Paz e Terra, v.1, 63 ed., 2017

GERSHENFELD, Neil. How to make almost anything. Boston MOS. Acesso em 10 de maio de 2011. Disponível em < <https://www.youtube.com/watch?v=aPbJmYCSCgA&t=139s>>

GERSHENFELD, Neil. How to make almost anything: The digital fabrication revolution. **Foreign Aff.**, v. 91, p. 43, 2012.

GOOGLE. Missão da empresa. Acesso em: 10 de maio de 2021. Disponível em <<https://about.google/intl/pt-BR/>>

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

KWON, Bo-Ram; LEE, Junyeong. What makes a maker: the motivation for the maker movement in ICT. **Information Technology for Development**, v. 23, n. 2, p. 318-335, 2017.

LEDERMAN, Simone; RICCI, Paola; CAMARGO, Rita. Programa Ponta Pé: Instituto Catalisador fomentando a cultura maker no Projeto Âncora. **Fablearn Brazil**, v. 2016, 2016.

MACHADO, Aline Alvares; DA SILVA ZAGO, Márcia Regina Rodrigues. Articulações entre práticas de educação ambiental, robótica e cultura maker no contexto das aulas de laboratório de ciências. **Tecnologias, Sociedade e Conhecimento**, v. 7, n. 2, p. 143-168, 2020.

MARTIN, Lee. The promise of the maker movement for education. **Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)**, v. 5, n. 1, p. 4, 2015.

MEDEIROS, Juliana et al. Movimento maker e educação: análise sobre as possibilidades de uso dos Fab Labs para o ensino de Ciências na educação Básica. **Fablearn Brazil**, v. 2016, 2016.

MEIRA, Samara L. Brito; RIBEIRO, Jair Lúcio Prado. A Cultura Maker no ensino de física: construção e funcionamento de máquinas térmica. **Fablearn Brazil**, v. 2016, 2016.

MELO, Larissa; BREMGARTNER, Vitor; SOUZA, Daniel. Estação Meteorológica Portátil com Cultura Maker Interdisciplinar para Ensino de Física e Programação de Computadores. In: **Anais do XXVI Workshop de Informática na Escola**. SBC, 2020. p. 259-268.

MOURA, Éliton Meireles de. **Formação docente e educação maker: o desafio do desenvolvimento das competências**. 2019. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. doi:10.11606/T.48.2020.tde-03032020-171456. Acesso em: 2021-07-20.

OECH, R. VON Um Toque na Cuca. **São Paulo: Livraria Cultura**, 1995.

ONISAKI, H. H. C.; VIEIRA, R. M. B. Movimento Maker: um relato de experiência na formação inicial de uma aluna de licenciatura. In: IV Congresso Nacional de Formação de Professores e XIV Congresso Estadual Paulista de Formação de Educadores, 2018, Águas de Lindóia. Inovações Metodológicas e o uso de tecnologias na formação inicial e continuada de professores, 2018.

ONISAKI, H.H.C., **Laboratório Interdisciplinar de Robótica e Astronáutica**. Anais da I Semana das Licenciaturas da Universidade Federal do ABC, 2015.

ONISAKI, H.H.C.; RICARDO, E.C. A resolução de problemas práticos com o uso de impressão 3D: uma estratégia pedagógica para fomentar o ensino de ciências na perspectiva do Movimento Maker. In: X Encontro de Formação de Professores de Ciências, Campinas, 2021.

ONISAKI, H.H.C.; RICARDO, E.C., Curso de impressão 3D para adolescentes em uma Associação Beneficente no Brasil. In: Encontro Internacional: Voz dos professores em C&T, 2021, Portugal.

ONISAKI, H.H.C.; RICARDO, E.C., O Movimento Maker e sua relação com a interdisciplinaridade no contexto escolar. In: I Encontro Nacional Movimentos Docentes, 2020.

ONISAKI, H.H.C.; VIEIRA, R. M. B. Impressão 3D e o desenvolvimento de produtos educacionais. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico (EDUCITEC)**, v. 5, n. 10, 2019.

ONISAKI, H.H.C.; Robstáculo: um kit de robótica educacional desenvolvido a partir de técnicas de impressão 3D. Trabalho de Conclusão de Curso. 2017

O'REILLY, Tim. **What is web 2.0**. " O'Reilly Media, Inc.", 2009.

PESSOA, Cláudio Henrique et al. Do low tech ao high tech: arte, história, ciência e tecnologia por meio do desenvolvimento de autômatos (CEFET-MG, 2016). **Fablearn Brazil**, v. 2016, 2016.

SANTOS, Jarles Tarso Gomes; DE ANDRADE, Adja Ferreira. Impressão 3D como Recurso para o Desenvolvimento de Material Didático: Associando a Cultura Maker à Resolução de Problemas. **RENOTE**, v. 18, n. 1, 2020.

SCHAD, Michael; JONES, W. Monty. The maker movement and education: A systematic review of the literature. **Journal of Research on Technology in Education**, v. 52, n. 1, p. 65-78, 2020.

SILVA, Maria Aparecida; JAELSON, SILVA. Cultura maker e educação para o século XXI: relato da aprendizagem mão na massa no 6º ano do ensino fundamental/integral do sesc ler Goiana. In: **XVI Congresso Internacional de Tecnologia na Educação**. Anais. 2020.

SOARES, Alice Layla Oliveira et al. Eco-maker: deixando um legado na horta da emef professora "Sofia Imbiriba"–Santarém–PA (Brasil). **Revista Ensino de Ciências e Humanidades-Cidadania, Diversidade e Bem Estar-RECH**, v. 3, n. 1,, p. 168-183, 2019.

SOSTER, Tatiana Sansone et al. Revelando as essências da educação maker: percepções das teorias e das práticas. Tese (Doutorado em Educação), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2018. Acesso em: 2019-05-20

TIAN e colaboradores (2020), no artigo intitulado “*Research Topics and Future Trends on Maker Education in China Based on Bibliometric Analysis*”

VIGOTSKI, Lev S. A construção do pensamento e da linguagem. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

White House. Presidential proclamation—National day of making. Acesso em 10 de maio de 2019. Disponível em: <<https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/2014/06/17/presidential-proclamation-national-day-making-2014>>

ZANCHETTA, Rui. Movimento Makers como ferramenta para implementação de disciplina STEM. **Fablearn Brazil**, v. 2016, 2016.