

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS PARA
SUSTENTABILIDADE (CCTS)
DEPARTAMENTO DE FÍSICA, QUÍMICA E MATEMÁTICA
(DFQM)

**Cultura *Maker* e a Abordagem STEAM: Um Estudo de
Caso e Análise Bibliográfica**

Erika Sayuri Sakata

Orientador: Rafael Henriques Longaresi

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso

Erika Sayuri Sakata

**Cultura *Maker* e a Abordagem STEAM: Um Estudo de Caso e
Análise Bibliográfica**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Universidade Federal de São Carlos - Cam-
pus Sorocaba, como parte dos requisitos para
a obtenção do grau de licencianda em física

Orientador: Prof. Dr. Rafael Henriques Longaresi

Sorocaba

2024



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA - SOROCABA - CCFL-So/CCTS
Rod. João Leme dos Santos km 110 - SP-264, s/n - Bairro Itinga, Sorocaba/SP, CEP 18052-780
Telefone: (15) 32298859 - <http://www.ufscar.br>

DP-TCC-FA nº 4/2024/CCFL-So/CCTS

Graduação: Defesa Pública de Trabalho de Conclusão de Curso

Folha Aprovação (GDP-TCC-FA)

FOLHA DE APROVAÇÃO

ERIKA SAYURI SAKATA

CULTURA MAKER E A ABORDAGEM STEAM: UM ESTUDO DE CASO E ANÁLISE BIBLIOGRÁFICA

Trabalho de Conclusão de Curso

Universidade Federal de São Carlos - Campus Sorocaba

Sorocaba, 20 de setembro de 2024

ASSINATURAS E CIÊNCIAS

Cargo/Função	Nome Completo
Orientador	Prof. Dr. Rafael Henriques Longaresi
Membro da Banca 1	Profa. Dra. Fernanda Keila Marinho da Silva
Membro da Banca 2	Profa. Dra. Renata Prenstetter Gama



Documento assinado eletronicamente por **Rafael Henriques Longaresi, Docente**, em 20/09/2024, às 16:26, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Renata Prenstetter Gama, Docente**, em 20/09/2024, às 16:27, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Fernanda Keila Marinho da Silva, Docente**, em 20/09/2024, às 16:28, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://sei.ufscar.br/autenticacao>, informando o código verificador **1575317** e o código CRC **1AA51A9F**.

Referência: Caso responda a este documento, indicar expressamente o Processo nº 23112.027817/2024-49

SEI nº 1575317

Modelo de Documento: Grad: Defesa TCC: Folha Aprovação, versão de 02/Agosto/2019

Dedico este trabalho aos meus pais, Clóvis e Luciana, por todo o amor e apoio incondicional. Sem vocês, nada disso seria possível. Obrigado por me guiarem com sabedoria e me apoiarem em todas as decisões.

Agradecimentos

Agradeço à minha família, especialmente aos meus pais, a quem sou eternamente grata pelos esforços que me trouxeram até aqui. Agradeço também às minhas irmãs, Ellen e Flávia, mulheres incríveis que me inspiram, e aos irmãos que a vida me deu, Juliana Moreira e Daniel Cardoso, por suas amizades valiosas e por sempre me incentivarem a persistir.

Ao meu orientador, Rafael Longaresi, pela paciência e dedicação durante todo o processo. Este trabalho não teria sido possível sem seu apoio, orientações valiosas e confiança no meu potencial.

Ao CNPq, pelo apoio financeiro durante a iniciação científica.

Aos colegas de curso que compartilharam comigo essa jornada, agradeço pelas trocas e pelos trabalhos em conjunto. Aprendi muito com vocês.

Agradeço aos meus professores por todos os ensinamentos e por me inspirarem com sua determinação e competência em suas respectivas áreas. Vocês serão modelos que levarei para a vida.

Resumo

SAKATA, Erika Sayuri. Cultura *Maker* e a Abordagem STEAM: Um Estudo de Caso e Análise Bibliográfica. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura Plena em Física) - Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2024.

É indiscutível que há uma ascensão dos espaços *Maker* de criação no Brasil. Na tentativa de atualizar os ambientes escolares trazendo soluções tecnológicas inovadoras a partir de respostas estruturais, é possível que lacunas importantes estão sendo deixadas, tais como os que se referem aos processos avaliativos e de formação dos profissionais. Assim, o presente trabalho desenvolveu-se considerando dois objetivos, um prático e outro teórico: o objetivo prático foi composto pela aplicação de uma estrutura avaliativa (rubrica) em atividades realizadas no espaço *Maker* de uma escola particular de Sorocaba e, o objetivo teórico se compôs pelo levantamento bibliográfico que buscou identificar elementos que concebessem a prática nos espaços de criação *Maker*. Nesse levantamento, os artigos foram analisados considerando os seguintes indicadores: etapa de ensino, metodologia ou abordagem utilizada, uso da interdisciplinaridade, uso da cultura maker e de impressão 3D. O levantamento bibliográfico demonstrou uma falta de conceitualização teórica sobre o uso dos conceitos de método e abordagem de ensino/aprendizagem na aplicação das práticas STEAM nos espaços *Maker*. Considerando o uso da rubrica adotada, identificamos três itens da rubrica que foram acessadas facilmente: propriedade e empoderamento, hábitos *Maker* e produção de um artefato. Como característica comum as partes prática e teórica, a rubrica e o levantamento bibliográfico indicam o maior uso da cultura maker em contextos extracurriculares, carecendo de um planejamento nos currículos estruturantes.

Palavras-Chave: Cultura *Maker*. STEAM. Abordagem. Metodologia. Currículo.

Abstract

There is no doubt that makerspaces are on the rise in Brazil. In the attempt to update school environments with innovative technological solutions based on structural responses, it is possible that important gaps are being left, such as those relating to evaluation processes and the training of professionals. Thus, this work was developed considering two objectives, one practical and the other theoretical: the practical objective was composed of the application of an evaluation structure (rubric) in activities carried out in the Maker Space of a private school in Sorocaba and, the theoretical objective was composed of the bibliographic survey that sought to identify elements that conceived the practice in Maker spaces. In this survey, the articles were analyzed considering the following indicators: teaching stage, methodology or approach used, use of interdisciplinarity, use of maker culture and 3D printing. The bibliographic survey showed a lack of theoretical conceptualization on the use of the concepts of teaching/learning methods and approaches to applying STEAM practices in makerspaces. Considering the use of the adopted rubric, we identified three rubric items that were easily accessed: ownership and empowerment, Maker habits and production of an artifact. As a common characteristic of the practical and theoretical parts, the rubric and the bibliographic survey indicate the greater use of maker culture in extracurricular contexts, lacking planning in the structuring curricula.

Keywords: Maker culture. STEAM. Approach. Methodology. Curriculum

Lista de Figuras

1	Ciclo de ações	11
2	Resultado geral dos indicadores para os descritores metodologia e abordagem . .	21
3	Simulador de circuito elétrico - PHET Colorado	38
4	Circuito elétrico simples fechado com prego	38
5	Ciclo de ações realizadas em uma oficina <i>Maker</i>	40
6	Autoavaliação - Aluno 1	42
7	Autoavaliação - Aluno 2	42
8	Robô	44
9	Projeto Livre 1	46
10	Projeto Livre 2	46
11	Robô do Segundo Grupo	59
12	Robô do Terceiro Grupo	59

Lista de Tabelas

1	Processo de revisão dos artigos	17
2	Artigos analisados	23
3	Etapa de ensino x Quantidade de Artigos nos Descritores “Metodologia” e “Abordagem”	27
4	Metodologia apresentada no Artigo e quantidade de artigos em cada descritor	29
5	Disciplinas originalmente empregada	35
6	Rubrica utilizada para avaliação das atividades no espaço <i>Maker</i>	55

Sumário

1	Introdução	6
2	Fundamentação teórica	10
3	Metodologia de Pesquisa	15
3.1	Rubricas de Avaliação	17
4	Resultados e Discussão	21
4.1	Levantamento Bibliográfico	21
4.1.1	Metodologia ou Abordagem?	27
4.1.2	Especificação da metodologia	29
4.1.3	Emprego de interdisciplinaridade	31
4.1.4	Cultura <i>Maker</i>	35
4.2	Rubrica Para Avaliação de Atividades	37
4.2.1	Elaboração do Projeto	43
5	Considerações Finais	47
	Referências	49
	Apêndice A: Rubrica para avaliação de projetos <i>Maker</i>	54
	Apêndice B: Projeto de elaboração do Robô, planejamento e produto fina	59

1 Introdução

Com o passar do tempo, inevitavelmente ocorrem mudanças nas gerações, nas tecnologias e no modo de pensar. Isso traz novos desafios educacionais no ensino e na aprendizagem, pois é por meio da educação que as novas gerações são preparadas. Há 30 anos, Valente (1993) discutia a inserção de uma nova tecnologia nas escolas: o computador. Hoje, a tecnologia avançou em diversas áreas do conhecimento, contribuindo para o surgimento de uma tendência tecnológica com investimentos no campo educacional: o Espaço *Maker* ou Laboratório *Maker*. Esses são espaços equipados com diversas ferramentas e tecnologias, tais como impressoras 3D, cortadoras a laser e kits de robótica e eletrônica, que possibilitam aos estudantes materializar suas ideias e conceitos em projetos concretos através da cultura *Maker*. A cultura *Maker*, derivada do movimento “faça você mesmo” (DIY - Do It Yourself), incentiva a aprendizagem prática por meio da construção, experimentação e criatividade. Nesses espaços, os erros representam uma oportunidade de aprendizagem, e a colaboração é essencial. Nesse sentido, autores como Andrade et al. (2020), Santos (2019) e Vaz e Júnior (2020) argumentam que a associação da cultura *Maker* no contexto educacional permite aos estudantes desenvolver habilidades importantes para o século XXI, tais como pensamento crítico, resolução de problemas, criatividade e trabalho em equipe.

De forma análoga à inserção do computador, a adição desses espaços nos ambientes e atividades escolares também levanta dúvidas, podendo provocar controvérsias e confusões semelhantes às que surgiram com a introdução dos computadores: “Que benefícios serão conseguidos com a introdução do computador na educação? Ou, por que usar o computador na educação? Existe realmente algum benefício ou é apenas uma questão de modismo?” (VALENTE, 1993, p.29). Tais questionamentos podem ser facilmente transpostos para a implementação dos Espaços *Maker* de criação. Além disso, algumas escolas estão substituindo salas de informática por esses espaços. Para responder a essas e outras questões, é essencial considerar como essas tecnologias estão sendo utilizadas. Valente (1993) defende que isso pode ser feito de duas formas. A primeira é a forma **instrucionista**, em que o aluno apenas recebe, memoriza e reproduz informações. Essa abordagem pode ser facilmente observada em práticas como assistir a uma videoaula no computador ou montar um robô a partir de um manual de instruções. Esse modelo de ensino resulta em um aprendizado impessoal, robotizado e desumanizado, consequência da utilização do mesmo manual para qualquer criança, independentemente de seu contexto. Essa

forma de ensino pode ocorrer mesmo sem o uso de computadores, se o professor assume o papel de apenas transmitir informações. Na segunda forma, a **construcionista**, o aluno utiliza a máquina para construir seu conhecimento, e não apenas para recebê-lo. Nesse caso, o aluno executa um ciclo de ações em que a tecnologia é apenas uma parte do processo (VALENTE, 1993). Portanto, a construção dos Espaços Maker sem uma mudança do modelo instrucionista torna-se apenas uma questão de modismo, sem benefícios justificáveis para sua implementação.

Além disso, o ensino tradicional não é suficiente para lidar com questões atuais, especialmente diante do constante uso de tecnologias em que se pode acessar o conhecimento da humanidade na palma da mão. O ensino tradicional, que possui “a pretensão de conduzir o aluno até o contato com as grandes realizações da humanidade” (MIZUKAMI et al., 1986, p.8), perde o sentido, tornando-se mais relevante um ensino focado em desenvolver habilidades para lidar com as milhares de informações e mudanças. Com isso surge um pretensioso movimento de ensino voltado ao desenvolvimento de habilidades e não apenas de transmitir informações, parecendo orgânico o surgimento e a implementação de novos modelos educacionais, tais como o STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics).

Segundo Bacich e Holanda (2020), o STEAM já vem sendo utilizado há algum tempo nos Estados Unidos, China, Austrália e Reino Unido. Essa abordagem tem se espalhado por diferentes localidades porque “o termo que surge nos Estados Unidos como a junção das iniciais das áreas de ciências, tecnologias, engenharia e matemática, agora é visto como um movimento educacional em muitos sistemas educacionais no mundo todo, adaptando-se aos contextos sociais, culturais e educacionais de cada local” (BACICH; HOLANDA, 2020, p.2) . O STEAM visa formar integralmente os alunos, incentivando competências como criatividade, pensamento crítico, colaboração e comunicação, ao mesmo tempo em que valoriza os conhecimentos acadêmicos e as realizações da humanidade.

Essa abordagem, além de estar presente em outros países, também condiz com as preocupações do contexto brasileiro, conforme transmitido pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC):

“Orientada pelos princípios éticos, políticos e estéticos traçados pelas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (DCN), a BNCC soma-se aos propósitos que direcionam a educação brasileira para a formação humana integral e para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.” (BRASIL, 2018, p.7)

Ressalta-se o aspecto da formação integral humana, que está em consonância com princípios

da educação STEAM, bem como a defesa de competências e conteúdos a serem desenvolvidas pelos alunos. Ainda que vários elementos da educação STEAM estejam presentes na BNCC, este movimento educacional ainda parece tímido no país. Uma hipótese apresentada por Pugliese (2020) é de que “em muitos aspectos parece que o STEAM *education* estadunidense teve a entrada no Brasil não como STEAM, mas como movimento *maker*” (PUGLIESE, 2020, p.22). Basta olhar para a popularização desses espaços nos últimos anos (Centro Paula Souza, 2023)(Prefeitura de Congonhas, 2023), além do chamariz *Maker* ser foco do surgimento de uma nova classe empresarial, as *edutechs*¹. Nesse sentido fica claro a necessidade de entender como está sendo feito o uso dos espaços *Maker*, remetendo as indagações desse trabalho: *i*) quais são as concepções de abordagem e método em trabalhos que usam cultura *Maker* e/ou STEAM? e; *ii*) como aplicar uma rubrica² (estrutura avaliativa) afim de verificar competências desenvolvidas por alunos em um ambiente *Maker*?

O principal objetivo deste estudo buscou foi aplicar a rubrica de avaliação, elaborada com base na revisão da literatura, nos projetos desenvolvidos na oficina Makers de um colégio particular do município de Sorocaba-SP. A avaliação tem como propósito estabelecer uma conexão significativa entre a aplicação prática em sala de aula e o construcionismo, teoria de aprendizagem cunhada por (PAPERT, 1991), fazendo também a relação com a abordagem STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics). Desta forma, o presente trabalho foi dividido em duas frentes de trabalho distintas: uma frente prática com análise em sala de aula e uma frente teórica de levantamento bibliográfico.

A componente teórica foi composta por uma pesquisa bibliográfica abrangendo trabalhos já publicados que fazem uso das atividades *Maker* como uma abordagem alternativa para abordar os desafios no contexto da sala de aula e os processos de ensino-aprendizagem. Além disso, busca-se distinguir ou caracterizar essas abordagens em relação ao uso de metodologias ativas que incorporam o conceito STEAM.

A seguir apresentamos a estrutura que se seguirá nos seguintes capítulos:

Fundamentação Teórica: Neste capítulo, apresentamos a teoria educacional do construcionismo, que embasa nosso estudo. Definimos termos-chave como metodologia e abordagem, essenciais para a discussão sobre o uso do STEAM e da cultura *Maker* na educação.

¹As *edutechs* são empresas *startup* que comercializam produtos educacionais sob o pretexto de inserir novas tecnologias nos processos de ensino e aprendizagem

²Rubrica é uma estrutura que coloca níveis de desenvolvimento para determinada competência a ser desenvolvida. A estrutura da rubrica será apresentado posteriormente.

Metodologia de Pesquisa: Aqui, detalhamos as duas frentes de nosso trabalho – teórica e prática. Para a parte prática, apresentamos a rubrica de avaliação e descrevemos as características do contexto social em que a pesquisa foi realizada. Para a parte teórica, explicamos os critérios de inclusão e exclusão dos artigos analisados, o número de artigos resultantes e os descritores utilizados na análise.

Resultados e Discussão: Neste capítulo, analisamos os dados obtidos com base na metodologia descrita. Discutimos os achados à luz da literatura existente e das teorias apresentadas na fundamentação teórica.

Conclusão: Encerramos o trabalho apresentando as conclusões obtidas, destacando os aspectos que devem ser abordados com mais cautela e sugerindo possíveis investimentos no campo educacional para fortalecer a aplicação das abordagens STEAM e da cultura *Maker*.

2 Fundamentação teórica

Quando se discute o uso de tecnologia na educação, um dos nomes de referência é Seymour Papert. Ele introduziu a ideia de que o computador pode ser mais do que apenas um meio instrutivo, sugerindo que o aluno pode construir seu próprio conhecimento utilizando o computador como ferramenta. Nas palavras de Papert:³

Neste livro, discuto maneiras pelas quais a presença do computador pode contribuir para os processos mentais, não apenas de forma instrumental, mas de maneiras mais essenciais e conceituais, influenciando a forma como as pessoas pensam, mesmo quando estão longe de qualquer contato físico com um computador (assim como as engrenagens moldaram meu entendimento de álgebra, embora elas não estivessem fisicamente presentes na aula de matemática). (PAPERT, 1980, p.4)

A partir de suas palavras, nota-se uma preocupação com o desenvolvimento do pensamento do aluno, considerando o que ele levará consigo a partir da interação com o computador. Isso evidencia a importância das competências desenvolvidas no aluno, tornando menos relevante a simples transmissão de informações.

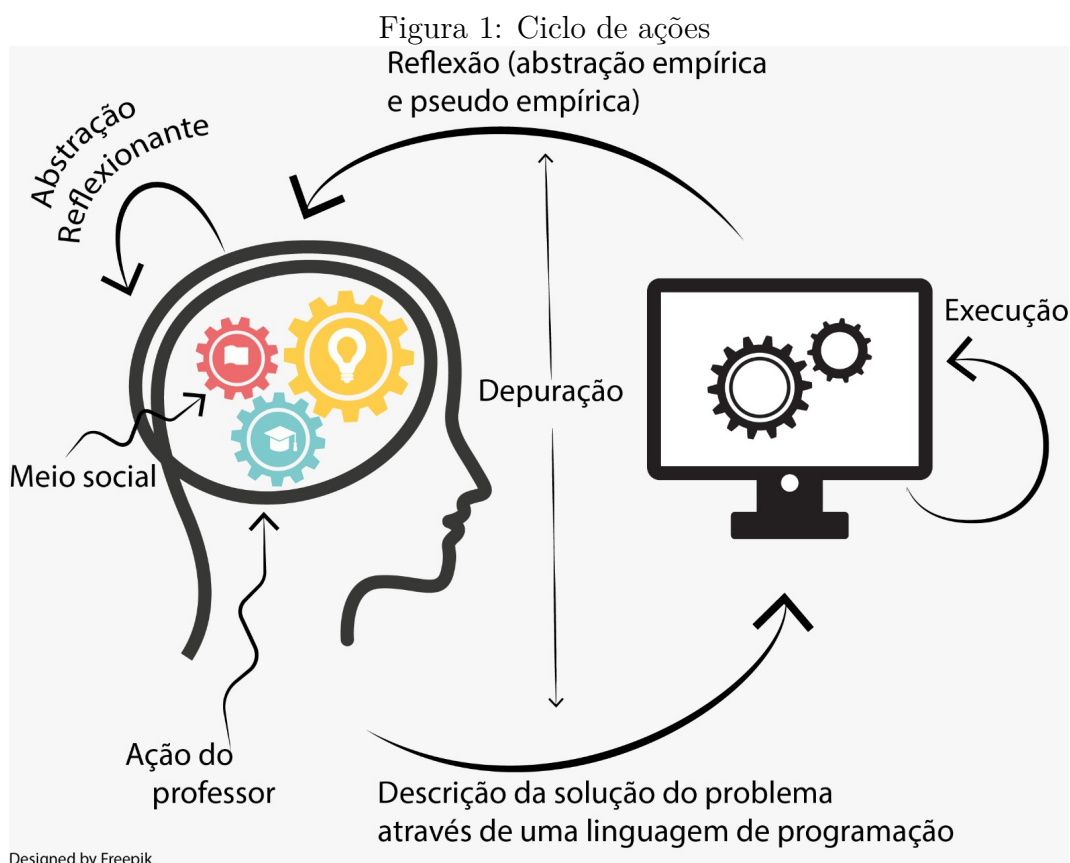
A teoria que Papert cunhou, o construcionismo, possui raízes no construtivismo de Piaget, compartilhando a ideia de que o aluno é um personagem ativo e central na construção de seu conhecimento. Nesse processo, o aluno assimila novas informações a partir de suas estruturas cognitivas e, conseqüentemente, realiza acomodações, o que faz com que o indivíduo mantenha-se em equilíbrio. Esse é um processo cíclico que ocorre durante toda a vida do indivíduo e implica que o conhecimento não é algo concreto que pode ser transmitido diretamente, mas sim algo que é construído por cada indivíduo a partir de seus processos cognitivos. Tanto para o construtivismo quanto para o construcionismo, o fator motivacional e um ambiente preparado são aspectos essenciais para a construção do conhecimento. Para o construtivismo de Piaget esses aspectos são suficientes para que a criança consiga construir seu conhecimento, e o professor tem papel de apenas organizar e introduzir esses espaços aos estudantes, enquanto que para o construcionismo de Papert, o professor organiza um ambiente propício para uma

³Texto original do autor: In this book I discuss ways in which the computer presence could contribute to mental processes not only instrumentally but in more essential, conceptual ways, influencing how people think even when they are far removed from physical contact with a computer (just as the gears shaped my understanding of algebra although they were not physically present in the math class).

aprendizagem coletiva, define o problema e um produto final significativo a ser desenvolvido, guiando os alunos a atingir seus objetivos(ROB; ROB, 2018).

De forma sucinta, podemos elencar quatro diferenciais que aparecem no construcionismo: o papel do professor, o uso de problemas que se relacionam com a realidade do aluno, a produção de um produto final e a interação social. A interação ocorre em dois momentos: Durante o processo em que os alunos trabalham em conjunto, compartilhando de diferentes perspectivas para criar um produto, bem como para compartilhar seus produtos e descobertas, inspirando outros colegas e recebendo outras perspectivas.

A partir desses pontos essenciais do construcionismo, Valente (1993) apresenta o ciclo de ações, ilustrado na Figura 1 que a princípio foi pensado para o uso do software LOGO desenvolvido por Papert, mas que assim como o construcionismo pode ser aplicado também a diferentes contextos (PAPERT, 1991; VALENTE, 1993).



Fonte: Própria (2024)

Inicialmente o aluno reflete sobre o problema posto e desenvolve soluções que devem ser

descritas detalhadamente, essa fase é chamada de **descrição**. Na linguagem de programação nesta fase é necessário escrever o código passo a passo para gerar o resultado na tela e, o resultado entregue pelo computador é chamado de **execução**. A partir da execução o aluno observa e faz a **reflexão** do resultado obtido.

A reflexão pode gerar diferentes níveis de abstração. A abstração empírica, é aquela em que se extrai de objetos ou ações suas qualidades observáveis, como a cor e forma de um objeto. A abstração pseudo-empírica, consiste em retirar características que foram dadas a um objeto, por exemplo, “a bicicleta é um meio de transporte ecológico; a característica “ecológico” não pertence ao objeto-bicicleta; se o sujeito a retirou desse objeto foi porque ele a colocou lá, previamente.” (BECKER, 2014, p.114). Portanto, ambas as abstrações apresentadas são referentes a características do objeto das quais são retiradas de forma imediata a partir da observação e essas abstrações (empíricas) se diferem da abstração reflexiva uma vez que esta, “permite a projeção daquilo que é extraído de um nível mais baixo para um nível cognitivo mais elevado ou a reorganização desse conhecimento em termos de conhecimento prévio (abstração sobre as próprias ideias do aluno)(VALENTE, 1993, p.41).

Dentro do ciclo de ações, o aluno utiliza abstrações para realizar a **depuração**. Quando a abstração empírica e/ou pseudo-empírica é utilizada, “[...] o aprendiz ainda está muito dependente do resultado empírico obtido e as depurações decorrentes podem ser vistas como pequenos ajustes, nunca como grandes mudanças conceituais” (VALENTE, 2005, p. 68). É diante de situações desafiadoras que o aluno sente a necessidade de realizar abstrações reflexivas para resolver a situação, buscando em novas informações e em conhecimentos pré-existentes soluções para o problema apresentado.

Em resumo, o construcionismo de Seymour Papert enfatiza a importância da construção do conhecimento através da criação ativa de artefatos. Segundo Papert, aprender é mais eficaz quando os alunos estão engajados em construir algo que tenha significado pessoal. Essa teoria educacional valoriza a aprendizagem prática e a resolução de problemas reais, proporcionando aos alunos a oportunidade de aplicar conceitos teóricos em contextos práticos.

A abordagem STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) encaixa-se

perfeitamente no construcionismo de Papert, pois promove a integração de diferentes áreas do conhecimento de maneira prática e interdisciplinar. O STEAM incentiva os alunos a explorar e experimentar, utilizando habilidades e conhecimentos de várias disciplinas para resolver problemas complexos e que podem ser facilmente transportados para a realidade. Assim, a abordagem STEAM complementa o construcionismo ao proporcionar aos alunos um contexto rico e diversificado para a construção do conhecimento, utilizando tanto métodos práticos quanto reflexivos para depurar e aprimorar suas compreensões.

Na sala de aula junto de uma abordagem de ensino é necessário utilizar de metodologias de ensino, considerando que uma “metodologia pode ser compreendida como tratado, disposição ou ordenamento sobre o caminho através do qual se busca, por exemplo, um dado objetivo de ensino ou mesmo uma finalidade educativa” (ARAÚJO, 2015, p.3). Dessa forma, metodologia pode ser entendida como o caminho a ser seguido e, portanto, requerem de uma finalidade.

O ensino básico brasileiro possui a finalidade de que a “educação deve afirmar valores e estimular ações que contribuam para a transformação da sociedade, tornando-a mais humana, socialmente justa e, também, voltada para a preservação da natureza” (BRASIL, 2013 apud BRASIL 2018,p.8), , que é uma finalidade muito ligada aos desafios que são impostos para a sociedade como um todo.

É nesse sentido que a educação STEAM pode contribuir para lidar com os desafios contemporâneos, ajudando a pensar uma educação que, sem abandonar a excelência acadêmica, também desenvolva competências importantes como a criatividade, o pensamento crítico, a comunicação e a colaboração. (BACICH; HOLANDA, 2020, pág.2).

Assim, para esse trabalho optou-se por analisar os artigos pela perspectiva da educação STEAM, que segundo Bacich e Holanda (2020) não é considerada uma metodologia, e sim uma abordagem pedagógica que se vincula a diferentes propostas de aprendizagem ativa. Ainda, segundo os autores, defendem que “[...]não existe uma metodologia única e específica para promover a integração das áreas presentes no acrônimo, e, neste caso, é comum chamar o STEAM de metodologia” (BACICH; HOLANDA, 2020, p.29). Isso implica que o STEAM deve ser entendido como uma abordagem flexível e adaptável a diferentes metodologias de ensino para facilitar a aprendizagem interdisciplinar.

Adicionalmente o termo “abordagem” nesse contexto é entendido como um conjunto de ideias, filosofia e características que transpassa o trabalho de educadores, análogo ao que Pugliese (2017) define como modelo pedagógico, no qual “pode ser entendido aqui como um recorte teórico e filosófico, bem como metodológico, que sustenta determinada prática escolar.”(*ibidem*,p.17). Assim, especificamente para o caso da abordagem STEAM, tem-se ideias que se aproximam e se encaixam com o construcionismo apresentado por Papert (PAPERT, 1980)(PAPERT, 1991). Portanto, mesmo que não exista uma metodologia única de ensino, entende-se para que o aluno seja ativo no processo de construção de seu conhecimento, seja necessário utilizar metodologias ativas. Além disso, considerando a importância do produto final no construcionismo de Papert, fica clara a aproximação com a cultura *Maker*, que tem a premissa do “mão na massa”.

As ideias de Papert, a abordagem STEAM e a Cultura *Maker* oferecem uma vasta gama de possibilidades de aplicação em diferentes contextos educacionais. Embora a combinação dessas abordagens não seja obrigatória, elas podem apresentar um grande potencial para criar ambientes de ensino envolventes e motivadores. Quando aliadas a propostas desafiadoras e currículos bem estruturados, essas abordagens podem fomentar o desenvolvimento de habilidades e competências essenciais para a formação dos alunos. No entanto, à medida que esses conceitos ganham popularidade, surge uma questão: será que a disseminação dos termos não está gerando uma confusão conceitual, levando à percepção de que eles são sinônimos?

3 Metodologia de Pesquisa

A construção do trabalho foi dividida em duas grandes partes. A que chamaremos de “Parte prática”, que envolve a elaboração e aplicação da rubrica, e a chamada “Parte teórica” que envolve o processo de levantamento bibliográfico.

A frente teórica do projeto consistiu de uma revisão bibliográfica. A pesquisa pode ser classificada como descritiva que “tem como objetivo principal a descrição das características de determinada população ou fenômeno, ou então, o estabelecimento de relações entre variáveis” (GIL et al., 2002, p.42). Assim, ela é classificada como descritiva pois visou mapear a partir do levantamento bibliográfico características das aplicações da cultura *Maker* e da abordagem STEAM no contexto educacional. No entanto, a pesquisa também adota um viés exploratório, uma vez que busca explicitar determinados problemas e contribuir para a formulação de novas hipóteses, conforme delineado por Gil (2002). Dado que se trata de uma tendência educacional relativamente recente, é interessante observar a construção teórica que suas aplicações estão tomando, se compartilham de um mesmo referencial teórico, ou quais são as ramificações possíveis.

Para a análise do levantamento bibliográfico, foi utilizado de dois conjuntos de descritores de pesquisa: o primeiro com os descritores “*Maker*” “STEAM” e “Metodologia”, enquanto que o segundo utilizou dos descritores “*Maker*” “STEAM” e “Abordagem”. A busca foi realizada através da plataforma “Google Scholar”, por ser uma pesquisa inicial sendo utilizada uma plataforma de fácil acesso, .

Para cada uma das buscas que utilizaram dos descritores supracitados foi feita a pesquisa e a primeira seleção dos artigos, retirando duplicatas, realizando a leitura do título e remoção dos artigos com informações o suficiente para justificar sua exclusão, seguido da leitura dos resumos e exclusão daqueles em que o resumo apresentava informações o suficiente para justificar a exclusão. Com essa seleção de artigos foi feita a checagem do qualis da revista em que o artigo havia sido publicado. Foram selecionados apenas artigos de qualis A e B. Como resultado, a pesquisa com o primeiro conjunto de descritores “*Maker*” “STEAM” e “Metodologia” que obteve inicialmente 674 resultados, após a seleção forneceu 42 artigos, do mesmo modo para

o segundo conjunto de descritores “*Maker*” “STEAM” e “Abordagem” de um total de 1060 resultados, após a seleção forneceu 45 artigos.

Uma segunda seleção foi realizada, em que a partir da leitura integral dos artigos, pode-se verificar se o tema retratado no artigo estava alinhado com os objetivos da pesquisa, e como consequência dessa análise fez-se a exclusão de artigos fora do tema e de revisão bibliográfica. Com isso, obteve-se 25 artigos do descritor metodologia e 18 do descritor abordagem.

A partir dos artigos selecionados, coletou-se a informação dos seguintes indicadores: “uso do termo metodologia”, “utilização do termo abordagem como práxis didática”, “incorporação da interdisciplinaridade”, “utilização do termo Cultura *Maker*”, “utilização de impressora 3D”, “disciplina originalmente empregada”, “especificação da metodologia” e “etapa”. Os resultados e inferências obtidas através de cada indicador, bem como a explicação e justificativa de escolha de cada um será apresentado na seção 4 (Resultados e Discussão).

O processo de seleção e revisão dos artigos é apresentado na Tabela 1, e os artigos que passaram pela análise e serão discutidos neste trabalho, estão apresentados na Tabela 2 da seção 4 (Resultados e Discussão).

Tabela 1: Processo de revisão dos artigos

1. Objetivo	Determinar a pesquisa empírica realizada sobre o uso de atividades STEAM na educação básica, classificando conceitualmente o uso de metodologias e abordagens de ensino.
2. Estratégia de Pesquisa	Pesquisa booleana no Google Scholar utilizando os descritores: <i>Maker</i> and STEAM and Metodologia e <i>Maker</i> and STEAM and Abordagem.
3. Critério de Inclusão	Pesquisa focada no emprego de atividades STEAM na promoção do ensino curricular ou não curricular. Textos completos, revisados por pares, artigos acadêmicos, pesquisas empíricas em língua portuguesa e <i>qualis</i> A e B .
4. Critérios de Exclusão	Artigos de revisão, apresentação em congressos, anais, teses, dissertações, livros e trabalhos de conclusão de curso.
5. Extração de Dados	Leitura dos artigos e coleta de informações relevantes
6. Síntese dos Dados	Identificação das categorias: etapa de ensino, uso dos termos abordagem e metodologia, uso de impressoras 3D, cultura <i>Maker</i> , interdisciplinaridade, disciplina originalmente empregada e especificação da metodologia utilizada.
7. Relatório	Os resultados foram analisados e resumidos para demonstrar a pesquisa empírica realizada sobre as atividades STEAM.

3.1 Rubricas de Avaliação

Nesta seção será apresentada a aplicação da rubrica nas oficinas “Makers”. Os espaços *Maker* de criação, são espaços transdisciplinares⁴ (SOMMERMAN, 2006) e que podem ser caracterizados como espaços que propiciam a inventividades dos alunos, sendo estes desafiados a exercerem atividades que remetem a ciência, tecnologia, engenharia, artes e à matemática

⁴Na visão de Sommerman, a transdisciplinaridade é entendida como uma etapa avançada de integração entre disciplinas. Refere-se à construção de um sistema total onde não existem fronteiras rígidas entre as disciplinas. Portanto, quando se menciona que o espaço maker é transdisciplinar, isso significa que a construção de conhecimento nesse espaço ocorre de maneira integrada, sem delimitações estritas entre as diferentes áreas de conhecimento.

(STEAM). Ainda, é assegurado aos estudantes o uso de suas capacidades plenas de criação em um ambiente seguro e de forma assistida, sendo auxiliados por docentes e/ou tecnologias no desenvolvimento do trabalho criativo. Por se tratar de um processo genuinamente criativo, não há um consenso na literatura sob como seria a melhor forma dos docentes realizarem uma avaliação do aluno referente a atividade desenvolvida.

Nessa perspectiva, é possível encontrarmos alguns trabalhos na literatura estrangeira que procuram estabelecer uma estrutura avaliativa (rubrica) em que seja possível analisar qualitativamente o desenvolvimento de algumas capacidades/competências dos alunos. Por exemplo, em um dos trabalhos de Bevan *et.al.* (2015) propõe-se uma rubrica chamada de “*Tinkering Learning Dimensions (TLD)*” no qual consiste na avaliação da aprendizagem em quatro dimensões fundamentais que cercam as atividades *Maker*: (a) compromisso (*engagement*), (b) iniciativa e intencionalidade (*initiative and intentionality*), (c) participação social (*social scaffolding*) e (d) desenvolvimento da compreensão (*development of understanding*). Já no trabalho de Clapp *et.al.* (2016) ele propõe um referencial para analisar apenas o processo de desenvolvimento, buscando quantificar as capacidades dos estudantes em modificar/explorar o objetivo proposto da atividade.

Nesse trabalho, propomos o uso de uma rubrica baseada (porém modificada) no trabalho de Marshall (MARSHALL; HARRON, 2018) e que possui muita similaridade com o já citado trabalho de Bevan (2015). A rubrica de Marshall e Haron para a avaliação dos alunos considera cinco componentes essenciais que possam estar correlacionados com a abordagem STEAM: (a) propriedade/empoderamento, (b) hábitos *Maker*, (c) produção de um artefato, (d) colaboração e (e) ferramentas STEM. O último componente da lista, será modificado nesse projeto e iremos denomina-lo de “relevância STEAM”, posteriormente será apresentada a justificativa para esta opção. Ainda, adotaremos os mesmo descritores e rubricas de cada componente (do item (a) ao (d)) elaboradas pelos autores, criando apenas um novo descritor para o item (e). A tabela com a rubrica está disponível no Apêndice A: Rubrica de Avaliação de Projetos *Maker*, ela será utilizada na seção 4 para análise dos produtos realizados na oficina “*Makers*”.

A seguir, faz-se uma breve descrição de cada componente utilizado nessa rubrica avaliativa,

justificando-a com o referencial teórico proposto, o construcionismo.

Propriedade/Empoderamento: Uma das grandes atratividades da atividade *Maker*, resulta de as múltiplas possibilidades dos estudantes criarem/modificarem objetos que eles realmente querem ter em suas vidas e que possam ter alguma utilidade, facilitando o processo de ensino e aprendizagem. Portanto, como as atividades *Maker* apresentam essa característica mão-na-massa, estão em consonância com o construcionismo de Papert:

Na noção de construcionismo de Papert existem duas ideias que contribuem para que esse tipo de construção do conhecimento seja diferente do construtivismo de Piaget. Primeiro, o aprendiz constrói alguma coisa, ou seja, é o aprendizado através do fazer, do “colocar a mão na massa”. Segundo, o fato de o aprendiz estar construindo algo do seu interesse e para o qual ele está bastante motivado. O envolvimento afetivo torna a aprendizagem mais significativa.”(VALENTE, 1993, pág.6).

Hábitos *Maker*: O processo de modificação ou criação de um objeto no espaço *Maker* é caracterizado por uma série de tentativas e erros até que o resultado esperado seja alcançado. Incentivar os estudantes a tomarem iniciativas “arriscadas” mesmo sabendo que o resultado pode ser negativo é uma característica que deve estar presente nas atividades *Maker*. Aqui, mais uma vez, encontramos um elemento essencial do construcionismo, onde o estudante ao se deparar com o mau funcionamento do seu projeto deve ser capaz de revisar suas ações e encontrar a causa do erro. Esse processo de autocorreção (depuração) exige que o estudante retome os conceitos teóricos envolvidos na construção do projeto (VALENTE, 1993).

Produção de um Artefato: A construção/modificação de um objetivo possui estreitas relações com a componente “propriedade/empoderamento”. Aqui, os objetos construídos possuem uma natureza intrinsecamente pessoal e, portanto, cada aluno é motivado por um determinante diferente. A partir do conhecimento prévio que o aluno possui sobre o objeto de estudo, a prática construcionista modifica/corrigi esses conceitos através de experimentos significativos por múltiplas iterações, levando-o a cada iteração a um novo nível de conhecimento e aprendizagem. Assim, a prática de projetar, personalizar, compartilhar e refletir são essenciais para a aprendizagem no meio construcionista (MARSHALL; HARRON, 2018).

Colaboração: Durante as atividades *Maker*, a colaboração com a comunidade local (devemos entender em primeira aproximação, o conjunto de estudantes que ocupam o espaço *Maker*)

possui um papel central. A natureza compartilhada do processo de aprendizagem é um elemento essencial do construcionismo (PAPERT, 1991). Assim, o estudante a partir de seus conhecimentos prévios e devido as múltiplas iterações na construção do objeto é capaz de se tornar um elemento facilitador de aprendizagem para a comunidade. A colaboração com a comunidade tem tido um papel tão importante nas atividades *Maker*, que é possível encontrar sítios da internet contendo vários projetos com dicas e definições (por exemplo, <makerfaire.com>). A colaboração entre os estudantes pode se apresentar de diferentes formas desde o aconselhamento para uma redefinição dos recursos a serem utilizados durante o processo de criação, quanto para o compartilhamento junto a uma comunidade (virtual ou não) que pode gerar tanto considerações quanto inspiração dos pares.

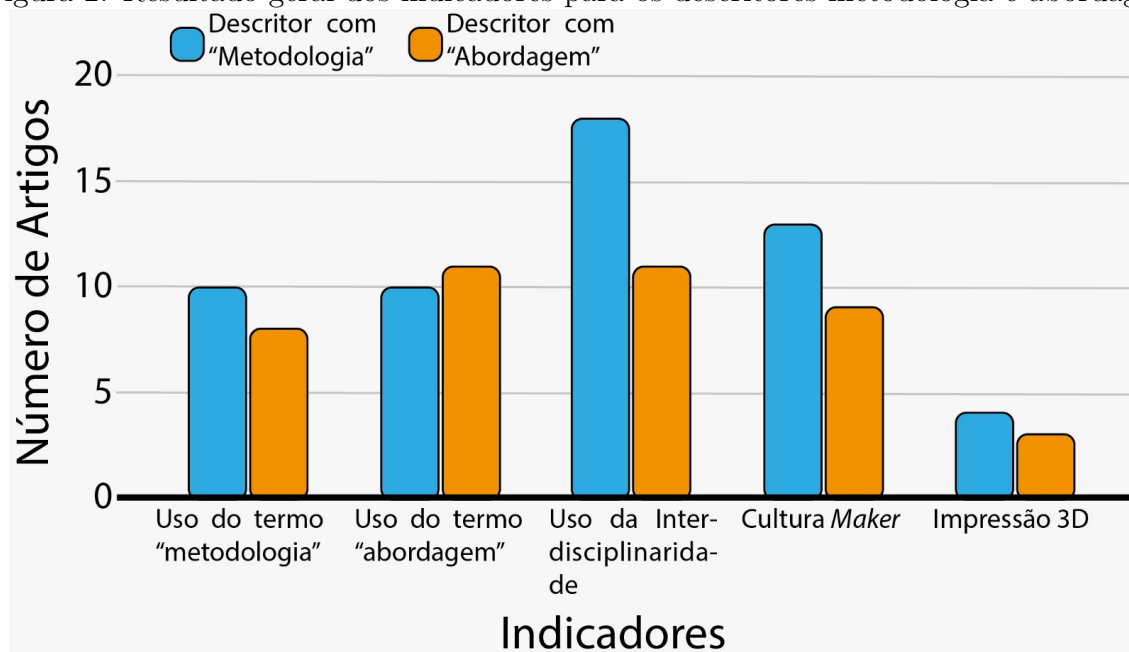
Relevância STEAM: As atividades *Maker* possuem forte dependência com o desenvolvimento dos estudantes nas áreas de ciências, tecnologia, engenharia, matemática e artes (STEAM) e, portanto, é muito comum encontrarmos a definição de STEAM (ou STEM) associados com a prática *Maker*. Dentro desse contexto, podemos encontrar atividades STEAM que buscam apenas promover a integração de forma isolada ou multidisciplinar dos acrônimos de STEAM, propostas do uso de kits educacionais para a promoção do uso da ciência, tecnologia e matemática a até atividades que promovam e incentivem o aluno na criação/modificação de objetos com alguma justificativa a ciência e a tecnologia (aqui encontramos a maior parte das atividades *Maker*). Nesse projeto, definimos como relevância STEAM, aquele no qual a atividade é pautada na realização de projetos possuindo como metodologia a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) e que deverá promover nos estudantes uma percepção de relevância dos conhecimentos científicos que a educação básica deve propiciar. Obviamente que sobre tal definição, a escola que tenha como prática pedagógica a adoção da metodologia, essa integração deverá aparecer de forma natural nos espaços *Maker* de criação.

4 Resultados e Discussão

4.1 Levantamento Bibliográfico

Nessa etapa, foi realizado o levantamento bibliográfico seguindo os critérios apresentados na Metodologia de Pesquisa (seção 3) que consistiu na realização de duas pesquisas na plataforma Scholar Google. A primeira pesquisa utilizou dos descritores “*Maker*”, “*STEAM*” e “*Metodologia*”. Chamaremos essa pesquisa de “*descriptor metodologia*”, e a segunda pesquisa utilizou os mesmos dois primeiros descritores, mas substitui o descritor “*Metodologia*” por “*Abordagem*”. Chamaremos essa segunda pesquisa de “*descriptor abordagem*”. Na fase de “*Extração de Dados*” apresentado na Tabela 1 (ver seção 3), estavam disponíveis 25 artigos para o descritor metodologia e, 18 para o descritor abordagem. A totalidade desses artigos está apresentado na Tabela 2. Para essa análise é possível ter uma visão comparativa geral no gráfico da Figura 2. É importante ressaltar que dos 18 artigos que aparecem na pesquisa utilizando o descritor “*abordagem*”, 13 aparecem também na pesquisa do descritor “*metodologia*”, o que indica que o uso do termo metodologia é mais comum de ser associado com os termos *STEAM* e cultura *Maker*.

Figura 2: Resultado geral dos indicadores para os descritores metodologia e abordagem



A Tabela 2 apresenta a totalidade dos artigos, contendo na primeira coluna as letras “M” ou/e “A” que fazem referência a pesquisa utilizando o descritor metodologia e o descritor abordagem, respectivamente. Na segunda e terceira colunas constam respectivamente os títulos e as referências dos artigos, sendo esses últimos apresentados junto às referências do trabalho na seção de referências.

Tabela 2: Artigos analisados

-	Título	Referência
M1	O lugar da aprendizagem criativa: Uma experiência com a matemática mão-na-massa	(VAZ; JÚNIOR, 2020)
M2	Jogo de tabuleiro no ensino de Língua Portuguesa: Cultura <i>Maker</i> , interdisciplinaridade e Tecnologia	(SANTOSA; BARDEZB; MARQUES, 2020)
M3	Construção e adaptação do projeto APOLOBVM: relato de experiência de criação de metodologia de ensino através de ferramentas tecnológicas e inovadoras em tempos de pandemia de COVID-19	(ANDRADE et al., 2020)
MA4	Metodologia STEAM e agenda 2030 como aliados na construção de protótipo de parque de diversão sustentável	(MASULCK et al., 2021)
MA5	Afrofuturismo na educação: O caso da metodologia ativa cartodiversidade	(ROCHA; VAZ, 2021)
MA6	O uso do Micro:bit e sua aplicabilidade em uma escola pública da região Norte	(ALBUQUERQUE et al., 2020)

- MA7 Metodologias ativas numa escola técnica profissionalizante (SILVA; VIANA; JR., 2020)
- M8 Atividades de campo e STEAM: possíveis interações na construção de conhecimento em visita ao Parque Mãe Bonifácia em Cuiabá-MT (LOPES et al., 2017)
- MA9 Integração entre a gamificação e a abordagem STEAM no ensino de química (CLEOPHAS, 2020)
- M10 Ciência e tecnologia na escola (SANTOS, 2019)
- M11 Integração entre robótica educacional e abordagem STEAM: desenvolvimento de protótipos sobre a temática responsabilidade social e sustentabilidade (FERNANDES; ZANON, 2022)
- M12 Drone na Escola – inclusão tecnológica usando drones como ferramenta (SAPÍA; RIBASKI, 2019)
- M13 Análise das competências e habilidades da área de ciências da natureza orientadas através da abordagem steam (DIAS; MELLO, 2022)
- M14 Práticas exitosas de robótica no ensino médio integrado: ensinando conhecimentos aprendidos em curso de capacitação no Porto-PT (PEREIRA et al., 2022)

- M15 Protozoários, “vilões ou mocinhos”? Uma proposta integrativa e inclusiva para aulas de ciências (SANTOS; HARDOIM, 2021)
- M16 Clube da Lua: o clube de astronomia de crianças dos anos iniciais do ensino fundamental (ALVAIDE; PUGLIESE, 2020)
- M17 Educação científica inclusiva: Experiências interdisciplinares possíveis para o ensino de biologia e ciências naturais empregando o método STEAM (HARDOIM et al., 2019)
- MA18 Formação de formadores e formação piloto de professores de Matemática com o GeoGebra em contexto STEAM (SANTOS; SILVEIRA, 2021)
- M19 O uso de expressões artísticas no ensino de biologia celular: uma proposta combinando metodologias ativas e interdisciplinaridade (SOARES; BARBOSA; SILVA, 2021)
- M20 A abordagem STEAM aplicada através de projeto interdisciplinar sobre a pandemia da COVID-19 (DIAS; MELLO, 2022)
- M21 Relato de experiência exitosa em Porto-PT: Robótica Educacional (PEREIRA et al., 2022)

M22 Educação tecnológica no ensino fundamental, anos finais, uma pesquisa-ação participativa ([ALMEIDA et al., 2021](#))

MA23 Flúidos não newtonianos e a solução do problema milenar da armadura – uma proposta para o ensino remoto com enfoque CTEAM ([SOUZA et al., 2021](#))

A1 Educação Matemática STEAM: dando sentido a números inteiros com tecnologias digitais ([SILVA; ROSA, 2022](#))

A2 Combinação com o jogo SET e GeoGebra: explorações com recursos físicos e digitais ([LIEBAN et al., 2022](#))

A3 Letramento Digital na perspectiva emancipatória, digital e cidadã no desenvolvimento de práticas educativas gamificadas ([LACERDA; SCHLEMMER, 2018](#))

O indicador “etapa” tem a função de situar o contexto educacional em que os artigos foram aplicados, e é apresentado na Tabela 3, contendo a quantidade de artigos de ambas as pesquisas que se encaixam em cada etapa. As quatro primeiras categorias são classificadas como ensino básico definido pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996), a partir da tabela é possível perceber que são maioria, resultado consistente com o tema delimitado.

No entanto, os artigos colocados como “formação de professores” e “superior” também possuem relevância e são condizentes com o estudo, pois a “educação *Maker*” associado ao STEAM é relativamente recente, como apresenta (BLICKSTEIN, 2023). Muito provavelmente ainda deve existir muitas questões e confusões acerca do assunto para essa etapa e, dessa forma, é importante que sejam realizadas formações que orientem os professores.

Tabela 3: Etapa de ensino x Quantidade de Artigos nos Descritores “Metodologia” e “Abordagem”

Etapa	Metodologia	Abordagem
Ensino básico (1º ano a 3ª série EM)	2	1
Ensino Médio	6	3
Ensino Médio Integrado	4	2
Fundamental 1	1	0
Fundamental 2	6	6
Ensino profissionalizante	0	2
Formação de professores	4	5
Ensino Superior	2	0

4.1.1 Metodologia ou Abordagem?

A revisão bibliográfica utilizou de duas pesquisas, utilizando o primeiro descritor, onde as palavras chave foram: STEAM, cultura *Maker* e Metodologia, e o segundo descritor também com as palavras chave STEAM e cultura *Maker*, mas utilizando abordagem ao invés de metodologia. A escolha das palavras-chave aplicadas na pesquisa está diretamente relacionada com o referencial teórico utilizado. Conforme apresentado na seção 2 “Fundamentação Teórica”, explicitamos o STEAM como uma abordagem de ensino, visto que não existe uma metodologia única para promovê-la. Além disso, também foi feita uma breve definição de metodologia dada por Araújo (2015), sendo esse o caminho ou ordenamento em que se busca um objetivo.

Partindo deste referencial teórico, foi estabelecido os indicadores “uso do termo metodologia” e “uso do termo abordagem” a serem analisados nos artigos. Os resultados apresentaram que para o uso do termo metodologia a pesquisa com o uso da palavra-chave “descriptor metodologia” obteve 10 de 25 artigos coerentes com o referencial adotado, enquanto que para a pesquisa utilizando o “descriptor abordagem” foram 8 artigos dos 18 analisados. Dos 25 artigos selecionados na pesquisa com a utilização do descriptor “metodologia”, 10 deles incorporaram o conceito de abordagem como práxis didática. Já na pesquisa com a utilização do descriptor “abordagem”, foram identificados 11 artigos, sendo 8 deles comuns às duas pesquisas.

Portanto, para ambos os descritores, menos da metade dos artigos utilizaram o termo “metodologia” conforme a teoria defendida neste trabalho. Para demonstrar essa constatação, apresentam-se alguns casos: 6 artigos em ambas as pesquisas utilizaram a nomenclatura metodologia STEAM; mais detalhes sobre os artigos são apresentados em “Especificação da metodologia”. Em um dos artigos, (SILVA; VIANA; JR., 2020) os autores apresentam que “foram utilizadas as metodologias ativas PBL, ensino híbrido, FC, STEAM e Cultura *Maker*” (SILVA; VIANA; JR., 2020, p.163). Todos esses termos estão designados como metodologia, o que pode levar ao entendimento de que desempenham a mesma função dentro deste trabalho, ou talvez haja uma confusão acerca do papel que cada uma desempenha.

Em relação ao uso do termo “abordagem”, é possível observar um resultado mais coerente com o referencial teórico. Dentre todos os artigos, aqueles que utilizaram o termo o fizeram conforme o referencial teórico deste trabalho. Por outro lado, aqueles que não seguiram nosso referencial teórico geralmente nem sequer utilizaram o termo. Ou seja, o termo “abordagem” não costuma ser utilizado de forma imprecisa, provavelmente por ser menos popular.

A “confusão” entre os termos metodologia e abordagem pode ter implicações na qualidade e na precisão da pesquisa educacional. Uma compreensão inadequada dos termos pode levar a ambiguidades na descrição dos métodos de pesquisa e na replicação dos estudos. Além disso, pode dificultar a avaliação precisa dos resultados e a comparação entre diferentes pesquisas. Portanto, é interessante que os pesquisadores e autores de artigos científicos pensem acerca da definição e do uso dos termos “metodologia” e “abordagem” em seus estudos. Isso contribuirá

para a clareza conceitual e a precisão nas descrições dos métodos de pesquisa, bem como para o avanço do conhecimento na área da educação STEAM e em outros campos relacionados. É importante destacar também que a compreensão e a aplicação corretas desses conceitos são cruciais para a promoção de práticas educacionais eficazes e baseadas em evidências.

4.1.2 Especificação da metodologia

A metodologia escolhida para uma proposta pedagógica desempenha papel fundamental no processo de ensino-aprendizagem. Esse aspecto também é válido quando se trata de projetos que desejam utilizar da perspectiva *Maker*, isso porque a Cultura *Maker* tem como definição o uso da “mão-na-massa” e, portanto, para que se possa realizar um trabalho pedagógico coerente, é necessário que a metodologia escolhida seja uma metodologia ativa, em que os alunos possam assumir o papel de protagonista. Assim, procurou-se analisar, a partir do levantamento bibliográfico, essa coerência nos artigos encontrados com os buscadores supramencionados na seção anterior.

Os dados referentes à especificação das metodologias apresentadas em cada artigo podem ser visualizados na Tabela 4. É importante ressaltar que 13 dos 18 artigos do descritor “Abordagem” também apareceram na pesquisa do descritor “Metodologia”.

Tabela 4: Metodologia apresentada no Artigo e quantidade de artigos em cada descritor

Metodologia apresentada no artigo	Descritor Metodologia	Descritor Abordagem
Aprendizagem baseada em projetos	7	3
“STEAM”	6	3
Não específica	3	5
Gamificação	2	1
Aprendizagem baseada em problemas	2	0
Aprendizagem baseada em jogos	1	1
CartoDiversidade	1	1
Aprendizagem colaborativa	1	1
Robótica	1	1
Educação 4.0	0	1

Para qualificarmos os artigos referentes ao emprego correto do conceito de metodologia, optamos por utilizar da teoria de conhecimento elaborado por Bacich e Holanda (2020) no livro “*STEAM em sala de aula: a aprendizagem baseada em projetos integrando na educação básica*”.

Nessa obra, os autores postulam que o STEAM não pode ser rigidamente definido como uma metodologia, conforme apresentado na seção 2 (Fundamentação Teórica). O STEAM é concebido de forma mais ampla, sendo caracterizado como um movimento que se origina fora do âmbito escolar e é posteriormente incorporado a esse contexto. Assim, não se trata meramente de uma metodologia, mas sim de uma abordagem que permeia práticas pedagógicas, influenciando currículos, metodologias empregadas e até mesmo o papel dos alunos e professores. Nesse sentido é possível observar um equívoco aos artigos que colocam STEAM como metodologia utilizada, sendo eles: (VAZ; JÚNIOR, 2020); (ANDRADE et al., 2020); (HARDOIM et al., 2019); (MASULCK et al., 2021) ;(SAPÍIA; RIBASKI, 2019); (PEREIRA et al., 2022) sendo esses últimos três artigos comuns a ambos os descritores, enquanto que os três primeiros são apenas artigos do descritor metodologia.

Uma aspecto apresentado por Bacich (2020) sobre o uso de metodologias ativas e o emprego de atividades STEAM, refere-se à busca do docente por novas formas de ensino, rompendo com o ensino tradicional:

(...)uma grande ênfase dos entusiastas do *STEAM education* em romper com um modelo de ensino no qual o aluno recebe o conhecimento de forma passiva, substituindo-o por um modelo que se propõe a ser ativo e desafiante, o que também explica uma relação muito próxima com a aprendizagem baseada em projetos e problemas (BACICH; HOLANDA, 2020, pág.15).

Nesse sentido, a expectativa era que todos os artigos que utilizaram da cultura *Maker* e/ou da abordagem STEAM utilizassem metodologias ativas, pois ambas propõem desafios aos alunos centralizando-os no processo de aprendizagem e que, só podem ser resolvidos através de uma metodologia ativa. A Tabela 4, representa o número de artigos que utilizaram de metodologias ativas para a abordagem de conteúdos STEAM. Dentre as metodologias utilizadas, destaca-se a “Aprendizagem baseada em projetos”, “Aprendizagem baseada em problemas”, “Gamificação” e “Aprendizagem baseada em jogos” as que somam maior número de artigos. O uso dessas metodologias é um indicativo de que esses artigos exercem práticas em consonância com a literatura e com a epistemologia desse trabalho elaborada por Bacich.

Outro aspecto importante a ser ressaltado é que no caso dos artigos em que a metodologia não é especificamente detalhada, como exemplificado no estudo de Lopes *et al.* (2017) intitu-

lado “Atividades de Campo STEAM: Possíveis Interações na Construção de Conhecimento em Visita ao Parque Mãe Bonifácia em Cuiabá-MT”, é notável que o termo “metodologia STEAM” seja mencionado, embora a metodologia em si não seja claramente delineada. Nesse contexto particular, o autor faz diversas referências a locais que oferecem oportunidades para problematização, o que está alinhado com a aprendizagem baseada em problemas, indicando a utilização correta dessa metodologia. No entanto, a falta de uma definição formal dessa metodologia sugere que outros artigos também podem fazer uso de metodologia ativa, embora não o tenham explicitamente apresentado.

4.1.3 Emprego de interdisciplinaridade

Um aspecto importante da abordagem STEAM é o uso da interdisciplinaridade. Isso se deve ao fato de que a educação STEM foi concebida como uma abordagem interdisciplinar, com o objetivo de eliminar as barreiras tradicionais que separavam os conteúdos de ciências, tecnologia, engenharia e matemática, integrando-os em experiências do mundo real relevantes para os alunos (BACICH; HOLANDA, 2020).

A interdisciplinaridade, segundo Nikitina (2006) apresenta três diferentes estratégias: contextualização, conceitualização e centralização em problemas, sendo essa divisão um reflexo de três campos de conhecimento:

Assim, minhas estratégias propostas - contextualização, conceitualização e centralização do problema - refletem, respectivamente, a natureza e a estrutura do conhecimento nas humanidades, ciências e campos aplicados (NIKITINA, 2006, pág.252, tradução nossa)^a

^aThus, my proposed strategies—contextualizing, conceptualizing, and problem-centering—reflect respectively the nature and structure of knowledge in the humanities, sciences, and the applied fields.

Portanto, a autora (NIKITINA, 2006) fundamenta a definição de interdisciplinaridade relacionando-a com esses campos do conhecimento, o que diferencia essa divisão das definições de interdisciplinaridade, multidisciplinaridade e transdisciplinaridade cujo foco concentra-se na interação entre disciplinas.

A contextualização é a primeira estratégia de uso da interdisciplinaridade. Nela é utilizado de outra disciplina como pano de fundo, empregando aspectos de tempo, cultura ou experiência

pessoal, como história da ciência, contextualização epistemológica, exemplos pessoais etc. Essa estratégia é utilizada como veículo de humanização do conhecimento, fazendo relação com o campo de conhecimento das humanidades.

A segunda estratégia, conceitualização, envolve identificar conceitos centrais que são fundamentais para duas ou mais disciplinas. Por exemplo, o conceito de taxa variacional no estudo do comportamento de funções lineares ou não-lineares está intimamente relacionado aos conceitos da cinemática na física e os de velocidade de reação química na cinemática química. Portanto, a aplicação da conceitualização deve permitir que os alunos sejam capazes de “abstrair os dados físicos para seu núcleo matemático ou empírico e [...] descobrir que, por trás dos diferentes sistemas de notação e representação simbólica na ciência, existem padrões e processos comuns.”(NIKITINA, 2006, p. 253, tradução nossa).⁵

A terceira e última estratégia é centralização do problema⁶. Nessa estratégia é necessário fazer uso de diferentes disciplinas (ciência, matemática, política, economia, etc.) para que seja possível analisar um problema complicado da vida real, como por exemplo, a resolução do problema de poluição das águas, os conceitos sobre energia sustentável, dengue e outros problemas que necessitam de conceitos fundamentais para que além de entendê-los, seja possível usá-los em prol de uma causa real. Essa estratégia segundo a autora, se relaciona com campos aplicados e, diante da perspectiva desse trabalho, vai ao encontro da abordagem STEAM apresentada por Bacich e Holanda (2020), na qual defende o uso das potencialidades da metodologia ativa de aprendizagem baseada em problemas ou projetos no emprego do acrônimo para envolver os alunos no processo de aprendizagem.

Assim, a partir da literatura esperava-se encontrar nos artigos que possuem o descritor STEAM, serem também artigos que utilizam da interdisciplinaridade. Como resultado, encontramos 18 dentre os 25 artigos utilizando o descritor metodologia e 12 dentre os 18 artigos utilizando o descritor abordagem.

Além disso os artigos contendo interdisciplinaridade foram analisados conforme as classifica-

⁵Students in conceptualizing classrooms become adept at abstracting the physical data to their mathematical or empirical core and discovering that behind different systems of notation and symbolic representation in science there are common patterns and processes.

⁶traduzido do termo original: *problem-centering*

ções propostas por Nikitina (2006). Considerando ambos descritores abordagem e metodologia, a análise seguindo os critérios da autora (*ibidem*) resultou no seguinte levantamento: 5 artigos classificados como contextualização, 6 de conceitualização e 9 de centralização de problema. Alguns dos artigos foram incluídos em mais de uma estratégia, pois apresentaram uma sequência didática diversificada, como é o caso do artigo MA6 “O uso do Micro:bit e sua aplicabilidade em uma escola pública da região Norte ” (ALBUQUERQUE et al., 2020), classificado como conceitualização e centralização em problema. Neste artigo as estratégias são aplicadas em um curso de informática que faz parte do ensino médio integrado e, a conceitualização ocorre quando os autores, a partir do ensino do uso de sensores, também apresentam conceitos da física e da matemática que são utilizados junto aos conceitos de artes na execução dos projetos finais (Jogo de pintball e quantidade de água no solo). Um segundo artigo analisado “Afrofuturismo na Educação: O Caso da Metodologia Ativa Cartodiversidade” (MA5), diz promover a interdisciplinaridade entre a “Arte e a Diversidade Etnicorracial”, entretanto, não é possível incluí-lo nas estratégias de Nikitina (2006), isso porque a sequência didática apresentada mistura diferentes conceitos, mas todos dentro de uma mesma disciplina em um mesmo tema, não se caracterizando como interdisciplinar.

A discrepância entre o ideal da STEAM alinhado com a definição de interdisciplinaridade da autora (*ibidem*) e os resultados encontrados nesta pesquisa, pode ser atribuída a algumas razões. A primeira razão a ser atribuída é que a interdisciplinaridade é uma abordagem complexa que pode ser interpretada de diversas maneiras pelos pesquisadores, podendo levar a uma variação na sua aplicação nos estudos. Além disso, o próprio termo STEAM também possui diferentes interpretações. Bacich e Holanda (2020) trazem três aspectos normalmente considerados em pesquisas online para o acrônimo e suas problemáticas ao serem utilizadas no contexto educacional. No primeiro caso, o STEAM é utilizado como uma proposta de promoção das siglas de áreas, ou seja, um incentivo para que os alunos sigam carreira em alguma dessas áreas. O segundo caso, consiste em “uma estratégia para desenvolver habilidades investigativas nas áreas de ciências ou tecnologias, com a utilização de kits educacionais ou materiais apostilados para a criação de diferentes artefatos” (*ibidem*, p.5. 2020), dando a impressão de que há a

necessidade de grandes recursos financeiros para utilizar dessa abordagem. E o terceiro caso são trilhas que possuem problemas bem elaborados, que conseguem integrar todos os acrônimos da sigla, mas que não condizem com a realidade dos estudantes, e que estão mais preocupados com o artefato final do que o processo de aprendizagem.

Outro fator a ser considerado é a evolução da pesquisa em STEAM ao longo do tempo e em diferentes contextos. Embora a STEM tenha sido concebida com a intenção de promover a interdisciplinaridade nas áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (CAMPOS et al., 2022), a abordagem STEAM expandiu essa visão ao incorporar as artes, reconhecendo a importância da criatividade e da expressão artística no processo educativo (YAKMAN, 2008). Isso pode explicar a variação na aplicação da interdisciplinaridade nos estudos revisados, uma vez que diferentes pesquisadores podem adotar abordagens distintas ao integrar as disciplinas.

Portanto, enquanto a expectativa era encontrar a totalidade dos textos revisados contendo interdisciplinaridade, os resultados deste estudo indicam que a presença dessa abordagem varia consideravelmente na literatura relacionada ao STEAM, *Maker* e associados aos descritores Metodologia e Abordagem. Sinteticamente, essa variação pode ser atribuída à natureza multifacetada do conceito de interdisciplinaridade e às diferentes interpretações e ênfases dadas pelos pesquisadores quando se utilizam da abordagem STEAM e a relacionam com a cultura *Maker*.

É importante ressaltar que a presença de interdisciplinaridade em um estudo não é necessariamente um indicativo de sua qualidade ou relevância. Cada pesquisa é única em seus objetivos e métodos, e a aplicação da interdisciplinaridade pode ser mais ou menos apropriada dependendo do contexto. Assim, uma análise mais aprofundada das abordagens específicas de interdisciplinaridade adotadas em cada estudo seria necessária para compreender melhor como essa estratégia está sendo aplicada na pesquisa relacionada ao STEAM, *Maker* e aos conceitos relativos a epistemologia de Metodologia e Abordagem.

Para todos os artigos foram listados em quais disciplinas o conceito de interdisciplinaridade foi originalmente empregado. A Tabela 5 apresenta os resultados da análise dos artigos no emprego da interdisciplinaridade. Considerando o acrônimo S (*Science*) organicamente re-

presentado pelas disciplinas de Ciências (Ensino Fundamental), Física, Química, Biologia e Matemática, fica claro o caráter interdisciplinar das atividades que podem ser desenvolvidas considerando uma abordagem STEAM.

Tabela 5: Disciplinas originalmente empregada

Disciplina	Metodologia	Abordagem
Ciências	8	2
Biologia	4	0
Física	1	2
Química	1	2
Robótica Educacional	4	5
Curso técnico	2	0
Arte	2	2
Matemática	5	2
Geografia	0	1
Linguagens (Português ou Inglês)	1	2
Superior (formação de professores)	1	1
Extracurricular	3	2

Fonte: Própria (2023).

4.1.4 Cultura *Maker*

O termo cultura *Maker* apareceu em 13 dos 25 artigos analisados para o descritor “Metodologia” e o uso de impressora 3D foi evidenciado em 4 artigos. Para o segundo descritor “Abordagem” foram 9 dos 18 artigos que utilizaram da cultura *Maker* e o uso da impressora 3D em 3 dos 18. Esses indicadores foram utilizados para que se pudesse ter uma dimensão da popularização e do contexto em que esses termos são utilizados, pois para além da esfera acadêmica há uma crescente difusão de espaços *Makers*. Alguns exemplos são os espaços construídos em Fatecs e ETECs ([Centro Paula Souza, 2023](#)), além de prefeituras que têm investido nesses espaços nos últimos anos ([Prefeitura de Congonhas, 2023](#)).

Entretanto, é interessante entender se o uso dessa prática educacional é pedagogicamente estruturada, contendo objetivos a serem alcançados ou habilidades que se espera desenvolver no processo de aprendizagem dos alunos. Nos artigos do levantamento bibliográfico, não há clareza sobre as habilidades e competências da base nacional comum curricular ([BRASIL, 2018](#)) que se pretendem alcançar. Daqueles que fazem o uso da cultura *Maker*, apenas 3 ([SANTOS; BAR-](#)

DEZ; MARQUES, 2020; SANTOS; HARDOIM, 2021; SOARES; BARBOSA; SILVA, 2021) podem ser considerados curriculares, ou seja, são artigos onde a prática pedagógica envolvendo a cultura *Maker* que possui objetivos específicos quanto ao componente curricular associado a uma disciplina. Isso mostra que, apesar do investimento em estrutura de espaços *Maker*, as tentativas de integrar a cultura *Maker* em atividades curriculares ainda estão em fase inicial no contexto brasileiro.

De maneira complementar tem-se que 4 artigos (VAZ; JÚNIOR, 2020; ANDRADE et al., 2020; MASULCK et al., 2021; ALVAIDE; PUGLIESE, 2020) podem ser classificados como não curriculares, pois apresentam, por exemplo, propostas feitas no contraturno das disciplinas regulares, como o artigo “O uso do Micro: bit e sua aplicabilidade em uma escola pública da Região Norte” em que os alunos se inscreveram de maneira espontânea na oficina com encontros semanais de 2h por um período de um mês (28 de agosto a 29 de setembro de 2019), outro exemplo de curso extracurricular é o artigo “Clube da Lua: o clube de astronomia de crianças dos anos iniciais do ensino fundamental”. É possível observar em ambos há um alto engajamento dos estudantes, frontalmente de encontro com uma das categorias presentes na rubrica utilizada neste trabalho e baseado no trabalho de Marshal e Haron (2018), (consulte Apêndice A). Nesses trabalhos, é possível observar que são projetos Pessoalmente Significativos; Divertidos e agradáveis; Individualizados ou originais. Esses aspectos são obtidos, por serem projetos em que os alunos se inscrevem de maneira voluntária.

Outros artigos não foram classificados nem como curriculares ou não curriculares, isso porque três deles (ROCHA; VAZ, 2021; LOPES et al., 2017; PEREIRA et al., 2022) são artigos sobre formação de professores, e o artigo “Ciência e Tecnologia” (SANTOS, 2019) é voltado para readequação de antigos laboratórios de informática para a união entre laboratório de ciências e espaços tecnológicos. Esses artigos não são aplicações diretas da cultura *Maker*, mas apresentam potencial para que ela possa ser utilizada em práticas pedagógicas.

Um aspecto comum a todos os artigos é a falta de especificação das habilidades previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para as atividades propostas, principalmente levando em consideração que a maioria dos artigos é posterior a 2018. Para o primeiro descritor,

apenas o artigo de Lopes (2017) é anterior à BNCC. No segundo descritor, também há apenas um artigo (LACERDA; SCHLEMMER, 2018) com publicação anterior à Base. Isso mostra que, apesar dos aspectos positivos e do otimismo que os artigos apresentam sobre o uso da cultura *Maker*, os resultados indicam a dificuldade de implementá-la em propostas que seguem as bases curriculares. Esse fato se reflete na predominância de artigos que utilizam a cultura *Maker* em propostas extracurriculares ou em formação de professores.

4.2 Rubrica Para Avaliação de Atividades

Para a parte prática de aplicação da rubrica, foi realizada uma sequência didática para propiciar o desenvolvimento de habilidades da cultura *Maker*, visto que esse é o objetivo da oficina na qual o projeto foi desenvolvido. O curso é extracurricular, ocorre no contraturno das aulas regulares, e é multisseriada com alunos do 2º ano ao 5º ano (alunos de 6 a 11 anos).

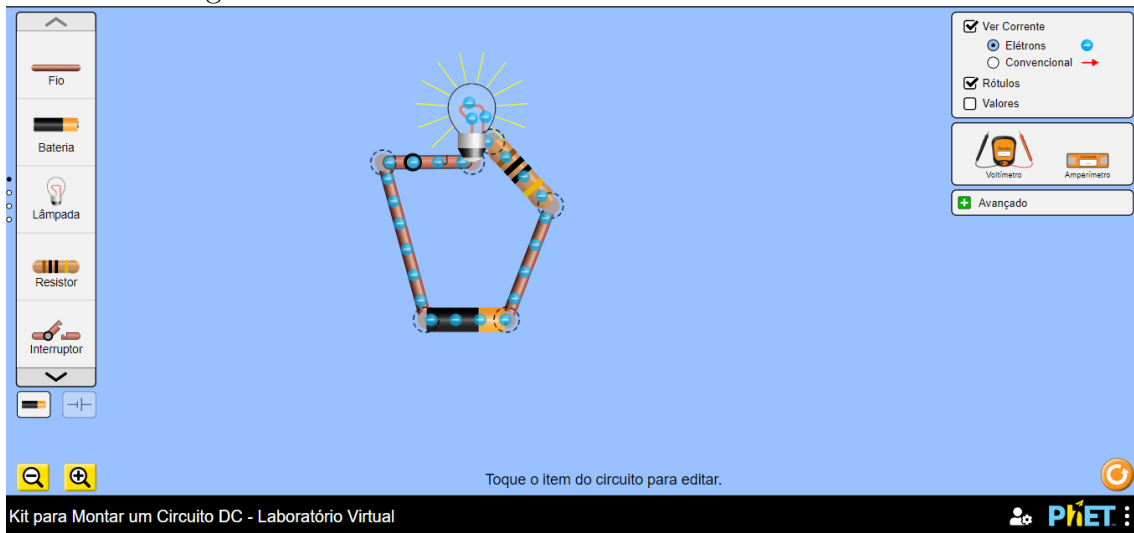
A primeira atividade foi introdutória, onde acontece a primeira socialização dos indivíduos com o grupo. Neste momento também é apresentado a proposta da oficina e as habilidades que espera-se que sejam desenvolvidas a partir dela. Os alunos fazem uma auto-avaliação, considerando um quadro de habilidades que busca diagnosticar de forma lúdica as habilidades que possuem. Nesse momento também são convidados a pensar sobre quais projetos desejam desenvolver ao longo do curso, incentivando-os a realizar o registro de todo o processo (projeto) no papel. O registro no papel é uma etapa importante, pois a partir dele, os alunos poderão comparar a concepção inicial da ideia com o produto final. Essas atividades utilizaram o tempo de uma aula, que para esta oficina tem duração de 90 minutos.

A partir da primeira atividade foi possível perceber que uma grande parcela dos alunos tinha como um de seus objetivos para projetos produzir um robô e, portanto, os alunos foram divididos em grupos para que produzissem uma interpretação de seu robô (entre projetos e execução houve duração de duas aulas).

A terceira atividade foi uma introdução a circuitos elétricos, onde foi utilizado da metodologia ativa “rotação por estações”. O desafio passado aos alunos, constava sobre a problematização de acender uma fonte de luz. Para isso, os alunos foram divididos em dois grupos: o primeiro

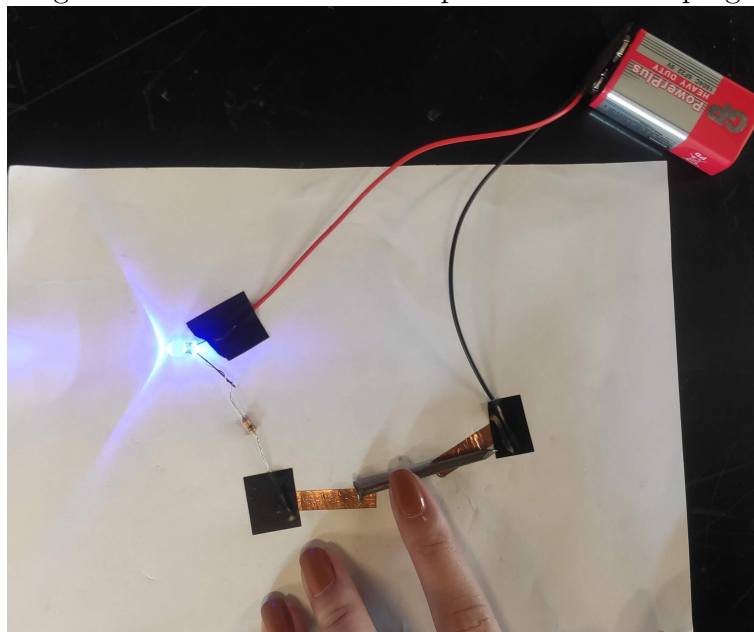
grupo fez uso do simulador *online Phet Colorado*, conforme mostra a Figura 3. O segundo grupo tinha em mãos uma folha com circuito aberto e objetos para tentar fechar esse circuito (Figura 4) onde, entre esses estavam objetos condutores e isolantes, tais como prego e borracha. Depois que todos os alunos conseguiram realizar os desafios, os grupos foram trocados.

Figura 3: Simulador de circuito elétrico - PHET Colorado



Fonte: Própria (2023)

Figura 4: Circuito elétrico simples fechado com prego



Fonte: Própria (2023)

Ao término da atividade, os alunos foram confrontados com um novo desafio, considerando

que já haviam explorado circuitos pré-montados e utilizado um simulador online. Foi solicitado que os estudantes concebessem um circuito elétrico de maneira livre, dispondo de LEDs, motores de 5V, resistores, fios e baterias. Nesse momento, o professor abordou a possibilidade de os alunos empregarem essa recém-adquirida habilidade em seus projetos físicos de robôs, os quais estavam sendo desenvolvidos e iniciados na aula anterior.

Um dos pontos centrais dessa pesquisa foi avaliar os produtos realizados pelos alunos dentro da proposta da cultura *maker* a partir da rubrica estabelecido por Marshall e Haron (2018) e adaptado para a realidade e finalidade da pesquisa. Ao longo de um semestre escolar, com uma aula semanal, os alunos foram envolvidos em atividades práticas que compreenderam as seguintes etapas:

i) Apresentação: nessa etapa os alunos conhecem o Espaço *Maker* e são apresentados às habilidades que poderão desenvolver e aprimorar ao longo do curso, iniciando com algumas bases para a concepção de projetos, como por exemplo, pensar em materiais a serem utilizados, tamanho e funcionalidade do projeto. Na fase seguinte, os participantes foram desafiados a aplicar esses conhecimentos na “Produção de Robôs”, integrando a teoria com a prática.

ii) Montagem de um Circuito Elétrico Simples: nesse momento os alunos aprenderam a montar circuitos elétricos simples, onde tiveram a oportunidade de aplicar conceitos de eletrônica de maneira prática, preparando o caminho para a etapa subsequente: a “Inclusão de Circuito Elétrico no Robô”. Esta última atividade permitiu uma compreensão mais aprofundada da aplicação prática dos circuitos elétricos nos projetos de robótica.

iii) Projeto Livre: Os participantes foram encorajados a expressar sua criatividade e aplicar os conhecimentos adquiridos. Vale ressaltar que esse curso extracurricular não está vinculado a nenhuma disciplina específica, priorizando a exploração integral da cultura *Maker*. Cada uma dessas etapas será apresentada e discutida em detalhes.

De maneira geral, o curso “Makers” segue a lógica cíclica representada pela Figura 5 (Ciclo *Maker*) e teorizado por esta autora. A fase *i)* “Projetar” representa o primeiro momento da atividade. Nessa fase o estudante é encorajado a expressar a ideia do que gostaria de fazer no espaço *Maker*, ou como irá resolver o problema apresentado pelo professor. Os alunos tendem

a manter essa fase apenas no campo mental e, portanto, é imperativo que o professor insista para que formalizem essas ideias em folhas de papel a partir de desenhos e pequenas descrições. Em nosso trabalho, essa fase foi realizada durante a “Apresentação” do espaço *Maker*; a fase seguinte, *ii*) “Nova habilidade”, representa a aprendizagem de novos conceitos que permitam a elaboração da fase de projetar. Nesse momento, o aluno vê a necessidade de aprender algo novo e, esse processo pode ser guiado por um professor, ou o aluno pode realizar pesquisas na internet, ou explorar de forma autônoma os recursos disponíveis. Como exemplo, utilizamos a montagem de um circuito elétrico simples, para a aprendizagem de novos conceitos. Em *iii*) “Criação do Projeto”, os estudantes colocarão a mão-na-massa para criar o projeto pensado. Essa fase é uma das mais importantes, pois estarão sujeitos ao erro e poderão se deparar com limitações e/ou possibilidades que faz com que tenham novas ideias para novos projetos, ou modifiquem seus projetos originais, adaptando-os para serem melhor executados.

Figura 5: Ciclo de ações realizadas em uma oficina *Maker*



Fonte: Própria (2024)

O “Ciclo *Maker*” (Figura 5), pode facilmente ser relacionado com o Ciclo de Ações de Valente (2005), ilustrado na Figura 1 (apresentado na Seção 2: Fundamentação Teórica). Valente descreve a resolução de problemas através de uma linguagem de programação, o que, dentro dos projetos no espaço *Maker*, corresponde ao momento de “Projetar”, onde o aluno esboça as descrições necessárias para a elaboração do projeto. A “Execução” é realizada pelo próprio aluno durante a criação do projeto, quando ele se depara com novos desafios que o levam a fazer ajustes, pequenos ou grandes, em seu projeto. Valente descreve esse processo como reflexão e depuração: na fase de reflexão, o aluno analisa a situação realizando abstrações empíricas, pseudo-empíricas e reflexivas. Dependendo das abstrações realizadas, o aluno pode efetuar pequenos ajustes, no caso de abstrações empíricas ou pseudo-empíricas, ou grandes mudanças conceituais, no caso de abstrações reflexivas. A necessidade de mudança conduz à depuração, levando o aluno a repensar seu projeto e, retornando ao ponto inicial, porém com novas aprendizagens construídas.

Em nossa primeira atividade, foi utilizada como apresentação. Os alunos preenchem uma folha com nome, gráfico lúdico de habilidades (colaboração, uso de ferramentas, atenção focada e criatividade), as habilidades que julgam que precisam melhorar, projetos que queiram realizar e um autorretrato. Nesse primeiro momento, a atividade possui caráter de avaliação diagnóstica pois o estudante é encorajado a realizar uma autoavaliação sobre as habilidades prévias que possuem, se querem melhorá-las ou adquirir alguma nova. As Figuras 6 e 7 trazem dois exemplos dessas atividades. A Figura 6 corresponde ao perfil de habilidade de um aluno que participou da oficina ministrada no espaço *Maker* no ano anterior, e a Figura 7, pertence a um que nunca havia realizado nenhuma outra atividade escolar nesse espaço.

A partir das duas imagens (Figuras 6 e 7), é possível perceber que para além da experiência prévia do aluno em atividades *Maker*, o fator idade também é um aspecto a ser considerado. A figura 6 é de um aluno que está no 4º ano e a figura 7 de um que está no 2º ano. É notável a diferença no autorretrato e na escrita. Analisando as habilidades, é possível perceber as diferentes interpretações que ambos tiveram. A Figura 6 apresenta um gráfico de habilidades com alcance ligeiramente menor para trabalho em grupo, e esse dado é condizente com o

Figura 6: Autoavaliação - Aluno 1

Nome: _____

Você

Minhas habilidades:

Preciso melhorar:
O trabalho em grupo.

Projetos que quero fazer:
Um jogo físico de guerra e de futebol.

Fonte: Própria (2022)

Figura 7: Autoavaliação - Aluno 2

Nome: _____

Você

Minhas habilidades:

Preciso melhorar:
FUTIBOL
GAVAO

Projetos que quero fazer:
ROBO
CARRO DUCANTRO REMOTO.

Fonte: Própria (2022)

colocado no campo “Preciso melhorar”; o outro aluno tem dificuldades em preencher esse gráfico, e coloca habilidades não relacionadas às atribuídas a oficina. Quanto ao último campo, nota-se projetos mais realistas da autoavaliação da Figura 6, provavelmente devido a familiarização com projetos vistos em outra oficina.

Ao preencher o perfil de habilidades o aluno realiza uma autoavaliação alinhada à Cultura

Maker, onde o aluno é protagonista de muitos dos processos envolvidos e a avaliação desempenha um papel crucial no processo de aprendizagem. Segundo (PINTO; SANTOS, 2006), todo o processo de aprendizagem envolve dificuldades e erros. Durante esse processo, ocorre a reestruturação de representações prévias que o aluno já possuía, sendo um processo de avanços e recuos. A avaliação é uma ferramenta para compreender esse processo, detectando erros para possibilitar correções e avanços. É essencial que não apenas o professor, mas também o estudante, consiga reconhecer esses erros e encontrar maneiras de superá-los. Nessa perspectiva:

Encarar o aluno como o protagonista da sua própria avaliação, determina que a auto-avaliação apareça como a forma de avaliação privilegiada. Uma vez que está centrada no aluno cria-lhe oportunidade de reflectir sobre o seu próprio percurso enquanto sujeito em aprendizagem. (PINTO; SANTOS, 2006, p. 39).

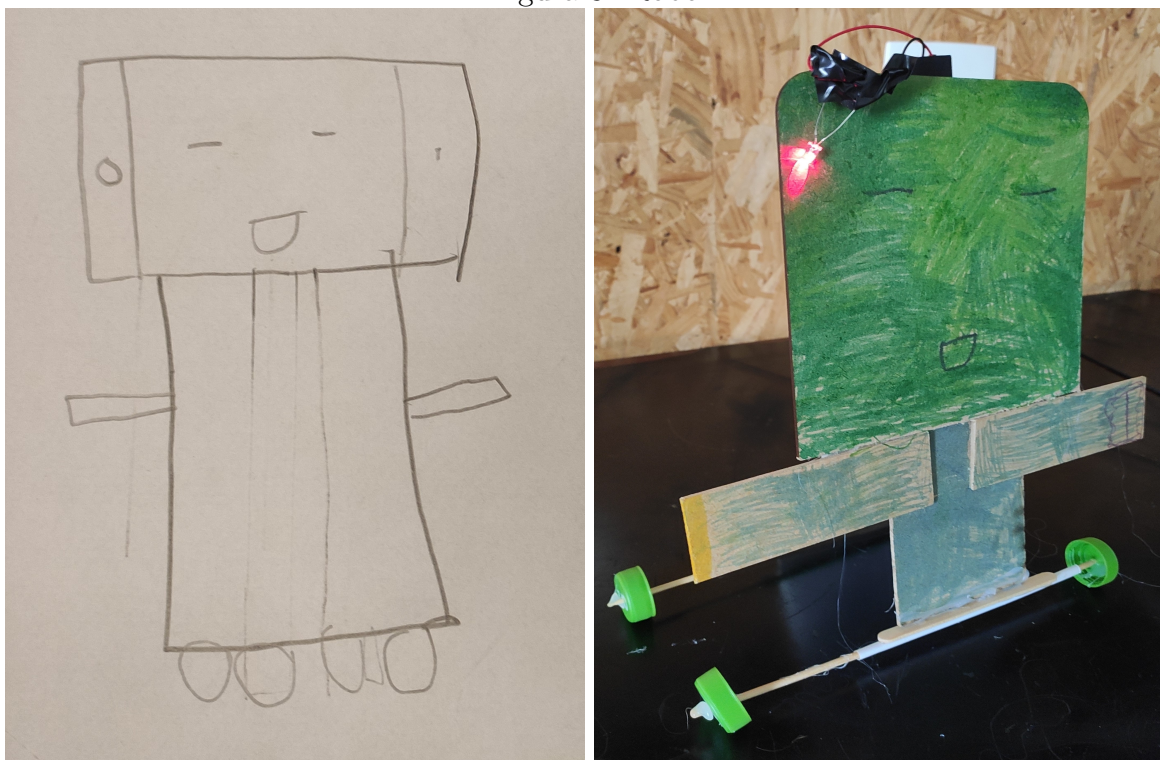
Assim, pretende-se criar autonomia no estudante em todos os sentidos, e a autorregulação é essencial para que conquiste essa autonomia. Perrenoud (1999) coloca esse processo na chamada “avaliação formadora”, onde busca-se formar o estudante para a regulação de seus próprios processos de pensamento e aprendizagem, viável visto que todo ser humano, desde o jardim de infância, é capaz de representar ao menos parcialmente seus mecanismos mentais.

4.2.1 Elaboração do Projeto

As aulas subsequentes, com atividades 2, 3 e 4 como citado na seção 3 (Metodologia de Pesquisa) foram voltadas para a construção de um robô para que os alunos pudessem demonstrar aspectos de propriedade e empoderamento, pois a sugestão robô apareceu em autoavaliações de diversos alunos, tendo um potencial para ser pessoalmente significativo, divertido e agradável. As Figuras 8 (a) e (b) representam alguns dos planejamentos feitos no papel e o respectivo produto final.

No projeto desses alunos é possível perceber o uso da atividade de montagem de circuitos elétricos simples. Para essa turma foram ao todo 3 robôs, sendo que apenas dois deles optaram pela utilização de circuitos. Os projetos do segundo e terceiro grupos são apresentados ao final do trabalho no Apêndice B: Projeto de elaboração do Robô, planejamento e produto final.

Figura 8: Robô



(a) Planejamento do robô

(b) Robô finalizado

Fonte: Própria (2022)

Considerando a rubrica proposta nesse trabalho, a atividade de construção do robô representado pela Figura 8, apresenta evidência sólida em “Propriedade e Empoderamento”. Nenhum dos projetos utilizam kits prontos, foram ofertados aos alunos diferentes materiais que pudessem ser utilizados da maneira que quisessem e, por esse motivo, os projetos realizados são mais personalizados. As referências que os estudantes puderam recorrer foram notebooks conectados a internet, a prateleira de livros e os professores. Um grupo de estudantes realizou consulta seguindo o passo a passo do livro “Construindo incríveis robôs” (SANTOS, 2013), onde o produto final é um pequeno robô com circuito simples integrado (o projeto deste grupo é apresentado no Apêndice B: Projeto de elaboração do robô, planejamento e produto final). Pode-se considerar que o feito foi pessoalmente significativo, visto que partiu das estudantes procurarem uma referência para produção do robô e, portanto, também é possível classificá-lo como evidência sólida.

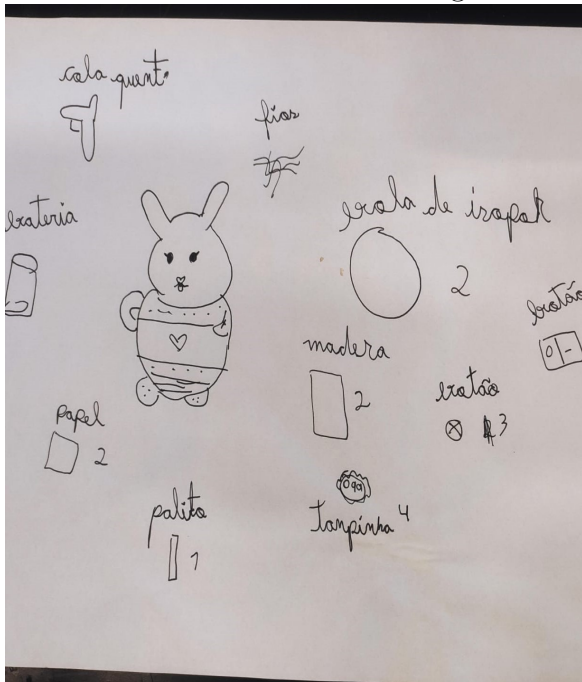
Para os “hábitos *Maker*” da rubrica, analisando o desenvolvimento do projeto da Figura 8, podemos classificá-los como nota “3” da rubrica, claramente excede as expectativas, pois o

produto inicialmente tinha a intenção de utilizar uma cabeça mais pesada feita de lixo eletrônico. Entretanto, em vista do peso do material os estudantes resolveram reconsidera-lo, tiveram que adaptar novamente a ideia inicial, pois se mantivessem o projeto 2D com apenas um eixo de rodas, o robô não conseguiria ficar em pé. Ao adicionarmos o desafio de incorporar um circuito simples no projeto, foi possível presenciar a terceira adaptação no projeto, representado pela implementação de um LED na cabeça do robô. Devido a essa última implementação, a produção do artefato (terceiro item da rubrica) recebe nota “2”(evidência sólida), pois apesar de ter tido a manifestação física, seria possível continuar a refinar as questões do circuito, encontrando um local fixo para todos os componentes. Tais modificações poderiam ser feito, uma vez que os estudantes não possuem data limite para entrega do artefato.

Durante a realização da atividade, a dimensão “Colaboração” da rubrica evidenciou os requisitos mínimos, visto que a conversa é feita apenas entre o grupo da sala, sem haver divulgação dos seus projetos. Também foi observado a evidência mínima na dimensão “Relevância STEAM” como consequência da proposta não utilizar da aprendizagem baseada em problemas ou projetos e também pela pouca utilização dos conceitos de ciências e engenharia. Consequentemente, interdisciplinaridade foi comprometida e não foi possível correlacionar os conceitos aprendidos com o currículo escolar.

O projeto livre, não possui temática definida e alguns dos projetos realizados estão apresentados nas Figuras 9 e 10. É possível perceber que esses projetos fazem com que os alunos tenham mais interesse em colocar a mão na massa, e com isso empenham-se mais em superar frustrações e produzir o artefato. Como efeito contrário, outros itens da rubrica acabam não sendo trabalhados, que são: colaboração com a comunidade externa, no sentido de troca de trabalhos e ideias, e o uso da abordagem STEAM, utilizando da ABP e refinando conceitos ligados ao acrônimo.

Figura 9: Projeto Livre 1

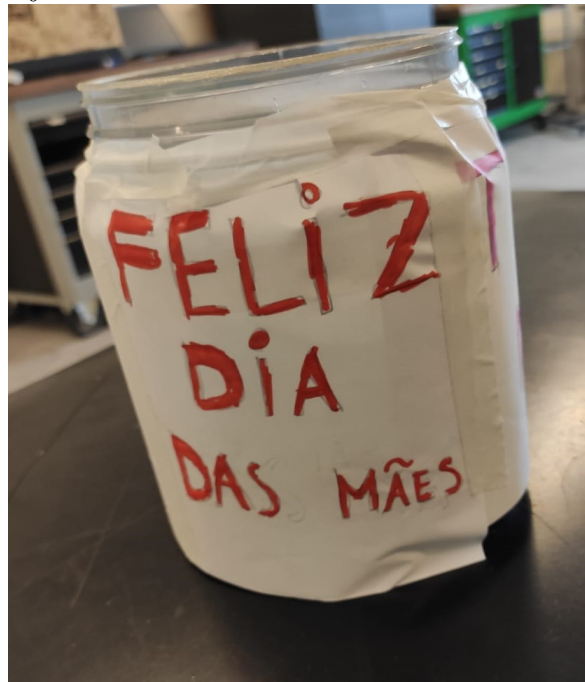
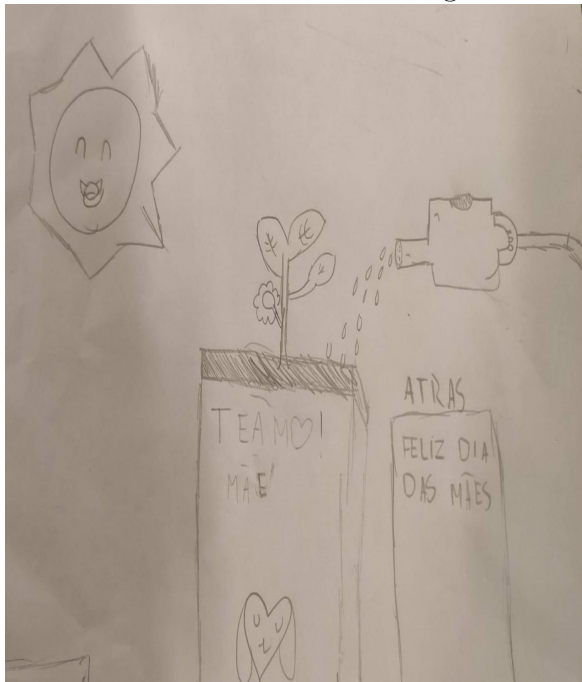


(a) Planejamento

(b) Projeto finalizado

Fonte: Própria (2022)

Figura 10: Projeto Livre 2



(a) Planejamento

(b) Projeto finalizado

Fonte: Própria (2022)

5 Considerações Finais

Este trabalho abordou o contexto do ensino e a popularização da cultura *Maker*, destacando a relevância da abordagem STEAM e das metodologias ativas, temas centrais do levantamento bibliográfico. Ao explorar o uso de processos avaliativos em espaços *Maker*, foi possível compreender de forma mais aprofundada os diversos aspectos que envolvem esse universo educacional inovador. A análise permitiu entender como essas práticas podem transformar a educação, embora ainda existam necessidades que devem ser levadas em consideração para otimizar sua implementação.

A partir do levantamento bibliográfico, os resultados mostram uma confusão frequente entre os termos “metodologia” e “abordagem” quando utilizados em referência ao STEAM, evidenciando a necessidade de maior clareza conceitual na aplicação desses termos. Além disso, foi observado que aspectos essenciais ao STEAM, como a interdisciplinaridade (fundamental, já que o acrônimo integra diferentes áreas do conhecimento), não são amplamente utilizados nos contextos analisados. Por fim, apesar de iniciativas para a criação de espaços *Maker* terem recebido investimentos significativos, a cultura *Maker* ainda se apresenta de forma tímida nos artigos pesquisados, indicando que há um longo caminho a ser percorrido para sua plena incorporação no ambiente educacional.

Um resultado que chamou a atenção, embora não estivesse inicialmente previsto, foi a constatação de que a maioria dos artigos que abordam a cultura *Maker* refere-se a atividades extracurriculares, ou seja, não inseridas no currículo de disciplinas regulares. Essa observação também se alinha com a componente prática deste trabalho, que foi realizada em um contexto de aula extracurricular. A responsabilidade dessas atividades recai sobre o professor encarregado da oficina, que não recebe orientações da coordenação pedagógica nem dispõe de documentos que regulem sua prática. Além disso, essa situação é agravada pelo fato de as aulas serem multisseriadas. Embora Papert ressalte o potencial desse tipo de organização para a construção de experiências educativas enriquecedoras, no contexto brasileiro a ausência de diretrizes específicas torna esse cenário ainda mais desafiador. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) delimita temas e habilidades para cada ano escolar no ensino fundamental, mas não

oferece um guia claro para o desenvolvimento dessas atividades em ambientes multisseriados.

Assim, para o sucesso da implementação de novas tecnologias no ensino, como é o caso da cultura *Maker*, é fundamental que haja uma organização teórica estruturada. Embora não exista uma única abordagem correta para tal implementação, os artigos revisados, que já representam um recorte limitado e, em certa medida, idealizado em relação ao contexto brasileiro, indicam que a cultura *Maker* ainda enfrenta inúmeros desafios a serem superados. Seria lamentável observar o enfraquecimento de uma cultura tão rica e promissora antes de alcançar seu pleno potencial.

Apesar dos resultados obtidos neste estudo, é importante destacar que a implementação da cultura *Maker* é ainda muito recente, o que sugere a possibilidade de novos trabalhos futuros que podem contribuir para o seu aperfeiçoamento. Além disso, deve-se considerar que o recorte deste estudo foi bastante limitado, uma vez que a parte prática foi realizada em apenas uma escola de uma única cidade. Seria interessante expandir a análise para incluir uma maior diversidade de escolas, tanto públicas quanto particulares, em diferentes estados e capitais, a fim de captar um contexto brasileiro mais abrangente. Vale ressaltar que o espaço *Maker* ainda não é uma realidade em muitas escolas do país.

Referências

- ALBUQUERQUE, M. C. P.; FONSECA, W. da S.; OLIVEIRA, D. G. de; SOUSA, R. de C. O uso do micro: bit e sua aplicabilidade em uma escola pública da região norte. **Educitec-Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, v. 6, p. e111920–e111920, 2020.
- ALMEIDA, I. C. d.; NASCIMENTO, E.; BITTENCOURT, J. P.; LAZARETTI, M. G. C.; DELFINO, M. S. Educação tecnológica no ensino fundamental, anos finais, uma pesquisa-ação participativa. **REVISTA INTERSABERES**, v. 16, n. 39, p. 1260–1279, out. 2021. Disponível em: <<https://www.revistasuninter.com/intersaberes/index.php/revista/article/view/2170>>.
- ALVAIDE, N. d. F.; PUGLIESE, A. Clube da lua: o clube de astronomia de crianças dos anos iniciais do ensino fundamental. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 11, n. 6, p. 209–231, out. 2020. Disponível em: <<https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/rencima/article/view/2526>>.
- ANDRADE, M. S.; MELO, L. P. G. D.; SADOYAMA, A. S. P.; SADOYAMA, G.; TOMÁS, P. H.; COSTA, V. G. da; CÂMARA, E. A.; SOARES, C. L. Construção e adaptação do projeto apolobvm: relato de experiência de criação de metodologia de ensino através de ferramentas tecnológicas e inovadoras em tempos de pandemia de covid-19. **Humanidades e Tecnologia (FINOM)**, v. 25, n. 1, p. 219–238, 2020.
- ARAÚJO, J. C. S. Fundamentos da metodologia de ensino ativa (1890 – 1931). In: **37ª Reunião Nacional da ANPED**. UFSC – Florianópolis: [s.n.], 2015. Acesso em: julho de 2016. Disponível em: <<http://www.anped.org.br/sites/default/files/trabalho-gt02-4216.pdf>>.
- BACICH, L.; HOLANDA, L. **STEAM em sala de aula: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica**. [S.l.]: Penso Editora, 2020.
- BECKER, F. Abstração pseudo-empírica e reflexionante: Significado epistemológico e educacional. **Schème - Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas**, 2014.
- BEVAN, B. et al. Learning through stem-rich tinkering: Findings from a jointly negotiated research project taken up in practice. **Science Education**, v. 99, n. 1, p. 98–120, 2015.
- BLICKSTEIN, P. **Como a educação mão na massa chega até a sala de aula?** 2023. Disponível em: <<https://porvir.org/especial/maonamassa/>>. Acesso em: 24 de maio 2024.
- BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. [S.l.]: Poder Executivo, 1996. Título V, Art.21.
- _____. Base nacional comum curricular. **Ministério da Educação**, Brasília, 2018.
- CAMPOS, D.; LIMA, E.; CINTRA, D.; MORAES, D. A abordagem steam e suas tendências pedagógicas e metodológicas. **Research, Society and Development**, v. 11, p. e190111537148, 11 2022.

Centro Paula Souza. **Etecs e Fatecs ganham espaços para turbinar projetos de alunos**. 2023. Disponível em: <<https://www.cps.sp.gov.br/etecs-e-fatecs-ganham-espacos-maker-e-turbinam-projetos-de-alunos/>>. Acesso em: 13 de maio 2024.

CLAPP, E. P.; ROSS, J.; RYAN, J. O.; TISHMAN, S. **MAKER-Centered Learning: Empowering Young People to Shape Their Worlds**. [S.l.]: Jossey-Bass, 2016.

CLEOPHAS, M. d. G. Integração entre a gamificação e a abordagem steam no ensino de química. **Revista de Educação da Universidade Federal do Vale do São Francisco**, v. 10, n. 23, p. 78–109, out. 2020. Disponível em: <<https://periodicos.univasf.edu.br/index.php/revasf/article/view/1087>>.

DIAS, T. M. d. S.; MELLO, G. J. Análise das competências e habilidades da Área de ciências da natureza orientadas através da abordagem steam. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 10, n. 1, p. e22013, mar. 2022. Disponível em: <<https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/13094>>.

FERNANDES, N. M. M. C.; ZANON, D. A. V. Integração entre robótica educacional e abordagem steam: desenvolvimento de protótipos sobre a temática responsabilidade social e sustentabilidade. **Dialogia**, n. 40, p. e21600, mar. 2022. Disponível em: <<https://periodicos.uninove.br/dialogia/article/view/21600>>.

GIL, A. C. et al. **Como elaborar projetos de pesquisa**. [S.l.]: Atlas São Paulo, 2002. v. 4.

HARDOIM, E. L.; HARDOIM, T. F. L.; NAKAMURA, C. R.; HARDOIM, A. H. L. Educação científica inclusiva: Experiências interdisciplinares possíveis para o ensino de biologia e ciências naturais empregando o método steam. **Revista de Educação da Universidade Federal do Vale do São Francisco**, n. 6, mai. 2019. Disponível em: <http://www.lajse.org/may19/2019_12056.pdf>.

LACERDA, M. M.; SCHLEMMER, E. Letramento Digital na perspectiva emancipatória, digital e cidadã no desenvolvimento de práticas educativas gamificadas. **Revista Diálogo Educacional**, scielo, v. 18, p. 645 – 669, 07 2018. ISSN 1981-416x. Disponível em: <http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-416x2018000300645&nrm=iso>.

LIEBAN, D.; MARTINS, E.; BUENO, R. W. d. S.; POMPERMAYER, E. Combinatória com o jogo set e o geogebra: explorações com recursos físicos e digitais. **UNIÓN - REVISTA IBEROAMERICANA DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA**, v. 18, n. 65, ago. 2022. Disponível em: <<https://www.revistaunion.org/index.php/UNION/article/view/1080>>.

LOPES, T. B.; CANGUSSU, E. S.; HARDOIM, E. L.; NETO, G. G. Atividades de campo e steam: Possíveis interações na construção de conhecimento em visita ao parque mãe bonifácia em cuiabá-mt. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 5, n. 2, p. 304–323, dez. 2017. Disponível em: <<https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/5739>>.

MARSHALL, J. A.; HARRON, J. R. Making learners: A framework for evaluating making in stem education. **nterdisciplinary Journal of Problem-Based Learning**, v. 12, n. 2, 2018.

MASULCK, R. D.; MANSANO, L. M. G.; SILVA, S. A. da; SANTOS, A. R. F. dos; VIEIRA, W. G.; BARRETO, M. A. M. Metodologia steam e agenda 2030 como aliados na construção de protótipo de parque de diversão sustentável. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 2, p. 479–497, 2021.

MIZUKAMI, M. d. G. N. et al. **Ensino: as abordagens do processo**. [S.l.]: Editora Pedagógica e Universitária São Paulo, 1986. v. 1.

NIKITINA, S. Three strategies for interdisciplinary teaching: contextualizing, conceptualizing, and problem-centring. **Journal of Curriculum Studies**, Routledge, v. 38, n. 3, p. 251–271, 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/00220270500422632>>.

PAPERT, S. **Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas**. New York: Basic Books, Inc., 1980.

_____. Situating constructionism. In: **Constructionism**. [S.l.]: Ablex, 1991.

PEREIRA, . I. S.; RIBEIRO, F. A. A.; DUTRA, J. W. A.; SOUSA, E. G. d.; SANTOS, J. A. d.; FONTE, L. d. C.; CRUZ, A. R. d.; FILHO, L. F. d. S.; MORAES, C. M. d.; SILVA, J. M. Report of a successful experience in porto-pt: Educational robotics. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 12, p. e588111235144, Sep. 2022. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/35144>>.

PERRENOUD, P. **Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens: entre duas lógicas**. Porto Alegre: Artmed, 1999.

PINTO, J.; SANTOS, L. **Modelos de avaliação das aprendizagens**. [S.l.: s.n.], 2006.

Prefeitura de Congonhas. **Espaço Maker: Prefeitura abre cursos gratuitos para alunos da rede municipal de ensino**. 2023. Disponível em: <<https://www.congonhas.mg.gov.br/index.php/espaco-maker-prefeitura-abre-cursos-gratuitos-para-alunos-da-rede-municipal-de-ensino/>> Acesso em: 13 de maio 2024.

PUGLIESE, G. Os modelos pedagógicos de ensino de ciências em dois programas educacionais baseados em stem (science, technology, engineering, and mathematics). In: . [s.n.], 2017. Disponível em: <<https://api.semanticscholar.org/CorpusID:65053796>>.

PUGLIESE, G. O. Um panorama do steam *education* como tendência global. In: **STEAM em sala de aula**. Porto Alegre: Penso, 2020.

ROB, M.; ROB, F. Dilemma between constructivism and constructionism: Leading to the development of a teaching-learning framework for student engagement and learning. **Journal of International Education in Business**, 2018.

ROCHA, H. d. S. C. d.; VAZ, C. L. D. Afrofuturismo na educação: O caso da metodologia ativa cartodiversidade. **e-Curriculum**, v. 19, n. 3, 2021.

SANTOS, B. B. C.; BARDEZ, L. R. d. S.; MARQUES, R. N. Jogo de tabuleiro no ensino de língua portuguesa: cultura maker, interdisciplinaridade e tecnologia. **Latin American Journal of Science Education**, 2020.

SANTOS, F. L. Ciência e tecnologia na escola. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, v. 15, n. 34, p. p. 1–23, 2019. Disponível em: <<https://rbpg.capes.gov.br/rbpg/article/view/1615>>.

SANTOS, H. R. **Construindo incríveis Robôs**. [S.l.]: Editora Nova Ciência, 2013.

SANTOS, J. d. S. dos; SILVEIRA, A. Formação de formadores e formação piloto de professores de matemática com o geogebra em contexto steam. **Sensos-e**, v. 8, n. 1, p. 88–100, Mai. 2021. Disponível em: <<https://parc.ipp.pt/index.php/sensos/article/view/3805>>.

SANTOS, J. S. d.; HARDOIM, E. L. Protozoários, vilões ou mocinhos? uma proposta integrativa e inclusive para aulas de ciências. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 9, n. 2, p. e21050, ago. 2021. Disponível em: <<https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/11493>>.

SANTOSA, B.; BARDEZB, L.; MARQUESC, R. Jogo de tabuleiro no ensino de língua portuguesa: Cultura maker, interdisciplinaridade e tecnologia. **Lat. Am. J. Sci. Educ**, v. 7, p. 22008, 2020.

SAPÍIA, S. L.; RIBASKI, N. G. Drone na escola – inclusão tecnológica usando drones como ferramenta. **Brazilian Journal of Technology**, v. 1, n. 2, p. 344–361, Jan. 2019. Disponível em: <<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJT/article/view/1147>>.

SILVA, E. C.; VIANA, H. B.; JR., G. d. B. V. Metodologias ativas numa escola técnica profissionalizante: Active methodologies in a professional technical school. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 33, n. 1, p. 158–173, Jun. 2020. Disponível em: <<https://revistas.rcaap.pt/rpe/article/view/18473>>.

SILVA, S. Fraga da; ROSA, M. Educación matemática steam: dando sentido a los números enteros con las tecnologías digitales. **UNIÓN - REVISTA IBEROAMERICANA DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA**, v. 18, n. 66, dic. 2022. Disponível em: <<https://revistaunion.org/index.php/UNION/article/view/1425>>.

SOARES, W. d. S.; BARBOSA, M. L. d. O.; SILVA, J. R. d. F. The use of artistic expressions in cell biology teaching: A proposal combining active methodologies and interdisciplinarity. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 6, p. e26810615779, May 2021. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/15779>>.

SOMMERMAN, A. Inter ou transdisciplinaridade. **São Paulo: Paulus**, v. 21, n. 98, p. 17, 2006.

SOUZA, P. V. S.; LIMA, E. A.; DUTRA, R. de S.; DIAS, M. A. Flúidos não newtonianos e a solução do problema milenar da armadura – uma proposta para o ensino remoto com enfoque cteam. **Revista de Enseñanza de la Física**, v. 33, n. 2, p. 479–486, nov. 2021. Disponível em: <<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/35301>>.

VALENTE, J. A. Por que o computador na educação. **Computadores e Conhecimento: repensando a educação**. Campinas: Gráfica da UNICAMP, p. 24–44, 1993.

VALENTE, J. A. **A espiral da espiral de aprendizagem: o processo de compreensão do papel das tecnologias de informação e comunicação na educação**. 238 p. Tese (Tese (livre-docência)) — Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Artes, Campinas,

SP, 2005. Disponível em: <<https://hdl.handle.net/20.500.12733/1617685>>. Acesso em: 25 jul. 2024.

VAZ, C. L. D.; JÚNIOR, E. d. P. N. O lugar da aprendizagem criativa: Uma experiência com a matemática mão na massa. **REMATEC**, v. 15, p. 137–155, 2020.

Apêndice A: Rubrica para avaliação de projetos *Maker*

Tabela 6: Rubrica utilizada para avaliação das atividades no espaço *Maker*...

	1 mínimo	2 evidência sólida	3 claramente excede as expectativas	
propriedade / empoderamento	<ul style="list-style-type: none"> • Pessoalmente significativo • Divertido, agradável • Individualizado ou original 	<ul style="list-style-type: none"> • O produto apresenta evidências mínimas de individualização. • Uso de materiais padronizados ou de kits com pouca customização. • Os estudantes expressam pouca alegria/contentamento na criação do produto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Os produtos apresentam individualização moderada indo além das instruções (“escolha da cor”), mas parece similar ao produto quando descrito no manual de montagem. • A criação do produto engajou “cabeça, coração e mãos” do estudante. • Estudante expressa alegria/contentamento na construção do produto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Produto apresenta alto nível de individualização, distinto do produto existente. • O produto representa um aspecto importante do “eu interior” do aluno. • O aluno foi muito além dos requisitos do projeto por motivação e prazer pessoal. A experiência da atividade <i>Maker</i> foi claramente muito significativa para o aluno.

Continua na próxima página

Tabela 6: Rubrica utilizada para avaliação das atividades no espaço *Maker...* (Continuação)

hábitos <i>Maker</i>			
<ul style="list-style-type: none"> • Falha positiva. • Crescimento orientado. • Autossuficiência. 	<ul style="list-style-type: none"> • Produto criado por estudantes que apresentam desafios limitados. • O estudante não abordou os desafios apresentados pela criação do produto. • O estudante não demonstrou persistência ou vontade de aprender com o fracasso além da criação de um produto mínimo. 	<ul style="list-style-type: none"> • A criação do produto exigiu enfrentar um desafio. • O estudante respondeu ao desafio corrigindo erros na primeira versão ou simplificando o produto. • O estudante mostra alguma evidência de vontade de aprender e de persistir. 	<ul style="list-style-type: none"> • A construção do produto exigia abordar um desafio; o desafio foi usado para modificar, reconceituar ou adaptar o produto. • A criação do produto exigia persistência significativa diante dos desafios ou falhas; mais de uma tentativa de iteração. • O estudante demonstrou notável vontade de adquirir novas habilidades e crescimento pessoal.

Continua na próxima página

Tabela 6: Rubrica utilizada para avaliação das atividades no espaço *Maker...* (Continuação)

Produção de um artefato

- | | | | |
|---|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Manifestação física | <ul style="list-style-type: none"> • Um produto físico tangível foi criado, seguindo literalmente ou não as instruções e atingindo um estado final ou de trabalho. | <ul style="list-style-type: none"> • O produto físico foi criado e levado ao estado final ou de trabalho. • O produto apresenta-se de forma amadora ou apresenta claramente a necessidade de revisões ou refinamentos. | <ul style="list-style-type: none"> • Produto físico substancial ou permanente foi criado e levado ao estado final ou de trabalho. • Qualidade refinada e publicamente apresentável. |
|---|---|--|---|

Colaboração

- | | | | |
|--|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Conexão com a comunidade • Compartilhamento de ferramentas e produtos | <ul style="list-style-type: none"> • O produto indicou algum uso de ferramentas de código aberto ou outros recursos da comunidade. • O produto foi compartilhado apenas dentro da comunidade onde foi criado. | <ul style="list-style-type: none"> • O produto indicou o uso de ferramentas de código aberto, acesso a recursos da comunidade e colaboração com outros estudantes ou grupos. • O produto é compartilhado de alguma forma que se estende além da sala de aula. | <ul style="list-style-type: none"> • O produto indicou o uso de ferramentas de código aberto, acesso a recursos da comunidade e colaboração com outros, incluindo os mentores/docentes/técnicos. • Exibição pública ou documentação online. |
|--|---|---|---|

Continua na próxima página

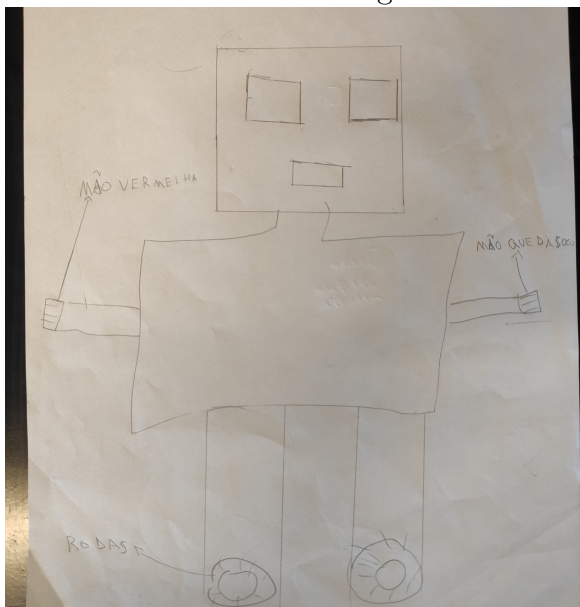
Tabela 6: Rubrica utilizada para avaliação das atividades no espaço *Maker...* (Continuação)

Relevância STEAM

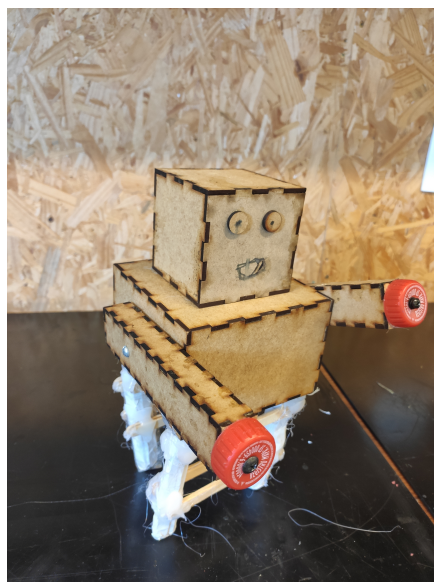
- | | | | |
|--|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Multidisciplinaridade • Aprendizagem Baseado em Projeto (ABP) | <ul style="list-style-type: none"> • Estudantes foram capazes de montar um objeto a partir de um kit ou manual prévio. • Dois acrônimos do STEAM foram utilizados na justificativa da montagem do objeto em uma montagem multidisciplinar. | <ul style="list-style-type: none"> • O objeto construído ou modificado partiu da interação e percepção dos estudantes para a resolução de um problema. • Três ou mais acrônimos do STEAM foram utilizados na resolução de um problema de forma multidisciplinar. | <ul style="list-style-type: none"> • O objeto construído ou modificado partiu da interação e percepção dos estudantes para a resolução de um problema real; percepção de resolução do problema em alguma proposta de disciplina. • Três ou mais acrônimos STEAM foram utilizados sendo integrados de forma transdisciplinar caracterizando um processo de ABP. |
|--|--|--|--|

Apêndice B: Projeto de elaboração do Robô, planejamento e produto final

Figura 11: Robô do Segundo Grupo



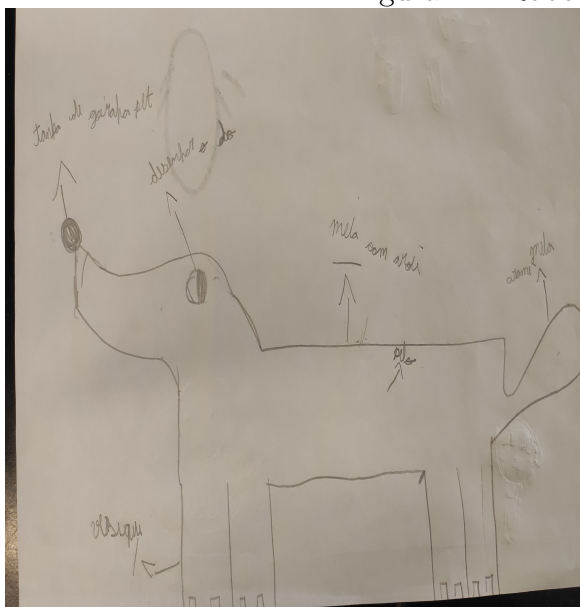
(a) Planejamento do robô



(b) Robô finalizado

Fonte: Própria (2022)

Figura 12: Robô do Terceiro Grupo



(a) Planejamento do robô



(b) Robô finalizado

Fonte: Própria (2022)