



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E INOVAÇÃO
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO TECNOLÓGICO

DEYSE DOS SANTOS MARINHO

ROBOT SOLUTION: UM KIT
PARA O ESTÍMULO DE COMPETÊNCIAS DO PENSAMENTO
COMPUTACIONAL

2023

DEYSE DOS SANTOS MARINHO

**ROBOT SOLUTION: UM KIT
PARA O ESTÍMULO DE COMPETÊNCIAS DO PENSAMENTO
COMPUTACIONAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino Tecnológico – PPGET do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas para a obtenção do título de Mestre em Ensino Tecnológico, sob a orientação do Prof. DSc. Vitor Bremgartner da Frota.

Linha de pesquisa:
Alternativas mediadoras para a eficácia do ensino e aprendizagem em contextos tecnológicos.

Manaus

2023

Biblioteca do IFAM – Campus Manaus Centro

M338r Marinho, Deyse dos Santos.
Robot solution: um kit para o estímulo de competências do pensamento
computacional / Deyse dos Santos Marinho. – Manaus, 2023.
104 p. : il. color.

Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino Tecnológico). –
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas,
Campus Manaus Centro, 2023.

Orientador: Profa. Dr. Vitor Bremgartner da Frota.

1. Robótica. 2. Cultura *Maker*. 3. Pensamento Computacional. 4.
Habilidades e competências. I. Frota, Vitor Bremgartner da. (Orient.) II.
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas. III.
Título.

CDD 629

DEYSE DOS SANTOS MARINHO

**ROBOT SOLUTION: UM KIT
PARA O ESTÍMULO DE COMPETÊNCIAS DO PENSAMENTO
COMPUTACIONAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino Tecnológico – PPGET do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas para a obtenção do título de Mestre em Ensino Tecnológico, sob a orientação do Prof. DSc. Vitor Bremgartner da Frota.

BANCA EXAMINADORA



Dr. Vitor Bremgartner da Frota – Orientador
Instituto Federal do Amazonas (IFAM)



Dr.ª. Maria Lúcia Tinoco Pacheco – Membro Titular Interno
Instituto Federal do Amazonas (IFAM)



Dr. José Francisco de Magalhães Netto – Membro Titular Externo (UFAM)

AGRADECIMENTOS

No momento de agradecer, vem à mente as palavras de incentivo e os abraços animadores e calorosos. As noites, antes mal dormidas ao ler e escrever, hoje, se tornam mais longas e calmas. A ansiedade dá lugar à sensação de dever cumprido.

Mas nada disso seria possível...

... sem minha Fé inabalável no meu Deus, aquele que tudo pode e que sempre me ergueu quando eu fraquejei.

... sem minha Família, que compreendeu minha ausência e enxugou minhas lágrimas.

... sem meu orientador, que acreditou em mim e enfrentou comigo duras lutas.

... sem os queridos amigos, que sempre tinham uma palavra de acalanto e ouviam atentamente todas as narrativas, mesmo sem entenderem.

... sem companheiros de trabalho, que deram o suporte necessário e ajudavam incentivando o crescimento.

... sem o PPGET, que me deu a oportunidade de alcançar o título de Mestre e que tanto contribuiu para o engrandecimento da minha vida acadêmica e pessoal.

... sem todos aqueles que um dia me disseram SIM, e me fizeram seguir no caminho.

A todos vocês, minha eterna Gratidão!

EPÍGRAFE

*“Para acompanhar o mundo de 2050,
você precisará inovar o pensamento e produtos,
mas, acima de tudo,
se reinventar continuamente.”*
Yuval Harari, 2014

RESUMO

As transformações que afetam o homem ao longo de sua história mostram seu desenvolvimento cognitivo através da construção de artefatos. Perceber o domínio do homem sobre os elementos da natureza e o gradativo melhoramento destes processos mostra o quanto as técnicas de construção impactam nas tecnologias e, conseqüentemente, modificam o homem. Nesta relação intrínseca entre homem e natureza, é percebido seu desenvolvimento pessoal e social. Contudo, esse desenvolvimento não ocorre de forma homogênea e gera sociedades plurais e com discrepâncias de saberes tecnológicos. Este cenário, definido pelo progresso tecnológico irregular, pede por soluções urgentes com base nos processos educacionais, a fim de proporcionar o desenvolvimento cognitivo e social obedecendo à dinamicidade dos aspectos tecnológicos. Harari (2018) aponta que “o homem não entende as tecnologias digitais em sua totalidade”, daí surge, o questionamento: *Como se apropriar destes recursos tecnológicos?* Para solucionar essa questão, pautamo-nos na mentalidade *maker* de Seymour Papert e Dale Dougherty, na qual busca-se ativar os instintos primitivos direcionados pela curiosidade e criatividade. Como recurso didático, é utilizada a Robótica Educacional, que oferece atividades criativas e diferenciadas, incentivando a inovação. A construção de projetos robóticos é uma estratégia que permite incluir a Linguagem de Programação e os pilares do Pensamento Computacional, sob a perspectiva de Jeannette Wing e Christian Brackmann. Dessa forma, são desenvolvidos paralelamente diferentes aspectos nos campos cognitivos, sociais, psicomotores e, principalmente, o desenvolvimento de habilidades e competências próprias do Pensamento Computacional. como prevê a BNCC e os PCNs para o Ensino Médio. Como produto resultante desta prática, foi desenvolvido um *kit* robótico, que apresenta a elaboração de suas peças adaptáveis a diferentes materiais e busca alcançar um público diversificado. O guia didático foi elaborado a partir do pensamento de Zabala (2014), que auxilia na aprendizagem a partir da reformulação de seus conteúdos – Conceituais, Procedimentais e Atitudinais — que vão ao encontro do proposto pelas abordagens Robótica Educacional e da Cultura *Maker*.

Palavras-chave: Cultura *Maker*, Robótica, Pensamento Computacional, habilidades e competências.

ABSTRACT

The transformations that affect man throughout his history show his cognitive development through the construction of artifacts. Realizing man's dominance over the elements of nature and the gradual improvement of these processes, shows how much construction techniques impact technologies, and consequently, affect man. In this intrinsic relationship between man and nature, personal and social development can be seen. However, this development does not occur homogeneously and generates plural societies with discrepancies in technological knowledge. This scenario, defined by irregular technological progress, commands for urgent solutions based on educational processes, in order to propose cognitive and social development obeying the dynamism of technological aspects. Harari (2018) said that man does not understand digital technologies in their entirety, hence the question: *How to appropriate these technological resources?* Based on the maker mentality, in the vision of Seymour Papert and Dale Dougherty, seeks to rescue the builder man, and thus, activate primitive instincts driven by curiosity and creativity. Maker Culture promotes teaching in a fun, challenging and enjoyable way. As a teaching resource, Educational Robotics is used, which offers creative and differentiated activities encouraging innovation. The construction of robotic projects is a strategy that allows the inclusion of the Programming Language and the pillars of Computational Thinking, from the perspective of Jeannette Wing and Christian Brackmann. In this way, different aspects are developed in parallel in the cognitive, social, psychomotor, affective fields and, mainly, the development of skills and competencies specific to Computational Thinking. Therefore, this research follows the guidelines provided by the BNCC and the PCN for High School, the target audience to be reached, with a view to achieving an emancipatory and necessary education in the current technological society. As a product resulting from this practice, a robotic kit was developed, which presents the creation of its parts adaptable to different materials and seeks to reach a diverse audience. The teaching guide was created based on the thoughts of Zabala (2014), which helps learning by reformulating its contents – Conceptual, Procedural and Attitudinal – which are in line with what is proposed by the Educational Robotics and Maker Culture approaches.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Pilares do Pensamento Computacional, segundo BBC Learning (2015).....	28
Figura 2 – Eixos estruturais da Educação, adaptado PCN	35
Figura 3 – Cicle da pesquisa BDR	43
Figura 4 – Etapas da Sequência Didática, segundo Zabala (2014), Módulo 1.....	47
Figura 5 – Etapas da Sequência didática previstas em cada Módulo	48
Figura 6 – Capa do produto educacional <i>ROBOT SOLUTION</i>	49
Figura 7 – Projeto robótico – Braço mecânico	51
Figura 8 – Alunos testando o projeto Braço mecânico.....	52
Figura 9 – Projeto robótico – Garra mecânica.....	52
Figura 10 – Alunos construindo o sistema motor da Garra mecânica.....	53
Figura 11 – Alunos adaptando o sistema de sensor no projeto robótico	54
Figura 12 – Modelo Placa Arduino UNO. CC BY 2.0. Fonte: Wikimediacommons.com	55
Figura 13 – Ambiente IDE para programação.....	57
Figura 14 – Ambiente TINKERCAD simulador de circuitos eletrônicos.....	58
Figura 15 – Ambiente TINKERCAD para programação em blocos.....	58
Figura 16 – Processo avaliativo utilizado, adaptado de Zabala (2014).....	62
Figura 17 – Etapas da pesquisa-ação, segundo Thiollent (2002), utilizadas para a aplicação da pesquisa	65
Figura 18 – Etapas da pesquisa-ação seguidas em cada Módulo da pesquisa.....	65
Figura 19 – Técnicas de coleta de dados utilizadas nesta pesquisa.....	66
Figura 20 – Gráfico de idade dos participantes	67
Figura 21 – Gráfico sobre escolaridade dos participantes	68
Figura 22– Modelos de caixas a serem produzidas	70
Figura 23 – Caixa customizadas	70
Figura 24 – Projeto robótico Braço mecânico	71
Figura 25 – Projeto robótico Garra mecânica.....	72
Figura 26 – Descritivo das peças do projeto robótico Braço mecânico	73
Figura 27 – Momentos da construção da Atividade 2 – Braço mecânico	75
Figura 28 – Descritivo das peças do projeto robótico Garra mecânica.....	75
Figura 29 – Trecho do vídeo utilizado como material de apoio.....	76

Figura 30 – Momentos da construção da Atividade 3 Garra mecânica.....	77
Figura 31 – Componentes eletrônicos utilizados nas Atividades do Módulo 2	79
Figura 32 – Informações sobre conhecimentos prévios dos participantes do Módulo 2.....	79
Figura 33 – Momentos da Atividade 1– Circuito em Série	81
Figura 34 – Momentos da Atividade 2 – Circuito em Paralelo	82
Figura 35 – Montagem da parte eletrônica do sensor de estacionamento	83
Figura 36 – Ferramenta Tinkercad sendo utilizada pelos alunos durante as atividades.....	83
Figura 37 – Momentos da Atividade 3 – Sensor de estacionamento no carrinho robô.....	84

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – O Pensamento Computacional na organização de ideias	29
Quadro 2 – Relação Eixos estruturais da Educação e Tipo de conteúdo a ser trabalhado.	37
Quadro 3 – Levantamento de pesquisas na área da Robótica Educacional no Brasil	39
Quadro 4 – Processos mentais envolvidos na aprendizagem experimental	41
Quadro 5 – ROBOT SOLUTION – Organização de conteúdos	50
Quadro 6 – OFICINA CAPACITAR 4.0 com o uso do produto educacional – Módulo 1.....	67
Quadro 7 – Identificação do uso dos pilares do PC na atividade: customização de peças.....	87
Quadro 8 – Identificação do uso dos pilares do PC na atividade: construção de projetos robóticos	89
Quadro 9 – Identificação dos pilares do PC nas atividades relativas à construção dos circuitos eletrônicos.....	91
Quadro 10 – Identificação dos pilares do PC na atividade do sensor no carrinho robô.....	93

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BBC – British Broadcasting Corporation
BNCC – Base Nacional Comum Curricular
CNC – Comando Numérico Computadorizado
DIY – Do It by Yourself
IDE – Integrated Development Environment
MDF – Medium Density Fiberboard
MDP – Medium Density Particleboard
PC – Pensamento Computacional
PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	16
Capítulo 1	19
1.1. O INÍCIO DO CAMINHO	19
1.2. O HOMEM CONSTRUTOR	20
1.3. CONSTRUÇÃO DE SABERES	22
1.4. CULTURA MAKER.....	23
1.5. ROBÓTICA EDUCACIONAL.....	25
Robótica Educacional no Brasil	25
1.6. PENSAMENTO COMPUTACIONAL.....	28
1.7. O ENSINO MÉDIO E SUAS DIRETRIZES LEGAIS E PEDAGÓGICAS	32
1.8. SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS.....	36
Capítulo 2	38
2.1. PESQUISA NA ÁREA DA ROBÓTICA EDUCACIONAL	38
Brinquedos autômatos	40
2.2. ROBÓTICA EDUCACIONAL SUSTENTÁVEL.....	41
2.3. O PENSAMENTO COMPUTACIONAL – A ORGANIZAÇÃO DO PENSAMENTO	43
Capítulo 3	45
3.1. <i>KIT</i> ROBÓTICO DE PEÇAS ESTRUTURADAS	45
3.2. O GUIA DIDÁTICO	47
3.3. O PRODUTO EDUCACIONAL.....	48
3.3.1. Material explicativo – Projetos Robóticos	49
Braço mecânico	50
Garra mecânica.....	52
Carrinho robô.....	53

3.3.2. Manual explicativo – Linguagem de Programação.....	54
3.3.2.1. Arduino.....	54
3.3.2.2. O Ambientes de programação	56
Arduino IDE.....	56
Tinkercad.....	57
3.4. O PROCESSO AVALIATIVO	59
Capítulo 4	64
4.1. METODOLOGIA DA PESQUISA.....	64
4.1.1. Módulo 1 – Robótica Educacional	66
4.1.1.1. Planejamento inicial	66
4.1.1.2. Fase exploratória	68
4.1.1.3. Fase de planejamento	68
4.1.1.4. Fase de ação.....	69
4.1.1.5. Fase de avaliação	77
4.1.2. Módulo 2 – Linguagem de Programação	78
4.1.2.1. Fase de Planejamento	78
4.1.2.2. Fase exploratória	79
4.1.2.3. Fase de planejamento	79
4.1.2.4. Fase de ação.....	80
4.1.2.5. Fase de avaliação	85
Capítulo 5	86
5.1. Considerações finais	86
Módulo 1 – Projetos robóticos	86
Módulo 2 – Linguagem de Programação	90
Caminhos futuros.....	94
REFERÊNCIAS	97
APÊNDICE	101

INTRODUÇÃO

Na passagem, [...] A contemporaneidade é marcada pelas tecnologias. Diante disso, podemos concluir que a técnica [...] é um instrumento indispensável para a sobrevivência do homem, assim como foi em suas formas primitivas. [...], Oliveira (2008, p. 9) aponta a construção de artefatos pelos homens ao longo da história, cuja criatividade era o principal elemento para materializar o seu pensamento, assim, o homem se transforma progressivamente enquanto interliga conceitos e saberes ao longo da história, culminando no atual desenvolvimento tecnológico.

Nas ideias trazidas por Harari (2018), o “*irrefreável progresso tecnológico*” impulsiona cada vez mais a necessidade de novas habilidades cognitivas para que o homem não seja subjugado pela tecnologia, o que suscita uma discussão sobre desdobramentos destes avanços sobre o homem, levando-nos à seguinte questão: *Como o homem hoje interage com as tecnologias digitais e qual o resultado dessa relação?*

Na busca por soluções deste problema social, vale considerar a Educação e sua função social como um sustentáculo a este debate. E para responder a esta questão, vamos discutir alguns conceitos levantados por: Papert (1983), Wing (2006), Harari (2019), Pinto (2005), Oliveira (2008), Blikstein (2016), entre outros. Esses autores apresentam estratégias que buscam facilitar a relação *homem x tecnologias*, pautadas na preparação dos indivíduos desde a Educação Básica.

Todos os pensamentos convergem para o uso consciente de ferramentas tecnológicas em sala de aula no intuito de alcançar a emancipação dos indivíduos e prepará-los para o século XXI. Uma das alternativas para concretizar esta realidade é o desenvolvimento do Pensamento Computacional, a partir de seus pilares.

Assim, esta pesquisa busca responder o seguinte questionamento:

***Pode o desenvolvimento dos pilares do Pensamento Computacional
auxiliar na compreensão de conceitos científico-tecnológicos,
influenciando assim na relação “homem versus artefatos tecnológicos?”***

Para isso, foi definido o **objetivo principal** de:

Desenvolver os pilares do Pensamento Computacional através da Robótica Educacional em alunos do Ensino Médio.

Além de considerar que, durante esta busca, são suscitados os seguintes pontos **específicos**:

- Difundir conceitos científico-tecnológicos como saberes necessários para indivíduos do século XXI.
- Verificar a Cultura *Maker* e Robótica Educacional como estratégias de ensino na Educação Básica.
- Avaliar o produto educacional proposto como suporte para o desenvolvimento do Pensamento Computacional.

Este é um caminho que busca atender às questões levantadas por Harari (2018), que diz “o homem não entende as tecnologias digitais em sua totalidade”, e ao mesmo tempo, se apoia no que Pinto (2005, p. 317) aponta “a tecnologia se revela ambivalente, sendo esteio e arma de dominação, na mão do senhor, e a esperança e o instrumento de liberdade [...] na mão do escravo”.

Assim, os caminhos investigativos são pautados no uso das tecnologias como ferramentas emancipatórias, a partir da visão da Cultura *Maker*, com o intuito de resgatar o *homem que constrói*. Onde é possível fazer conexões entre o pensamento e o tangível apoiada nos princípios e objetivos da Robótica Educacional.

A reunião dessas ideias fez nascer um produto educativo voltado para apoiar o ensino de Matemática e Física, pautado na aplicação concreta de seus conceitos.

O processo de ensino pensado para implementar essa prática pedagógica é descrito neste documento ao longo de quatro capítulos e complementado pelo **Guia didático ROBOT SOLUTION – A construção de projetos robóticos para o desenvolvimento de competências do Pensamento Computacional**. Os capítulos estão divididos assim:

- Capítulo 1 – aqui foram explicitadas as diretrizes pessoais e profissionais norteadoras que foram a semente que deu vida a este projeto. Ali também são apresentados os pressupostos teóricos e epistemológicos que direcionaram os rumos desta pesquisa.
- Capítulo 2 – a partir da fundamentação teórica, a ideia toma forma de produto educacional e apresenta os elementos que o compõem.
- Capítulo 3 – são apresentados o percurso metodológico e todas as suas etapas durante a aplicação prática da pesquisa, com o uso do produto educacional.

- Capítulo 4 – são apresentados os resultados coletados da pesquisa, considerações finais e as diretrizes para futuras ações.

Capítulo 1

1.1. O INÍCIO DO CAMINHO

Os primeiros passos para a construção desta pesquisa de Mestrado têm início durante o curso de Especialização em Educação Investigações Educacionais pelo Instituto Federal do Amazonas, conhecendo o autor Jorge Bondía Larrosa e seu trabalho *Notas sobre a experiência e o saber da experiência (2002)*, que diz “[...]A experiência é o que nos passa, o que nos acontece, o que nos toca. [...]”.

Na realidade, todo o curso da Especialização foi uma experiência riquíssima pessoal e profissional. Atuando na área de tecnologia por muitos anos, um ponto em particular prendeu a atenção, quando o autor se contrapõe à cultura digital e aponta que a tecnologia *informa e forma opiniões, contudo, não permite a seus usuários passar pela experiência de verdade*. Assim, ele apresenta o homem moderno como um indivíduo carregado de informações, que no afã de agir, criar e construir algo, age no ritmo dinâmico das sociedades atuais, porém, informação não é experiência de fato, pois a experiência “[...] requer parar para pensar, parar para olhar, [...], olhar mais devagar, [...], suspender o automatismo [...], cultivar a atenção.” e estes passos estão sendo suprimidos, trazendo uma vivência instantânea e fragmentada.

Então, no trilhar do caminho como educadora, a intencionalidade sempre foi ensinar por meio de atividades práticas desafiadoras, sugerir novas experiências e refletir sobre as ações. Atuando como professora de robótica, foi possível aplicar conceitos, promover desafios e produzir saberes diversos aos alunos do Ensino Fundamental de forma divertida e diferenciada com o uso dos *kits* comerciais Lego®.

Porém, esta realidade foi impactada pela pandemia da COVID-19, que causou impactos negativos na Educação naquele período. À época, tornou-se realidade o ensino de robótica na modalidade à distância, por isso, foi sugerido um processo de construção de projetos robóticos utilizando material alternativo. Assim, nasceu a ideia de um *kit* robótico com recursos alternativos a fim de promover um aprendizado mais significativo.

Outro ponto, porém, foi identificado durante a prática educacional utilizando recursos tecnológicos, o desconhecimento/incompreensão de conceitos entre “*sujeitos fabricados e manipulados por aparatos de informação*” (LARROSA, 2002).

A experiência desta ação pedagógica rendeu frutos, se tornou Relato de Experiência apresentado durante o 7º SETA – Simpósio em Ensino Tecnológico no Amazonas, em 2022, dessa forma, constituiu-se como conhecimento empírico formado a partir das experiências vividas junto aos alunos, durante as aulas mediadas por tecnologia em meio ao período pandêmico.

Tal experiência apresentou uma oportunidade de ação pedagógica futura, porém, com foco na construção de artefatos manuais de diferentes aplicabilidades.

1.2. O HOMEM CONSTRUTOR

Historicamente, foi possível acompanhar a evolução humana através da construção de artefatos, doravante a transformação da matéria ao seu redor. Tal evolução ocorre em razão de movimentos próprios do homem e do movimento vivo do conjunto social, funcionando como um amplo sistema que se retroalimenta. Esta evolução histórico-cultural se deu através da somatória de todos os momentos criativos e seus desdobramentos que, impulsionados por suas necessidades, impactaram na construção da história humana e na construção de si. Os homens constroem a história, porém ignoram o que fazem, não têm noção do valor de uma criação para a humanidade (BRAUDEL, 1965; MORETTI; ASBAHR; RIGON, 2011).

Os caminhos percorridos da idade da pedra lascada à inteligência virtual mostram a evolução do homem e de sua história; e as tecnologias se transformam enquanto o homem desenvolve suas técnicas. O domínio sobre uma nova matéria ou recurso apresenta um novo comportamento humano e, conseqüentemente, uma nova técnica (saber) e estratégias de ação (NAVARRO, 2006).

No atual contexto tecnológico, a evolução dos artefatos e a veloz difusão de inovações trazem consigo constantes alterações na tríade homem — meio — objeto, impactando diretamente nos aspectos sociocognitivos. No âmbito social, originam-se sociedades plurais, no que tange os conhecimentos tecnológicos e as relações de dependência entre as diferentes sociedades (SANTOS, 2004; PINTO, 2005).

Diante desse cenário, vale debater a respeito dos efeitos causados pelos avanços tecnológicos e a evolução cognitiva irregular a partir dos pontos levantados por Oliveira (2008), Cupani (2004), Harari (2019) e Pinto (2005).

Pinto (2005, p. 14) diz que “[...] o verdadeiro criador das coisas é o homem, e não o mundo [...]”, por isso, cabe ao homem se reconhecer como o criador das tecnologias e de seus saberes — perceber-se como principal resultado de suas criações.

Oliveira (2008) aponta o desenvolvimento de habilidades cognitivas, a partir da criatividade, na busca de soluções para necessidades diárias quando “o comportamento humano transforma o meio visando à produção de bens úteis”. Assim, surgiu a situação de *controle* sobre os recursos disponíveis no mundo exterior.

Esse cenário foi propício para o então progresso tecnológico, com a origem de um ciclo onde a tecnologia virou um bem produzido e consumido em larga escala, no qual cada produto agregava um valor diferenciado (CUPANI, 2004).

“Dissemos que o termo “tecnologia” significa também conjunto das técnicas existentes em dada sociedade, em certo momento de sua história. Nenhuma sociedade apresenta uma superfície uniforme no progresso tecnológico. Nela coexistem sempre técnicas representativas de etapas passadas, às vezes até arcaica” (PINTO, 2005, p. 412).

É sabido que, em uma sociedade plural, as tecnologias e técnicas são desiguais e os indivíduos que a compõem são prejudicados diretamente por essa realidade. Essa coexistência apontada pelo autor pode ser a responsável por uma sociedade crítica quanto ao consumo das tecnologias disponíveis ou até mesmo redefinir o perfil dos indivíduos que nela atuam.

Por isso, é importante para o desenvolvimento de uma sociedade a forma como o homem encara sua relação com a tecnologia.

Ademais, em alguns casos, é percebido que o homem, ao criar novos artefatos, não tem como foco *sua própria evolução* e, assim, considera apenas os aspectos econômicos. Este cenário remete a um dos momentos irregulares, citados por Vieira Pinto (2005), em que “o homem *adormece para então voltar a progredir*”, todavia, não podemos esperar que as engrenagens da história impulsionem tais mudanças, pois tais modificações são necessárias hoje.

Com base nos estudos de Harari (2018) sobre o “*irrefreável progresso tecnológico*”, e complementando o pensamento de Larrosa (2002), se faz necessário o desenvolvimento de novas habilidades cognitivas para que o homem não seja subjugado pela tecnologia e se reconheça como o produtor de artefatos e saberes.

1.3. CONSTRUÇÃO DE SABERES

O resgate de atividades da evolução sócio-histórica do homem permite interpretar a educação como atividade humana e refletir sobre as atividades pedagógicas sendo ações que transformam o aluno durante a produção do conhecimento (MORETTI; ASBAHR; RIGON, 2011).

Dessa forma, a educação se dá através do professor, enquanto organizador dos conhecimentos adquiridos pelo homem em sua história, e dos conteúdos que visam o desenvolvimento de habilidades que preparam os alunos para o novo período tecnológico (MORETTI; ASBAHR; RIGON, 2011).

Porém, vale citar uma ideia em comum com Harari (2019), de que a sociedade não entende as tecnologias digitais na sua totalidade; dessa forma, não compreende sua importância e desconhece os caminhos a serem seguidos pelas futuras gerações.

O hoje é o momento de preencher lacunas e preparar esses indivíduos para o progresso tecnológico que nos envolve. Considerar o progresso tecnológico como elemento incentivador da sociedade envolve a todos que compõem o sistema educacional do país.

Dessa maneira, a Escola, como descrita na BNCC, deve ser um centro de formação apto a receber seus alunos, dispondo de estrutura tecnológica condizente com a realidade a fim de atingir os seguintes objetivos:

- “- proporcionar uma cultura favorável ao desenvolvimento de atitudes, capacidades e valores que promovam o empreendedorismo (criatividade, inovação, organização, planejamento, responsabilidade, liderança, colaboração, visão de futuro, assunção de riscos, resiliência e curiosidade científica, entre outros), entendido como competência essencial ao desenvolvimento pessoal, à cidadania ativa, à inclusão social e à empregabilidade; e
- prever o suporte aos jovens para que reconheçam suas potencialidades e vocações, identifiquem perspectivas e possibilidades, construam aspirações e metas de formação e inserção profissional presentes e/ou futuras, e desenvolvam uma postura empreendedora, ética e responsável para transitar no mundo do trabalho e na sociedade em geral (BRASIL, 2018, p. 468).

Assim, é papel da Escola adaptar-se e possibilitar o desenvolvimento cognitivo necessário à formação dos alunos inerentes ao progresso contínuo, tanto nas relações sociais quanto na dinamicidade dos aspectos profissionais, contribuindo assim para a preparação de novas gerações e para a conseqüente evolução positiva da sociedade.

Dessa maneira, seria possível tratar conceitos científico-tecnológicos na formação dos indivíduos a partir da Educação Básica utilizando uma proposta de ensino com experiências significativas de aprendizado a partir da construção de artefatos com funcionalidade real.

Esta é uma descrição da proposta apresentada por Seymour Papert, o Construcionismo, a partir da qual há o alinhamento entre educação e as diversas tecnologias disponíveis.

1.4. CULTURA MAKER

O contexto escolar *maker* é uma realidade em muitas escolas e universidades, como exemplo temos o Espaço *Maker* Rivelino, localizado no Instituto Federal do Amazonas, onde foi aplicada a presente pesquisa. O laboratório oferece recursos diversos como: impressoras 3D de vários modelos, *kits* de robótica, máquinas de corte CNC, ferramentas de serralheria, equipamentos de solda e *kits* Arduino. Esses recursos permitem a prática de atividades criativas e diferenciadas para o público em geral.

Mas o que, de fato, é a Cultura *Maker*?

A Cultura *Maker* é uma prática comum entre aqueles que no dia a dia concretizam ideias como um desafio pessoal, daí surge o movimento de inventar, (re)produzir ou consertar objetos. Diz respeito ao termo do inglês *Do It Yourself* (DIY), ou faça-você-mesmo. Por meio dela é possível também sugerir novas propostas de construção de objetos e sistemas (DOUGHERTY, 2016).

“A epistemologia tradicional baseia-se na proposição intimamente ligada ao conteúdo textual [...]. O pensamento concreto (Piaget) e a Cultura Maker (Lévi-Strauss) sempre existiram, mas foram marginalizados nos contextos acadêmicos pela posição privilegiada do conteúdo textual. À medida que avançamos para a era da informática e surgem novas mídias, cada vez mais dinâmicas, então este cenário muda. Embora seja inútil adivinhar os futuros caminhos da educação e a maneira de lidar com o conhecimento, é interessante manter-se abertos à epistemologia e à aprendizagem” PAPERT (1993, p. 156).

O Construcionismo de Papert desponta como uma forma de aprendizagem, quebrando paradigmas com o formato da educação tradicional. O autor contradiz o pensamento de que o aluno aprende a partir do olhar do educador. Papert defende que neste cenário a criança está sendo privada da descoberta e da autonomia de seu aprendizado. O autor defende a inclusão de tecnologias digitais no aprendizado, bem como a inclusão de conhecimentos tidos como não convencionais, como: a *bricolage* (Lévi-Strauss) e o pensamento Concreto (Piaget), que transformam o aprendizado em algo concreto para o aluno.

A base do Construcionismo é o desenvolvimento cognitivo dos alunos a partir de práticas que permitam pensar, testar, errar, persistir, conversar e criar soluções alternativas às propostas. Foi

aplicado inicialmente no ensino da Matemática e logo se expandiu para os campos das ciências, tecnologias e engenharias. Outro ponto importante levantado por este autor é a possibilidade do desenvolvimento da metacognição, o processo interno do aluno de reconhecer no caminho percorrido durante a atividade *maker* o seu crescimento pessoal.

Enfim, Cultura *Maker* é criar. É inovar.

Apesar de não estar diretamente ligada à tecnologia, a prática de construir artefatos engloba o manuseio de diversas ferramentas e materiais. Assim como no passado, o homem interliga saberes e constrói novos objetos, porém, atualmente, são aplicados à resolução de problemas.

O autor Dougherty (2016) também apresenta a Cultura *Maker* não apenas enquanto prática, mas como uma mentalidade a ser desenvolvida, o pensamento *maker*. Uma maneira de ser e pensar, sendo necessário compreender esta prática como um caminho para o desenvolvimento e a expansão de saberes e habilidades.

Como experimento social, a Cultura *Maker* permite abordar vários aspectos durante as interações sociais. Trocar informações, construir relações e ressignificar conceitos são processos comuns e necessários ao considerar a pluralidade do ambiente escolar. O construir em conjunto gera múltiplas possibilidades de ideias e, conseqüentemente, uma atividade prazerosa e profícua para os envolvidos.

Valente e Blikstein (2017) reforçam a introdução da Cultura *Maker* nas escolas com atividades que combinam ciência e tecnologia. Sendo este “um novo capítulo nessa história”, que possibilita introduzir em sala de aula tecnologias já conhecidas e ressignificá-las.

Ao considerar o cenário criado por esta prática, podemos elencar alguns aspectos a serem explorados neste trabalho:

- Propiciar o autoconhecimento do aluno, perceber seu crescimento pessoal, atuação e evolução a partir de práticas *maker* (metacognição).
- Sugerir uma alternativa de apresentação prática de conceitos e teorias, enquanto são introduzidas novas ferramentas tecnológicas.
- Criar o ambiente propício para o desenvolvimento da criatividade, do protagonismo e da colaboração.

Dessa forma, a aplicação da Cultura *Maker*, através do recurso didático Robótica Educacional, surge como um resgate ao “homem construtor”, por meio da qual os alunos podem construir artefatos que, combinados ou não a tecnologias digitais, auxiliam no processo de aprendizagem, além de contribuir para o desenvolvimento de competências.

Assim nasceu esta proposta de implementar a Cultura *Maker* como metodologia a partir da construção de artefatos robóticos — pautada na proposta de De Souza (2021) de desenvolver

um *kit* de robótica livre constituído por um conjunto de peças estruturais e mecanismos de encaixes que possibilitam e facilitam a construção de modelos robóticos. Oferecendo assim um produto que relaciona usabilidade, tecnologia, materiais e processos que, combinados, favorecem a elaboração de uma proposta acessível a todos.

1.5. ROBÓTICA EDUCACIONAL

Segundo Sokolonski (2020, p. 2), “a Robótica Educacional tem base nas teorias do Construtivismo de Piaget e do Construcionismo de Papert”.

Na visão de Piaget, o indivíduo, ao reconhecer sua realidade, percebe-se apto a interagir nesse meio. Papert complementou esse pensamento ao recriar a realidade como um ambiente de estudo através de construções de réplicas do mundo real, e foi além ao somar a esta prática a Lógica de Programação, a fim de recriar movimentos.

Assim, atribui-se à Robótica a característica de ludicidade e criticidade. Ela também se apresenta como uma estratégia eficiente para apresentação de conceitos Matemáticos, Físicos e Tecnológicos em sala de aula, tanto na forma física como virtual. Durante a construção dos artefatos os alunos desenvolvem, paralelamente, criatividade e saberes. O ato de *pensar a construção* direciona o aluno a desenvolver conexões entre os saberes pré-existentes e novos que se apresentam, assim, a Robótica Educacional proporciona aprendizagem através da resolução de problemas reais a partir da criatividade.

Robótica Educacional no Brasil

Barbosa *et al.* (2019, p.14), um pesquisador e ativista pela computação como prática da liberdade, aplica Robótica Educacional no Brasil e diz que “A robótica educacional tem [...] uma história significativa para quem a pesquisa, para quem a pratica [...] e para os estudantes [...] é uma das experiências mais inovadoras e ricas [...] das tecnologias educacionais”. O autor ainda apresenta essa estratégia educacional como forma de “olhar para dentro da máquina”, desafiando os indivíduos.

Os documentos que norteiam os currículos escolares trabalham a robótica sob três óticas (CAMPOS, 2017):

- Currículo por tema: direcionado para o ensino de robótica a partir de um tema específico, trabalhando diferentes conceitos de forma interdisciplinar.

- Currículo por projeto: desenvolvimento de projetos envolvendo vários temas
- Currículo por objetivo/competição: desenvolver atividades para participação em eventos e competições.

Tais formas de se trabalhar a robótica em sala de aula são fomentados pelas competições e projetos incentivados no âmbito nacional. Segundo Brackmann (2016, p. 102), “[...] a robótica educacional [...] iniciou [...] com *kits* de empresas [...] hoje está amplamente disseminado em muitas [...] instituições educacionais, utilizando [...] alternativas de baixo custo”. Assim, podemos ressaltar o crescimento de estudos dentro da temática que tanto contribui para a disseminação de experiências positivas em diferentes regiões do país (CAMPOS, 2017).

Porém, ainda não foi implantado o uso sistemático da robótica no currículo escolar brasileiro e, como será apresentado mais à frente, não existem ainda medidas concretas que possam parametrizar o uso deste recurso pedagógico nas redes de ensino. Logo, os trabalhos aqui apresentados representam a parcela de pesquisadores que se empenham em apresentar seus resultados e com isso legitimar o uso da robótica como uma ferramenta profícua no desenvolvimento de saberes específicos.

Dessa forma, alguns resultados alcançados a partir da prática da Robótica Educacional foram definidos por Zilli (2016) como objetivos da robótica, são eles:

Objetivos Gerais: a possibilidade de trabalhar conceitos de desenho, física, álgebra e geometria; aplicar princípios de eletrônica digital; construir ou adaptar elementos dinâmicos como engrenagens, redutores de velocidade de motores, entre outros.

Objetivos Psicomotores: proporcionar a formação de habilidades manuais; desenvolver a concentração e a observação.

Objetivos Cognitivos: estimular a aplicação de teorias formuladas à atividades concretas; desenvolver a criatividade; analisar e entender o funcionamento dos mais diversos mecanismos físicos; desenvolver raciocínio abstrato; sugerir soluções alternativas; desenvolver conceitos de linguagem de programação; introduzir conceitos de robótica; incentivar a investigação.

Objetivos Afetivos: promover a cooperação; gerar compartilhamento de projetos e ideias; desenvolver o senso de responsabilidade; despertar a curiosidade; desenvolver a autoconfiança e a autoestima.

Sobre os objetivos afetivos, vale ainda mencionar o trabalho de Shen e Wang (2009), que corrobora, em manifesto, sobre a importância dos aspectos emocionais no processo de aprendizado e como os resultados podem ser transformados em experiências positivas aos educadores.

Além dos objetivos citados, Papert (1993, p. 5) apresenta “A atitude construcionista [...] – cujo objetivo é ensinar de forma a produzir o máximo de aprendizagem com o mínimo de ensino.”, dessa forma, a atitude construcionista aliada ao conceito de "*construction set*"¹ resulta em um aprendizado construído por cada aluno de acordo com seus interesses e necessidades.

E assim Papert apresentou a Robótica com a utilização do *Lego® Mindstorms Kit*, onde era utilizada a linguagem de programação desenvolvida por ele, a Logo. Este *kit* robótico possibilitou ganhos no campo cognitivo e proporcionou o aprendizado através da construção, modificação, conserto e da independência proposta ao indivíduo de reconstruir a informação incentivada pela curiosidade (SALDARRIAGA, 2020; PAPERT, 1993).

Estes *kits* de ferramentas e tecnologias prepararam o chão para a popularidade do movimento *maker* e da fabricação digital. Eles mostraram que era possível engajar crianças em usos complexos da tecnologia, que estas mesmas crianças poderiam construir ativamente com a tecnologia ao invés de apenas consumi-la (BLIKSTEIN, 2013, P. 5).

Com a Robótica Educacional é possível exercitar e desenvolver diversas competências previstas na BNCC, dentre elas: o incentivo à análise de problemas, à experimentação, à criatividade, a modelagem de soluções e o estímulo à pesquisa. Tais capacidades podem estar ligadas ao mundo real, atribuindo à ação um valor de responsabilidade e compromisso, o que contribui para o desenvolvimento de habilidades e competências.

Ademais, como previsto na 5ª Competência Geral, segundo a BNCC (Brasil, 2018), atividades relacionadas à robótica possibilitam: discorrer sobre a tecnologia digital objetivando sua compreensão; utilização e criação de novas tecnologias de forma crítica; rever práticas sociais de comunicação; e produzir conhecimentos na resolução de problemas (BRASIL, 2018).

Outro tópico apontado por Papert (1983) surgiu após criar a linguagem de programação Logo, o autor aponta o desenvolvimento de habilidade mental em crianças e adolescentes que utilizam uma linguagem de programação, pois o pensamento lógico tem origem através da familiaridade com ferramentas digitais e a capacidade de estruturar comandos.

Dessa forma, aliar a Robótica Educacional à Linguagem de Programação é uma alternativa de alcançar as competências e habilidades necessárias para que os alunos da Educação Básica possam desenvolver o que prevê a BNCC, como o Pensamento Computacional.

¹ - "*construction set*" - conjunto de materiais para construção (traduzido pelo autor)

1.6. PENSAMENTO COMPUTACIONAL

Em 2006, Jeannette Wing já apontava os benefícios do Pensamento Computacional para todos os indivíduos, familiarizados ou não com a Tecnologia da Informação. Por isso, é real a necessidade de desenvolver habilidades específicas nesta sociedade, assim como ler, escrever ou calcular, pois estas auxiliam em atividades do cotidiano da atual sociedade tecnológica.

Desde então, a comunidade científica vem redescobrimdo novas aplicações de conhecimentos da área de computação. E como consequência surgem novas áreas de estudo como: Inteligência Artificial, Biologia Computacional, Física Computacional, entre outras. E assim o Pensamento Computacional é uma realidade na sociedade tecnológica.

Por essa razão, é necessário tratar das competências e habilidades presentes no desenvolvimento do Pensamento Computacional, segundo o apresentado por Wing (2006), Liukas (2015) e Brackmann (2017).

O Pensamento Computacional é um artifício usado para solucionar problemas e criar estratégias. Por estar em constante evolução, não é possível conceituar, pois agrega prática, interpretações e criticidade. Porém, vale citar uma colocação bem realista feita por Liukas (2015), “O Pensamento Computacional é executado por pessoas e não por computadores. Ele inclui o pensamento lógico, a habilidade de reconhecimento de padrões, raciocinar através de algoritmos, decompor e abstrair um problema”, desta maneira pode-se compreender o Pensamento Computacional como a forma de ensinar a máquina.

Brackmann (2016) apresenta o uso do Pensamento Computacional desmembrado em 4 pilares, são eles: decomposição, reconhecimento de padrão, abstração e algoritmos. Estes “têm grande importância e são interdependentes durante o processo de formulação de soluções computacionalmente viáveis” (Figura 1).



Figura 1 – Pilares do Pensamento Computacional, segundo BBC Learning (2015)

Para conhecer melhor cada um desses pilares, vamos utilizar o pensamento de Wing (2006), Brackmann (2016) e Liukas (2015):

- Decomposição – é o desmembramento de problemas mais complexos em pequenas partes para facilitar sua compreensão e resolução.
- Reconhecimento de padrões – após o processo de decomposição, é observado a similaridade ou características em comuns nos subproblemas. Este reconhecimento permite resolver problemas maiores com mais eficiência.
- Abstração – é a capacidade de filtrar informações menores e concentrar nos pontos mais relevantes de cada subproblema. Funciona como uma separação de informações desnecessárias das mais importantes na resolução do problema. Wing enfatiza como um dos pilares mais importantes.
- Algoritmo – um plano ou uma estratégia resultante dos passos anteriores. É a concretização dos pensamentos em forma de instruções ordenadas de forma a resolver o problema. Wing aponta esta como a forma concreta do Pensamento Computacional, pois ele agrega os demais pilares e de fato funciona para a resolução do problema.

A partir dos pilares descritos por Brackmann e do pensamento de Wing (2006), tem-se a descrição dos procedimentos necessários para compreender o Pensamento Computacional (Quadro 1) como uma forma de organização de ideias.

Quadro 1 – O Pensamento Computacional na organização de ideias

<i>Competências</i>	<i>Habilidades</i>
<i>Manuseio dos Dados</i>	<i>Coleta de dados – reunir informações significativas sobre o problema.</i>
	<i>Análise de dados – selecionar quais dados auxiliam na resolução do problema, a fim de identificar um padrão (Reconhecimento de padrões).</i>
<i>Organização do Problema</i>	<i>Abstração – identificar os aspectos mais relevantes do problema.</i>
	<i>Decomposição – desmembrar o problema em partes menores.</i>
	<i>Algoritmo – definir passo a passo o processo de resolução do problema.</i>
<i>Resolução de Problema</i>	<i>Automação – utilizar um dispositivo ou ferramenta para executar uma atividade.</i>
	<i>Simulação – representar ou modelar um processo.</i>
Fonte: Autora (2022)	

Essas competências e habilidades são fundamentais para a formação de jovens que estão se preparando para o mercado de trabalho do século XXI e imersos numa sociedade totalmente digital. Assim, a BNCC se propõe a normatizar as diretrizes que contribuem para o desenvolvimento do Pensamento Computacional a partir da Educação Básica através de competências diversas:

“pensamento computacional: envolve as capacidades de compreender, analisar, definir, modelar, resolver, comparar e automatizar problemas e suas soluções, de forma metódica e sistemática, por meio do desenvolvimento de algoritmos” (BRASIL, 2018, p. 476).

No trecho acima, temos uma ideia de Pensamento Computacional ligado diretamente à programação. Uma forma equivocada de abordar o tema, pois, apesar das várias referências, não existe de fato uma disciplina ou área do conhecimento que propicie esse aprendizado especificamente.

Isto posto, a BNCC abre a discussão acerca de quais áreas de ensino podem, de fato, contribuir para o desenvolvimento de competências e habilidades do Pensamento Computacional.

Compartilhamos o pensamento de Tiepo (2020) de que o Pensamento Computacional não se limita à área de exatas, como o citado na BNCC (2018):

“A área de Matemática, no Ensino Fundamental, centra-se na compreensão de conceitos e procedimentos em seus diferentes campos e no desenvolvimento do pensamento computacional, visando à resolução e formulação de problemas em contextos diversos. No Ensino Médio, na área de Matemática e suas Tecnologias, os estudantes devem consolidar os conhecimentos desenvolvidos na etapa anterior e agregar novos, ampliando o leque de recursos para resolver problemas mais complexos, que exijam maior reflexão e abstração [...]” (BRASIL, 2018, p. 473).

O trecho acima é um dos diversos momentos em que a BNCC reitera o conceito de Pensamento Computacional alinhado a uma área específica, sem de fato abordá-lo de forma progressiva, como deve ocorrer.

O texto também traz discussões sobre conhecimentos, habilidades, atitudes e valores, partindo de pressupostos utópicos, debatendo a cultura digital a partir do suposto domínio dos jovens sobre as tecnologias que fazem parte do seu cotidiano. Porém, vale lembrar que, a formação progressiva de indivíduos ocorre pela complementaridade de competências e habilidades, e a formação do Pensamento Computacional se dá ao considerarmos aspectos cognitivos, no campo da interpretação e do raciocínio, além de socioemocionais.

Logo, é fato que o Pensamento Computacional não está relacionado a qualquer conhecimento das áreas da Computação, ou seja, o indivíduo não precisa ser alfabetizado digital para dominar os pilares do Pensamento Computacional, pois este pode estar relacionado a atividades cotidianas, como escrever receita de um prato ou definir um roteiro de viagem, outro exemplo é o uso de recursos eletrônicos diversos, como as funções de uma *smart TV*.

A visão de mundo adquirida ao compreender o Pensamento Computacional, assim como a compreensão de seus pilares, possibilita uma postura diferenciada em várias áreas humanas, como: compreensão de mundo globalizada, transversalidade de saberes, reconhecimento dos recursos digitais disponíveis, aumento de produtividade, criação de estratégias e valorização do pensamento.

Dessa maneira, tendo como base o pensamento de Perrenoud, citado por Bremgartner (2017), que diz: “competência é um conjunto de saberes necessários para realizar uma determinada atividade e a habilidade é um saber-fazer relacionado à prática do trabalho [...]” e Guzmán (2020), que reforça a necessidade do desenvolvimento de competências para a formação do indivíduo, discute-se a importância de desenvolver o Pensamento Computacional utilizando recursos próprios dos alunos, que dizem respeito à curiosidade e à criatividade combinadas à práticas diferenciadas de atividades que estimulem a construção e a solução de problemas.

Ainda de acordo com Wing (2006), são benefícios/habilidades decorrentes do Pensamento Computacional:

- Utilizar ferramentas digitais como recurso de resolução de problemas;
- Organizar e analisar dados de forma lógica;
- Desenvolver o pensamento abstrato como atividade comum;
- Compreender soluções através do pensamento algorítmico (série de comandos);
- Criar soluções para problemas do cotidiano.

Este conjunto de habilidades e competências estão alinhadas ao que rege a BNCC (2018, p. 467) para o Ensino Médio e busca atender as necessidades quanto a “preparação básica para o trabalho e a cidadania” em face da dinâmica social marcada pelas rápidas transformações tecnológicas que impactam nas profissões, e “a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos” onde o aluno pode relacionar conteúdos teóricos à prática desenvolvida.

Dessa forma, cabe um estudo sobre como a BNCC atua para o desenvolvimento de habilidades e competências próprias do Pensamento Computacional.

1.7. O ENSINO MÉDIO E SUAS DIRETRIZES LEGAIS E PEDAGÓGICAS

Na Constituição Federal brasileira de 1988 temos como um dos direitos sociais a Educação. De forma mais específica, temos o Artigo 205, que descreve a Educação como “[...] direito de todos [...]”, além de ser “promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho.”, e no Artigo 210 é definida a necessidade de estabelecer “conteúdos mínimos para o ensino fundamental” (BRASIL, 1988).

Dessa forma, o Ministério da Educação criou legislações para o balizamento das diretrizes do ensino no país. Serão discutidos aqui pontos do PCN e da BNCC, órgãos criados para atender o objetivo da Carta Magna sobre a normatização da Educação Básica e, em particular, o Ensino Médio, a fim de proporcionar o pleno desenvolvimento e aprendizado necessários aos alunos (BRASIL, 2018).

No que diz respeito à BNCC (Brasil, 2018), é previsto o desenvolvimento de dez competências gerais consideradas essenciais para gerar conhecimentos, habilidades, atitudes e valores que possam contribuir para a transformação da sociedade e para solucionar os desafios do cotidiano. De fato, de forma conceitual, as competências gerais atendem às necessidades sociocognitivas dos alunos, contudo, este cenário não reflete a realidade nas escolas do país, onde instituições ainda sofrem com a falta de estrutura, problemas com a formação de professores, adaptações no currículo e dificuldades de avaliação.

Por isso, são necessárias adequações nas instituições escolares com o intuito de implantar o proposto pela BNCC, quanto a “construir aprendizagens sintonizadas com as necessidades, as possibilidades e os interesses dos estudantes e, também, com os desafios da sociedade contemporânea” (BNCC, 2018 p. 465) a fim de que sejam ampliadas condições de inclusão social, em face do atual cenário dinâmico e complexo, através do acesso à ciência, tecnologia, cultura e trabalho BRASIL (2018).

Por isso, essa etapa final da Educação Básica propõe a consolidação e aprofundamento dos conhecimentos adquiridos previamente a fim de que o jovem possa refletir e desenvolver competências que permitam atuar de forma consciente no mercado de trabalho, além de desenvolver um perfil criativo, flexível e apto a atuar na sociedade dinâmica, contribuindo assim para um dos eixos centrais proposto pela Educação, que são: **Projeto de Vida e Preparação para o mundo do trabalho** (BRASIL, 2018).

Para isso, é preciso rever a atuação das instituições escolares, bem como as estruturas disponíveis, com o objetivo de (BRASIL, 2018, p. 468):

- garantir a contextualização dos conhecimentos;
- viabilizar o acesso às bases científicas e tecnológicas, relacionando teoria e prática;
- revelar os contextos nos quais as diferentes formas de produção e de trabalho ocorrem;
- proporcionar uma cultura favorável ao desenvolvimento de atitudes, capacidades e valores essenciais ao desenvolvimento pessoal;
- prever o suporte aos jovens para que reconheçam suas potencialidades e vocações.

Além dos aspectos anteriores, devem ser considerados também os itinerários formativos, estruturados por áreas do conhecimento que compõem o currículo do Ensino Médio, são eles:

- I – Linguagens e suas tecnologias;
- II – Matemática e suas tecnologias;
- III – Ciências da natureza e suas tecnologias;
- IV – Ciências humanas e sociais aplicadas;
- V – Formação técnica e profissional.

Ao observar o conjunto de competências e habilidades compreendido em cada itinerário formativo, foram delimitadas áreas de atuação da proposta (BRASIL, 2018, p. 477-478):

- II – Matemática e suas tecnologias: *aprofundamento de conhecimentos [...] para aplicação de diferentes conceitos matemáticos [...] que permitam estudos em resolução de problemas e análises complexas, [...];*
- III – Ciências da natureza e suas tecnologias: *[...] conhecimentos estruturantes para aplicação de diferentes conceitos em contextos sociais e de trabalho, [...] que permitam estudos em [...], física geral, [...];*
- V – Formação técnica e profissional: *[...] objetivando sua habilitação profissional tanto para o desenvolvimento de vida e carreira quanto para adaptar-se às novas condições ocupacionais e às exigências do mundo do trabalho contemporâneo e suas contínuas transformações [...].*

A BNCC (2018) ainda discorre sobre como os itinerários devem considerar a realidade dos alunos a fim de garantir o desenvolvimento cognitivo a partir do protagonismo juvenil. Para isso, o aprendizado deve organizar-se em torno de um dos quatro eixos estruturantes: I – investigação científica; II – processos criativos; III – mediação e intervenção sociocultural; IV – empreendedorismo. E para esta pesquisa, optamos pela segunda, por envolver os conceitos pretendidos:

- II – Processos criativos: *supõem o uso e o aprofundamento do conhecimento científico na construção e criação de experimentos, modelos, protótipos para a criação de processos ou produtos que atendam a demandas para a resolução de problemas identificados na sociedade (BNCC, 2018).*

Dessa forma, a estrutura do Ensino Médio permite alcançar competências e habilidades específicas pretendidas nesta pesquisa, além de contribuir para o desdobramento de outras, o que facilita flexibilizar a definição de currículos e propostas pedagógicas de acordo com vivência dos alunos (BNCC p. 530).

Ainda com base nas diretrizes elaboradas pelo governo federal sobre a orientação aos educadores no tocante às disciplinas, têm-se os PCNs, que complementam as diretivas para o desenvolvimento social através da Educação (EDUCAÇÃO, 2002).

As legislações, segundo os PCNs (2002), diante do atual contexto mundial, dizem respeito a consolidação de novas tecnologias e saberes. A sociedade tecnológica, fruto da revolução tecnológica e seus desdobramentos, requer adequações nos parâmetros atuais dos currículos escolares e inclusão de competências básicas aos alunos. Esta questão trouxe a necessidade de criar um Novo Ensino Médio, discussão esta que acontece não apenas no Brasil, mas também em outros países da América Latina, a fim de redefinir seu papel em face do desenvolvimento tecnológico dos países desenvolvidos e das tendências apontadas pelo novo século, pois “A formação do aluno deve ter como alvo principal a aquisição de conhecimentos básicos, **a preparação científica e a capacidade de utilizar as diferentes tecnologias relativas às áreas de atuação** (EDUCAÇÃO, 2002, p. 5).

Diante das novas perspectivas, vale ressaltar que o produto mais importante de um processo de mudança curricular não é um novo currículo materializado em papel, tabelas ou gráficos. O currículo não se traduz na forma de uma realidade pronta e tangível, mas na aprendizagem permanente de seus agentes, que leva a um aperfeiçoamento contínuo da ação educativa. Por isso, é tão necessário a redefinição das formas de comunicação no processo ensino – aprendizagem e do papel dos atores dessa relação, atribuindo a este processo novas condutas individuais e coletivas.

Assim, a reformulação curricular e a reorganização do Ensino Médio, na busca para preparar os indivíduos para atuar em sociedade, no desenvolvimento de atividade profissional e no reconhecimento de seus próprios limites, assume como eixos estruturais da Educação as premissas apontadas pela UNESCO: *aprender a conhecer; aprender a fazer; aprender a viver; aprender a ser.*

Segundo os PCNs (2002), tem-se os eixos estruturais da Educação (Figura 2) como:



Figura 2 – Eixos estruturais da Educação, adaptado PCN

Aprender a conhecer

“Educação geral com a possibilidade de aprofundamento em determinada área do conhecimento” (EDUCAÇÃO, 2002, p.15). O foco são os instrumentos do conhecimento que possibilitam o aprendizado, **o Meio e o Fim**. Onde **o Meio** é a forma de compreender o mundo e criar uma forma pessoal de agir neste mundo. **O Fim** são os ganhos decorridos do aprendizado, a descoberta do aprendizado.

Aprender a fazer

Desenvolvimento de habilidades e competências que criam um perfil ativo diante de soluções/ situações da vida. Aplicar teorias e experienciar a ciência no campo social, a fim de desenvolver novos significados para o aprendizado.

Aprender a viver

Desenvolver o social, compartilhar saberes e apoiar o desenvolvimento do coletivo. Agir de forma independente e gerir problemas e soluções.

Aprender a ser

Desenvolver o interpessoal a partir da independência, autonomia e criticidade.

Destarte, somados aos eixos estruturais, devem ser alinhados conteúdos significativos, considerando os objetivos dos PCNs com propósito de educar para a nova sociedade tecnológica (EDUCAÇÃO, 2002). Esta constante adaptação, balizada pela instantaneidade do progresso tecnológico faz das diretrizes deste documento, e das ações pedagógicas, uma atividade em constante movimento. Tornando a Educação um organismo vivo, moldado pela sociedade tecnológica.

Isto posto, é apresentado um formato de sequência didática que apresenta a ação pedagógica conforme as ideias propostas por Harari, Pinto, BNCC e PCNs, através das ideias de Papert, Dougherty, Wing, Brackmann, entre outros.

1.8. SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS

As Sequências Didáticas – SD são as regras para a organização de atividades pedagógicas e suas aplicações, bem como as variáveis que interferem no processo educativo. Sua estrutura linear direciona para ensino específico e objetiva alcançar o melhor processo de aprendizagem. Esse conjunto de regras previstas em uma SD descreve as etapas de: planejar, aplicar e avaliar (ZABALA, 2014).

Ainda sob a perspectiva de Zabala (2014), temos como foco o sentido de “conteúdos”. Zabala utiliza o conceito apontado por César Coll.

“O termo “conteúdos” normalmente foi utilizado para expressar aquilo que se deve aprender, [...]. Devemos nos desprender desta leitura restrita do termo “conteúdo” e entendê-lo como tudo quanto se tem que aprender para alcançar determinados objetivos que não apenas abrangem as capacidades cognitivas, como também incluem as demais capacidades” (ZABALA, 2014, p. 30-31).

Conforme aponta o autor, a relação estipulada entre conteúdo e o desenvolvimento de capacidades cognitivas deve ser ressignificada, pois o papel dos conteúdos no ensino vai além, e pode contribuir, também, no desenvolvimento de capacidades motoras, afetivas, de interação e de comunicação.

Dessa forma, “os conteúdos” serão diferenciados segundo a tipologia proposta por César Coll, que os classifica como: conceituais, procedimentais e atitudinais. Onde é necessário um currículo que faça uma ligação entre “a teoria educativa e a prática pedagógica”. Possibilitando aplicar uma prática pedagógica de qualidade moldada à diversas capacidades, interesses e motivações.

Assim sendo, as sequências didáticas elaboradas nesta pesquisa seguem esta definição de conteúdo mais ampla e revelam outros aspectos imbuídos em sua proposta curricular. Sendo possível também verificar os benefícios da metodologia utilizada, a Robótica Educacional, como um meio a desenvolver os diversos tipos de conteúdo.

A escolha é pautada na intenção pedagógica de traduzir operacionalmente conceitos específicos de Matemática e Física, e assim criar a ponte entre o planejar e aplicar. Ademais, este modelo

retrata o perfil do conteúdo de forma a *saber*, *saber fazer* e *ser*, conforme citado anteriormente, os eixos estruturais da Educação definidos nos PCNs: *aprender a conhecer*; *aprender a fazer*; e, *aprender a ser* (Zabala, 2014).

Assim, foi possível fazer uma relação (Quadro 2) entre os conteúdos e os eixos estruturais entre ambos:

Quadro 2 – Relação Eixos estruturais da Educação e Tipo de conteúdo a ser trabalhado.

<i>Eixos estruturais da Educação, definidos pelo PCN</i>	<i>Conteúdos a serem trabalhados</i>
Aprender a conhecer	Conteúdos Conceituais Conteúdos Procedimentais
Aprender a fazer	Conteúdos Procedimentais
Aprender a ser	Conteúdos Atitudinais
Fonte: Autora (2023)	

Os conceitos apresentados até aqui serão trabalhados no produto educacional *ROBOT SOLUTION*, mais adiante, agora serão mencionadas algumas propostas que coincidem com o trabalho apresentado nessa dissertação e que contribuíram com a delimitação da temática.

Capítulo 2

O uso de recursos tecnológicos na sala de aula ganha novos adeptos a cada dia com o objetivo principal de introduzir conhecimentos científico tecnológicos enquanto ressignifica o aprendizado ‘por meio’ da tecnologia.

O trabalho de Seymour Papert foi primordial para concretizar a ideia de utilizar recursos tecnológicos em sala de aula e recriar uma realidade significativa para os alunos, assim é possível criar conexões entre o tema estudado e saberes prévios dos estudantes. Por isso se faz necessário trabalhar conhecimentos pautados em suas vivências utilizando/criando artefatos que já sejam conhecidos e/ou compreendidos.

Logo, nossas pesquisas foram pautadas em trabalhos relacionados a atividades manuais – com foco no conceito de Cultura *Maker* – e trabalhos como foco no uso de tecnologias digitais como, Robótica Educacional, Pensamento Computacional e Linguagem de Programação.

Para alcançar o maior número de pesquisas relevantes dentro das temáticas escolhidas, optou-se por realizar uma pesquisa bibliográfica nos seguintes repositórios: Workshop de Informática na Escola (WIE), Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), Workshop of Robotics in Education (WRE), Periódicos CAPES, IEEE e Google Scholar. Bases de dados extensas que oferecem material diversificado e renovado.

A partir de agora serão apresentados alguns desses de acordo com a temática.

2.1. PESQUISA NA ÁREA DA ROBÓTICA EDUCACIONAL

No que diz respeito à Robótica Educacional, esse trabalho de pesquisa iniciou com ênfase no uso de *kits* robóticos comerciais. Porém, o trabalho de De Souza (2021) foi o marco para mudar os rumos dessa dissertação, pois o trabalho apresentou uma solução acessível de *kits* de robótica

livre oferecendo acesso à estudantes em vulnerabilidade social. A partir desta ideia optou-se por trabalhos cujo objetivo era produzir *kits* robóticos que pudesse auxiliar na propagação da temática e ao mesmo tempo promovesse os conceitos da Robótica Educacional de forma integral e que o qual fosse possível destacar a temática sustentável com muita criatividade.

Durante a pesquisa, foi observado que a maioria das pesquisas na área da Robótica Educacional envolvem os seguintes temas:

- Aplicação da Robótica Educacional por meio de um projeto robótico único;
- Aplicação de um Projeto Educativo com foco na Robótica Educacional, à parte do que prevê a grade curricular. Comumente encontrado nos eventos nacionais e competições entre instituições escolares;
- Alcance do uso da Robótica no Brasil e novas áreas de atuação de educadores e instituições;
- Criação de plataformas digitais para o desenvolvimento da Robótica Educacional no Brasil;
- Uso da Robótica Educacional para introduzir conceitos de Linguagem de Programação.

Estes são exemplos das pesquisas mais comuns e relevantes realizadas no Brasil, com foco em estudantes da Educação Básica e com adolescente que fazem parte de Projetos Sociais, e que que estão na mesma faixa etária. Quantitativos não são o foco dessa dissertação, porém, os levantamentos mostram um cenário propício para o desenvolvimento de pesquisas, explicitando o quanto a Robótica Educacional alcançou diversas áreas do ensino, conforme quadro abaixo (Quadro 3):

Quadro 3 – Levantamento de pesquisas na área da Robótica Educacional no Brasil

<i>Levantamento de pesquisas de mestrado e doutorado na área da Robótica Educacional de 2010 a 2016</i>		
	2010 – 2013	2014 - 2020
Quantidade de trabalhos acadêmicos produzidos	19	53
Aplicação	Ensino de Matemática/ Linguagem de Programação/ Atividade extracurricular/ Educação Científica	Física/ Linguagem de Programação/ Matemática/ Biologia/ Desenvolvimento Web/ Química/ Música/ Engenharia/ Ciências da Natureza/ Educação Ambiental/
Método da análise de dados	Qualitativo	Qualitativo/ Quantitativo

Métodos de pesquisa	Estudo de caso/ Análise de conteúdo/ Estudo exploratório/ Análise do discurso/ Experimentação	Estudo de caso/ Pesquisa aplicada/ Experimentação/ Pesquisa-ação/ Revisão sistemática
Fonte: Adaptada de Campos; Libardoni (2020), Ikeshoji; De Lima Terçariol (2021), De Souza Eiras; Rangel (2023)		

Os números retratam uma realidade promissora para a difusão da Robótica Educacional na Educação Básica no Brasil. Os diferentes métodos de pesquisa também apresentam uma variedade de formas possíveis para que essas pesquisas se concretizem.

Assim, nosso trabalho foi direcionado para uma forma alternativa de aplicação da robótica.

Brinquedos autômatos

O principal conceito da Robótica está ligado diretamente à tecnologia digital. Porém vale a pena esclarecer que o movimento de um projeto robótico depende da forma como suas peças são interligadas. Esse conceito revive o princípio da construção de antigos brinquedos conhecidos como a ‘brinquedos autômatos’.

Dessa forma, com base no que apresenta o trabalho de Vaz-Rebelo *et al.* (2020) tem-se um trabalho que cria projetos autômatos como modelos pedagógicos como um processo de aprendizagem por meio da prática *maker*. O trabalho intitulado “**Automata for STEM project: pedagogical model and Evidences of hands-on and minds-on processes**” de autoria de Autor: Vaz-Rebelo *et al.* (2020).

Deste trabalho destacamos a construção de “brinquedos que se movem” como um recurso que possibilita explorar a criatividade dos alunos, a partir de construção de artefatos com princípios de movimentação e articulação utilizando recursos diversos como madeira, plástico e sucata. Dessa maneira, podemos introduzir conceitos científicos sobre mecânica, sendo este o principal conceito para explicar a construção de projetos robóticos.

Outro ponto relevante é o desenvolvimento de competências próprias, durante a realização dessa atividade como, colaboração, observação, compreensão de estruturas e movimentos complexos a partir de uma abordagem interdisciplinar através da reflexão de sua ação.

Vaz-Rebelo *et al.* (2020) ainda aponta que a construção de tais artefatos contribui para uma aprendizagem experimental, onde os processos práticos e mentais convergem para a construção de saberes durante a análise do modelo, ideação, materialização do artefato final e sua aplicação.

O objetivo principal desta proposta é propor estratégias motivadora para as disciplinas ligadas às áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEAM) na infância. Os resultados obtidos apontam que a aprendizagem experiencial envolve processos práticos e mentais que envolvem diferentes dimensões verbal e não-verbal. Estas dimensões acionam processos mentais (Quadro 4) que indicam o estímulo ao aprendizado e ao protagonismo.

Quadro 4 – Processos mentais envolvidos na aprendizagem experimental

Processo	Dimensões envolvidas	Estímulo
Mental	Não verbais	Planejar o brinquedo autômato
		Realizar ajustes com base nas evidências
		Criar lógica de procedimentos
		Persistência e aprendizagem a partir do errância
		Resolução de problemas
	Verbais	Formular questionamentos
		Expressar opinião
		Relacionar o processo de construção com experiências pessoais
		Explorar diferentes materiais para a construção do artefato
		Criação de protótipos
		Criação de novos mecanismos
		Cooperação entre equipes
		Análise do movimento do autômato
		Compartilhar ideias e experiências

Fonte: Vaz-Rebelho *et al.* (2020), p. 3

Os resultados obtidos por Vaz-Rebelho *et al.* (2020) direcionam os caminhos do percurso da pesquisa por utilizar os princípios de artefatos móveis para elucidar conceitos científico tecnológicos de forma divertida e criativa.

2.2. ROBÓTICA EDUCACIONAL SUSTENTÁVEL

Rocha (2021) aponta a equidade entre Robótica Educacional e o termo sustentabilidade. Pois, na própria definição da robótica, tem-se a possibilidade de utilizar diversos materiais, inclusive a sucata.

Partindo desta premissa serão apresentadas algumas pesquisas utilizadas como exemplos de aplicação da robótica com materiais de cunho sustentável. São eles: Teixeira (2018), Melo (2020)

No trabalho de Teixeira (2018) e sua pesquisa '**Educational robotics insertion in high schools to promote environmental awareness about E-waste**'. O autor usa a robótica para abordar a questão de sustentabilidade e assim justificar a utilização de sucata.

Dessa forma o autor apresenta o projeto, o EDUCABOT3D, que envolve conceitos das áreas de: Eletrônica, Mecânica e Linguagem de Programação. A fim de promover um reuso consciente e com intencionalidade de qualquer material desperdiçado. Assim, são propostos projetos robóticos construídos a partir de sucata – resíduo de recursos eletrônicos – aliados à eletrônica.

O objetivo é motivar jovens a reutilizar dispositivos obsoletos, redefinir conceitos científicos–tecnológicos e conscientizar sobre a questão ambiental ligada ao progresso tecnológico atual. A utilização da plataforma Arduino reforça a proposta como uma solução viável, financeiramente, para o grande público.

A proposta apresentada por Melo (2020) nos apresenta uma '**Estação meteorológica portátil com Cultura Maker interdisciplinar para ensino de Física e Programação de computadores**'. A autora nos apresenta uma proposta voltado para o ensino de física e de Linguagem de Programação. Para a implementação da ideia a base foi a Cultura *Maker*, por isso, foram construídos três aparelhos que unidos compõem a estação meteorológica, são eles: pluviômetro, barômetro e o termoscópio.

No processo de construção dos artefatos foram utilizadas peças simples, como sucatas, associados a eles foram acoplados recursos eletrônicos como, *kits* de Arduino.

Os aparelhos construídos permitiam a leitura grandezas meteorológicas como, pressão atmosférica e temperatura. Esta experiência proporcionou construção de saberes, facilitou o aprendizado de conceitos de física além de compreensão da linguagem de programação utilizada.

Como último exemplo, temos o trabalho de MARINHO (2020) e sua experiência com o ensino de **Robótica Educacional na modalidade à distância: Uma experiência com ambientes virtuais de aprendizagem.**

Neste relato de experiência, é apresentado uma das principais motivações para esta pesquisa. A narrativa sobre como ministrar a disciplina de robótica educacional à distância, em meio à pandemia de corona vírus, e a utilização de recursos tecnológicos digitais como ambiente

alternativo à sala de aula. A experiência foi benéfica em vários aspectos, pois oportunizou a prática da robótica com a sucata – único recurso disponível para os alunos naquele momento – e despertou nos alunos a criatividade.

A oportunidade possibilitou trabalhar aspectos que devem ser priorizados no Ensino Fundamental, como a introdução de conceitos científicos-tecnológicos a partir de atividades práticas. Assim, a Robótica Educacional permitiu introduzir conceitos e apresentar uma nova forma de pensar, o Pensamento Computacional.

2.3. O PENSAMENTO COMPUTACIONAL – A ORGANIZAÇÃO DO PENSAMENTO

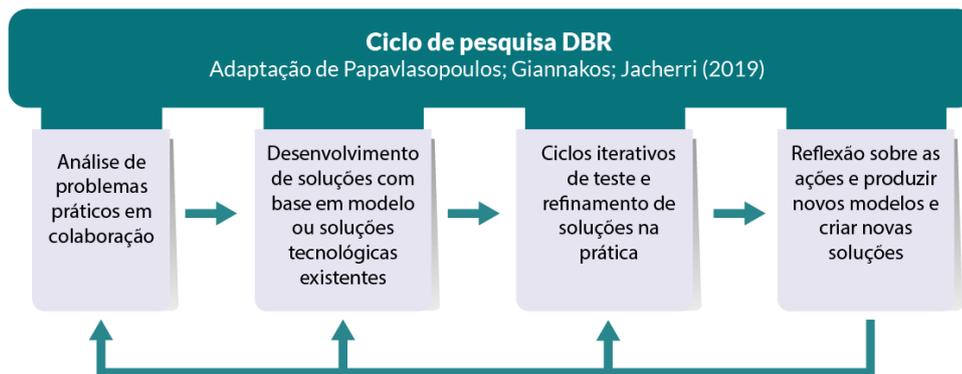
Introduzir o Pensamento Computacional como ferramenta pedagógica é uma realidade ao redor do mundo, esse movimento crescente chega ao Brasil visa oportunizar novos cenários educativos com foco em competências próprias de profissões do mercado tecnológico (PAPAVLASOPOULOS; GIANNAKOS; JACHERRI, 2019).

Desenvolver o Pensamento Computacional é pensar a forma lógica de solucionar um problema, ou apenas refletir cuidadosamente, sobre como executar uma determinada tarefa a partir de um passo a passo. Ao ensinar uma máquina como resolver um problema, se aprende diferentes formas de pensar um problema (PAPAVLASOPOULOS; GIANNAKOS; JACHERRI, 2019). Assim, foram utilizadas como referências os trabalhos de Papavlasopoulos; Giannakos; Jacherri (2019) e Brackmann (2017).

O trabalho de Papavlasopoulos; Giannakos; Jacherri (2019) é baseada em uma metodologia ágil baseada no design, exploração, implementação, avaliação e redesenho. O principal objetivo dessa metodologia é motivar intervenções educativas e validar conceitos teóricos. Aspectos socioafetivos fazem parte do processo de reconstrução de novas soluções para problemas propostos.

A proposta dos autores tem base no Construcionismo de Seymour Papert e utiliza a plataforma Scratch para desenvolver sua aplicação. Os passos previstos nessa metodologia estão divididos em quatro momentos (Figura 3), são eles:

Figura 3 – Cicle da pesquisa BDR



De acordo com os passos previstos no ciclo da pesquisa DBR, dois deles estão ligados diretamente ao Pensamento Computacional, precisamente aos pilares – Decomposição e Algoritmo.

Para compreender melhor as etapas do Pensamento Computacional, foi usado como referência o trabalho de Brackmann (2017) e a proposta de desenvolver os pilares do Pensamento Computacional a partir de atividades desplugada – sem interação de recursos tecnológicos.

Brackmann (2017) trata o Pensamento Computacional como uma abordagem de ensino por meio dos conceitos computacionais e assim, cria um ambiente educacional inovador que propicia o desenvolvimento de competências de solução de problemas lógicos no intuito de preparar os estudantes para futuras profissões.

Assim, são propostas atividades com recursos físicos que permitem a aplicação da proposta em qualquer cenário. Contudo, o autor reforça a importância de utilizar tecnologias digitais para que não ocorram conceitos distorcidos sobre a Computação e o Pensamento lógico.

Então, a partir das leituras apresentadas foi possível perceber a grande contribuição dos conceitos: Cultura *Maker*, Robótica Educacional e Pensamento Computacional no contexto educacional e nos novos caminhos a serem seguidos, pois, como bem coloca Vaz-Rebello *et al.* (2020), “O aprendizado experimental destaca a compreensão através da prática, enfatizando a importância da reflexão sobre o trabalho, com o objetivo de desenvolver tanto o processo prático quanto o mental”.

No mesmo sentido do apresentado por Teixeira (2018) e Melo (2020), é real a necessidade de contribuir para a construção do Pensamento Computacional, pois, conseqüentemente, são desenvolvidas habilidades obrigatórias no atual cenário tecnológico como: programação e conhecimento sobre eletrônica.

Capítulo 3

3.1. KIT ROBÓTICO DE PEÇAS ESTRUTURADAS

Robótica é a ciência dos sistemas que interagem com o mundo real com ou sem intervenção dos humanos. Ela pertence ao grupo das ciências informáticas, está em expansão e é considerada multidisciplinar, pois nela é aplicada o conhecimento de microeletrônica [...], engenharia mecânica [...], física [...], matemática [...], inteligência artificial e outras ciências (CÉSAR, 2004, p. 2).

Para a aplicação da Robótica Educacional são necessários *kits* robóticos, sejam comerciais (LEGO, Arduino) ou simplesmente utilizando ferramentas tecnológicas alternativas (sucatas, papelão, MDF etc.) — ambas as opções são capazes de proporcionar uma experiência e gerar conhecimento.

Segundo Seymour Papert (1993, p. 5), “A atitude construcionista em relação ao ensino não é de forma alguma desprezada por ser minimalista – o objetivo é ensinar de forma a produzir o máximo de aprendizado com o mínimo de ensino”. Dessa forma, o aprendizado é resultado das ações e relações cognitivas próprias do aluno.

Isto posto, é possível apresentar uma proposta de *kit* robótico, o *ROBOT SOLUTION*, com atividades diversas a fim de promover o aprendizado em alunos do Ensino Médio.

Segundo Yohanna de Souza (2021), os *kits* comerciais de Robótica Educacional são projetados a partir de um modelo conceitual e através de mecanismos diversos estruturados que permitem a montagem de projetos robóticos. Analisando a metodologia de *kits* robóticos, pode-se classificá-los como:

- *Kit* de Metodologia Ativa;
- *Kit* de Metodologia Passiva.

Kits de Metodologia Ativa

Kit “caráter genérico, possibilitando explorar uma variedade de soluções criativas através de montagens modulares e conexões com mecanismos facilitados” (De Souza, 2021, p. 36).

Kits de Metodologia Passiva

Kit onde são previstas peças planejadas para a construção de modelo pré-definido

Por consequência, o *kit ROBOT SOLUTION* é uma proposta que segue os moldes de um *Kit* de Metodologia Passiva. Contudo, é um produto que utiliza a Robótica Educacional para o despertar de competências previstas na BNCC, como o incentivo à análise de problemas, à experimentação, à criatividade, e à modelagem de soluções, além do estímulo à pesquisa.

O *kit* recomenda questões ligadas ao mundo real, atribuindo à ação um valor de responsabilidade e compromisso, o que contribui para o desenvolvimento de habilidades e competências.

Quanto aos materiais utilizados, são várias as possibilidades. O *kit ROBOT SOLUTION* dispõe de várias formas de aplicação, moldes a serem elaborados em MDF ou papelão. A presente pesquisa foi elaborada com a construção de peças em MDF confeccionadas a partir de corte CNC, porém a utilização de artefatos descartados, como a sucata, se dá pela intencionalidade de proporcionar aos alunos um exercício entre “engenharia, consciência cultural e expressão artística” (Vaz-Rebelo, *et al.*, 2020), propondo ao aluno um olhar diferenciado sobre sua realidade e o ambiente que o cerca, observando assim as possíveis manifestações criativas que advêm dessa prática.

Por isso, propor esse reaproveitamento de artefatos tecnológicos descartados, ou simplesmente reutilizar algumas partes, tem o objetivo de trazer um novo olhar para objetos em desuso e possibilitar a compreensão de sistemas mecânicos/elétricos e suas particularidades. Pois, segundo Souza, Schnell, Silva (2017), vale considerar que a introdução de novas tecnologias ou artefatos em sala de aula têm o poder de ressignificar as relações sociais, proporciona reflexão acerca dos novos objetos, redefine os processos de ensino e aprendizagem, produzindo mudanças culturais escolares, redefinindo conceitos e significados.

3.2. O GUIA DIDÁTICO

O Guia Didático voltado ao educador é apresentado em forma de sequências didáticas e compõe o material do *kit* robótico *ROBOT SOLUTION*.

Conforme citado anteriormente, os conteúdos a serem trabalhados seguem o padrão de Coll (2000): conceituais, procedimentais e atitudinais.

A escolha é pautada na intenção pedagógica de traduzir operacionalmente conceitos específicos de Matemática e Física, e assim criar a ponte entre o planejar e aplicar. Ademais, este modelo retrata o perfil do conteúdo de forma a *saber*, *saber fazer* e *ser* alinhados aos eixos estruturais da Educação definidos nos PCNs: *aprender a conhecer*; *aprender a fazer*; e, *aprender a ser*, como apresentado anteriormente (Zabala, 2014).

O modelo de sequência didática a ser utilizado obedece ao proposto por Zabala como uma sequência ordenada e articulada de atividades estabelecidas para orientar a prática pedagógica que obedece às seguintes etapas: Apresentação, Busca de soluções, Exposição de conceitos, Generalização, Aplicação, Exercitação, Prova e Avaliação. O esquema a seguir apresenta o formato do Módulo 1 (Figura 4), bem como os tipos de conteúdo em cada etapa:

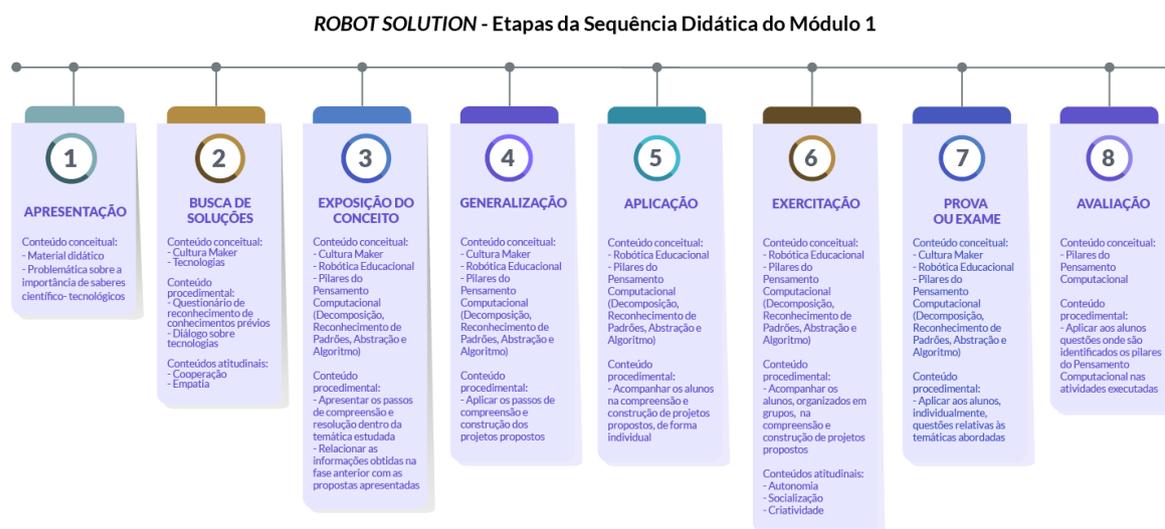


Figura 4 – Etapas da Sequência Didática, segundo Zabala (2014), Módulo 1

Apesar do autor apresentar essa proposta como uma sequência considerada “seletiva e perversa”, esta é fundamentalmente procedimental, no que se refere ao uso do algoritmo, e conceitual, no que diz respeito a identificar conceitos associados à prática. Porém, o autor

aponta esse modelo com poucas referências aos conteúdos atitudinais, por isso são propostas atividades coletivas e direcionamentos ao professor para estimular aspectos comportamentais durante a execução de tarefas.

Assim, a proposta do *kit* é contribuir para que de fato ocorra o aprendizado dos alunos e que as atividades propostas auxiliem na expansão dos saberes, possibilitando *saber e aplicar conceitos e identificar outras formas de uso*.

Isso posto, foram criadas duas sequências didáticas, uma para cada momento da pesquisa – Módulo 1 (Apêndice A) e Módulo 2 (Apêndice B), voltados para a Robótica Educacional e para a Programação respectivamente. A divisão em módulos do *kit* atende momentos distintos, que podem ser aplicados sequencialmente ou de forma individual, pois ambas obedecem às etapas (Figura 5) previstas no modelo utilizado, segundo Zabala (2014).



Figura 5 – Etapas da Sequência didática previstas em cada Módulo

3.3. O PRODUTO EDUCACIONAL

A partir do exposto sobre Cultura *Maker* e Robótica Educacional, foi criada uma proposta de produto educacional que reúne estes conceitos e apresenta aplicações práticas, o *ROBOT SOLUTION* (Figura 6), que possui o formato de guia didático para construção de projetos robóticos, composto por uma parte introdutória e um manual de instruções, dividido da seguinte forma:

- Parte Introdutória (Apêndice C):
 - Apresentação do produto educacional;
 - Contextualização;

- Apresentação dos conceitos necessários para a utilização do produto – Cultura Maker, Robótica Educacional e Pensamento Computacional.
- Manual de Instruções (Apêndice D):
 - Sequência didática – Módulo 1 – Construção de Projetos Robóticos;
 - Sequência didática – Módulo 2 – Linguagem de Programação.

No que se refere à construção de projetos robóticos, são apresentados os modelos de construção e também são disponibilizados os moldes, em formato digital, para a elaboração de peças em MDF ou papelão, o que permite a construção de projetos robóticos por diferentes públicos. São apresentados também guias para construção dos circuitos eletrônicos e Sequências Didáticas, dispostas em módulos, organizadas de forma a apresentar etapas e atividades.

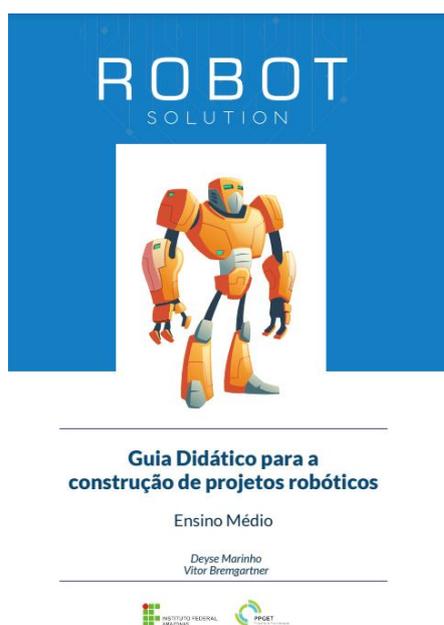


Figura 6 – Capa do produto educacional *ROBOT SOLUTION*

3.3.1. Material explicativo – Projetos Robóticos

O principal recurso para o desenvolvimento das atividades é a SD dos projetos robóticos, nele estão contidas as principais informações/características dos projetos, descrição de peças, o conjunto de sequências didáticas voltadas aos professores e *links* diversos para soluções robóticas alternativas.

O *kit ROBOT SOLUTION* abrange o desenvolvimento de saberes científico-tecnológicos (Quadro 5) através da utilização de tecnologias digitais, *kits* de Arduino, linguagem de programação e softwares simuladores. Estes recursos, alinhados ao *kit* de peças estruturadas de projetos robóticos, contribuem em dois aspectos: atribuir funcionalidade a projetos robóticos e desenvolver os pilares do Pensamento Computacional (Decomposição, Reconhecimento de padrões, Abstração e Algoritmo).

Quadro 5 – **ROBOT SOLUTION** – Organização de conteúdos

	Carga horária	Objetivo	Conceitos abordados	Etapa educacional
Módulo 1	15h	Construir de projetos robóticos, desde a elaboração das peças.	Conceitos de Física, Matemática e Química.	Ensino Médio*
Módulo 2	5h	Criar circuitos elétricos utilizando <i>kits</i> Arduino a fim de atribuir funcionalidades a projetos robóticos.	Conceitos de Eletrônica e Linguagem de Programação.	Ensino Médio*

* O *kit ROBOT SOLUTION* foi pensado e formatado para o Ensino Médio, porém, durante a pesquisa, foi verificada a possibilidade de aplicação no Ensino Médio com habilitação Profissional.

Fonte: Autora (2022)

Assim, para sua aplicação é sugerida uma carga horária mínima de 20h, dividida em módulos. O produto educacional *ROBOT SOLUTION* disponibiliza três projetos robóticos a serem desenvolvidos:

Braço mecânico, Garra mecânica e Carrinho robô. Tais artefatos podem reproduzir movimentos e ações humanas, podendo ou não serem acoplados a artefatos digitais.

Para a presente pesquisa todas as peças e acessórios de encaixe foram desenvolvidos em MDF e cortadas a laser (CNC).

Braço mecânico

A estrutura mecânica de um braço mecânico (Figura 7) executa movimentos no espaço, carregando objetos de pequeno porte.



Figura 7 – Projeto robótico – Braço mecânico

Sua estrutura consiste basicamente em elos (peças rígidas que se movimentam de acordo com a junta), juntas (articulação), base e os motores hidráulicos (seringas que impulsionam forças). O projeto robótico pode ter funcionalidade diversas, de acordo com a o material usado na confecção das peças. A estrutura do braço tem duas junções, o que permite dois tipos de movimentos independentes. E na ponta da estrutura, a garra, que pode ser ter funcionalidade de sucção, ponteiros para soldagem, sistemas de imã ou simplesmente compressão (função de pegar um objeto e movê-lo de lugar). De um modo geral, o braço (elos e juntas) (Figura 8) proporciona a mobilidade, e a base rotativa permite a mobilidade do braço (JACINTO, 2017; KATO, 2015).

Características do projeto robótico:

- Estrutura mecânica articulada com as dimensões de 35 cm x 25 cm;
- Sistema de braços articulados;
- Três graus de liberdade com movimentos de rotação e translação, e uma garra.
- Conjuntos de 3 juntas independentes:
 - Junta 1 – movimento rotativo sobre a base;
 - Junta 2 – movimento rotativo que controla a altura do braço;
 - Junta 3 – movimento rotativo que controla a altura da garra;
 - Garra de dois dedos (sistema de pinças), com movimentos rotativos.
- Acionamento por sistema hidráulico, com funcionamento a partir de fluido pressurizado em seringas. As seringas transferem a força para a garra e para as demais peças:
 - Motor de acionamento do movimento da base do braço;
 - Motor de acionamento dos braços articulados;
 - Motor de acionamento da abertura e fechamento da garra;

- Material: em papelão ou MDF.
- Capacidade: varia de acordo com o material.



Figura 8 – Alunos testando o projeto Braço mecânico

Garra mecânica

A estrutura mecânica de uma garra (Figura 9) é composta por peças estruturais e juntas construídas para estudar o movimento das diferentes partes dos dedos através de um sistema articulado, conferindo à peça o antropomorfismo². O estudo permite compreender o funcionamento dos nervos e músculos desse membro, assim como compreender quais partes são interligadas e quais agem de forma independente. O projeto tem funcionamento meramente ilustrativo (Figura 10) quanto à movimentação das partes móveis (falanges). Permite o estudo sobre a característica do dedo polegar oponível³ (THOMAZONI, 2017).

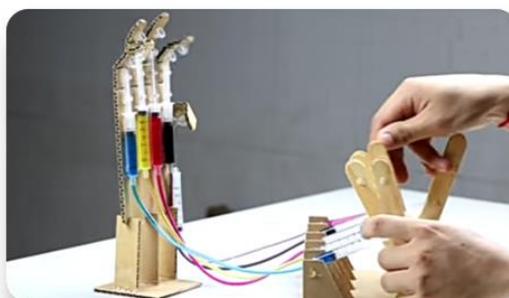


Figura 9 – Projeto robótico – Garra mecânica

² É a forma de pensamento que atribui características e sentimentos humanos a objetos inanimados ou a animais irracionais (In: DICIO).

³ Capacidade do dedo polegar de permitido tocar a extremidade dos demais dedos.

Características do projeto:

- Estrutura mecânica articulada com as dimensões de 20 cm x 25 cm.
- A estrutura é composta por:
 - Base;
 - Palma da mão;
 - 5 dedos;
 - 14 articulações.
- Cada dedo possui 3 articulações que permite os movimentos de flexão e extensão;
- O polegar possui 2 articulações, com os mesmos movimentos de flexão e extensão;
- Acionamento por sistema hidráulico, com funcionamento a partir de fluido pressurizado em seringas. As seringas transferem a força os dedos, que realizam os movimentos encadeados;
- Material: em papelão ou MDF.



Figura 10 – Alunos construindo o sistema motor da Garra mecânica

Carrinho robô

Projeto robótico de um veículo que realiza movimentos simples de movimentação num único eixo, porém este projeto deve ser adaptado a um circuito eletrônico que aciona um sensor de estacionamento (sistema desenvolvido em Arduino).

O projeto a ser desenvolvido é um sistema de sensor de proximidade, caracterizado como sensor de estacionamento. O sistema é acionado quando o veículo se movimenta e o sensor de proximidade identifica barreiras ou objetos acionando o efeito sonoro (Figura 11).

Características do projeto:

- Estrutura mecânica com medidas de 25 cm x 15 cm;
- Chassi em acrílico;
- Sistema motor eletrônico adaptado do projeto Arduino.

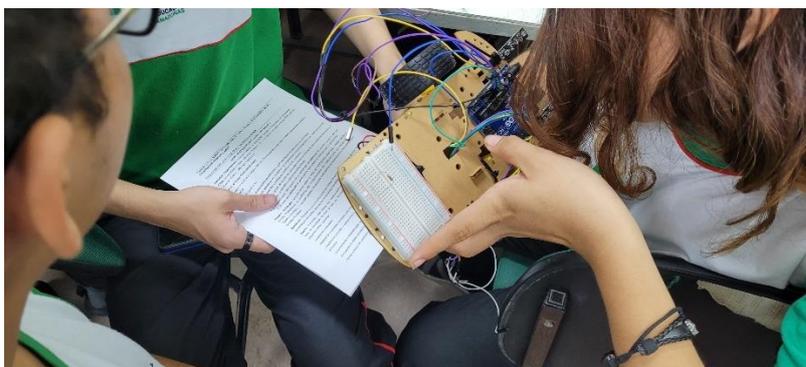


Figura 11 – Alunos adaptando o sistema de sensor no projeto robótico

3.3.2. Manual explicativo – Linguagem de Programação

Recurso auxiliar para o Módulo voltado à Linguagem de Programação. Apresenta os conceitos necessários para o desenvolvimento das atividades propostas como: informativo sobre os *kits* Arduino e um manual explicativo sobre os softwares simuladores (Tinkercad e Arduino IDE). Nesse manual também são encontrados recursos de apoio, como links e códigos-fonte.

3.3.2.1. Arduino

Como qualquer estrutura robótica, os projetos apresentados no *ROBOT SOLUTION* devem ser controlados de forma mecânica, elétrica ou digital. Por isso, a fim de empregar movimentos aos projetos, uma sugestão são os *kits* prontos de eletrônica Arduino.

As soluções do Arduino oferecem uma plataforma de prototipagem eletrônica *open-source* (hardware e software) de fácil manuseio (Figura 12), onde é possível atribuir comandos para entrada e saída de dados. Foi desenvolvida em 2005, inicialmente para auxiliar no ensino da disciplina de Eletrônica, primeiramente no reconhecimento de componentes para o desenvolvimento de protótipos, e logo depois dispor de ambientes interativos. Surgiu como

alternativa acessível aos estudantes. Sua característica de código aberto permitiu o surgimento de várias comunidades que contribuíram para a difusão do produto, assim como, de seu aprimoramento (ARDUINO, 2021; MARTINAZZO, 2014).



Figura 12 – Modelo Placa Arduino UNO. CC BY 2.0. Fonte: Wikimediacommons.com

Uma de suas características é a possibilidade de interagir objetos através de sensores, receptores de sinais, motores e outros artefatos eletrônicos. Possui linguagem de programação própria, baseada na linguagem *Wiring*, que pode ser desenvolvida em diferentes softwares IDE, ambientes específicos para programação.

Seus componentes são:

Hardware

Composto por uma placa de prototipagem na qual são construídos os projetos.

Software

Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE), que é executado em um computador ou celular, onde é desenvolvido o código (*sketches*) e depois aplicado à placa de prototipagem.

Estes recursos podem ser acoplados aos chamados *shields* (escudos), ou seja, placas de circuito que contêm dispositivos adicionais (por exemplo, receptores GPS, displays de LCD, módulos de Ethernet, extensor de pinos, entre outros) (MCROBERTS, 2018).

Os *kits* Arduino são opções acessíveis para desenvolver diferentes projetos robóticos semiestruturados, com base na metodologia DIY (*do-it-yourself*). Contudo, também oferecem acessórios para montar um projeto robótico livre ou *kits* de componentes eletrônicos com peças que permitem atribuir funcionalidade quando acoplados a um artefato. Para esta pesquisa foi utilizado o *Kit* Arduino Básico *Beginning*, por disponibilizar diferentes acessórios que podem atribuir diferentes funcionalidades a serem exploradas nos projetos robóticos.

- *Kit* Arduino Básico *Beginning* – composto por placa, cabos, sensores de distância, temperatura, ótico e de luz, além de capacitores, resistores, jumpers e lâmpadas de LED.

3.3.2.2. O Ambientes de programação

Os projetos robóticos do *ROBOT SOLUTION* oferecem uma oportunidade de adicionar funcionalidades aos robôs, por isso é necessária a utilização de ambientes de programação e a aplicação de códigos-fonte para aplicar funcionalidade ao *kit* Arduino utilizado no Projeto Robótico escolhido.

Dessa maneira, são sugeridos dois ambientes de programação onde é possível trabalhar conceitos tecnológicos e iniciar a familiaridade com a Linguagem de Programação.

Os ambientes sugeridos estão disponíveis na versão *desktop* ou na versão *mobile*. Ambos permitem que o aluno possa explorar o amplo mundo da programação de computadores através de simuladores e formatos diferenciados de programação (programação por blocos e por código), além de compreenderem o funcionamento dos *kits* Arduino. São eles:

Arduino IDE

Aplicativo identificado como IDE – *Integrated Development Environment* –, Ambientes de Desenvolvimento Integrado, que disponibiliza ferramentas e espaços para o desenvolvimento de linhas de código de programação. Assim, é possível a criação de programação integrada às placas de Arduino (ARDUINO, 2023).

De acordo com o fabricante, esse software oferece ambiente propício para o ensino de Linguagem de Programação. Apesar do cunho educacional, é uma ferramenta moderna, com

interface adaptável e oferece recursos específicos que facilitam o aprendizado, além de vasta biblioteca de produtos prontos.

O ambiente é baseado na Linguagem de Programação C++ (Figura 13), com algumas adaptações. Ele permite utilizar recursos com variadas estruturas, diferentes tipos de variáveis e dispõe de ampla biblioteca de funções.

O Arduino IDE se comunica diretamente com as placas Arduino através de simples comunicação via porta USB.

```

19
20 This example code is in the public domain.
21 http://www.arduino.cc/en/Tutorial/Blink
22
23 //
24
25 // the setup function runs once when you press reset or power the board
26 void setup() {
27   // initialize digital pin LED_BUILTIN as an output.
28   pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
29   Serial.begin(9600);
30 }
31
32 // the loop function runs over and over again forever
33 void loop() {
34   digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
35   delay(1000); // wait for a second
36   digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
37   delay(1000); // wait for a second
38   Serial.println("LED is blinking");
39 }
40
Output Serial Monitor x
Message (⌘+Enter to send message to 'Arduino Nano 33 BLE' on '/dev/cu.usbmodem143201')
LED is blinking
LED is blinking
LED is blinking
  
```

Figura 13 – Ambiente IDE para programação
Fonte: Arduino.org

Tinkercad

Aplicativo Web gratuito com diferentes funcionalidades disponíveis no campo de inovações tecnológicas. Segue o eixo estrutural de Educação proposto pela UNESCO *Aprender a fazer*. Desenvolvido pela gigante comercial Autodesk, proporciona ambiente para estudo de projetos 3D, circuitos eletrônicos e ambiente de codificação. Voltado para iniciantes e usuários de nível intermediário.

Funcionalidades:

- Criar objetos 3D a partir de formas geométricas;
- Simular a construção de circuitos elétricos (Arduino);
- Criar a programação simultaneamente por linhas de códigos e programação por blocos;
- Criar realidade aumentada de objetos 3D.

Sua função de simulador de construção de circuitos elétricos (Figura 14) permite ao professor e ao aluno criar protótipos de circuitos, e reconhecer componentes eletrônicos a serem utilizados na construção dos projetos robóticos, além de prever possíveis falhas de montagem da parte elétrica. Essa ferramenta permite o entendimento dos pilares do Pensamento Computacional de forma mais significativa.

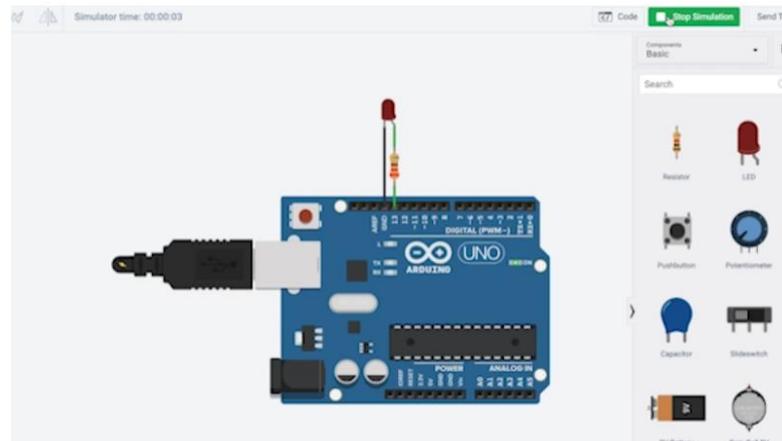


Figura 14 – Ambiente TINKERCAD simulador de circuitos eletrônicos

Também oferece ambiente de programação simultaneamente em linhas de códigos ou em blocos (Figura 15), o que permite ambos, professor e aluno, identificarem a linha de comando para cada ação do projeto robótico, além de permitir aos envolvidos a compreensão do passo a passo das ações na resolução dos problemas.

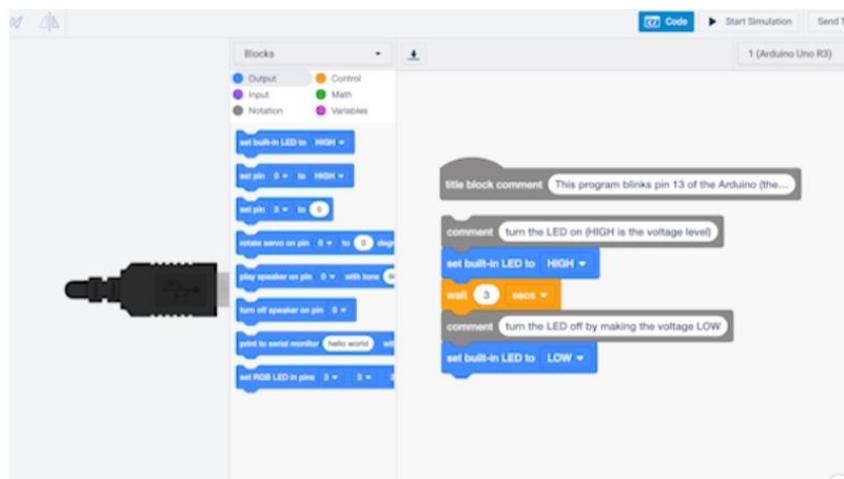


Figura 15 – Ambiente TINKERCAD para programação em blocos

3.4. O PROCESSO AVALIATIVO

Em face da estrutura utilizada nas SDs, com foco no ensino a partir dos conteúdos, o processo de avaliação segue os pressupostos de Zabala (2014), Mateos (2000) e Pinto (2016), e assim prossegue com a prática educativa sob a perspectiva do desenvolvimento humano do aluno.

Logo, a partir do pensamento de Pinto (2016), compreende-se a avaliação como uma ação intimamente ligada à atividade humana, ou seja, os métodos avaliativos, vêm se adaptando à realidade do homem. Avaliar compreende analisar uma realidade e usar os dados resultantes desse processo como parâmetros para se relacionar/atuar neste cenário.

Na Educação, o processo avaliativo foca em medir os resultados do aprendizado do aluno, porém, mesmo ao considerar as inúmeras adaptações dos métodos avaliativos é comum encontrar modelos tradicionais ainda em uso. Pinto (2016) aponta o perfil atual da avaliação nas instituições de ensino como um artefato meramente administrativo, desmerecendo, assim, seu valor pedagógico. Cenário parecido acontece quando os números apenas representam instituições ou são tidos como argumentos em discursos políticos e sociais. Esses resultados são apresentados apenas para fins particulares, sem qualquer estudo sobre o que de fato esses números traduzem. Fica a incógnita, se é medido o que os alunos sabem ou o que eles fazem.

A complexidade da avaliação se dá pela diversidade de suas particularidades como finalidade, os objetos, os processos, a finalidade e seus efeitos, aspectos esses ignorados no momento da avaliação, pois, comumente, os processos avaliativos mantêm seu foco nos resultados da aprendizagem. Porém, vale considerar a avaliação a partir de três dimensões: a conceitual, a da ação e do papel do indivíduo num certo contexto social (MATEOS, 2000).

Deve-se entender a avaliação para além de um processo unitário, ela reflete o conjunto de ações dentro da relação pedagógica, desde o papel do professor, os materiais utilizados, as práticas, até o desempenho do aluno. “Avaliação não é uma técnica neutra, reveladora da verdade” (Pinto, 2016, p. 3), mas um objeto cultural sob o qual deve-se apropriar dos meios e perspectivas.

Atualmente, a avaliação deve ser compreendida além do seu conceito, deve-se valorizar as práticas e valores éticos, pois estes se complementam. Neste novo formato, seria justo considerar os aspectos sociais que impactam o aluno durante a prática pedagógica, conforme aponta Mateos (2000), que diz que a avaliação deve compreender:

- O olhar do aluno, os aspectos avaliados estão ligados aos ganhos pessoais do aluno e com base em seu rendimento pessoal.

- A responsabilidade do aluno quanto aos objetivos previamente estabelecidos, o rendimento do aluno em cumprir as diretrizes estabelecidas.
- Alcançar expectativas sociais através do desenvolvimento de habilidades e competências que garantam uma boa colocação no mercado de trabalho.

Mateos ainda aponta algumas habilidades e competências do tipo transversal que deveriam ser alvo de avaliação:

Antoni Zabala (2014) complementa o pensamento de Mateos ao citar que avaliar está ligado diretamente à função social do ensino, e este processo não remete apenas à seleção dos alunos “mais aptos”. Avaliar envolve outras dimensões da personalidade humana, pois o ensino visa a formação integral. Dessa forma, quando “a perspectiva do ensino muda, os pressupostos da avaliação também devem mudar” (Zabala, 2014).

Ambos, Zabala e Mateos, apontam que a educação formadora integral requer mudanças pontuais nos métodos avaliativos e em seus conteúdos. Os conteúdos devem ser abordados nas dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais, e assim a avaliação se expande transpondo os ganhos cognitivos, mas observando também o desenvolvimento individual do aluno.

Habilidades

- Criticidade;
- Desenvolver estratégias para a resolução de problemas.

Competências

- Comunicação efetiva escrita e oral;
- Competências tecnológicas.

Valores

- Valores humanos (Respeito, Empatia, Ética, Colaboração);
- Responsabilidade.

Então, o processo de avaliação deve apresentar resultados positivos aos envolvidos na prática pedagógica e deve ser usado como parâmetro para o autoconhecimento, a verificação do cumprimento de metas pré-estabelecidas e norteadoras para futuros aprendizados.

Após ponderar acerca do pensamento de Mateos (2000), Zabala (2014) e Pinto (2016), os pressupostos avaliativos assumidos durante a aplicação dos recursos do produto educacional *ROBOT SOLUTION* seguem as diretrizes de Zabala (2014), que têm como ponto de partida uma *avaliação inicial* que busca identificar a “singularidade de cada aluno” na etapa da SD chamada BUSCA DE SOLUÇÕES em forma de questionário. A importância de reconhecer previamente os saberes oriundos de experiências anteriores permite traçar um perfil do aluno e conhecer o ambiente sociocultural no qual está inserido.

Em seguida, tem-se o processo de *avaliação reguladora* do aluno ao longo do processo de ensino/aprendizagem. Esse acompanhamento, aliado à observação sistemática, permite identificar possíveis adequações necessárias *durante* o processo de aprendizagem. Por isso, são definidos vários instrumentos de avaliação durante a aplicação da prática, a fim de obter o maior número de informações sobre o progresso do aluno, valorizando o processo de aprendizagem.

“[...] A fim de validar as atividades realizadas, conhecer a situação de cada aluno e poder tomar as medidas educativas pertinentes, haverá que sistematizar o conhecimento do progresso seguido. Isto requer, por um lado, apurar os resultados obtidos – quer dizer, as competências conseguidas em relação aos objetivos previstos – e, por outro, analisar o processo e a progressão que cada aluno seguiu [...]” (ZABALA, 2014, p. 217).

A partir do pensamento de Zabala, os resultados obtidos serão definidos como *avaliação somativa*, pois, ao identificar o conhecimento obtido (construção dos projetos robóticos) e a análise do progresso do aluno (competências previstas), um novo conhecimento é adicionado aos saberes identificados na atividade inicial, e assim é possível identificar os ganhos cognitivos do aluno no processo definido (Figura 16).

Processo avaliativo, segundo Zabala (2014)



Figura 16 – Processo avaliativo utilizado, adaptado de Zabala (2014)

Quanto aos instrumentos avaliativos, Zabala (2014) ratifica a importância da observação sistemática como principal recurso, por isso a proposta de várias atividades de dificuldade gradativa para proporcionar momentos de acompanhamento deste aluno através da observação e principalmente de uma relação de colaboração entre aluno e educador.

Apesar das complexidades do processo avaliativo, o produto educacional oferece uma oportunidade de romper paradigmas dos processos avaliativos de disciplinas convencionais, como Matemática e Física. A Robótica Educacional traz uma forma de avaliar conceitos, ações e comportamentos de forma mais lúdica e leve.

Segundo o conceito de Zabala (2015), os conteúdos avaliados são: conceituais, procedimentais e atitudinais. Pois, como apresentado anteriormente, estes contribuem diretamente no desenvolvimento de capacidades motoras, afetivas, de interação e de comunicação. Mas como avaliar cada tipo de conteúdo?

Conteúdos conceituais

Ao considerar este tipo de conteúdo mais limitado, pode-se afirmar que este está em constante ressignificação. Abordando o conteúdo em diferentes graus de compreensão para verificar seu real domínio. Porém, é necessário propor atividades que incitem o processo de elaboração e construção pessoal do conceito apresentado.

A melhor forma de avaliar é propor atividades que seja propostos problemas cuja resolução seja a aplicação de um dado conceito, principalmente nas disciplinas de Matemática, Física e Química. (ZABALA, 2014)

Conteúdos procedimentais

É um conjunto de ações ordenadas coordenadas a realização de uma tarefa. Tais conteúdos implicam em *saber fazer*, somente podem ser verificados a partir de aplicação desse conteúdo.

Avaliar tais conteúdos, durante as atividades propostas obedecem ao que prevê Zabala (2014) os três parâmetros: 1 - sobre a “linha contínua motor/cognitivo” - observando aspectos cognitivos em paralelo ao motor (ações); 2 – sobre a

quantidade de ações; 3 – obedecer a uma ordem na sequência de ações, a partir do “continuum algorítmico”, ou o seu oposto, adaptar a ordem de acordo com sua aplicabilidade.

O que importa não é saber, mas aplicá-lo na prática. É necessário propor atividades que possibilitem a exercitação múltipla, a reflexão sobre possibilidades de realização, prevê aplicações alternativas, que permitam a observação sistemática dos alunos e seu perfil comunicacional e social.

Conteúdos atitudinais

Tais aspectos são parâmetros que dificultam determinar de fato o grau de aprendizagem dos alunos, porém compreendem aspectos importantes para sua formação sócio – cognitiva. Sua característica subjetiva lhe atribui um valor diferenciado que varia de acordo com o olhar do educador e sua visão do comportamento dos alunos. Por isso, a principal fonte de informação acerca de tais conteúdos, será a observação sistemática de atividades coletivas, com o objetivo de acompanhar o desenvolvimento dos aspectos pretendidos.

Capítulo 4

4.1. METODOLOGIA DA PESQUISA

Este capítulo é destinado a apresentação do processo da aplicação da pesquisa com a utilização do produto educacional. Conforme citado anteriormente, foi dividido em dois módulos e foi aplicado de forma independente.

Por ser uma pesquisa com base na evolução histórica a partir das práticas sociais, têm os pressupostos filosóficos pautados no materialismo e por envolver o coletivo em resolução de problemas com ênfase na colaboração, assume o caráter dialético.

O método de pesquisa aplicado, em ambos os módulos, foi a pesquisa-ação segundo o pensamento de Thiollent (2002).

A presente pesquisa tem objetivo prático a partir de uma experimentação *real*, com atuação consciente dos participantes/alunos, onde “*eles sempre tenham algo ‘a dizer’ e ‘a fazer’*” com a possibilidade de desenvolver novas habilidades, conhecimentos e embasamento para discussões futuras dentro da temática abordada. Dessa forma, a pesquisa obedeceu ao seguinte ciclo (Figura 17).

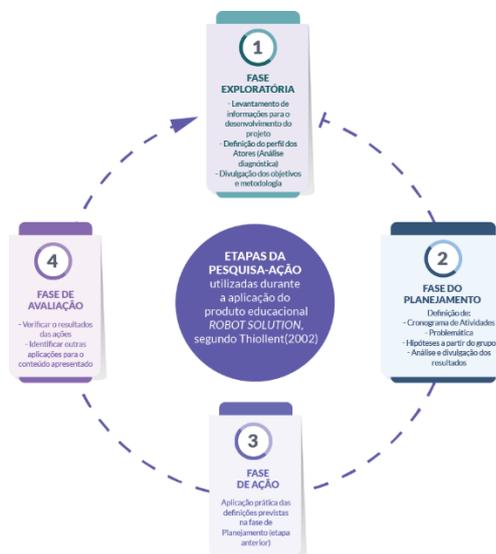


Figura 17 – Etapas da pesquisa-ação, segundo Thiollent (2002), utilizadas para a aplicação da pesquisa

Vale ressaltar que o planejamento inicial (montagem dos recursos e sistematização das aulas) se deu sem a participação direta dos estudantes/participantes, nesta abordagem, a pesquisa é denominada de *pesquisa-ação estratégica* (FRANCO, 2005). Porém, vale ressaltar que é oportunizado aos participantes uma ação direta na construção da pesquisa, em forma de *cooptação*, como aponta Tripp (2005) ou quando é permitido que o percurso metodológico seja realinhado de acordo com as ações dos sujeitos que emergem durante o processo, dessa forma, é possível verificar o caráter participativo, emancipatório e crítico da pesquisa (FRANCO, 2005).

Como a pesquisa ocorreu em momentos distintos, esse ciclo foi seguido nos Módulos 1 e 2, dividido da seguinte maneira (Figura 18):



Figura 18 – Etapas da pesquisa-ação seguidas em cada Módulo da pesquisa

As principais técnicas de coleta de dados utilizadas são (Figura 19): a observação participante e sistemática; seminários com a participação dos alunos; questionários inicial e final; entrevista semiestruturada para obter mais conteúdos reflexivos e aprofundados sobre a temática mais estudada; e diários de campo de conteúdo reflexivo (THIOLLENT, 2002; TRIVIÑOS, 1987; GIL, 2008).



Figura 19 – Técnicas de coleta de dados utilizadas nesta pesquisa.

A seguir, serão apresentadas as etapas da pesquisa – Módulo 1 e Módulo 2 – e o detalhamento dos encontros e procedimentos executados.

4.1.1. Módulo 1 – Robótica Educacional

O primeiro Módulo, destinado a construção de projetos robóticos, foi aplicado durante uma Oficina voltada ao estudo de corte CNC, por isso todas as peças foram elaboradas em MDF. Mas, o material de apoio oferecido no produto educacional prevê a construção também em papelão.

Um dos aspectos observados em relação ao público-alvo foi a possibilidade de oferecer o produto também a cursos de Ensino Médio com habilitação profissional.

4.1.1.1. Planejamento inicial

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas Campus Manaus Distrito Industrial (IFAM CMDI) promoveu um Curso de Formação Inicial e Continuada (FIC),

chamado Corte por Comando Numérico Computadorizado (CNC), ofertado pelo Projeto Capacitar 4.0: criando uma cultura de transformação e inovação. A Oficina teve duração de 40h, destinada a um público-alvo com formação mínima de Ensino Médio e interessados no aprendizado de máquinas de corte CNC. Foi realizada nas dependências do IFAM CMDI no Espaço *Maker* Rivelino Lima.

A fim de proporcionar maior dinamismo à Oficina, foi acrescido à sua parte prática a Robótica Educacional a partir da elaboração de peças para a construção de projetos robóticos. Assim, nasceu a ideia de utilizar o produto educacional, especificamente o Módulo 1 – Projetos robóticos. Dessa forma, a carga horária da Oficina, de 40h, foi dividida em (Quadro 6):

Quadro 6 – OFICINA CAPACITAR 4.0 com o uso do produto educacional – Módulo 1

Carga horária	Objetivo
25h	Atividades relativas às ferramentas tecnológicas de corte numérico – CNC
15h	Aplicação do Módulo 1 do produto educacional

Fonte: Autora (2023)

Fizeram parte da Oficina Projeto Capacitar 4.0, 30 alunos, porém apenas 18 alunos responderam aos questionários e desenvolveram todas as atividades relativas ao estudo do produto educacional. Um percentual de 55,6% (Figura 06) tinha escolaridade acima da exigida (Curso Técnico/Graduação), o que foi um fator surpresa para a pesquisa; Contudo, os dados mostraram aceitação do público e uma possível ampliação da aplicação do produto educacional. A faixa etária dos participantes, outro ponto relevante, mostrou um público bem heterogêneo (Figuras 20 e 21). Todavia, o foco principal do estudo foram os alunos do Ensino Médio, podendo também ser aplicado em alunos do Ensino Médio com ou sem habilitação profissionalizante.

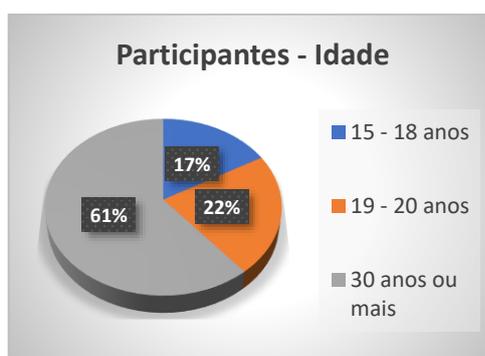


Figura 20 – Gráfico de idade dos participantes

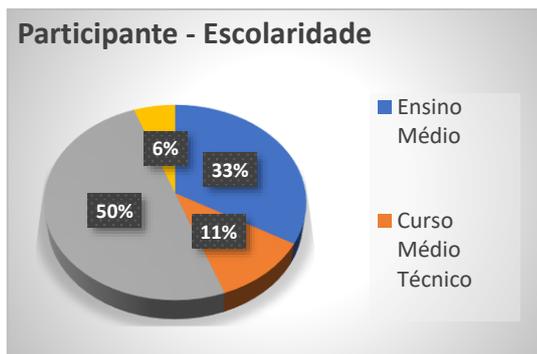


Figura 21 – Gráfico sobre escolaridade dos participantes

4.1.1.2. Fase exploratória

O trabalho teve início com um encontro dialogado (Seminário de apresentação do módulo), onde pôde ser observado o grau de envolvimento do grupo sobre as expectativas de conhecer os materiais, logo após foi aplicado o Questionário inicial (Apêndice E), o questionário é *online* e aborda o mesmo conteúdo a ser discutido nas atividades previstas na SD do módulo. Por estar disponível na forma digital, o questionário pôde ser acessado imediatamente após o fechamento. O fácil acesso às informações permitiu interação simultânea, possibilitando levantar pontos identificados durante a leitura simultânea das respostas obtidas, como respostas curtas ou fora do contexto apresentado, conceitos deturpados e, principalmente, incompreensão dos temas abordados.

4.1.1.3. Fase de planejamento

De posse das informações obtidas através dos questionários, foram realizadas algumas adequações no projeto proposto e então realizado um novo momento dialogado. Foram apresentadas as atividades a serem executadas, os procedimentos para a construção de peças e a montagem de projetos robóticos, assim como o detalhamento das atividades ao longo dos encontros. Pois, como apresentado por Zabala, as atividades devem apresentar grau de dificuldade progressivo, definindo os níveis de aprendizado até ser alcançada a atividade final (mais complexa). Os participantes foram informados sobre as habilidades necessárias e a melhor opção para a organização das equipes. Lembrando que todos os conceitos utilizados têm foco nas práticas coletivas que incitam a socialização. E assim deu-se início às atividades.

4.1.1.4. Fase de ação

Aula 1

Conforme previsto na SD, o encontro teve início com aula expositiva sobre os conteúdos conceituais Cultura *Maker*, Robótica Educacional e maquinário de corte numérico (CNC), especificidades de modelos, possibilidades de cortes, tipo de material utilizado, aplicativo específico de controle do maquinário (*Autolaser*⁴), parâmetros para configuração de corte e diferentes aplicações desse produto.

Logo em seguida, é feita uma avaliação (nos moldes do questionário diagnóstico) na qual podem ser observados os conhecimentos prévios dos participantes sobre a temática abordada e, em seguida, uma aula dialogada sobre o tema: Cultura *Maker* e o uso de tecnologias.

Para a aplicação dos conteúdos procedimentais, foi sugerida a Atividade 1, dita introdutória, com a construção de pequenas peças com formatos simplificados para facilitar a compressão do uso do maquinário.

Os recursos utilizados neste processo estavam disponíveis na estrutura do laboratório *Maker*, eram três máquinas de corte, modelo DELTA CNC L6040, um *notebook* para cada participante com o aplicativo *Autolaser* e placas de MDF medindo 60 x 40 cm e 3 mm de espessura.

A partir da prática de observação sistemática (Gil, 2008), foi constatada a facilidade no manuseio dos aplicativos e no maquinário por alguns participantes, quando foram feitas correlações com outros conceitos e surgiram as primeiras situações em que os participantes fizeram incursões que seriam utilizadas mais à frente. Foi observado também alguns participantes desenvolvendo os conteúdos atitudinais previstos.

A forma de avaliação prevista na SD diz respeito à execução da atividade e dos conteúdos atitudinais.

Aula 2

No segundo encontro, após aula expositiva dos conteúdos conceituais, foi proposta a Atividade 2, com certo grau de dificuldade a partir da produção de caixas em MDF (conteúdos procedimentais). Inicialmente, foi apresentado o objetivo da aula juntamente com três modelos de caixas obtidas em sites especializados e gratuitos, como: www.vecteezy.com, www.vectorfiles.com, www.all3dp.com e www.arquivosdecorte.blog.br

⁴ Autolaser - Aplicativo da empresa chinesa TOPWISDOM controlador de máquinas de corte a laser. Fonte: www.topwisdom.com.cn

Nesta etapa foram propostas ações de customização nos lados da caixa, utilizando as ferramentas específicas de manipulação de vetoriais, como: *Inkscape*⁵, *Adobe Express*⁶ e *Vector Magic*⁷.

O tamanho das caixas variava entre 10 e 15 cm de altura, e tinham um sistema de encaixe de fácil montagem. Essa atividade foi desenvolvida de forma individual e permitiu maior familiaridade com as ferramentas de customização e o *Autolaser*.

Os modelos de caixas propostos (Figura 22) remetem a blocos de montagem, o que facilitou a compreensão das peças e do processo de montagem, além de oferecer mais espaço para customização das peças com as ferramentas de design.

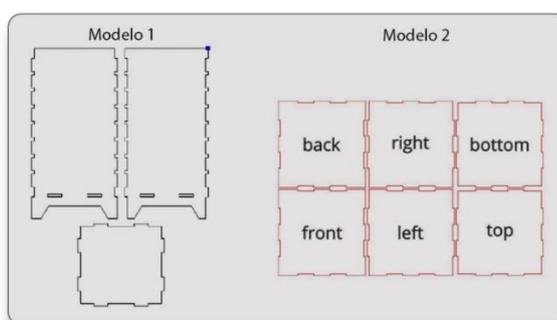


Figura 22– Modelos de caixas a serem produzidas

A atividade alcançou o objetivo de incentivar a customização das peças e interpretar a lógica da construção das peças. Mesmo com uma atividade relativamente simples e individual, percebeu-se as primeiras interações (conteúdos atitudinais) ao trocarem ideias sobre customização (Figura 23) e na verificação nos problemas de acabamento de algumas peças, ocasionados pelos parâmetros de corte utilizados.



Figura 23 – Caixa customizadas

⁵ Inkscape - um software livre para manipulação de imagens vetoriais. Fonte: inkscape.org

⁶ Adobe Express - Aplicativo de design online para dispositivos móveis da empresa Adobe Inc. Fonte: adobe.com

⁷ Vector Magic – Ferramenta online de rasterização de imagens. Fonte: vectormagic.com

A reunião de ideias, discussões e possibilidades trouxe ao grupo união. Surgiram indivíduos com maior facilidade no processo de customização, outros se identificaram com o processo de corte das peças, e aqueles dedicados ao processo de montagem. Diante do novo cenário, e novos perfis surgindo, a pesquisa se deu com a constante motivação dos participantes.

A forma de avaliação prevista na SD, novamente, diz respeito à execução da atividade e dos conteúdos atitudinais.

Aula 3

Desde o início, a Oficina de corte CNC tencionava uma aplicação prática para os projetos desenvolvidos durante o seu curso. Na idealização desta adaptação, foram propostos dois projetos robóticos (Figuras 24 e 25), montados com peças todas elaboradas em MDF a partir do corte CNC, e seus mecanismos todos seriam acionados a partir de um sistema hidráulico.

As propostas foram as seguintes:

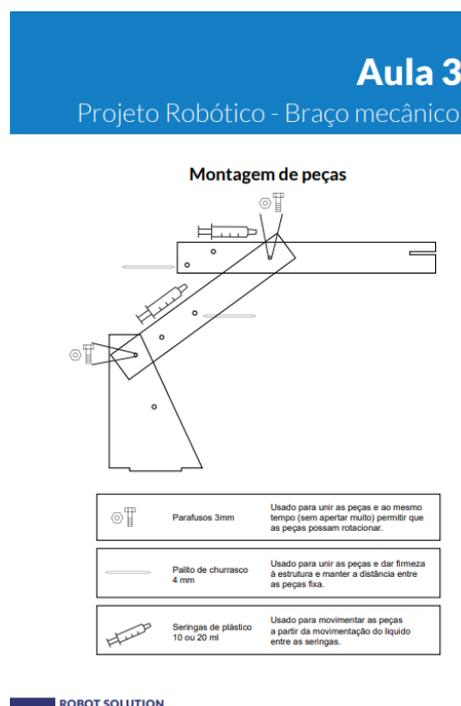
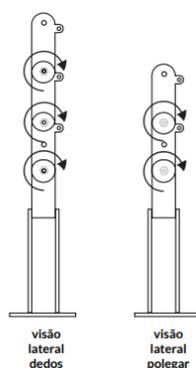


Figura 24 – Projeto robótico Braço mecânico

Aula 4

Projeto Robótico - Garra mecânica

Sistema rotativo



ROBOT SOLUTION

45

Figura 25 – Projeto robótico Garra mecânica

As atividades compreendem os seguintes passos:

- Corte das peças em CNC;
- Montagem das peças;
- Montagem do sistema hidráulico; e,
- Teste prático.

As peças foram elaboradas em ferramenta específica de ilustração 2D, o *Adobe Illustrator*⁸, pelo próprio autor, a partir da adaptação de projetos preexistentes disponíveis em *kits* de robótica patenteados. A elaboração das peças levou em consideração aspectos como:

- Tamanho da peça MDF disponível para corte das peças;
- Tamanho da mesa de corte do maquinário disponível. (60 cm x 40 cm);
- Tamanho máximo da peça ser produzida, 25 cm de altura;
- Tamanho das seringas a serem utilizadas como sistema motor;
- Demais materiais utilizados como engrenagens e junções.

Projeto – Braço Mecânico

⁸ Adobe Illustrator – Aplicativo profissional de criação e manipulação de imagens vetoriais, desenvolvido pela empresa Adobe Inc. Fonte: adobe.com

O projeto foi apresentado em aula dialogada, com explicação sobre cada marcação e funcionalidade de cada peça de acordo com o especificado no manual de construção (Figura 26).



Figura 26 – Descritivo das peças do projeto robótico Braço mecânico

A atividade proposta foi realizada em três equipes de seis pessoas, com a divisão de tarefas de acordo com os perfis identificados na atividade anterior (cada participante ajudava em determinada tarefa: cortar as peças, montar o artefato, montar sistema motor). Consistia em cortar as peças, sendo permitida sua customização, construir o artefato e o sistema motor hidráulico e fazer o Braço Mecânico deslocar um objeto de um ponto ao outro.

Para esta atividade, a aula expositiva foi para apresentar o Manual dos Projetos Robóticos e facilitar a construção do artefato.

Ao se verem diante de uma situação problema inédita, os participantes inicialmente reagiram negativamente à proposta. Foram várias as alegações, desde a dificuldade de compreensão das peças à montagem do sistema hidráulico. Contudo, antes da aplicação da atividade, na prática, foram lembrados alguns conceitos e em um momento dialogado (seminário), foi apontado pelos participantes mais jovens a importância de diferentes perspectivas ao interpretar uma situação-problema. Assim, os grupos promoveram pequenos debates a fim de alcançar uma solução mais adequada para cada grupo. Nesse momento, foram observados o protagonismo e o diálogo constante entre as equipes, dessa forma pode-se observar os preceitos da pesquisa-ação emergindo durante o processo.

O resultado foi uma proposta alternativa para divisão dos grupos, onde seriam consideradas as habilidades pré-existentes, e uma nova distribuição de tarefas que consistia em:

- Manusear os arquivos de peças, compreendê-los e produzir as peças;
- Munidos das peças cortadas, os indivíduos organizaram as peças de acordo com o manual de montagem e vídeo explicativo;

- Separação e contagem de recursos extras e acessórios (parafusos, porcas, espeto de churrasco, braçadeiras, seringas, mangueira, alicate e trena);
- Processo de montagem de acordo com o manual/vídeo;
- Testes de movimentação.

Durante a separação das peças, algumas pessoas se confundiam por não perceberem as pequenas nuances do projeto. O que ocasionava erros, assim, o processo de socialização (conteúdos atitudinais) de informações foi importante para a unidade dentro dos grupos.

Outro ponto positivo identificado durante a construção do projeto foram as formas alternativas no manuseio de alguns dos recursos, alguns indivíduos prepararam as seringas utilizando ferramentas próprias (alicates específicos) ou então utilizando um recurso disponível no laboratório *Maker*, o ferro de solda (para fazer furos nas seringas, alternativa para fixar as seringas). As propostas foram adotadas aos projetos, por oferecerem mais firmeza aos recursos. A construção do projeto robótico foi a primeira tarefa, porém a atividade previa também atribuir funcionalidade ao artefato. Nesse quesito, a montagem do sistema hidráulico, com a utilização de seringas (10 ml), foi um desafio à parte. Para compreender o funcionamento do sistema hidráulico eram necessários conceitos de Física – Força e Pressão (conteúdos conceituais), o que prendeu mais atenção dos alunos mais jovens por realizarem uma atividade prática prazerosa.

Passado o momento da construção, foi o momento de testes do projeto, entre as equipes, apenas duas delas realizavam testes a cada passo construído, logo, o teste do projeto ocorreu de forma breve e o desempenho foi comemorado por todos. No entanto, a equipe que não realizou os testes prezou pela firmeza das peças, porém tal decisão causou certa limitação aos movimentos previstos para o braço mecânico, mas o projeto cumpriu a função principal da proposta.

Nesta fase da pesquisa, as equipes interagem ativamente e os participantes compartilhavam saberes e habilidades. Todos abordavam as especificidades de seus projetos e conseguiam argumentar e/ou propor alternativas aos demais. O grande diferencial entre os projetos foi a customização das peças que cada equipe definiu, onde foram criados nomes fictícios de empresas e logotipos, agregando valor aos produtos e a importância da identidade de cada grupo. Foi perceptível o aumento do interesse pela robótica ou atividades relativas às recém-descobertas (Figura 27).



Figura 27 – Momentos da construção da Atividade 2 – Braço mecânico

A forma de avaliação prevista na SD diz respeito a execução da atividade com foco em todos os critérios exigidos para o projeto e dos conteúdos atitudinais.

Aula 4

Após aula expositiva, com apresentação do projeto robótico proposto e suas nuances, foi proposta a nova atividade com maior grau de dificuldade. Ao analisarem o Manual Explicativo do projeto, as equipes optaram por uma nova organização para esta atividade. A iniciativa partiu dos próprios indivíduos e houve uma mudança no processo de construção do projeto definido pelos próprios participantes. A divisão ocorreu como uma linha de produção: Equipe de Corte, formada por três integrantes, sendo um representante de cada equipe de montagem e, organizadamente, realizavam os cortes das peças para todas as três equipes; Equipe de Sistema Hidráulico, também composta por três integrantes, sendo um representante de cada equipe de montagem, organizava os materiais necessários ao sistema hidráulico (seringas e mangueiras). Os demais participantes ficaram responsáveis pelos processos de cada equipe de montagem (separação das peças e a montagem do projeto), segundo o projeto apresentado (Figura 28). O segundo projeto escolhido foi a Garra mecânica.

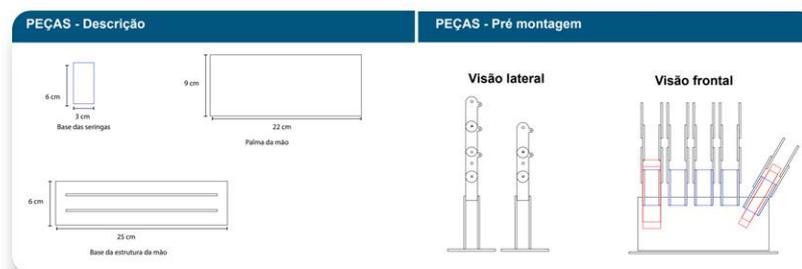


Figura 28 – Descritivo das peças do projeto robótico Garra mecânica

Esse projeto tinha uma proposta mais robusta, considerando o aumento considerável de peças, por isso sua montagem poderia ocorrer de forma independente, diferente do processo do projeto anterior.

O projeto da Garra mecânica tinha o mesmo sistema motor, o hidráulico. Considerando a familiaridade obtida do projeto anterior, foi possível observar a facilidade da montagem dessa etapa do projeto e maior dedicação às minúcias das articulações do restante do projeto.

Durante a construção das peças menores (dedos), foi novamente identificado o erro quanto à organização de peças e quanto às suas especificidades (furos de 2 mm, 3 mm e 4 mm), porém os erros foram detectados pelas próprias equipes e logo corrigidos. Outro erro comum foi a montagem do dedo polegar, por sua característica diferenciada, para auxiliá-los foi disponibilizado um vídeo explicativo (Figura 29), disponível na internet, similar ao projeto executado.



Figura 29 – Trecho do vídeo utilizado como material de apoio

Ademais, a construção do projeto ocorreu dentro da normalidade, até o momento de testes dos movimentos, quando foi utilizado um pedaço de arame interligando as falanges de cada dedo. Nenhuma das alternativas apresentadas seguiu o previsto no manual ou no vídeo, cada equipe, após muitas tentativas, apresentou uma alternativa apropriada e funcional.

A apresentação final das equipes e de cada projeto mostrou a maturidade alcançada num curto espaço de tempo, os novos conceitos, novos termos, a compreensão dos detalhes de cada projeto, as propostas de melhorias e comentários alusivos aos trabalhos como forma de novas soluções nos fez perceber a extensão real dos limites alcançados em cada atividade da oficina. O resultado maior não foi para a investigação proposta, mas sim o crescimento de cada indivíduo participante (Figura 30).



Figura 30 – Momentos da construção da Atividade 3 Garra mecânica

A forma de avaliação prevista na SD diz respeito à execução da atividade obedecendo todos os critérios exigidos e os conteúdos atitudinais.

Aula final/avaliação

Nesta etapa é proposto uma aula expositiva de revisão dos conteúdos conceituais propostos nas atividades, logo em seguida é aplicada a atividade final em forma de prova *online*, onde é verificado a compreensão e a identificação dos pilares do Pensamento Computacional nas atividades propostas.

Após a aplicação da prova é proposto um momento dialogado abordando o Pensamento Computacional e seus pilares, momento este de diálogo que leva a reflexão sobre a utilização desses novos saberes no cotidiano. É importante ouvir e fazer as intervenções necessárias para que a verificação de aprendizagem seja completa. É importante também o compartilhamento de alguns pontos positivos observados individual e coletivamente.

4.1.1.5. Fase de avaliação

Para esta fase, o momento final da pesquisa, foram previstos questionário final (Apêndice F), seminário e entrevista aberta.

O questionário final, objetiva que o participante da pesquisa possa identificar os pontos chaves da pesquisa, o desenvolvimento dos pilares do Pensamento Computacional.

O seminário envolve todos os participantes da pesquisa, e é aberto a todos um momento de fala para que possa ser verificado todos os aspectos positivos e negativos durante o percurso. Momento também de compartilhar os pontos observados pelo pesquisador, como situações de postura ante a pesquisa e direcionamentos sobre novos rumos a serem tomados para o engrandecimento profissional, com foco na tecnologia, além dos agradecimentos.

Para as entrevistas abertas, foram destacados alguns participantes que tiveram evolução considerável durante a pesquisa e quando identificados progressos relativos à evolução dentro da proposta apresentada.

4.1.2. Módulo 2 – Linguagem de Programação

Como em um tradicional *kit* robótico, os projetos robóticos apresentados neste produto devem possuir um sistema motor. Por isso, além da alternativa dos sistemas hidráulicos, o produto educacional adapta seus projetos robóticos para o uso sistemas elétricos com os *kits* Arduino.

4.1.2.1. Fase de Planejamento

O Módulo 2 previsto neste produto educacional auxilia no ensino de Eletrônica e Linguagem de Programação, por isso, para esta fase da pesquisa, foram escolhidas duas turmas do 2º ano do Ensino Médio Técnico do Curso de Eletrônica, turno vespertino do Instituto Federal do Amazonas – Campus Distrito Industrial, durante a disciplina de Lógica e Linguagem de Programação. Fizeram parte desta pesquisa um total de 59 (cinquenta e nove) participantes.

As aulas ocorreram no período de 23 a 13/03 com três encontros semanais em dias alternados (1 tempo de aula com 50 minutos e 2 tempos de aula seguidos com 100 minutos), com cada turma, nos laboratórios de eletrônica.

Foram utilizados cinco *kits* Arduino – Básico *beginning*, as placas, modelos UNO e Mega 250, além de acessórios pessoais disponibilizados pelo professor orientador Vítor Bremgartner (Figura 31).



Figura 31 – Componentes eletrônicos utilizados nas Atividades do Módulo 2

4.1.2.2. Fase exploratória

O trabalho teve início com um encontro dialogado (seminário de apresentação do módulo) e com a apresentação da proposta de utilizar o Arduino no aprendizado de Linguagem de Programação. Nessa etapa, pôde ser observada uma alta expectativa de conhecer os materiais e manusear as ferramentas. Então, foi aplicado o Questionário inicial (Apêndice G), no formato *online* que aborda os conteúdos, uso de tecnologias e Pensamento Computacional.

Por meio de Questionário inicial, foram contabilizados entre os participantes indivíduos sem qualquer conhecimento ou informação prévia dos temas a serem abordados nas aulas (Figura 32).

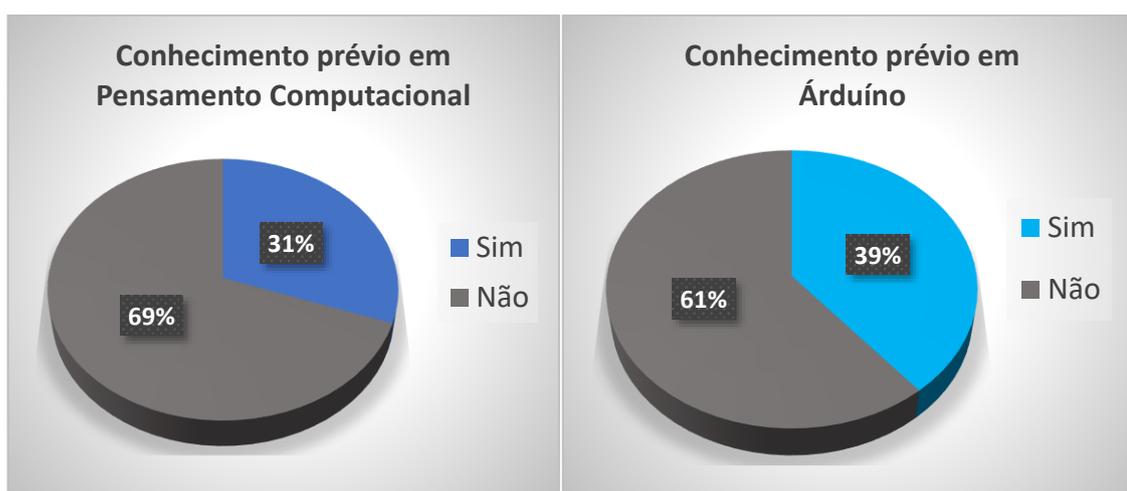


Figura 32 – Informações sobre conhecimentos prévios dos participantes do Módulo 2

4.1.2.3. Fase de planejamento

Nesta fase teve início a apresentação da proposta do Módulo, um novo momento dialogado (seminário), com suas atividades e os *softwares* que seriam utilizados ao longo da pesquisa

(Arduino IDE e Tinkercad). Os participantes foram informados sobre as habilidades necessárias e a melhor maneira de organização das equipes. E assim iniciaram as atividades.

4.1.2.4. Fase de ação

Aula 1

As aulas foram iniciadas com aulas expositivas e com a apresentação do seguinte conteúdo conceitual: Cultura *Maker*; Pensamento Computacional; Arduino; noções básicas de Linguagem de Programação; noções básicas de Eletrônica; e, apresentação da montagem do projeto do Circuito em série e do esquema.

Em seguida, foi aplicado um teste inicial a fim de identificar os conhecimentos prévios dos estudantes dentro das temáticas a serem abordadas. São questionamentos referentes a conceitos tecnológicos atuais, Arduino e ferramentas de simuladores de circuitos eletrônicos, como Pensamento Computacional, Arduino e Tinkercad.

Dando continuidade à pesquisa, foi realizado um momento dialogado para conhecer um pouco mais dos estudantes e seus conhecimentos sobre a temática do módulo.

Como atividade, foi proposta a montagem de um circuito em série. Pela grande quantidade de participantes, tivemos que fazer adaptações no projeto, trocando alguns acessórios como:

- 1 – Protoboard;
- 2 – Switch – na adequação foi utilizado apenas 1 switch;
- 1 – Leds – na adequação foram utilizados 2 Leds;
- Código de programação.

Foram formadas 5 equipes de até 6 pessoas, pela simplicidade da atividade, os grupos se alternaram realizando até três vezes a mesma experiência, a fim de que todos pudessem participar. Neste momento as peças foram separadas e identificadas pela pesquisadora, para facilitar o processo para as equipes.

Para os testes do circuito, foi utilizado o ambiente IDE Arduino para programação e os códigos foram disponibilizados pela pesquisadora. Alguns participantes, com conhecimento prévio em programação, incrementaram seus projetos fazendo novas variações do tempo e até mesmo alternando os Leds a serem acionados (adicionando Leds de outras cores). O movimento envolveu os demais participantes e (Figura 33), a partir daquele momento, os demais projetos foram ganhando vida e novas versões.

A avaliação será feita a partir do desenvolvimento, integral ou parcial, dos conteúdos atitudinais previstos durante a atividade e da conclusão da atividade proposta obedecendo todos os critérios.



Figura 33 – Momentos da Atividade 1– Circuito em Série

Aula 2

O segundo encontro teve início com uma aula expositiva dos conteúdos conceituais sobre ferramentas de simulação de circuitos, o Tinkercad.

A partir do envolvimento das equipes, desenvolvimento dos conteúdos atitudinais, foi percebido o aumento relativo de participantes após os primeiros encontros. As características mais curiosas destes novos participantes, foram: conhecimento prévio de programação, familiaridade com os componentes eletrônicos e facilidade de compreensão dos materiais explicativos.

A atividade proposta nesta aula, a montagem de um circuito em paralelo, tanto no ambiente físico (*kit* Arduino), quanto no ambiente digital (Tinkercad) aguçou a curiosidade dos participantes. Era evidente a facilidade de entendimento dos circuitos montados (domínio dos conceitos vistos previamente) e protagonismo dos atores, pois a cada nova ferramenta apresentada, surgiam novas adaptações. Vale ressaltar a participação das turmas como um todo, participantes mais tímidos participavam ativamente, alguns faziam adaptações das atividades em computadores pessoais e outros compartilhavam estudos feitos fora do momento da pesquisa, era perceptível o protagonismo e crescimento pessoal de cada participante, diante do conteúdo apresentado até aquele momento (Figura 34).



Figura 34 – Momentos da Atividade 2 – Circuito em Paralelo

As atividades propostas até aquele momento, serviam como preparação para executar o projeto principal do *kit* robótico *ROBOT SOLUTION*, programar o sensor de estacionamento de um carrinho robô. Tal projeto faz parte do *kit* robótico em estudo e tem suas peças desenvolvidas em MDF, o sistema de movimentação do carrinho é uma adaptação do projeto básico do Carrinho Arduino.

Aula 4

Esta altura da pesquisa seria o momento mais importante do módulo, a montagem do sensor de estacionamento e sua acoplagem ao projeto robótico de um carrinho. Por isso, foi apresentado, em aula expositiva, o arquivo digital com o manual de instrução da montagem do projeto “Carro robô” e o projeto elétrico do Sensor de estacionamento.

Para esta montagem, foram utilizados elementos do *kit* Arduino e as peças em MDF do projeto robótico do carrinho, ambas elaboradas anteriormente.

Vale ressaltar que este projeto foi adaptado e desenvolvido em Tinkercad por algumas equipes ou realizado de forma individual.

A ação dos participantes foi ativa, e o encontro de 100 minutos foi pouco para responder a todos os questionamentos. O processo de reconhecimento dos componentes foi o mais demorado, visto que foi uma atividade onde cada equipe deveria buscar seus próprios insumos e identificar todos os componentes. A ação concedeu autonomia aos participantes, e maior domínio sobre os detalhes dos componentes eletrônicos (Figura 35).



Figura 35 – Montagem da parte eletrônica do sensor de estacionamento

O sucesso da atividade está diretamente ligado ao uso da ferramenta Tinkercad (Figura 36), que permitiu aos participantes reconhecerem os componentes, simular os projetos e testá-los – além de compará-los aos projetos construídos fisicamente pelos colegas. Como retratado em comentários pelos participantes:



Figura 36 – Ferramenta Tinkercad sendo utilizada pelos alunos durante as atividades

Comentários sobre o uso da ferramenta TINKERCAD nas atividades

“Você constrói e aprende a fazer desde circuitos a placas de forma teórica de como seria na prática.”

Participante 1

“A utilização do tinkercad ajuda na resolução de circuitos quando não há fisicamente os elementos que serão trabalhados ao montar um circuito, ajudando a estimular o pensamento crítico e a resolução de problemas lógicos.”

Participante 2

“Muito bom para os alunos e seus projetos eletrônicos e ainda são gratuitos, sendo super proveitoso durante as aulas.”

Participante 3

O uso desta ferramenta e sua receptividade trouxe um novo olhar sobre o uso deste recurso no produto educacional *ROBOT SOLUTION*. O envolvimento dos participantes e as possibilidades

quanto à programação disponíveis apontam para uma nova direção no que tange à programação e aos testes previstos para os projetos robóticos.

A fim de concluir o trabalho e o fechamento do Módulo 2, foi feita a montagem do projeto Carrinho robô com sistema de sensor de estacionamento. Para o melhor andamento da atividade, as peças foram elaboradas previamente e apresentado apenas o modelo de montagem para os grupos.

Os obstáculos encontrados no processo de montagem de forma alguma comprometeu o envolvimento dos participantes. A atividade de montar o carrinho robótico e adaptar o sensor de estacionamento ao chassi foi uma atividade muito comprometida pelo gerenciamento do tempo das equipes, por isso, apenas três equipes concluíram a atividade (Figura 37).



Figura 37 – Momentos da Atividade 3 – Sensor de estacionamento no carrinho robô

Os critérios de avaliação previstos para esta etapa foram subestimados, o sucesso da ferramenta digital garantiu envolvimento total dos participantes, com a percepção dos conteúdos atitudinais alcançados em sua totalidade. Os conteúdos procedimentais foram todos objetivados e puderam comprovar que o grau de dificuldade aplicado às atividades propostas foi assertivo, considerando o sucesso do desenvolvimento da atividade solicitada. Quanto à não conclusão do projeto no tempo estipulado, foi perceptível o problema do tempo, por isso, esse fator não chega a desmerecer o empenho e dedicação dos participantes em concluir as atividades.

Aula final/avaliação

Nesta etapa é proposta uma aula expositiva de revisão dos conteúdos conceituais propostos nas atividades e é feita uma correlação entre os pilares do Pensamento Computacional e as atividades de Linguagem de Programação. Logo em seguida, é aplicada a atividade final, em forma de prova *online*, onde é verificado a compreensão e a identificação dos pilares do Pensamento Computacional nas atividades propostas.

Após a aplicação da prova, é proposto um momento dialogado abordando o Pensamento Computacional e seus pilares, momento que incita a reflexão sobre a utilização desses novos saberes no cotidiano. É importante ouvir e fazer as intervenções necessárias para que a verificação de aprendizagem seja completa. É importante também o compartilhamento de alguns pontos positivos observados individual e coletivamente.

4.1.2.5. Fase de avaliação

Para esta fase, o momento final da pesquisa, foram previstos questionário final (Apêndice H), seminário e entrevista aberta.

O questionário final objetiva que o participante da pesquisa possa identificar os pontos-chaves da pesquisa, o desenvolvimento dos pilares do Pensamento Computacional.

O seminário envolve todos os participantes da pesquisa, e é aberto a todos um momento de fala para que possa ser verificado todos os aspectos positivos e negativos durante o percurso. Momento também de compartilhar os pontos observados pelo pesquisador, como situações de postura durante a pesquisa e direcionamentos sobre novos rumos a serem tomados para o engrandecimento profissional, com foco na tecnologia, além dos agradecimentos.

Para a entrevista aberta, foram destacados alguns participantes que foram considerados casos de evolução durante a pesquisa e os quais apresentaram progressos e relativa evolução dentro da proposta apresentada.

Capítulo 5

5.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho narra a aplicação do produto educacional *ROBOT SOLUTION* aplicado em dois momentos distintos. Baseado na Cultura *Maker*, com ênfase na Robótica Educacional, a proposta educacional apresenta uma estratégia alternativa para a apresentação de conceitos de Matemática e Física para alunos do Ensino Médio.

A proposta pedagógica se concretiza através do desenvolvimento de habilidades e competências do Pensamento Computacional, que contribuiriam diretamente para a compreensão de conceitos teóricos, para a realização de atividades práticas manuais, bem como para a construção de saberes socioafetivos e a redefinição sobre o valor de artefatos tecnológicos.

Isso foi possível a partir da identificação dos pilares do Pensamento Computacional durante as etapas previstas para a resolução dos problemas propostos (Quadro 1), que posteriormente nortearam o trabalho de identificar os benefícios do uso do Pensamento Computacional nas atividades propostas. Mesmo em etapas distintas, a cada novo desafio era identificado nos indivíduos o desenvolvimento do Pensamento Computacional de forma isolada ou de forma complementar. Ademais, foi percebido que, mesmo quando o indivíduo executava somente uma parte da atividade, a curiosidade incitava-o a conhecer os demais passos, possibilitando assim que todos pudessem compreender o processo completo na resolução do problema, e assim definir um conceito próprio e valor dos produtos construídos.

Dessa forma, serão apresentados a seguir os dados levantados em cada módulo.

Módulo 1 – Projetos robóticos

O foco neste módulo era alcançar o proposto por Papert e Zabala sobre “realizar atividades que façam parte da realidade do aluno, que desperte o seu interesse”. Assim, o Módulo 1 – construção de projetos robóticos foi aplicado com um grupo de jovens do Ensino Médio, sendo

alguns do Ensino Médio com habilitação técnica, cujo objetivo era manusear máquinas de corte CNC e criar peças em MDF.

Neste módulo, o objetivo de desenvolver competências próprias do Pensamento Computacional na resolução das atividades esbarrou na situação-problema previamente levantada pelos autores Pinto e Harari e identificada nos questionários diagnósticos: o desconhecimento de conceitos científico-tecnológicos básicos, apesar do uso diário de recursos tecnológicos.

Assim, foi necessário apresentar conceitos específicos sobre tecnologias e promover debates mais profundos sobre a temática durante os seminários. Ao adentrar o assunto do Pensamento Computacional – PC, foi constatado, também no questionário diagnóstico, o completo desconhecimento deste conceito entre indivíduos do Ensino Médio e a constante *confusão* sobre esse conceito, mesmo entre os participantes de escolaridade acima da esperada. O fato deixou evidente as lacunas na formação de profissionais nos cursos da área de tecnologia. Por isso, deve-se reforçar as informações sobre os pilares do PC nos anos iniciais da Educação Básica, a fim de que os participantes percebam a importância desses conceitos em situações do cotidiano, obtendo assim um alinhamento entre conceito e aplicabilidade.

Ainda no Módulo 1, foram apresentados aplicativos de vetorização de imagens, como o INKSCAPE e de controle da máquina de corte CNC, o AUTOLASER. Como esta etapa foi novidade para alguns, o ritmo das atividades foi obedecendo a evolução dos grupos e os ganhos individuais dentro do previsto para o fortalecimento dos pilares do PC (Quadro 7).

Quadro 7 – Identificação do uso dos pilares do PC na atividade: customização de peças

Competências	Habilidades	Identificação dos pilares do PC nas atividades relativas à customização de peças
Manuseio dos Dados	Coleta dos dados	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar o tipo de ilustração a ser utilizada. • Analisar a superfície onde será aplicada a ilustração (Medidas e formatos).
	Análise dos dados (<i>Reconhecimento de padrões</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Escolher ilustrações que se adequem ao formato da peça. • Identificar características da ilustração adequada ao material utilizado.
Organização do Problema	<i>Abstração</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Idealizar a aplicação da ilustração nas peças.
	<i>Decomposição</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Definir os aspectos a serem considerados das peças, dos materiais e das ilustrações.
	<i>Algoritmo</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Definir a ordem das ações a serem executadas.

Resolução do Problema	Automação	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar a ilustração definida nas peças utilizando ferramentas específicas (INKSCAPE).
	Simulação	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar o resultado em prévia do software.

Durante as observações, foi constatado sobre um participante em particular que, as primeiras atividades somente foram concluídas com o auxílio dos demais componentes do grupo, porém, durante a construção dos projetos robóticos, com muita persistência e o apoio do Manual Explicativo, foi possível perceber a evolução e o protagonismo do participante em resolver suas tarefas individualmente e apontando situações dentro do grupo que solidificaram a importância da colaboração e incentivo.

O exercício de (re)pensar soluções somado ao protagonismo dos alunos criou um cenário profícuo à pesquisa, pois, através das observações sistemáticas objetivando conteúdos específicos, foram constatados a evolução dos saberes sobre conceitos e aplicações, o reconhecimento de atitudes colaborativas e o desenvolvimento de habilidades específicas a partir da construção dos projetos.

Foi importante também perceber a reflexão a respeito de conceitos “tidos como imutáveis”, através de uma atividade tão simples, “quase uma brincadeira”. Vale ressaltar algumas impressões retiradas de entrevistas semiestruturadas com participantes específicos:

Sobre a importância de seguir os passos do PC durante a execução de atividades

“É de suma importância ter um pensamento lógico e organizado. Visando a solução do problema.”

Participante 12 – Ensino Médio Técnico

“Foi importante para a construção do roteiro de montagem para se chegar ao resultado. Além de nos ajudar no momento dos testes.”

Participante 9 – Graduação

“Ajudou na hora de montar todos os projetos e ainda ajudou na hora de definir cada função na equipe.”

Participante 6 – Ensino Médio Técnico

A importância de compreender o Pensamento Computacional como forma de solucionar problemas do cotidiano solidifica a importância deste conceito na preparação de indivíduos para a preparação da Vida e do Trabalho.

Ao concluir a fase de construção dos projetos robóticos, foi observada em toda a turma a troca de informações entre os grupos sobre as alternativas propostas e os desafios particulares. Foi possível perceber, também, o crescimento pessoal dos indivíduos e a evolução dos objetivos propostos para as atividades alinhados aos pilares do Pensamento Computacional (Quadro 8).

Quadro 8 – Identificação do uso dos pilares do PC na atividade: construção de projetos robóticos

Competências	Habilidades	Identificação dos pilares do PC nas atividades relativas projetos robóticos
Manuseio dos Dados	Coleta dos dados	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender o problema proposto e seu detalhamento. • Ler os manuais propostos e guias de montagem. • Assistir aos vídeos propostos. • Verificar os parâmetros a serem usados nos maquinários e nos moldes das peças.
	Análise dos dados <i>(Reconhecimento de padrões)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender o processo de montagem. • Identificar, classificar e organizar as peças.
Organização do Problema	<i>Abstração</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar a posição das peças. • Prever o funcionamento dos movimentos propostos.
	<i>Decomposição</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Definir a ordem dos passos a serem executados. (Organização, montagem, teste) • Definir os papéis dentro do grupo.
	<i>Algoritmo</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Idealizar a ordem de ações necessárias para a construção do projeto robótico e do sistema motor.
Resolução do Problema	Automação	<ul style="list-style-type: none"> • Executar as ações pré-definidas, repetidas ou não, para a construção do projeto robótico.
	Simulação	<ul style="list-style-type: none"> • Testar os movimentos do projeto robótico.

Os ganhos cognitivos foram registrados durante as provas finais (Apêndice F) e compartilhados durante o seminário final – com a socialização de impressões e opiniões, a apresentação de soluções alternativas para as construções, aprofundamento da significância dos artefatos construídos e aplicabilidade dos conceitos trabalhados. O papel de protagonismo dos indivíduos ganha força a partir do momento em que cada participante apresenta um novo significado para o conteúdo apresentado resultante das constantes ações dialogadas e participativas.

Os resultados obtidos durante a aplicação do Módulo 1 – construção de projetos robóticos foram reunidos e apresentados através do artigo *ROBOTSOLUTION: A KIT FOR THE DEVELOPMENT OF COMPUTATIONAL THINKING SKILLS IN HIGH SCHOOL*

STUDENTS na 15th annual International Conference of Education – ICERI 2022 (Apêndice I), realizada em Sevilha, na Espanha. Apesar do manuscrito não contemplar todas as etapas do produto educacional, ele apresentou a Robótica Educacional como uma estratégia a ser aplicada com alunos do Ensino Médio e narrou as experiências vividas pelos participantes (MARINHO *et al*, 2022).

Diante de um material extenso, foi proposto também um segundo manuscrito intitulado “DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL A PARTIR DA CONSTRUÇÃO DE ARTEFATOS NA CULTURA MAKER” (Apêndice J) e foi transformado em capítulo no livro eletrônico “A educação enquanto fenômeno social: Perspectivas atuais”, onde o trabalho pôde ser compartilhado a partir da perspectiva da Cultura *Maker* para o desenvolvimento do Pensamento Computacional e os primeiros passos da visão histórico-cultural para o desenvolvimento cognitivo do indivíduo (AGUIAR; CARVALHO; HERRERA, 2023).

Módulo 2 – Linguagem de Programação

O Módulo 2 foi aplicado em turmas do curso Técnico em Eletrônica com o objetivo de aprender a montar esquemas eletrônicos e construir códigos de programação. Assim, foi constatada após aplicação de questionário diagnóstico, a necessidade de uma aula de apresentação dos recursos a serem utilizados, como os *kits* Arduino, a Cultura *Maker* e conceitos científico-tecnológicos necessários.

Os desafios propostos incentivaram cada um dos cinquenta e nove participantes, pois a temática estava totalmente alinhada à proposta do curso e o interesse dos indivíduos, logo a pesquisa teve grande aceitação e participação.

Com foco na Linguagem de Programação, foram apresentados ambientes IDE com bibliotecas de códigos prontos disponíveis, a fim de tornar a atividade mais eficiente e acessível. Embora a programação em código tenha tido fácil aceitação, a programação em bloco deve ser adicionada ao *kit* robótico, a fim de alcançar diferentes etapas educacionais.

A partir da observação participante, durante as aulas do Módulo 2, foi possível reconhecer perfis que deram um rumo diferenciado à pesquisa e influenciaram no plano de ação durante as atividades. A postura proativa de alguns indivíduos impactou diretamente na forma como os grupos se organizaram e, dessa forma, foram definidos papéis que priorizaram os ganhos coletivos, onde cada atividade era executada pelo menos três vezes sendo feito um rodízio entre os responsáveis pela montagem dos circuitos eletrônicos. Dessa forma, pode-se oportunizar a

todos executarem os passos previstos na resolução das atividades e, conseqüentemente, o desenvolvimento dos pilares do PC (Quadro 9).

Quadro 9 – Identificação dos pilares do PC nas atividades relativas à construção dos circuitos eletrônicos

Competências	Habilidades	Identificação dos pilares do PC nas atividades relativas circuitos eletrônicos
Manuseio dos Dados	Coleta dos dados	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender o problema proposto e seu detalhamento. • Ler os manuais propostos sobre Arduino. • Interpretar o problema proposto.
	Análise dos dados (<i>Reconhecimento de padrões</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender o esquema elétrico proposto. • Identificar e separar os componentes eletrônicos necessários.
Organização do Problema	<i>Abstração</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar os pinos da placa Arduino a serem utilizados. • Prever o funcionamento do circuito elétrico durante sua montagem.
	<i>Decomposição</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Definir a ordem dos passos a serem executados. (Circuitos e Códigos-fonte) • Definir a ação dos componentes do grupo.
	<i>Algoritmo</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Idealizar a ordem de ações necessárias para a construção do sistema. • Construir o código-fonte do funcionamento do sistema.
Resolução do Problema	Automação	<ul style="list-style-type: none"> • Executar as ações pré-definidas, repetidas ou não, para a construção do circuito.
	Simulação	<ul style="list-style-type: none"> • Testar o funcionamento do circuito eletrônico.

A introdução de recursos como o Arduino trouxe novidades, ainda assim era possível encontrar indivíduos familiarizado com esses recursos. Esse pequeno número de participantes contribuiu de forma colaborativa com suas experiências anteriores, auxiliando os demais sobre o uso dos componentes eletrônicos, outrossim, conseguiu criar novos significados para as ferramentas utilizadas, bem como para os artefatos resultantes, conforme pode ser observado em alguns relatos e informações dos questionários finais.

Relatos sobre o uso do recurso Arduino, por alunos que já conheciam a ferramenta.

“É uma peça importante pra se pôr na prática a programação de forma mais simples para jovens e crianças aprenderem.”

Participante 3

“Hoje, minha opinião sobre a utilização do Arduino é que ela é uma ferramenta muito útil para a realização de projetos complexos e úteis.”

Participante 11

“Ótimo! um recurso que eu já conhecia, e hoje, eu vejo que pode me dá um conhecimento maior na área de computação, eletrônica etc...”

Participante 28

“Incrível como ele (Arduino) é essencial para que (nós)alunos possamos introduzir ao mundo de projetos eletrônicos e assim, ter uma experiência tanto na programação quanto na criação física de um projeto eletrônico.”

Participante 30

Diante dessa receptividade positiva, as atividades foram ganhando espaço e envolvendo mais os participantes. Mas, o diferencial deste módulo, sem dúvida, foi o uso da ferramenta digital Tinkercad. Inicialmente, era previsto seu uso como um aplicativo de apoio, mas os alunos utilizaram todos os recursos e descobriam sempre algo novo, fazendo com que o aplicativo ganhasse força e se transformasse em um dos recursos principais durante os encontros. Seus recursos, como simulador de circuitos e identificador de componente, foram os temas preferidos e mais explorados nas atividades, além de ter sido o tema principal dos questionamentos, a ferramenta permitiu aplicar atividades além das previstas inicialmente. Assim sendo, é natural o caminhar de pesquisas futuras com melhoramentos no campo da Linguagem de Programação do *kit* robótico alinhado à ferramenta Tinkercad. Sendo utilizado como ambiente de programação, explicativo de componentes eletrônicos e ambiente de simulação de protótipos. A aceitação e domínio da ferramenta Tinkercad num espaço de tempo tão curto concretizou os objetivos de apresentar conceitos científico-tecnológicos como ferramenta de conscientização sobre o uso coerente de ferramentas tecnológicas e da necessidade de preparar os indivíduos para manipular ferramentas digitais com objetividade.

Durante o momento de diálogo e reflexão, o seminário final, foram observados grandes avanços em relação ao Pensamento Computacional, o que solidifica o pensamento de introduzir seus pilares em atividades diversas para que haja o domínio da forma de pensar lógica prevista por Wing e Brackmann. Quando foram questionados sobre se era possível identificar os pilares do PC durante as atividades executadas, as respostas foram satisfatórias. A seguir, algumas das respostas.

“Sim, afinal com o pensamento computacional que criamos algoritmos para resolução de problemas, um exemplo disto foi realizar as atividades propostas pela professora Deyse por meio do kit de robótica do Arduino, nos ensinou um pouco sobre sensores e circuitos elétricos.”

 Participante 4

“No momento em que fizemos a decomposição do experimento para analisar as ferramentas necessárias, e depois no momento em que fizemos a composição para obter o produto final.”

Participante 27

“Sim, em tudo basicamente. Um momento que me marcou foi quando tive que adaptar alguns componentes no Tinkercad e depois na construção diretamente na placa do Arduino. Sem contar, no caso de estudar o programa e os componentes.”

 Participante 33

A dinâmica dos encontros foi o marco nessa etapa da pesquisa. Compartilhar, participar, interagir e, principalmente, apresentar resultados foram os principais componentes para produzir os resultados aqui apresentado, como as informações contidas no quadro abaixo (Quadro 10), que mostra como se deu o desenvolvimento do Pensamento Computacional a partir de seus pilares, na etapa final, com a junção de construção robótica e do circuito eletrônico.

Quadro 10 – Identificação dos pilares do PC na atividade do sensor no carrinho robô

Competências	Habilidades	Identificação dos pilares do PC na atividade do sensor no carrinho robô
Manuseio dos Dados	Coleta dos dados	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender o problema proposto e seu detalhamento. • Analisar o manual do projeto robótico carrinho robô. • Analisar o esquema elétrico do sensor de estacionamento.
	Análise dos dados (<i>Reconhecimento de padrões</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender o esquema elétrico proposto. • Identificar e separar os componentes eletrônicos necessários. • Compreender o processo de montagem. • Identificar, classificar e organizar as peças.
Organização do Problema	<i>Abstração</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar a posição das peças. • Prever o funcionamento dos movimentos propostos. • Identificar os pinos da placa Arduino a serem utilizados. • Prever o funcionamento do circuito elétrico durante sua montagem.
	<i>Decomposição</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Definir a ordem dos passos a serem executados. (Organização, montagem, teste, circuitos e Códigos-fonte)

	<i>Algoritmo</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Idealizar a ordem de ações necessárias para a construção do circuito eletrônico e do projeto robótico. • Construir o código-fonte do funcionamento do sistema.
Resolução do Problema	Automação	<ul style="list-style-type: none"> • Executar as ações pré-definidas, repetidas ou não, para aplicar o circuito elétrico ao projeto robótico.
	Simulação	<ul style="list-style-type: none"> • Testar o funcionamento do circuito eletrônico durante o funcionamento do carrinho robô.

Caminhos futuros

A pesquisa realizada alcançou seu principal objetivo de sugerir atividades que desenvolvam os pilares do Pensamento Computacional e, conseqüentemente, resultou em benefícios para os participantes, pois foram apresentadas novas perspectivas possíveis de uma futura inserção no mercado de trabalho da atual sociedade tecnológica.

Aqui não foram definidas diretrizes ou regras, mas foram apresentadas possibilidades de abordagens educativas na utilização de tecnologias em sala de aula — solidificando a proposta pedagógica do Programa de Pós Graduação da Instituição que abraça esta pesquisa.

Os próximos capítulos dessa corrida tecnológica ainda são nebulosos, porém é fato que os conceitos discutidos neste documento são de grande valia para todos da Educação Básica, onde podem ser introduzidos saberes que preparem os estudantes para o século XXI e suas perspectivas.

Dessa forma, serão apresentados agora possíveis temas de trabalhos futuros:

- A discussão acerca do Pensamento Computacional não deve se limitar à resolução de problemas relativos às tecnologias, mas, como apontado por Jeannette Wing, este conceito está para além da Computação, ele expande o pensamento lógico para os mais diversos campos profissionais, como forma de criar soluções, delimitar ideias e expandir horizontes.

Por isso, vimos a necessidade de estudar o Pensamento Computacional, bem como seus pilares, como percurso metodológico ou uma forma de estruturar o pensamento lógico em etapas a serem aplicadas em diferentes áreas.

- Quanto aos ganhos obtidos com as atividades *maker*, foi possível comprovar a necessidade de resgatar os ganhos histórico-culturais e a conscientização sobre os artefatos que nos cercam através da apropriação dos avanços tecnológicos e suas técnicas. Utilizar as tecnologias, como aponta Vieira Pinto, como “uma ferramenta de liberdade”.

Logo, a posição de “consumidor de tecnologias” deve ser substituída por um perfil mais questionador e ativo. Além dos temas abordados por Oliveira e Cupani e suas definições de valor para as tecnologias, deve-se abrir um debate sobre “Quais aspectos devem ser considerados ao avaliar um novo artefato tecnológico e quais benefícios cognitivos ele pode oferecer?”

- Em resposta à grande aceitação do produto educacional e ao seu fácil manuseio, é possível estudar propostas de atividades direcionadas às demais etapas de Ensino, objetivando atender um público maior.

O trabalho de adaptar a linguagem do produto educacional para os demais públicos sinaliza uma forma de trabalhar em colaboração com profissionais específicos.

- Outro ponto de destaque no *ROBOT SOLUTION*, que abre portas para futuras pesquisas, é o desenvolvimento de simuladores gráficos ou o uso de ferramentas prontas, como o TINKERCAD.

O uso de recursos visuais que possibilita criar circuitos eletrônicos, identificar componentes eletrônicos e disponibilizar ambiente IDE para código-fonte e programação em bloco, indiscutivelmente, desponta como um fértil campo de estudo para a educação.

- Quanto à avaliação da Cultura *Maker*, que deve ocorrer de forma progressiva, foi tratada nesta pesquisa, a partir da avaliação dos conteúdos que trabalham a formação integral do indivíduo (conceitual, procedimental, atitudinal), e esta proposta apresentou resultados animadores para essa exitosa experiência, assim, essa forma de avaliação torna-se uma nova perspectiva de pesquisa pautada nos diversos tipos de conteúdo a serem trabalhados na Robótica Educacional, e assim oferecer melhores ferramentas avaliativas e romper com paradigmas sobre a avaliação do produto gerado e não os ganhos provenientes dele.

Ainda sobre o processo avaliativo, vale também citar outra vantagem decorrente do processo dialógico, a possibilidade de direcionar os indivíduos para um processo autoavaliativo. Sendo consideradas todas as manifestações involuntárias que ocorreram durante as atividades que indicavam esse caminho.

- E, por fim, ressaltar a oportunidade de vivenciar esse processo educativo pautado no pensamento *maker*, com foco na dialética, onde foi possível perceber o processo contínuo de autoavaliação e do redesenho constante de prática pedagógicas com foco no desenvolvimento de saberes científicos-tecnológicos e nos pilares do Pensamento Computacional — e que hoje toma forma de um produto educacional que pode ser compartilhado com a comunidade escolar em prol da Educação.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, Aliaska; CARVALHO, Graça Simões de; HERRERA, Simone Lopes. Estudo piloto com 45 educadores de infância–validação de checklists de identificação de risco de linguagem para 3, 4 e 5 anos. 2023.
- ARDUINO. Disponível em: <<https://arduino.cc>>, Acesso em: 08/08/2021 às 23:30
- BARBOSA, Rodrigo et al. **Robótica Educacional: experiências inovadoras na educação brasileira**. Penso Editora, 2019.
- BLIKSTEIN, Paulo. Viagens em Tróia com Freire: a tecnologia como um agente de emancipação. **Educação e Pesquisa**, v.42, p.837-856, 2016.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular.
- BRACKMANN, Christian Puhmann. Desenvolvimento do pensamento computacional através de atividades desplugadas na educação básica. 2017.
- BRAUDEL, Fernand. História e ciências sociais: a longa duração. **Revista de História**, v. 30, n. 62, p. 261-294, 1965.
- BREMGARTNER, Vitor et al. **Arcabouço conceitual de adaptação de recursos educacionais**. 2017.
- CAMPOS, Flavio Rodrigues. Robótica educacional no Brasil: questões em aberto, desafios e perspectivas futuras. **Revista ibero-americana de estudos em educação**, v. 12, n. 4, p. 2108-2121, 2017.
- CAMPOS, Flavio; LIBARDONI, Glaucio Carlos. Investigação de robótica na educação brasileira: o que dizem as dissertações e teses. **Robótica Educacional: experiências inovadoras na educação brasileira**, v. 1, 2020.
- CÉSAR, Danilo. Robótica Livre: Soluções tecnológicas livres em ambientes informatizados de aprendizagem na área da Robótica Pedagógica. **VI Simpósio Internacional sobre trabalho e educação**, v.2, p.1-2, 2004.
- COLL, César et al. Os conteúdos na reforma: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes. In: **Os conteúdos na reforma: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes**. 2000. p. 182-182.
- CUPANI, Alberto. **A tecnologia como problema filosófico: três enfoques**. Scientiae Studia, São Paulo, v. 2, n. 4, p. 493-518, 2004.
- DE SOUZA, Yohanna Hoepers et al. Kit de educacional de robótica livre. 2021.
- DE SOUZA EIRAS, Amanda; RANGEL, Rayssa Vieira Rios Sardinha; CORDEIRO, Rogerio de Avellar Campos. Análise das ações da robótica educacional no âmbito da educação ambiental. **Vértices (Campos dos Goitacazes)**, v. 25, n. 3, p. 1-13, 2023.

DOUGHERTY, D. The Maker Mindset, MIT, 2016. Disponível em:

<https://encurtador.com.br/hptTW> . Acesso em: 12/02/2022

DOUGHERTY, Dale. The maker movement. **Innovations: Technology, 98roject9898i, globalization**, v. 7, n. 3, p. 11-14, 2012.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. Ed. Editora Atlas AS, 2008.

GUARDA, Graziela F.; PINTO, Sérgio C CS. Dimensões do Pensamento Computacional: conceitos, práticas e novas perspectivas. In: Anais do XXXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. SBC, 2020. P. 1463-1472.

GUZMÁN, Mario Blanco. Desarrollo de 98roject9898ias básicas de investigación. **Ajayu. Órgano de Difusión Científica del Departamento de Psicología de la Universidad Católica Boliviana” San Pablo”**, v. 18, n. 1, p. 24-51, 2020.

HARARI, Yuval. *21 lições para o século 21*. / Yuval Noah Harari; tradução Paulo Geiger. 1ª Edição. São Paulo: Companhia das Letras, 2018.

HARARI, Yuval. TV Cultura Programa Roda Viva. Disponível em:

<<https://www.youtube.com/watch?v=pBQM085IxOM>>. Acesso em 20/04/2021 às 19:30

IKESHOJI, Elisangela Aparecida Bulla; DE LIMA TERÇARIOL, Adriana Aparecida.

ROBÓTICA EDUCACIONAL BASEADA NA PERSONALIZAÇÃO DA APRENDIZAGEM: EVIDÊNCIAS A PARTIR DE UM LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO. **Seminário Nacional de Pesquisa**, p. 149, 2021.

JACINTO, Laura Aparecida; DE GENOVA BUGATTI, Ildeberto. GARRA ROBÓTICA AUTOMATIZADA. **Revista Eletrônica eF@ tec**, v. 7, n. 1, p. 12-12, 2017.

KATO, Lucas; BRAGA, Rodrigo; PAZMINO, Ana Veronica. **Blucher Design Proceedings**, v. 2, n. 3, p. 738-745, 2015.

MARINHO, Deyse S. Robótica Educacional na modalidade à distância:

Uma experiência com ambientes virtuais de aprendizagem. In: **Anais do VI Simpósio em Ensino Tecnológico do Amazonas**. Seta, 2020. P. 535-539

MARINHO, Deyse. et al. ROBOTSOLUTION: A KIT FOR THE DEVELOPMENT OF COMPUTATIONAL THINKING SKILLS IN HIGH SCHOOL STUDENTS.

In: **ICERI2022 Proceedings**. IATED, 2022. p. 5716-5722.

MARTINAZZO, Claodomir Antonio et al. Arduino: Uma tecnologia no ensino de física. **Revista Perspecfiva**, v. 38, n. 143, 2014.

MATEOS, J. A. La evaluación educativa, su práctica y otras metáforas. 2000.

MCROBERTS, Michael. **Arduino básico**. Novatec Editora, 2018.

Ministério da Educação. PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002. BRASIL

SANTOS, Milton. **Pensando o espaço do homem**. Edusp, 2004.

SOKOLONSKI, Ana Carolina. Laboratório de robótica inclusiva: Robótica educacional e raciocínio computacional no ensino médio. In: **Anais do XXVI Workshop de Informática na Escola**. SBC, 2020. P. 170-178.

NAVARRO, Rômulo Feitosa. A evolução dos materiais. Parte1: da pré-história ao início da era moderna. **Revista eletrônica de materiais e processos**, v. 1, n. 1, p. 1-11, 2006.

OLIVEIRA, Eva Aparecida. A Técnica, A Techné e A Tecnologia. **Revista Eletrônica do Curso de Pedagogia do Campus Jataí – UFG**. Vol. II – n. 5, jul/dez de 2008.

PAPAVLASOPOULOU, Sofia; GIANNAKOS, Michail N.; JACCHERI, Letizia. Exploring children's learning experience in constructionism-based coding activities through design-based research. **Computers in Human Behavior**, v. 99, p. 415-427, 2019.

PAPERT, Seymour. **The Childrens’ machine: rethinking school in the age of the computer**. BasicBooks, 10 East 53rd St., New York, NY 10022-5299, 1993.

PINTO, Álvaro Vieira. **O conceito de tecnologia**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005. V.1.

PINTO, Jorge. A avaliação em educação: da linearidade dos usos à complexidade das práticas. **Avaliação das aprendizagens: perspectivas, contextos e práticas**, p. 3-40, 2016.

SALDARRIAGA, Germán Escorcía et al. **Constructores de conocimiento: Papert y su visión**. Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet, 2020.

SHEN, Liping; WANG, Minjuan; SHEN, Ruimin. Affective e-learning: Using “emotional” data to improve learning in pervasive learning environment. **Journal of Educational Technology & Society**, v. 12, n. 2, p. 176-189, 2009.

SOUZA, Gustavo R.; SCHNELL, Roberta F.; SILVA, Vera L.G. Tecnologias inscritas na escola: para além do provimento de material. Ln: **Cultura escolar, tecnologias epráticas: perspectivas históricas e contemporâneas**. Appris Editora e Livraria Eireli-ME, 2017. P. 21 – 44.

ROCHA, Maria do Carmo Santos et al. Cultura Maker e Robótica Sustentável na Escola. In: **Anais do VI Congresso sobre Tecnologias na Educação**. SBC, 2021. p. 391-395.

TEIXEIRA, Gustavo; BREMM, Lucas; DOS SANTOS ROQUE, Alexandre. Educational robotics insertion in high schools to promote environmental awareness about E-Waste. In: **2018 Latin American Robotic Symposium, 2018 Brazilian Symposium on Robotics (SBR) and 2018 Workshop on Robotics in Education (WRE)**. IEEE, 2018. P. 591-597.

TIEPO, Daniel. **O que significa pensamento computacional no texto da BNCC? – 2020**. Disponível em: <<https://blog.layers.education/o-que-significa-pensamento-computacional-no-texto-da-bncc/>>. Acesso em: 05/08/2021 às 22:00

THOMAZONI, Lucas. Análise e implementação de protótipo de mão robótica. 2017.

TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e pesquisa**, v. 31, p. 443-466, 2005.

VALENTE, José Armando; BLIKSTEIN, Paulo. Maker education: Where is the knowledge construction? **Constructivist Foundations**, v.14, p. 252-262, 2019

VAZ-REBELO, Piedade, et al. **Automata for STEM 100project: pedagogical model and evidences of hands-on and minds-on processes**. 13th Annual International Conference of Education, Research and Innovation. 2020.

ZILLI, Silvana do Rocio et al. **A robótica educacional no ensino fundamental: perspectivas e prática**. 2004.

WING, J. **Computational Thinking**. **Communications of the ACM**, 3 ed.:33-35, 2006.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar [recurso eletrônico]** / Antoni Zabala; tradução: Ernani F. da F. Rosa; revisão técnica: Nálu Farenzena – Porto Alegre: Penso Editora, 2014.

APÊNDICE

APÊNDICE A – Sequência Didática Módulo 1

Para ter acesso ao material, favor ler o QR code.



APÊNDICE B – Sequência Didática Módulo 2

Para ter acesso ao material, favor ler o QR code.



APÊNDICE C – PRODUTO EDUCACIONAL – Parte introdutória

Para ter acesso ao material, favor ler o QR code.



APÊNDICE D – PRODUTO EDUCACIONAL – Parte 2 – Manual de instruções

Para ter acesso ao material, favor ler o QR code.



APÊNDICE E – Questionário Diagnóstico – Módulo 1

Para ter acesso ao material, favor ler o QR code.



APÊNDICE F – Questionário Final – Módulo 1

Para ter acesso ao material, favor ler o QR code.



APÊNDICE G – Questionário Diagnóstico – Módulo 2

Para ter acesso ao material, favor ler o QR code.



APÊNDICE H – Questionário Final – Módulo 2

Para ter acesso ao material, favor ler o QR code.



APÊNDICE I – Produção escrita resultante “*ROBOT SOLUTION: A KIT FOR THE DEVELOPMENT OF COMPUTATIONAL THINKING SKILLS IN HIGH SCHOOL STUDENTS*” apresentada no ICERI 2022

Para ter acesso ao material, favor ler o QR code.



APÊNDICE J – Produção escrita resultante “DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL A PARTIR DA CONSTRUÇÃO DE ARTEFATOS NA CULTURA MAKER”

Para ter acesso ao material, favor ler o QR code.



