



Universidade de Brasília

Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação

**Um modelo conceitual pedagógico de robótica
educacional e de pensamento computacional para
professores da educação básica**

Lucas Seabra Gomes Oliveira

Monografia apresentada como requisito parcial
para conclusão do Curso de Computação — Licenciatura

Orientadora

Prof^a. Dr^a. Maria de Fátima Ramos Brandão

Brasília
2023

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais e aos meus avós, a quem devo tudo o que sou.

Agradecimentos

Agradeço a todos os professores da Universidade que me guiaram para o desenvolvimento deste trabalho, com destaque à professora Maria de Fátima que me orientou neste trabalho de conclusão de curso.

Resumo

O uso da robótica como estratégia pedagógica na educação básica tem sido recomendada pelo seu potencial de engajamento dos estudantes em aprendizagem prática, experimental e interdisciplinar o que requer a preparação adequada dos seus docentes. A pesquisa tem por objetivo propor um modelo conceitual pedagógico de robótica educacional para apoiar os professores da educação básica para uso da robótica no ensino do pensamento computacional. A metodologia de natureza exploratória, documental e qualitativa utilizou as questões orientadoras de como aplicar a robótica e o pensamento computacional na educação básica para organizar o conhecimento pedagógico, tecnológico e de conteúdo. As relações entre a robótica educacional, pensamento computacional e as metodologias ativas são explicitadas em representações de mapas conceituais para apoiar os professores a incorporarem essa abordagem em suas práticas pedagógicas. O protagonismo estudantil com metodologias ativas, pensamento computacional e robótica educacional são explorados para auxiliar os professores no planejamento e aplicação pedagógica de forma eficaz e integrada aos componentes curriculares.

Palavras-chave: robótica educacional, pensamento computacional, metodologia ativa, BNCC, mapa conceitual, formação docente em computação

Abstract

The use of robotics as a pedagogical strategy in basic education has been recommended due to its potential to engage students in practical, experimental and interdisciplinary learning, which requires adequate preparation of teachers. The research aims to propose a conceptual pedagogical model of educational robotics to support basic education teachers in the use of robotics in teaching computational thinking. The exploratory, documentary and qualitative methodology used the guiding questions of how to apply robotics and computational thinking in basic education to organize pedagogical, technological and content knowledge. The relationships between educational robotics, computational thinking and active methodologies are explained in representations of conceptual maps to support teachers in incorporating this approach into their pedagogical practices. Student protagonism with active methodologies, computational thinking and educational robotics are explored to assist teachers in planning and applying pedagogy effectively and integrated with the curricular components.

Keywords: educational robotics, computational thinking, active methodology, BNCC , conceptual map, computer teacher training

Sumário

1	Introdução	1
1.1	Delimitação do problema	2
1.2	Objetivos geral e específicos	3
1.3	Metodologia da pesquisa	3
1.4	Organização do trabalho	3
2	Robótica Educacional e a Formação de professores	4
2.1	Robô, automação e robótica	4
2.2	Robótica educacional	8
2.3	Conhecimentos essenciais na docência	10
2.4	O construcionismo de Papert e a robótica educacional	12
2.5	Robótica educacional e metodologias ativas	12
2.6	Cultura Maker e robótica educacional	14
2.7	Abordagem STEAM e robótica educacional	16
2.8	Representação em mapa conceitual	17
2.9	Formação de professores e o Modelo TPACK	19
3	A Base Nacional Comum Curricular para o Ensino de Computação na Educação Básica	22
3.1	Organização da BNCC e o conceito de competência	22
3.1.1	BNCC - Educação Infantil	23
3.1.2	BNCC - Ensino Fundamental	25
3.1.3	BNCC - Ensino Médio	25
3.2	Codificação de habilidades na BNCC	27
3.3	Computação - complemento à BNCC	29
3.3.1	Computação na Educação Infantil	29
3.3.2	Computação no Ensino Fundamental	30
3.3.3	Computação no Ensino Médio	31

3.4	Eixos Temáticos na BNCC Computação	32
3.4.1	Eixo Cultura Digital	33
3.4.2	Eixo Mundo Digital	34
3.4.3	Eixo Pensamento Computacional	35
3.5	A robótica na BNCC para o ensino de Computação	36
4	Metodologia da pesquisa	37
4.1	Delimitação do objeto	37
4.2	Definição das bases da pesquisa	38
4.3	Revisão sistemática da literatura	38
4.4	Representação em mapas conceituais	39
4.5	Validação dos mapas conceituais	40
5	Resultados e discussões	41
5.1	Definição das bases da pesquisa	41
5.2	Revisão sistemática da literatura	41
5.3	Representação em mapas conceituais	42
5.3.1	Como a BNCC está organizada?	46
5.3.2	Como a RE está representada na BNCC?	47
5.3.3	RE no ensino fundamental	47
5.3.4	Como o PC está representado na BNCC?	48
5.3.5	Como aplicar metodologias ativas com a RE?	49
5.3.6	Como desenvolver PC com RE e metodologias ativas?	50
5.4	Validação dos mapas conceituais.	51
6	Conclusões	52
	Referências	53

Lista de Figuras

2.1	Foto-resistor	6
2.2	Termo-resistor	7
2.3	Sensor de temperatura NTC	7
2.4	Sensor de Vibração Tilt SW-420	8
2.5	Sensor Ultrassônico modelo - HC-SR04	8
2.6	Dez Princípios Maker	15
2.7	Framework TPACK proposto por Mishra e Koehler	20
2.8	Plano de curso de Robótica Educacional com TPACK	21
3.1	Competências Gerais da BNCC	23
3.2	Fluxograma: Direitos de Aprendizagem	24
3.3	Fluxograma: Campos de experiências Educação Infantil	25
3.4	Estrutura curricular do ensino fundamental	26
3.5	Estrutura curricular do ensino médio	27
3.6	Exemplo de codificação de habilidades do ensino fundamental	28
3.7	Exemplo de codificação de habilidades do ensino médio	29
3.8	Premissas que norteiam a Computação para a educação infantil na BNCC	30
3.9	Competências específicas da Computação para o ensino fundamental na BNCC	31
3.10	Competências específicas da Computação para o ensino médio na BNCC	32
3.11	Eixos da Computação	33
3.12	Conceitos de Cultura Digital no Ensino Fundamental	34
3.13	Conceitos de Mundo Digital no Ensino Fundamental	35
3.14	Conceitos de Pensamento Computacional no Ensino Fundamental	36
4.1	Fases e atividades do processo de execução da Revisão Sistemática da Literatura e Mapeamento Sistemático da Literatura	39
5.1	Mapa conceitual: Organização da BNCC	46
5.2	Mapa conceitual: Como a RE está representada na BNCC?	47

5.3	Mapa conceitual: O pensamento computacional na BNCC	48
5.4	Mapa Conceitual: Relação entre metodologias ativas e robótica	50
5.5	Mapa conceitual: O desenvolvimento do PC a partir da RE e Metodologias ativas	51

Lista de Tabelas

4.1 Critérios de inclusão para seleção de estudos.	39
4.2 Critérios de exclusão para seleção de estudos.	39
5.1 Resultado da revisão sistemática por base de dados.	42
5.2 Primeira parte da relação de estudos selecionados.	43
5.3 Segunda parte da relação de estudos selecionados.	44
5.4 Última parte da relação de estudos selecionados.	45

Lista de Abreviaturas e Siglas

BNCC Base Nacional Comum Curricular.

EB Educação Básica.

IHMC *Institute for Human & Machine Cognition.*

LDB Lei de Diretrizes e Bases.

PC Pensamento Computacional.

RE Robótica Educacional.

STEAM Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics.

TPACK Technological Pedagogical Content Knowledge.

Capítulo 1

Introdução

O Sistema Nacional de Educação é constituído pela articulação do Sistema Federal, dos Sistemas Estaduais, do Sistema Distrital e dos Sistemas Municipais de Educação que orientam a concepção e implementação dos seus currículos segundo uma Base Nacional Comum Curricular - BNCC, a ser complementada por uma parte diversificada, para atender as características regionais e locais da sociedade brasileira, da cultura, da economia e dos educandos [1]. As escolas devem adequar seus currículos para atender as orientações da BNCC e do Parecer CNE/CEB no.2/2022, aprovado em 17 de fevereiro de 2022[2], que torna obrigatório o ensino de computação nas escolas brasileiras.

O interesse na aplicação da Robótica Educacional (RE) como estratégia pedagógica para o ensino de computação é justificada por ser considerada atrativa para o engajamento dos estudantes em atividades de desenvolvimento das habilidades e competências da BNCC e pelo potencial de aprendizagem prática e experimental, estabelecendo conexões do mundo concreto, abstrato, físico, virtual, conceitual e digital, apresentando "uma possibilidade tecnológica para ser utilizada em sala de aula de forma a auxiliar o professor em sua prática pedagógica"[3, p. 21]. Além disso, a Robótica Educacional (RE) é caracterizada por

ambientes de aprendizagem que reúnem materiais de sucata ou kits de montagem compostos por peças diversas, motores e sensores controláveis por computador e softwares que permitam programar de alguma forma o funcionamento dos modelos montados. Em ambientes de robótica educacional, os sujeitos constroem sistemas compostos por modelos e programas que os controlam para que eles funcionem de uma determinada forma [4, apud [3], p. 26]

Além disso, “a robótica pedagógica não precisa ser uma disciplina isolada (atividade-fim) ou um “cursinho”, ela pode ser usada pelo professor de qualquer disciplina como ferramenta (atividade-meio) para beneficiar o processo de ensino-aprendizagem e a construção do conhecimento do aluno"[3, p. 26]. A interdisciplinaridade intrínseca da RE

facilita a integração das disciplinas de Matemática, Engenharia Mecânica, Engenharia Elétrica, Inteligência Artificial, entre outras [5].

1.1 Delimitação do problema

Um dos obstáculos para aplicação da RE nas escolas diz respeito à formação dos professores [6]. Como relatado no trabalho de Santos [7], apesar das escolas possuírem kits de robótica, muitas delas não realizavam atividades de RE por falta de educadores capacitados.

Das categorias de conhecimento necessários para o desenvolvimento do ensino destacamos os escritos de Shulman que incluem: o conhecimento do conteúdo; conhecimento pedagógico geral; conhecimento do currículo; conhecimento pedagógico do conteúdo; conhecimento dos alunos e de suas características; conhecimento de contextos educacionais; conhecimento dos fins, propósitos e valores da educação e de sua base histórica e filosófica [8]. Para este autor, os conhecimentos para o ensino podem ser agrupados em quatro grandes fontes de conhecimentos:

(1) formação acadêmica nas áreas de conhecimento ou disciplinas; (2) materiais e o entorno do processo educacional institucionalizado; (3) pesquisas sobre escolarização, organizações sociais, aprendizado humano, ensino e desenvolvimento, e outros fenômenos sociais e culturais e (4) a sabedoria que deriva da própria prática. [8, p. 207]

O conhecimento pedagógico do conteúdo é de especial interesse de investigação pois identifica os distintos corpos de conhecimentos necessários para ensinar combinando o conteúdo e a pedagogia específica adaptada para os diversos interesses e contextos.

Os materiais didáticos e pesquisas necessitam relacionar adequadamente o desenvolvimento das habilidades do pensamento computacional e a robótica educacional [6]. Dessa forma, a compreensão dos fundamentos pedagógicos da RE pressupõe a compreensão dos fundamentos das áreas componentes interdisciplinares da RE. Além disso, é necessário desenvolver conhecimento pedagógico específico [8] e conhecimento pedagógico e tecnológico específico [9] para apoiar a aplicação da RE.

Dessa forma, a delimitação do objeto do estudo é direcionada para apoiar os professores da educação básica para o uso pedagógico da RE e para o desenvolvimento de habilidades e competências do pensamento computacional previstos na BNCC. A pesquisa visa contribuir para promover a cultura e a popularização da RE no contexto escolar da rede pública de ensino.

1.2 Objetivos geral e específicos

O objetivo geral deste trabalho é apoiar os professores da educação básica para uso da Robótica Educacional (RE) em seus processos de ensino considerando a BNCC.

Como objetivo específico o trabalho propõe um modelo conceitual pedagógico de Robótica Educacional (RE) e de pensamento computacional segundo a BNCC para aplicação no ensino fundamental.

O modelo proposto busca facilitar a aplicação de estratégias de ensino da RE e do pensamento computacional segundo a BNCC pelos professores da educação básica das diversas áreas e componentes.

1.3 Metodologia da pesquisa

A metodologia adotou abordagem exploratória, documental e qualitativa para caracterizar e descrever o contexto pedagógico, tecnológico e normativo da robótica educacional, bem como, os fenômenos subjetivos dos processos de ensino e aprendizagem com base na pesquisa documental e de revisão sistemática da formação de educadores [10],[8], [9] e da BNCC do ensino de computação [11] e [?] [12].

A caracterização das atividades de robótica educacional seguiu os procedimentos de DERMEVAL, *et al.*[13] e utilizou o software Zotero[14] para apoiar a organização de referências bibliográficas. As bibliotecas utilizadas nas pesquisas englobaram as bases da SBC OpenLib da Sociedade Brasileira de Computação, do portal de periódicos da CAPES, da SCIELO e da IEEEExplore.

Os mapas conceituais foram construídos com o uso da ferramenta de CmapTools[15] do *Institute for Human & Machine Cognition* (IHMC) com a aplicação do método proposto por Moreira(2006)[16].

1.4 Organização do trabalho

O presente trabalho está organizado em seis capítulos. Nos capítulos 2 e 3 é apresentada a fundamentação teórica. O capítulo 4 descreve os procedimentos metodológicos realizados. O capítulo 5 apresenta e discorre sobre os resultados obtidos. O capítulo 6 realiza o encerramento do trabalho e apresenta propostas para trabalhos futuros.

Capítulo 2

Robótica Educacional e a Formação de professores

Este capítulo apresenta as bases conceituais da robótica para o ensino de computação na educação básica e os recentes avanços nos modelos pedagógicos para sua aplicação pedagógica no ensino.

2.1 Robô, automação e robótica

As ideias de criações mecânicas capazes de realizar tarefas de forma autônoma podem ser encontradas na Grécia antiga no imaginário dos pensadores. Por exemplo, no texto da *Ilíada*, Homero afirma que Heféstos, o Deus da forja, possuía estátuas de ouro que atuavam como servos mecânicos para auxiliar em seus trabalhos diários e Apolodorus declarava que o mesmo Deus "criou um gigante bronze para a proteger a ilha de Creta"[17, p. 2].

Apesar do conceito de automação ser antigo, o termo robô é considerado contemporâneo pois foi concebido por Joseph Capek em 1921, em sua peça *Rossum's Universal Robots*, baseado na palavra tcheca "robota", que significa "trabalho"[18]. O conceito de robô é concebido como "um sistema autônomo que existe no mundo físico, que pode sentir o ambiente e pode agir sobre ele para alcançar objetivos " [10, p. 19].

Nesse contexto, a palavra sentir refere-se ao uso de sensores para a captação de informações do ambiente e o processamento interno dessas informações; e a ação do robô sobre o ambiente para a realização de um objetivo é essencial para sua existência, uma vez que uma máquina que não age, não se move e não afeta o mundo não é um robô. [10] Portanto, espera-se que um robô tenha um ou mais objetivos e se comporte de forma a atingi-los.

O termo robótica refere-se ao estudo dos robôs e de sua capacidade de sentir e agir no mundo físico de forma autônoma e intencional com três principais tipos de componentes [10]:

- Sensor: componente que capta as informações externas que dependem da finalidade de atuação do robô. O termo Estado é utilizado para representar as informações que foram captadas pelo robô. Os Estados podem ser internos, referentes ao próprio robô, ou externos, referentes ao mundo que o cerca. Os estados podem ser classificados de acordo com suas características, sendo: discretos, de valores reduzidos, controlados ou aproximados; ou contínuos, de valores mais precisos e complexos. Por exemplo, os estados advindos de um sensor de movimento, que mostram apenas se algo se moveu ou não, são classificadas como discretos, enquanto estados advindos de um sensor de distância, que mede a distância entre o robô e algum objeto externo, são sinais contínuos [10].
- Efetuador: componente que permite a ação do robô, composto por peças estruturais, como rodas ou engrenagens, e atuadores que permitem a realização da ação externa por meio de ações internas. Por exemplo, os braços e pernas mecânicas são exemplos de efetadores e os motores são exemplos de atuadores que permitem a movimentação de pernas e braços mecânicos. Os efetadores podem ser do tipo locomotores para mover o robô em si ou manipuladores para manipular objetos do meio externo [10].
- Controladores: componente que recebe dados dos sensores, armazena os estados do robô e utiliza tais estados no controle das ações tomadas pelos efetadores. Podem existir em diversas formas, como circuitos lógicos, micro-processadores, etc. [10]. Em casos específicos tais controladores sequer necessitam de linguagens de programação. Como por exemplo, o trabalho de Guimarães, *et al*[19], apresenta um robô seguidor de linhas em que resistores fotossensíveis atuam como sensores e, a partir da diferença de potencial causada por tais resistores, um conjunto de transistores e potenciômetros reduz ou mantém a corrente elétrica que alimenta os motores, atuando como controlador, responsáveis pela movimentação do robô, atuando como efetadores.

Existem outros tipos de componentes que podem atuar como sensores, controladores e efetadores em um robô como apresentado por Azevedo, *et al*:

- Eixo – para estabelecer a ligação de um motor e suas engrenagens ou rodas;
- Fonte de energia – define como o controlador e os demais componentes eletrônicos serão alimentados seguindo o tipo de bateria e/ou gerador usados;

- Fiação – para transmitir sinais entre o controlador, os sensores, os atuadores e para alimentação desses componentes.
- Estrutura – a “carcaça” do robô, formado por um conjunto de peças de tamanho, formato e cor diversas e em alguns casos rodas, parafusos, e placas como base para sustentar o controlador, sensores, atuadores, manipuladores, baterias, geradores, fiação, eixos e engrenagens [3, p. 8].

Cada componente de um robô aplica diferentes propriedades da física e da química para realizar suas funções. Uma classificação dos atuadores a partir dos conceitos físicos e químicos envolvidos na geração da "força de trabalho" é proposta por Matrić [10]:

- Elétricos- Utilizam a eletricidade para gerar as ações;
- Hidráulicos- Utilizam a força da pressão hídrica para gerar ações;
- Pneumáticos- Utilizam-se da força da pressão do ar para gerar ações;
- Piezoelétricos- Geram cargas elétricas quando pressionados
- Fotoreativos- Utilizam -se de reações com a luz para realizar ações;
- Quimicamente reativos- Utilizam-se de reações químicas para gerar ações;
- Termicamente reativos- Utilizam-se de reações térmicas para gerar ações.

Os sensores são produzidos e classificados de acordo com as informações que captam do ambiente. Por exemplo, para captar a luminosidade de um ambiente pode-se utilizar sensor de luminosidade, que aplica um foto-resistor, cuja resistência elétrica varia de acordo com a luminosidade do ambiente, sendo que, quanto maior a luminosidade, menor a resistência. Assim, a voltagem da corrente elétrica é usada para calcular a luminosidade de um ambiente [20].



Figura 2.1: Foto-resistor (Fonte: [21])

A captação de temperatura ocorre por sensores de temperatura, que podem utilizar termo-resistores, onde a temperatura interfere na resistência elétrica [22].



Figura 2.2: Termo-resistor (Fonte: [23])



Figura 2.3: Sensor de temperatura NTC (Fonte: [24])

Os sensores de peso podem utilizar resistores específicos, como o mecanismo *Strain Gauges*, cuja a resistência elétrica varia de acordo com a deformação de uma chapa metálica, causada pela pressão nesta chapa. Tal pressão neste caso seria o peso de um objeto posto sobre a chapa.[25]

Sensores de som podem utilizar-se de diafragmas, que vibram de acordo com as ondas sonoras. conectados a materiais geradores de correntes elétricas, como eletreto, que transformam tais vibrações em sinais elétricos.[26]

Os sensores de vibração podem basear-se em materiais piezoelétricos, que geram corrente ao serem submetidos a forças mecânicas.[27].

Os sensores de distância utilizam sensores luminosos ou sensores sonoros aplicando o princípio da reflexão, no qual luz e sons podem ser refletidos por objetos físicos, para calcular a distância. Assim após emitir luz ou onda sonora o sensor calcula a distancia a partir do tempo entre a emissão e a recepção do reflexo multiplicada pela velocidade do som ou da luz.[29].

Existem outros tipos de componentes para aplicações diversas. Aqueles descritos acima são frequentemente encontrados em aplicação educacional.

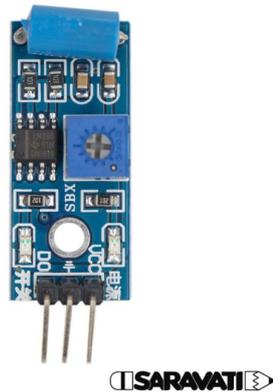


Figura 2.4: Sensor de Vibração Tilt SW-420 (Fonte: [28])



Figura 2.5: Sensor Ultrassônico modelo - HC-SR04 (Fonte: [30])

2.2 Robótica educacional

Desde ideias míticas e filosóficas na Grécia Antiga até uma disciplina científica formal, o campo dos robôs e da automação passou a ter um impacto significativo na sociedade moderna. A aplicação prática desses conceitos foi possível a partir da formalização do termo “robô” e do desenvolvimento da robótica como campo de estudo e em ambiente educacional. Portanto, a robótica educacional é considerada resultante desse campo de estudo interdisciplinar pois envolve a utilização de dispositivos robóticos como ferramentas pedagógicas para enriquecer o processo de ensino-aprendizagem.

Os primeiros registros de robótica aplicada no ensino surgiram em conferências realizadas em 1946 e 1953. Contudo, a primeira atividade de robótica educacional foi devidamente desenvolvida apenas em 1964, quando Papert criou um robô em forma de tartaruga e a linguagem LOGO para controlá-lo para serem utilizados no ensino [31]. Naquele contexto, o erro era considerado um aspecto fundamental da aprendizagem, e

compreender as razões por trás dos erros constituiria um campo fértil para a criação de novas soluções [31]. Dessa forma, a RE é utilizada de maneira lúdica, incentivando as crianças e adolescentes a pensar, agir e refletir sobre ações cotidianas, com ênfase nos aspectos práticos das atividades.

Outra característica interessante da RE diz respeito a sua natureza interdisciplinar e de desenvolvimento de habilidades das Ciências da Natureza para a compreensão dos componentes básicos dos robôs. Na habilidade descrita na BNCC como (EF05CI01) que visa "Explorar fenômenos da vida cotidiana que evidenciem propriedades físicas dos materiais – como densidade, condutibilidade térmica e elétrica, respostas a forças magnéticas, solubilidade, respostas a forças mecânicas (dureza, elasticidade etc.)"[12, p. 341] diz respeito ao estudo sobre o funcionamento dos sensores. Da mesma forma, a habilidade (EM13CNT107) que visa:

"Realizar previsões qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento de geradores, motores elétricos e seus componentes, bobinas, transformadores, pilhas, baterias e dispositivos eletrônicos, com base na análise dos processos de transformação e condução de energia envolvidos – com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais –, para propor ações que visem a sustentabilidade"[12, p. 555],

pode ser aplicada ao estudo dos atuadores.

Dessa forma, o termo "RE" é definido por César como: "um conjunto de processos e procedimentos envolvidos em propostas de ensino e de aprendizagem que utilizam os dispositivos robóticos como tecnologia de mediação para a construção do conhecimento"[32, p. 55]. Esse conceito não se restringe apenas aos aspectos tecnológicos ou educacionais, mas reside na interseção de ambos.

Entre os dispositivos robóticos frequentemente utilizados no ensino, destacam-se os Kits da LEGO, Arduino, RaspberryPi, Kits autorais e Simulações Virtuais [6]. Na formação de professores, os dispositivos mais utilizados incluem Arduino, ScratchJr, materiais reciclados, Kit Blue Bot, além dos Kits da LEGO e Fischer Technik [33].

Dentre as dificuldades apresentadas na implantação de atividades de RE, a indisponibilidade de recursos monetários para aquisição de dispositivos robóticos pode ser mitigada com materiais de baixo custo ou reciclados, como por exemplo os materiais usados no trabalho de Guimarães, *et al*[19].

Quanto à escolha dos dispositivos robóticos, Neto e Bertagnoli alertam para o prejuízo na aprendizagem causado pelo uso de kits previamente montados, argumentando que os processos de montagem são parte integrante e crucial para o desenvolvimento cognitivo durante as atividades de robótica [33].

Outro dos desafios na aplicação da RE nas escolas está relacionado à formação dos professores [6]. Nesse sentido, Souza, *et al.*, enfatizam a importância do desenvolvimento do

pensamento computacional, afirmando que "a presença do PC na formação dos professores favorece o desenvolvimento técnico na área de robótica e no desempenho profissional"[34, p. 9].

2.3 Conhecimentos essenciais na docência

A robótica educacional, com suas características interdisciplinares e práticas, exige dos docentes uma preparação específica que vai além do domínio técnico das ferramentas e conceitos tecnológicos. Para que os professores possam integrar efetivamente a robótica no ensino e aproveitar seu potencial pedagógico, é fundamental que possuam um conjunto sólido de conhecimentos que abranja não apenas o conteúdo específico, mas também as metodologias de ensino e o entendimento dos contextos educacionais.

Nesse sentido, a formação docente no Brasil é orientada por diretrizes que buscam desenvolver competências essenciais, conforme estabelecido pela Resolução CNE/CP nº 2, de 20 de dezembro de 2019. Essas competências são organizadas em três dimensões de conhecimentos: conhecimento profissional; de prática profissional; e de engajamento profissional [35].

As competências de conhecimento profissional dizem respeito ao conhecimento de conteúdos, técnicas pedagógicas e contextos educacionais diversos; As competências da prática profissional dizem respeito às capacidades de planejamento, condução e avaliação do ensino-aprendizagem; As competências de engajamento profissional referem-se à capacidade de participação e atuação do educador no processo de evolução da escola, estudantes e ambiente educacional bem como no auto-aprimoramento.[35]

Para atuar na EB o educador deve desenvolver bases teóricas sólidas, ser capaz de aplicar tais bases teóricas em contextos de ensino diversos e estar comprometido com o aprimoramento do ensino, com a formação continuada e permanente.[35] Dessa forma, Shulman[8] sistematiza os conhecimentos essenciais para a formação docente em sete categorias:

- Conhecimento do conteúdo ou domínio específico objeto da docência, incluindo seus aspectos gerais e técnicos;
- Conhecimento pedagógico geral, com ênfase nos princípios e estratégias abrangentes de gestão e organização da sala de aula, que transcendem a matéria específica;
- Conhecimento do currículo, particularmente dos materiais e programas que servem como “ferramentas do ofício” para os professores;
- Conhecimento pedagógico do conteúdo, ou seja, a combinação específica de conteúdo e pedagogia que é única para os professores, representando sua compreensão profissional;
- Conhecimento dos alunos e de suas características;

- Conhecimento dos contextos educacionais, desde o funcionamento do grupo ou da sala de aula até a gestão e o financiamento dos sistemas educacionais, bem como as características das comunidades e suas culturas;
- Conhecimento dos fins, propósitos e valores da educação, bem como de sua base histórica e filosófica.

[8, p. 206]

O autor argumenta que esses conhecimentos podem ser desenvolvidos a partir de quatro principais fontes:

(1) Formação acadêmica nas áreas de conhecimento ou disciplinas; (2) Materiais e o entorno do processo educacional institucionalizado (por exemplo, currículos, materiais didáticos, organização e financiamento educacional, e a estrutura da profissão docente); (3) Pesquisas sobre escolarização, organizações sociais, aprendizado humano, ensino e desenvolvimento, e outros fenômenos sociais e culturais que afetam o que os professores fazem; (4) A sabedoria que deriva da própria prática [8, p. 207].

As fontes são selecionadas de acordo com as necessidades específicas de cada educado sendo importante ressaltar que "o ensino tem um caráter específico para cada disciplina" [8, p. 210] e que "descobrir, explicitar e codificar princípios gerais do ensino simplifica uma atividade que é escandalosamente complexa" [8, p. 210]. Portanto, as informações presentes nesses materiais não devem ser tratadas como absolutas, mas sim como referências para a prática como forma de validar e aprimorar essas informações e teorias educacionais.

As habilidades práticas docentes como parte do processo de formação podem ser observadas pela obrigatoriedade da realização de estágios em escolas de ensino básico para os cursos de formação docente. Shulman define a docência como um processo composto por atividades cíclicas de compreensão, transformação, instrução, avaliação e reflexão, na ação pedagógica com base num raciocínio pedagógico voltado para a melhoria contínua. Esse processo deve ser orientado por princípios, experiências, e conhecimentos pedagógicos e de conteúdo [8].

Assim, a docência pode ser considerada uma atividade de colocar em prática a teoria para alcançar objetivos educacionais. As principais atividades do docente incluem o domínio do conteúdo a ser ensinado, a transformação das formas de apresentação desses conteúdos para facilitar o entendimento dos estudantes, a instrução propriamente dita, a avaliação da efetividade das atividades e a reflexão crítica sobre a prática docente, permitindo a atualização das concepções de ensino a partir dos resultados obtidos e dos conhecimentos teóricos [8].

2.4 O construcionismo de Papert e a robótica educacional

Uma formação sólida, que combine conhecimentos gerais e específicos, é essencial para atender às demandas da educação moderna, especialmente no contexto da aprendizagem inovadora, como a robótica educacional. Os pedagogos precisam não apenas dominar teorias e práticas básicas, mas também aplicar efetivamente seu conhecimento em um campo tecnológico em constante evolução. Embora muitas teorias pedagógicas possam ser exploradas para aplicação em áreas específicas, o construcionismo de Papert se destaca por não apenas complementar essas teorias, mas por fortalecê-las. Esse enfoque fornece uma base robusta para integrar a robótica ao currículo, promovendo uma aprendizagem ativa e engajada.

As atividades de Papert com a linguagem LOGO são reconhecidas como algumas das primeiras aplicações documentadas de robótica educacional. Portanto, é natural que suas teorias desempenhem um papel crucial nas propostas atuais [31]. A teoria do construcionismo de Papert, inspirada pelo construtivismo de Piaget, “descreve como os alunos podem construir conhecimento através de materiais concretos, em vez de proposições abstratas”[36, p. 119]. Segundo essa perspectiva, o aprendizado é mais eficaz quando os alunos participam ativamente da criação de coisas no mundo, promovendo o “aprender fazendo”[36, p. 119]. Nesse contexto, o aluno assume a responsabilidade pela própria aprendizagem.

Ambientes de ensino que seguem o construcionismo exigem uma reformulação dos papéis tradicionais de professores e alunos.[37] O aluno deve “ser autônomo na construção do seu próprio conhecimento, enquanto o professor atua como mediador desse processo”[37, p. 61]. Nas atividades construcionistas, o uso de instrumentos de aprendizagem é crucial, pois eles permitem que o estudante construa conhecimento em ambientes que despertam curiosidade, possibilitam testes de suposições e a criação de novas alternativas. Papert denomina esses ambientes como “micromundos”[36].

O construcionismo de Papert fornece uma base teórica que valoriza a aprendizagem centrada no aluno e a resolução de problemas reais. Assim, o construcionismo não apenas fundamenta a robótica educacional mas também reforça as metodologias ativas ao promover um ambiente de aprendizagem dinâmico e participativo.

2.5 Robótica educacional e metodologias ativas

As metodologias ativas são consideradas estratégias de ensino que fomentam a aprendizagem ativa e que ocorre quando o estudante "interage com o assunto em estudo"[38,

p. 55]. Discussões, diálogos, questionamentos e ações práticas são formas de estimular aprendizagem ativa. As metodologias ativas facilitam o desenvolvimento autônomo dos estudantes de acordo com seus próprios interesses e ritmos [39].

Em cenários de aprendizagem ativa, as dificuldades apresentadas pelos estudantes geram "demandas" para o professor de acordo com as necessidades específicas [39]. Esse fato pode ser considerado uma vantagem, pois a melhoria do processo de aprendizagem deixa de depender exclusivamente do professor, tornando-se uma responsabilidade coletiva da sala de aula. Como resultado, "os alunos assimilam maior volume de conteúdo, retêm a informação por mais tempo e aproveitam as aulas com mais satisfação e prazer"[38, p. 56].

Laboratórios e aulas práticas são ambientes propícios e naturais para aplicação das metodologias ativas. Entretanto, as aulas tradicionais expositivas são ainda predominantes na cultura educacional, sendo um grande desafio educacional promover a cultura de metodologias ativas.[38] Para tanto algumas estratégias podem ser empregadas:

- (1) Discussão de temas e tópicos de interesse para a formação profissional;
- (2) Trabalho em equipe com tarefas que exigem colaboração de todos;
- (3) Estudo de casos relacionados com áreas de formação profissional específica;
- (4) Debates sobre temas da atualidade;
- (5) Geração de ideias (brainstorming) para buscar a solução de um problema;
- (6) Produção de mapas conceituais para esclarecer e aprofundar conceitos e ideias;
- (7) Modelagem e simulação de processos e sistemas típicos da área de formação;
- (8) Criação de sites ou redes sociais visando aprendizagem cooperativa;
- (9) Elaboração de questões de pesquisa na área científica e tecnológica.[38, p. 57]

Em processos de aprendizagem ativa, a robótica educacional pode ser considerada um instrumento que, em conjunto com metodologias ativas, permite que os alunos se envolvam com o material para explorar e resolver problemas em um ambiente de aprendizagem prática [40]. De acordo com Silva *et al* [40], muitos projetos de robótica utilizam metodologias ativas, como Aprendizagem Baseada em Projetos, Aprendizagem Baseada em Problemas, Estudos de Caso, Pesquisa-Ação e Sala de Aula Invertida. Essas metodologias proporcionam uma estrutura pedagógica construcionista para apoiar atividades práticas de aprendizagem em aplicação de robótica.

A aprendizagem baseada em problemas e a aprendizagem baseada em projetos, para Silva *et al*[40], são consideradas sinônimas. Para Rocha e Lemos, [39] e Vasconcelos, *et al*, [41] esses dois conceitos apresentam pequenas diferenças nas definições metodológicas.

A aprendizagem baseada em projetos envolve "buscas e questionamentos, desenvolvimento de atividades práticas planejadas com o intuito de promover uma aprendizagem eficaz"[41, p. 28] para desenvolvimento de habilidades e construção de conhecimento. Essa estratégia pode ser organizada em quatro fases: intenção, caracterizada pela identificação

e compreensão do projeto a ser desenvolvido; planejamento, que compreende a definição de organização e as ações a serem realizadas no projeto; execução, realização das ações planejadas; e julgamento, validação dos resultados[41].

A aprendizagem baseada em problemas envolve o processo de resolver problemas não completamente estruturados visando construir conhecimento. Os estudantes abordam simulações dos problemas propostos e, de forma auto-reflexiva, analisam a validade de suas propostas e concepções a cerca do tema, construindo novas concepções.[39]

Na definição de Vasconcelos, *et al*[41] para aprendizagem baseada em projetos é proposta uma sequência de passos formais para a resolução do problema. A definição de Rocha e Lemos [39] para aprendizagem baseada em problemas apresenta maior flexibilidade na resolução.

O Estudo de Caso refere-se a uma estratégia na qual estudantes atuam como pesquisadores, realizando "levantamento de dados para definirem como vão oferecer respostas ao problema apontado" [40, p. 1291]. Apesar da semelhança entre os métodos estudo de casos e aprendizagem baseada em problemas, este método se diferencia pelo escopo mais restrito do problema e maior direcionamento por parte dos educadores no processo de ensino[42].

A Pesquisa-Ação, referida por Silva, é voltada para a aplicação de pesquisas no contexto educacional, assim são gerados "dados e informações importantes na elaboração do projeto" [40, p. 1291], permitindo avaliações e aprimoramentos dinâmicos.

A sala de aula invertida refere-se à prática de estudo prévio de conteúdos e conceitos teóricos pelos estudantes, tornando a sala de aula um espaço para ação e discussão.[40]

Todas as metodologias ativas enfatizam o protagonismo do estudante na construção do conhecimento, destacando-se pela ênfase na ação prática sobre os objetos de estudo como uma de suas características marcantes.

2.6 Cultura Maker e robótica educacional

A integração das metodologias ativas, da robótica educacional e da cultura Maker busca potencializar a construção do conhecimento na prática pela experimentação. A criação e a personalização de projetos de RE em cultura Maker permite aplicar os conceitos aprendidos de maneira concreta, de forma gradual e inovadora fortalecendo o ensino e aprendizagem ativa.

A Cultura Maker cujo lema é "faça você mesmo" enfatiza a prática e a autonomia no aprendizado ampliando os conceitos discutidos oferecendo uma abordagem que reforça a aplicação da robótica educacional. Assim como no construcionismo de Papert, a Cultura Maker é caracterizada pelo protagonismo dos estudantes na resolução criativa

de problemas multidisciplinares com o uso de objetos reais e palpáveis[43] sendo relacionada à aprendizagem prática e ao protagonismo do estudante na construção do seu conhecimento[44].

Na cultura Maker, a criatividade, inventividade e produtividade são favorecidos pela criação ou produção de algo real que desperte o interesse do estudante[44] alinhando a natureza prática e experimental da Robótica Educacional (RE) e da cultura Maker. Os dispositivos tecnológicos tais "como a placa Arduino, impressoras 3D, cortadoras a laser, kits de robótica e máquinas de costura servem"[44, p. 8] de incentivo para o aprendizado a partir da criação e da descoberta.

Enquanto a robótica apresenta ferramentas e desafios práticos, a cultura Maker estimula a criatividade e a construção de conhecimentos reforçando a aprendizagem individualizada e o envolvimento em projetos colaborativos. O resultado é um ambiente de aprendizagem diversificado e adaptativo em que os conhecimentos técnicos e as competências criativas, sociais e colaborativas são promovidas. A abordagem Maker apresenta dez princípios básicos [45] representados graficamente na Figura 2.6 a seguir.



Figura 2.6: Dez Princípios Maker (Fonte: [46])

Esses dez princípios da abordagem Maker podem ser resumidos em:

- I. Faça: a ação do indivíduo é essencial para fomentar interesse e para a construção do conhecimento;

- II. Compartilhe: o compartilhamento de conhecimentos, experiências e criações é essencial no aprendizado;
- III. Presenteie: entregar algo que se criou para outra pessoa pode incentivar a continuidade da criação;
- IV. Aprenda: estudos complementares são sempre bem vindos e muitas vezes necessários;
- V. Equipe-se: busque ter os materiais necessários para as atividades ou aprenda como criá-los;
- VI. Divirta-se: sem a diversão a efetividade do aprendizado é reduzida;
- VII. Participe: participe de eventos e atividades Maker e use essas oportunidades para aprender;
- VIII. Apoie: auxilie aqueles que estiverem com dificuldades;
- IX. Mude: estude, transforme-se e modifique o ambiente ao seu redor;
- X. Permita-se errar: o erro é uma oportunidade de aprendizado e de melhoria.

A associação das abordagens do movimento Maker e da Robótica Educacional reflete a integração de práticas pedagógicas centradas no aluno para a resolução de problemas e forma criação e prática.

2.7 Abordagem STEAM e robótica educacional

A perspectiva prática e inovadora é enriquecida pela integração entre ciências, tecnologia, engenharia, artes e matemática na abordagem STEAM. O termo Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics (STEAM) é caracterizado para Gavazzi como "um novo formato de educação"[47, p. 30] e para Brandão o termo se refere a "uma metodologia"[48, p. 28]. As características essenciais de atividades STEAM, de consenso entre os pesquisadores, diz respeito à sua ênfase nas atividades *hands-on*, o que se relaciona diretamente às atividades Maker, e na aplicação de aprendizagem contextualizada, ativa e interdisciplinar, estabelecendo conexão com as "áreas de ciências, tecnologia, engenharia, artes e matemática para que, integrados ao conhecimento prévio do indivíduo, possam assumir significado"[48, p. 28].

De acordo com Maia *et al.*, a abordagem STEAM fomenta a aprendizagem ativa e criativa, permitindo a autonomia dos estudantes em "projetos interdisciplinares que buscam resolver problemas do mundo real"[49, p. 70]. Ao aplicar conceitos de várias

disciplinas em um único projeto, os alunos não apenas compreendem melhor os conteúdos de cada área, mas também aprendem a inter-relacioná-los de maneira prática e criativa. A robótica, nesse sentido, proporciona uma plataforma onde esses conceitos podem ser explorados e aplicados facilitando a realização de projetos que integram diversas áreas do conhecimento. Essas características são próprias da natureza interdisciplinar da robótica que "integra disciplinas como Matemática, Engenharia Mecânica, Engenharia Elétrica, Inteligência Artificial, entre outras"[5, p. 37]. Dessa forma, a robótica educacional pode ser caracterizada e desenvolvida como uma atividade STEAM.

No contexto da STEAM, a Ciência aborda a investigação rigorosa e sistemática de fenômenos, a Matemática trata da capacidade de abstração da realidade, as Artes tratam dos aspectos humanos do conhecimento, a engenharia trata dos processos de resolução de problemas e por fim a tecnologia trata da caracterização de artefatos e conhecimentos disponíveis para resolução de problemas[49]. Na robótica educacional em atividades STEAM, os eixos de engenharia e tecnologia permitem melhor integração devido ao foco na resolução de problemas pela engenharia e aplicação prática dos conhecimentos das Ciências, Matemática e Artes na construção da tecnologia, nesse caso, a robótica[47] alinhando com as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o desenvolvimento de competências na resolução de problemas, pensamento crítico e autonomia para o desenvolvimento integral do aluno.

2.8 Representação em mapa conceitual

A integração de conhecimentos interdisciplinares para o ensino e aprendizagem exige novas estratégias e formas efetivas de organização das informações. Os mapas conceituais são utilizados para representar de forma visual, estruturada e qualificada as relações entre conceitos sendo "diagramas bidimensionais que procuram mostrar relações hierárquicas entre conceitos de um corpo de conhecimento"[16, p. 10]. A hierarquia entre os conceitos é representada sendo na parte superior os conceitos mais relevantes e inclusivos que incorporam novos conceitos que são modificados em função dos processos de interação e ancoragem [16, p. 15].

O princípio da diferenciação progressiva é caracterizado pela apresentação inicial de ideias ou conceitos gerais que se tornam progressivamente mais específicos e complexos [16]. A diferenciação progressiva e a reconciliação integradora auxiliam na sistematização e hierarquização das informações para refletir criticamente a aplicação desses conhecimentos na prática com o potencial de "integrar e reconciliar relações entre conceitos e promover a diferenciação conceitual"[16, p. 16]. Ao adicionar um novo conceito, é necessário "voltar, através de exemplos, a novos significados para os conceitos de ordem mais elevada na

hierarquia"[16, p. 16]. As ações de reconciliação integradora e a diferenciação progressiva facilitam a organização e análise crítica das inter-relações e sua aplicação na prática educacional.

A elaboração de mapas conceituais envolve procedimentos para promover a eficácia na sua construção e aplicação pedagógica e podem ser organizados em etapas para [16]:

- Identificar e listar os conceitos essenciais do assunto a ser mapeado;
- Organizar os conceitos hierarquicamente, colocando o conceito mais geral no topo e os mais específicos abaixo;
- Representar as relações entre os conceitos com linhas e rótulos claros, formando sentenças gramaticalmente corretas;
- Adicionar exemplos conforme necessário;
- Atualizar o mapa conforme novos entendimentos surgem, reconhecendo que o mapa é uma estrutura dinâmica.

O conhecimento representado no mapa conceitual expressa o conhecimento dos autores sobre o assunto. As seguintes ações são propostas para produção de mapas conceituais [50]:

- Um contexto de uso bem definido, geralmente presente em uma questão focal;
- Conceitos definidos por poucas palavras, preferencialmente uma única;
- Rótulos dos relacionamentos preferencialmente com poucas palavras e sem conceitos na redação;
- Evitar o uso de mais de quatro conceitos como "filhos" de um mesmo conceito;
- Links cruzados representando relações significativas entre conceitos de domínios diferentes;
- Um mesmo nome de conceito não deve aparecer mais de uma vez no mapa.

A produção adequada dos mapas conceituais garante a clareza, coerência das conexões estabelecidas, profundidade e relevância do conhecimento representado. A qualidade de um mapa conceitual pode ser verificada segundo os princípios gerais de [51]:

- Relevância e Completude: Avalia se o mapa conceitual cobre todos os conceitos relevantes e minimiza a inclusão de conceitos irrelevantes;
- Estrutura das Proposições: Verifica se as relações entre conceitos formam proposições completas e gramaticalmente corretas;

- Validade das Proposições: Checa a correção teórica das proposições apresentadas no mapa;
- Proposições Dinâmicas: Avalia a presença e validade de proposições que mostram relações de causa e efeito;
- Links Cruzados: Analisa o número e a relevância dos links cruzados, ou seja, conexões entre conceitos de diferentes ramos;
- Presença de Ciclos: Verifica a existência de ciclos, onde conceitos se relacionam de forma circular, garantindo que sejam válidos.

Podemos também aplicar critérios de avaliação de ontologias [52] em mapas conceituais para refletir:

- Clareza: Os termos devem comunicar de forma objetiva e efetiva suas definições;
- Coerência: As inferências geradas devem ser condizentes com as definições pretendidas;
- Extensibilidade: Deve estar apto a recepção de novos conceitos ou integração com outros mapas.

A construção de mapas conceituais segundo critérios de qualidade assegura a representação apropriada das inter-relações entre conceitos, a reflexão crítica e a aplicação dos conhecimentos em processos de ensino e aprendizagem sendo uma ferramenta poderosa para a construção e organização do conhecimento.

2.9 Formação de professores e o Modelo TPACK

O Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) é um *framework* de "um conjunto de conceitos relacionados e que explicam determinado fenômeno"[53, p. 13] para apoiar a formação de educadores em tecnologias educacionais. O TPACK fornece uma estrutura para integrar os diferentes tipos de conhecimento da Robótica Educacional. As ferramentas de mapas conceituais e o TPACK podem orientar de maneira efetiva como os conceitos podem ser aplicados na prática educacional como ponte entre tecnologia e o ensino orientando o desenvolvimento de atividades de robótica para a construção de um entendimento robusto e integrado dos conceitos envolvidos.

A Figura 2.7 ilustra os principais tipos de conhecimentos do modelo TPACK para aplicação de tecnologias na educação: o conhecimento pedagógico; o conhecimento tecnológico e o conhecimento do conteúdo dos autores Mishra e Koehler.

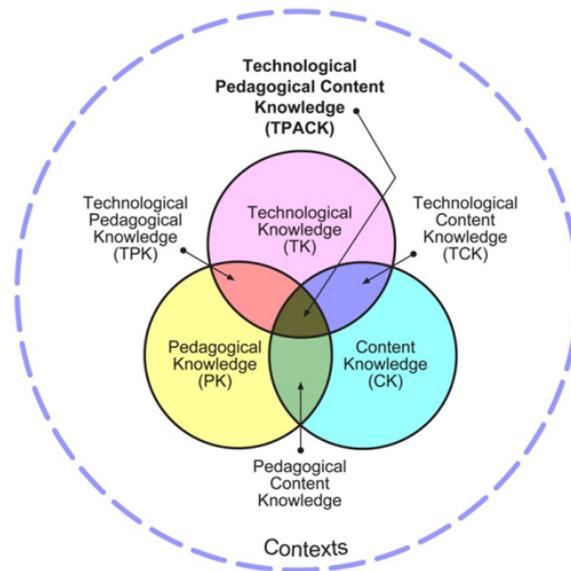


Figura 2.7: Framework TPACK proposto por Mishra e Koehler (Fonte: [9])

As atividades de Robótica Educacional (RE) para o desenvolvimento do Pensamento Computacional (PC), numa abordagem TPACK, organizam os conhecimentos específicos sobre os robôs no eixo de Tecnologia, as teorias e metodologias de ensino no eixo Pedagógico e os conhecimentos sobre o PC no eixo de Conteúdo.

No framework TPACK, o Pedagogical Content Knowledge (PCK) refere-se aos aspectos específicos didáticos e pedagógicos para ensinar um determinado conteúdo curricular; o Technological Content Knowledge (TCK) refere-se aos processos de seleção de recursos tecnológicos adequados para comunicar um determinado conteúdo curricular; e o Technological Pedagogical Knowledge (TPK) refere-se aos aspectos de aplicação dos recursos tecnológicos no processo de ensino e aprendizagem [54].

Ao reconhecer as habilidades resultantes das interações entre eixos é esperado que os pontos de melhoria sejam identificados de forma que o educador "seja capaz de tomar decisões fundamentadas no desenho das suas atividades de ensino com as tecnologias"[54, p. 7]. Estudos de Sokolonski *et al.* apontam que poucos estudos de Robótica Educacional e do Pensamento Computacional estabelecem uma relação adequada entre o pensamento computacional e suas habilidades específicas. Um maior aprofundamento na interseção dos conhecimentos de Conteúdo e Tecnologia podem ajudar a mitigar esse problema[6].

A aplicação do TPACK na RE é exemplificada por Freitas [55] na proposição de um programa de formação de educadores para o uso de RE. A Figura 2.8 apresenta o plano proposto pelo autor segundo o modelo TPACK.

O primeiro módulo aborda o conteúdo referente ao Pensamento Computacional (PC) com base nas habilidades dos quatro pilares de Decomposição, Reconhecimento de Pa-

drões, Abstração e Construção de Algoritmos [55] e suas aplicações. O segundo módulo trata dos conceitos e componentes de robótica, de sensores e atuadores relacionados ao PC com aplicações dos kits de robótica e do Arduino para aplicações e uso de tecnologia de custo acessível. O terceiro módulo aborda os ambientes de programação e de lógica de programação por blocos. O último módulo aborda a aprendizagem baseada em problemas.

Módulo 1 – Pensamento Computacional (PC)	
Tópico	Objetivos de aprendizagem
1.1 Introdução ao pensamento computacional	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer os aspectos teóricos relacionados com o pensamento computacional • Entender os quatro pilares do pensamento computacional • Apresentar exemplos de pensamento computacional em atividades do cotidiano
1.2 Os quatro pilares do pensamento computacional	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar a decomposição para resolver problemas complexos • Reconhecer padrões nos subproblemas • Reconhecer quais são as informações relevantes contidas nos subproblemas • Montar algoritmos para solução de problemas • Estimular o raciocínio lógico
Módulo 2 – Kits para Robótica Educacional	
Tópico	Objetivos de aprendizagem
2.1 Robótica educacional	<ul style="list-style-type: none"> • Conceituar o que é robótica educacional • Apresentar exemplos de robótica educacional na educação básica • Apresentar exemplos de robótica de baixo custo
2.2 Kits proprietários e robótica livre	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer os principais kits disponíveis no mercado • Estabelecer comparativo entre custo-benefício dos kits apresentados • Compreender o que é uma plataforma de prototipagem • Compreender o que é uma plataforma de robótica livre
2.3 Introdução à plataforma Arduino	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender o funcionamento da plataforma Arduino • Identificar e diferenciar sensores e atuadores • Utilizar o Tinkercad para criar pequenos exemplos e visualizar o código gerado
Módulo 3 – Ambientes de programação	
Tópico	Objetivos de aprendizagem
3.1 Plataformas de programação por código/blocos	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer os principais softwares utilizados para a programação do Arduino • Compreender a lógica presente na programação por blocos
3.2 Programação por blocos	<ul style="list-style-type: none"> • Executar rotinas simples de programação por blocos
Módulo 4 – Aprendizagem Baseada em Problemas	
Tópico	Objetivos de aprendizagem
4.1 Montagem de circuito simples no Arduino	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender o princípio básico da montagem de circuitos • Realizar a montagem de circuitos simples • Usar LEDs, LDR, sensores básicos, realizando a leitura e interligando os componentes eletrônicos
4.2 Programação do Arduino por blocos	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar o princípio da programação por blocos no Arduino
4.3 Apresentar problemas de complexidade baixa	<ul style="list-style-type: none"> • Resolver os problemas • Desenvolver o raciocínio lógico e criativo
4.4 Apresentar problemas de complexidade mediana	<ul style="list-style-type: none"> • Resolver os problemas • Desenvolver o raciocínio lógico e criativo • Pesquisar soluções relacionadas • Desenvolver o raciocínio científico

Figura 2.8: Plano de curso de Robótica Educacional com TPACK (Fonte: [55])

Os tópicos propostos na Figura 2.8 para desenvolvimento do PC de forma progressiva em ambientes de programação e uso de kits de robótica sugere a integração do modelo TPACK como abordagem estratégica para articulação de conhecimento pedagógico, tecnológico e de conteúdo visando apoiar os educadores frente aos novos e velhos desafios na educação contemporânea.

Capítulo 3

A Base Nacional Comum Curricular para o Ensino de Computação na Educação Básica

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) prevista na Constituição Federal de 1988 e na Lei de Diretrizes e Bases (LDB) de 1996 [56] instituiu a Base Nacional Comum Curricular para a Educação Básica incluindo os segmentos da Educação infantil (BNCC-EI), do Ensino Fundamental (BNCC-EF) e do Ensino Médio (BNCC-EM) aprovadas pelas Resoluções do CNE/CP Nº 2, de 22 de dezembro de 2017[57] e No. 4 de 17/12/2018 [58] o que representa o direcionamento para a melhoria da qualidade da educação básica. Este capítulo aborda a organização da BNCC para o ensino de Computação na EB aprovada pelo Parecer CNE/CEB no.2/2022 de 17 de fevereiro de 2022[2] tornando obrigatório o ensino de computação nas escolas.

3.1 Organização da BNCC e o conceito de competência

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) estabelece a progressão das aprendizagens na Educação Básica (EB) por meio de competências organizada em três etapas para representar os segmentos da Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio. Nessa organização, o ensino fundamental é organizado em anos iniciais, referente aos períodos do primeiro ao quinto ano e aos anos finais referente ao período do sexto ao nono ano da educação básica.

O termo 'competência' na BNCC é expresso como sendo 'a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais),

atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho’ [12, p. 8]. Ao longo das três etapas, as escolas da rede devem assegurar o desenvolvimento das aprendizagens essenciais representadas pelas dez competências gerais descritas na Figura 3.1 a seguir.



Figura 3.1: Competências Gerais da BNCC (Fonte: [59])

Cada competência geral descrita na Figura 3.1 representa aspectos humanos e sociais para a preservação, criação e aprimoramento de conhecimentos acumulados pela humanidade; o respeito e compreensão às culturas diversas; a capacidade de comunicação; a compreensão das tecnologias do mundo contemporâneo; o direcionamento para o mundo do trabalho; validar e defender pontos de vista estabelecendo equilíbrio consigo mesmo, com o próximo e na vida em sociedade.

3.1.1 BNCC - Educação Infantil

A BNCC para o segmento da educação infantil busca garantir as aprendizagens para o desenvolvimento pleno das crianças em seus primeiros anos de vida. Essas aprendizagens

são expressas na base nacional como **Direitos de aprendizagem** representados na Figura 3.2 em: **Expressar; Explorar; Conhecer-se; Participar; Brincar e Conviver**. Esses direitos buscam garantir que a aprendizagem ocorra em ambiente saudável para o desenvolvimento integral e social da criança.



Figura 3.2: Fluxograma: Direitos de Aprendizagem (Fonte: [60])

As habilidades e competências a serem desenvolvidas na etapa da educação infantil são organizadas em seis **Campos de Experiência** representados na Figura 3.3 que articulam temas a serem desenvolvidos em atividades pedagógicas para desenvolvimento social, físico, cognitivo, criativo e para a compreensão do mundo pelas crianças:

1. O eu, o outro e o nós; Corpo, gestos e movimentos;
2. Corpo, gestos e movimentos;
3. Espaço, tempos, quantidades, relações e transformações;
4. Traços, sons, cores e formas;
5. Escuta, fala, pensamento e imaginação.



Figura 3.3: Fluxograma: Campos de experiências Educação Infantil (Fonte: [60])

3.1.2 BNCC - Ensino Fundamental

O ensino fundamental é organizado por áreas do conhecimento e componentes curriculares conforme representado na Figura 3.4. As cinco áreas de conhecimento e nove componentes curriculares obrigatórios do ensino fundamental descrevem competências específicas articuladas pelas competências gerais desenvolvidas em eixos temáticos e objetos de conhecimento.

3.1.3 BNCC - Ensino Médio

A organização do ensino médio é apresentada na Figura 3.5. Os componentes de língua portuguesa e de matemática são obrigatórios ao longo dos três anos. Cada componente curricular descreve competências específicas que se articulam com as competências gerais desenvolvidas por meio de habilidades relacionadas.

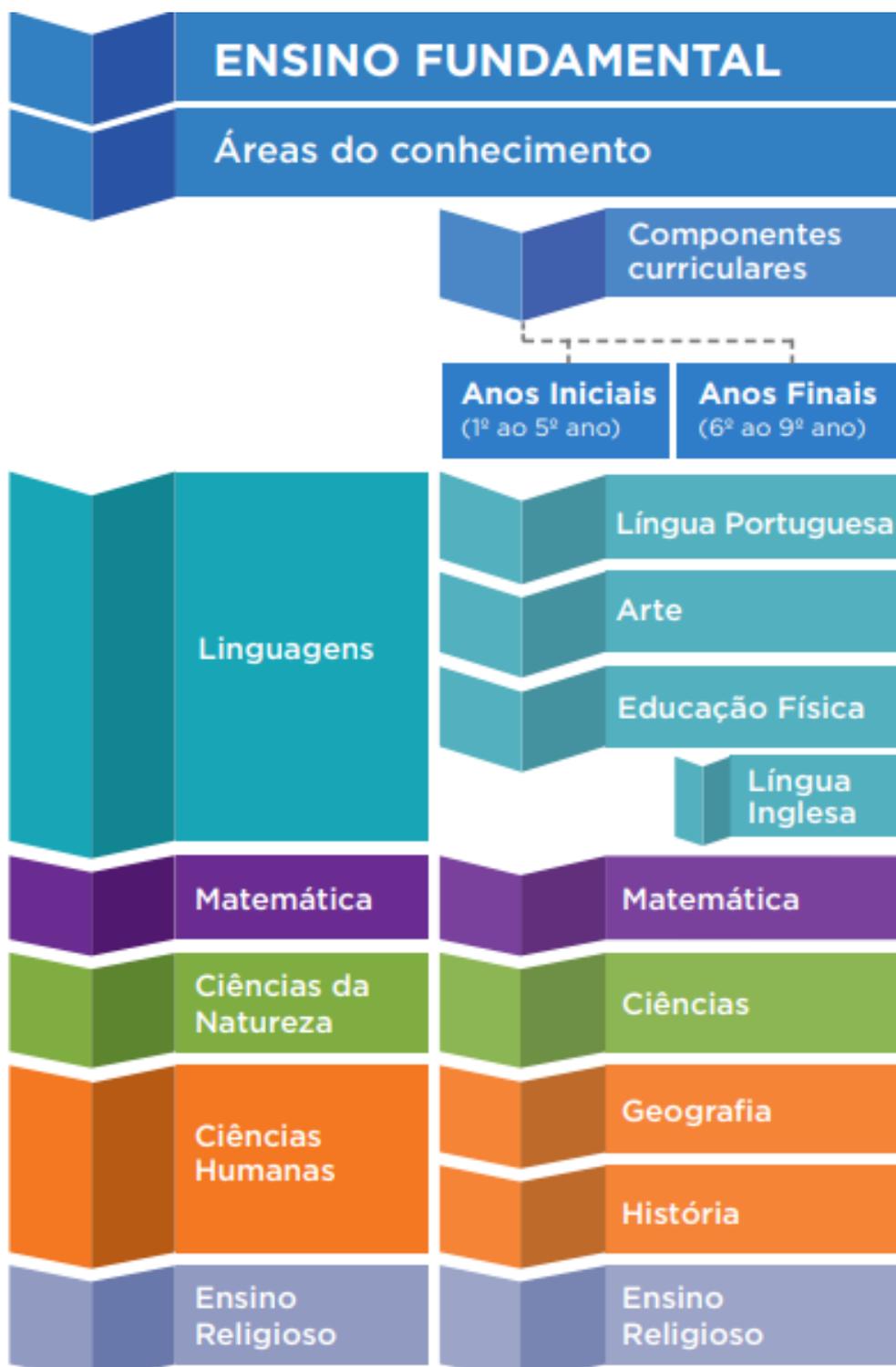


Figura 3.4: Estrutura curricular do ensino fundamental (Fonte: [12])



Figura 3.5: Estrutura curricular do ensino médio (Fonte: [12])

3.2 Codificação de habilidades na BNCC

A representação das habilidades gerais e específicas na BNCC adota um sistema de codificação alfanumérico que expressa informações relativas à etapa do ensino, ao componente curricular da área de conhecimento e aos anos a serem desenvolvidos a habilidade.

A Figura 3.6 exemplifica uma codificação de habilidade do Ensino Fundamental. Neste exemplo, a habilidade EF67EF01 representa a primeira habilidade do componente curricular de educação física a ser desenvolvida durante o sexto e sétimo anos do ensino fundamental. As primeiras duas letras "EF" determinam o segmento de ensino, o ensino fundamental, os dois números seguintes "67" apresentam os anos nos quais esta habilidade deve ser desenvolvida, as duas letras seguintes "EF" denotam o componente curricular a qual estas habilidades se relacionam e o por fim o número "01" representa a ordem em que esta habilidade é apresentada na BNCC.

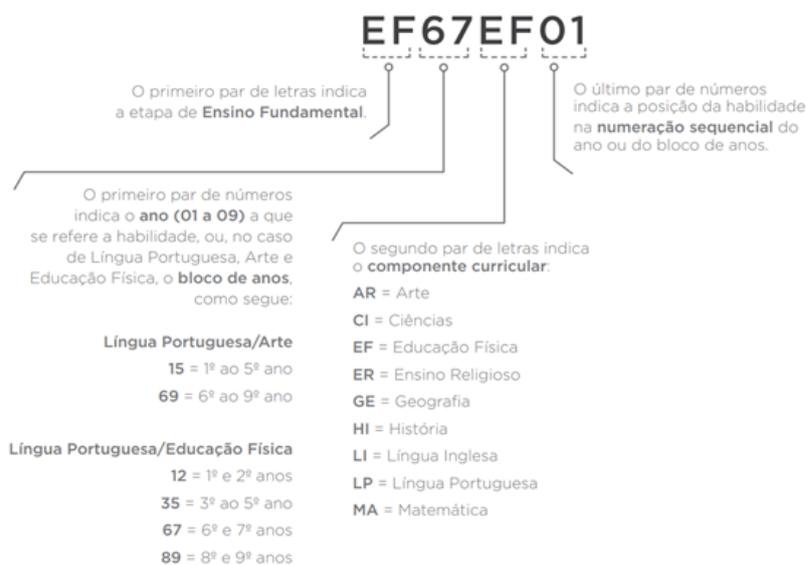


Figura 3.6: Exemplo de codificação de habilidades do ensino fundamental (Fonte: [12])

No exemplo da Figura 3.7, o exemplo representa uma habilidade do Ensino Médio. A habilidade EM13LGG103, representa a terceira habilidade, da primeira competência, da área de Linguagens e suas tecnologias, para desenvolvimento em qualquer série dos três anos do ensino médio. Dessa forma, as duas primeiras letras representam o segmento de ensino, os dois números subsequentes representam os anos em que a habilidade deve ser desenvolvida, as três letras seguintes "LGG" refere-se área de conhecimento e o número seguinte "103" identifica a competência "1" e a habilidade "03".

Essa forma de codificação visa facilitar a organização, classificação e contextualização da habilidade nos processos de planejamento pedagógico, definição de estratégias de ensino e avaliação da progressão das habilidades nos processos de ensino e aprendizagem na EB.

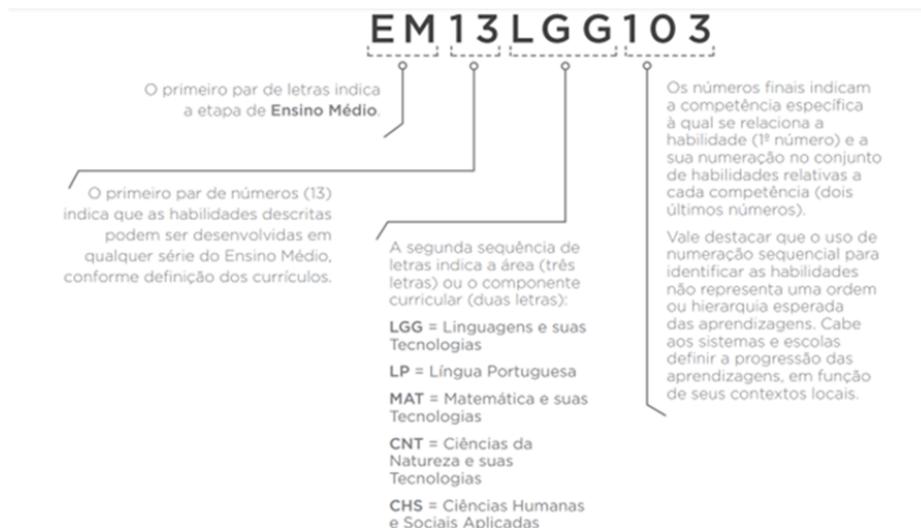


Figura 3.7: Exemplo de codificação de habilidades do ensino médio (Fonte: [12])

3.3 Computação - complemento à BNCC

O ensino de Computação tornou-se obrigatório na Educação Básica (EB) brasileira desde a aprovação do complemento à BNCC em fevereiro de 2022 [2]. A BNCC Computação[61] serve de base para a tomada de decisões sobre as estratégias de ensino, currículos e as aprendizagens a serem desenvolvidas nas etapas da educação infantil, ensino fundamental e médio.

3.3.1 Computação na Educação Infantil

O ensino de computação na educação infantil é norteado por quatro premissas descritas na Figura 3.8 visando promover experiências de aprendizagem descritas na Figura 3.3 para promover a garantia dos direitos de aprendizagem das crianças representadas na Figura 3.2.

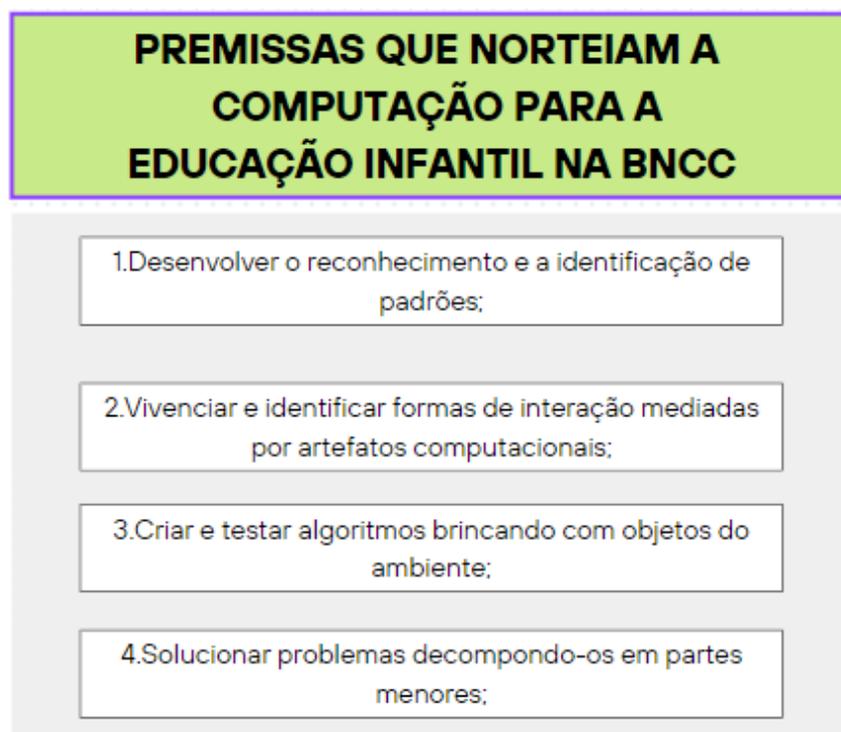


Figura 3.8: Premissas que norteiam a Computação para a educação infantil na BNCC

3.3.2 Computação no Ensino Fundamental

O ensino de computação no ensino fundamental é orientado por sete competências específicas da área de computação a serem desenvolvidas de maneira gradual durante os nove anos (Figura 3.9) alinhadas com as dez competências gerais (Figura 3.1). Essas competências representam a busca pelo desenvolvimento de sujeitos capazes de compreender os impactos sociais, pessoais, morais e ambientais da computação e que possam promover a criação, uso ético e efetivo de artefatos computacionais para promover benefícios sociais de forma democrática e inclusiva.

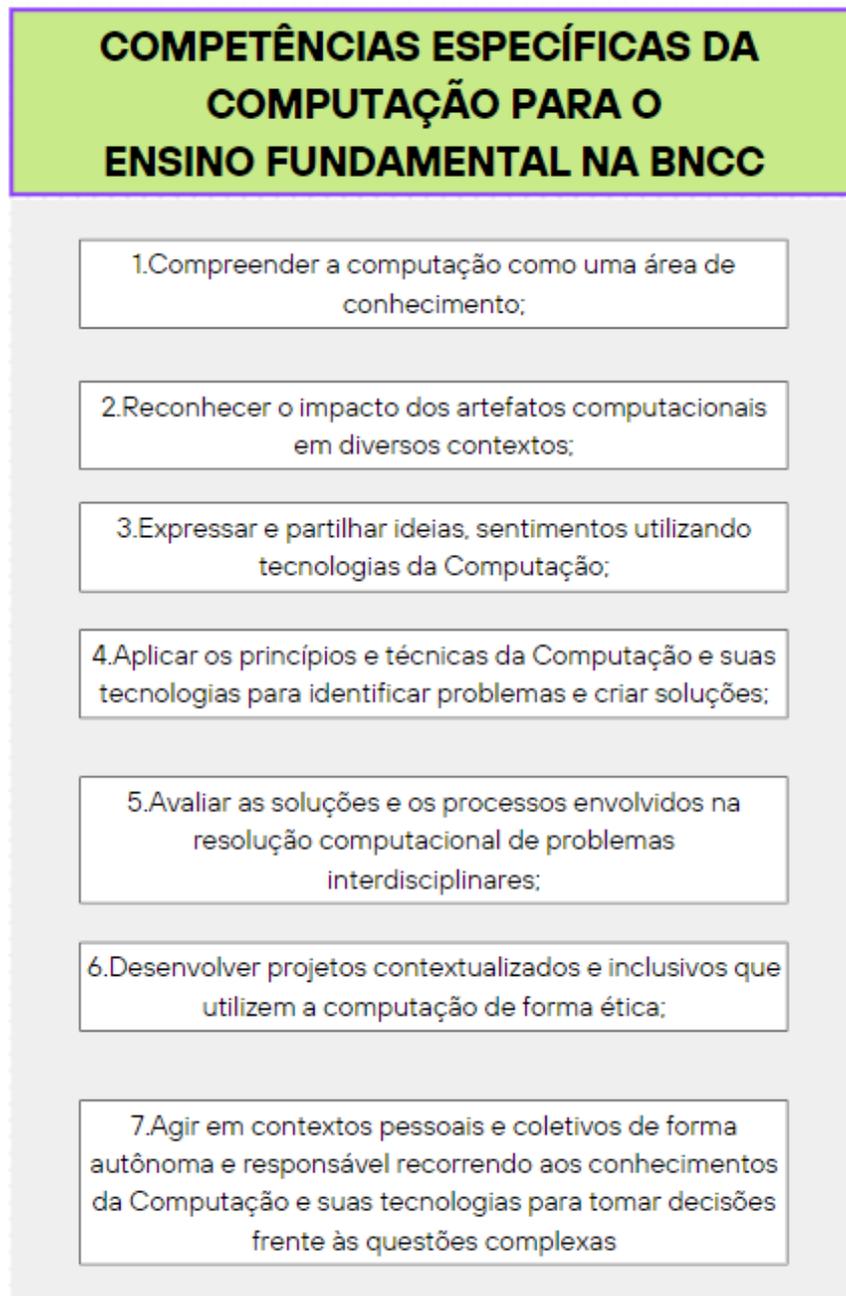


Figura 3.9: Competências específicas da Computação para o ensino fundamental na BNCC

3.3.3 Computação no Ensino Médio

As sete competências específicas de computação para o ensino médio representadas na Figura 3.10 buscam o aprofundamento nas competências desenvolvidas no ensino fundamental para a análise crítica e criação desses artefatos.

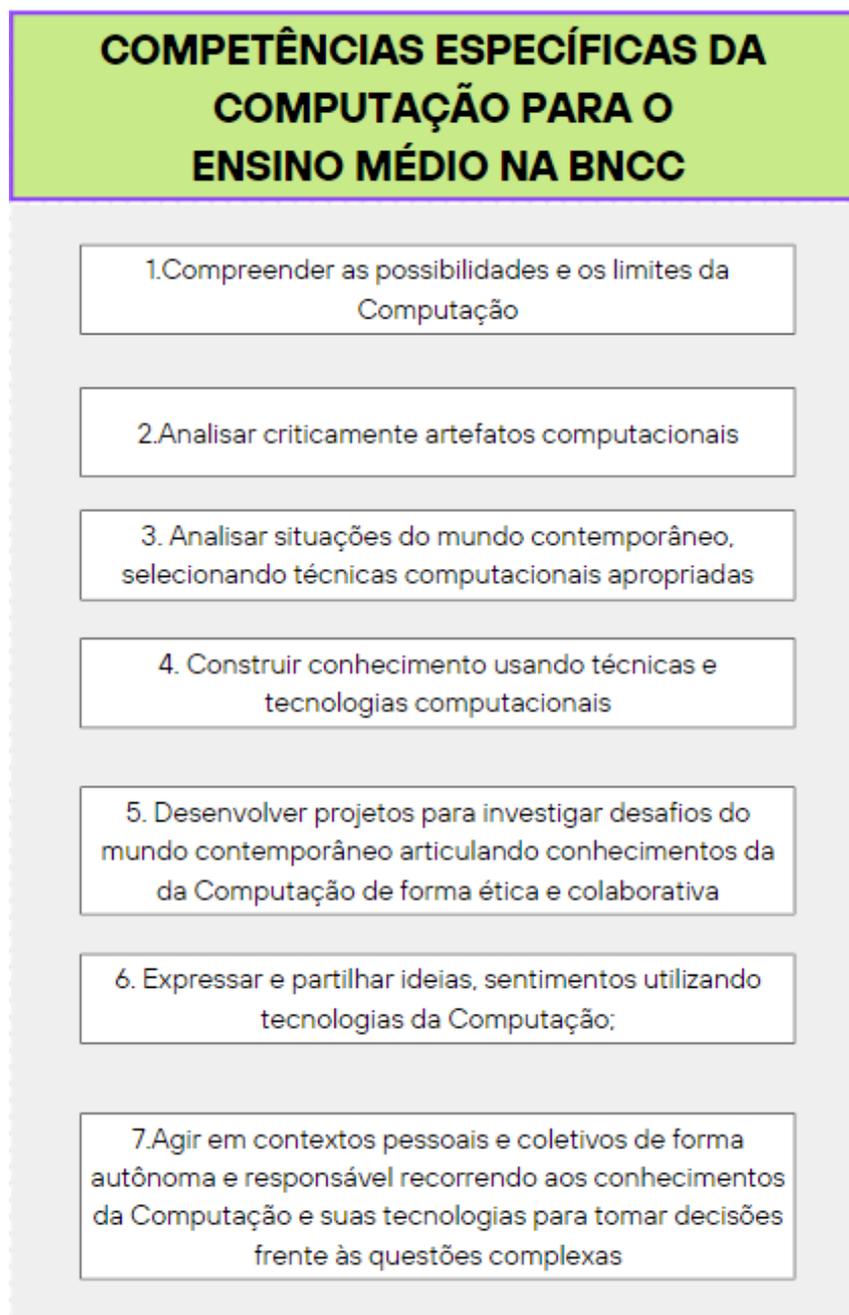


Figura 3.10: Competências específicas da Computação para o ensino médio na BNCC

3.4 Eixos Temáticos na BNCC Computação

As habilidades da computação são organizadas em três eixos temáticos (Figura 3.11) propostos para orientar as estratégias pedagógicas de abordagem dos conteúdos e orientar o desenvolvimento das competências associadas. Esses três eixos temáticos de Cultura Digital, Mundo Digital e Pensamento Computacional estão representados na Figuras 3.12 a 3.14 e apresentam processos de cognição e raciocínio muitas vezes semelhantes.

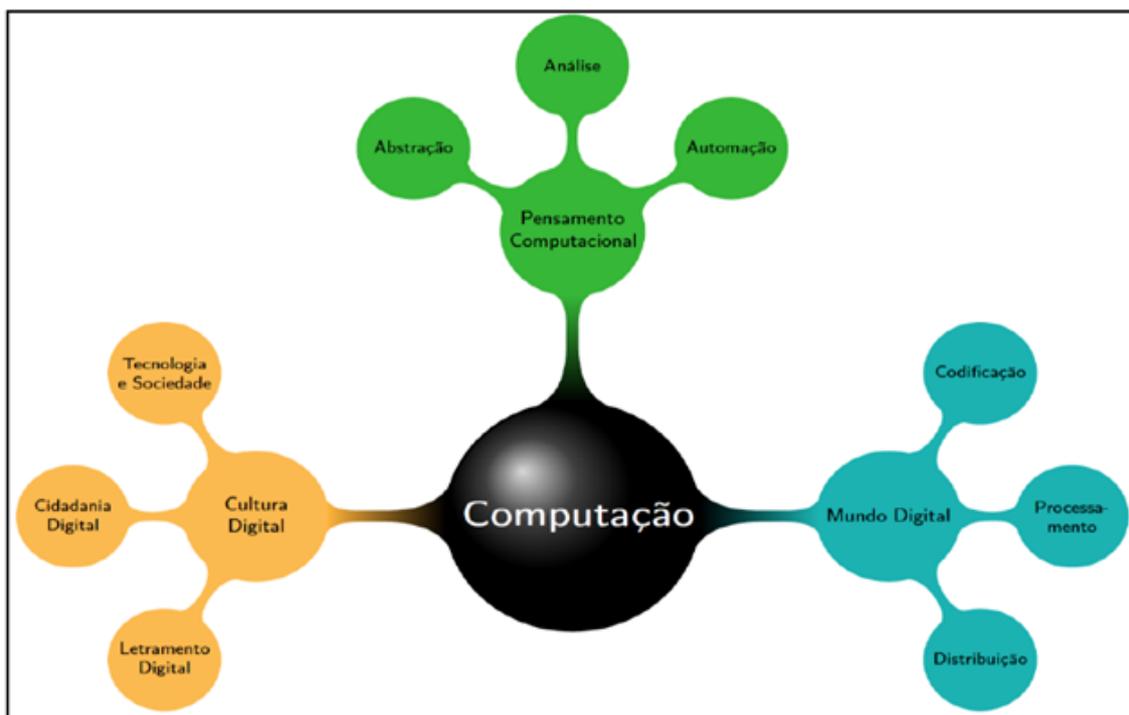


Figura 3.11: Eixos da Computação (Fonte: [11])

3.4.1 Eixo Cultura Digital

O eixo de **Cultura Digital** relaciona habilidades para compreensão dos impactos de uso dos artefatos digitais em diversos contextos para uso responsável, consciente e ético em diferentes tecnologias digitais e conteúdos veiculados. Refere-se à fluência no uso da tecnologia digital de forma eficiente, contextualizada e crítica [11] orientando o desenvolvimento de competências e habilidades de **letramento digital**, **tecnologia e sociedade** e **cidadania digital** conforme apresentado em Figura 3.12.

O **letramento digital** está relacionado ao uso seguro e eficaz das tecnologias em mídias digitais com fluência digital e segurança em ambientes virtuais. A dimensão de **tecnologia e sociedade** trata dos aspectos sociais sobre o impacto da tecnologia no cotidiano, na economia e no meio ambiente. A dimensão de **cidadania digital** está relacionado ao uso crítico, com a garantia de direitos, de maneira segura, em ambientes virtuais e em redes digitais.

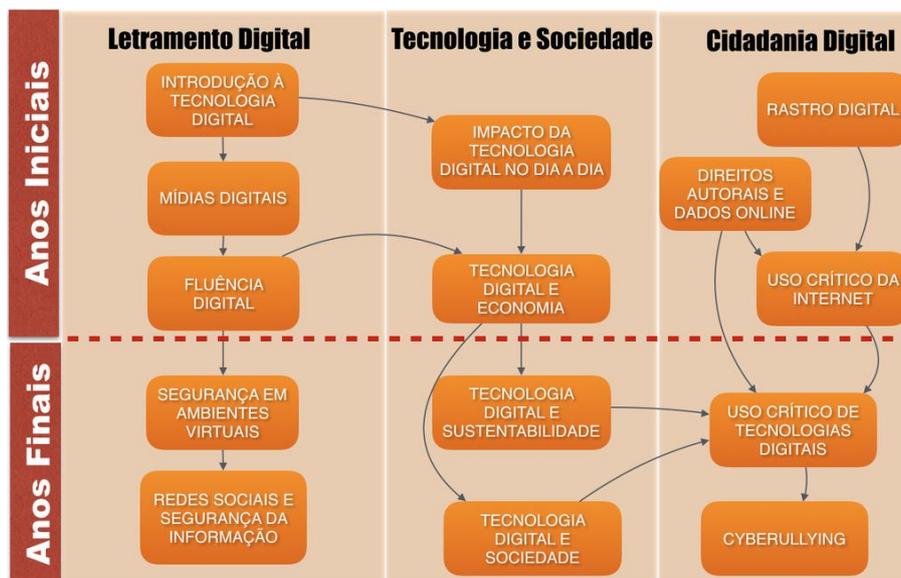


Figura 3.12: Conceitos de Cultura Digital no Ensino Fundamental (Fonte: [11])

3.4.2 Eixo Mundo Digital

O eixo **Mundo Digital** relaciona as habilidades e conhecimentos para a compreensão do funcionamento dos artefatos digitais físicos, da importância da informação e da codificação digital para processamento e distribuição de forma segura e confiável. Aborda a informação, o processamento e a distribuição da informação evidenciando os processos de manipulação e transmissão de informações; a transformação de informação em códigos, por meio da abstração de informações, em dados protegidos por meio da criptografia; transmissão pela internet ou armazenados em computadores e dispositivos de hardwares e softwares conforme representado na Figura 3.13.

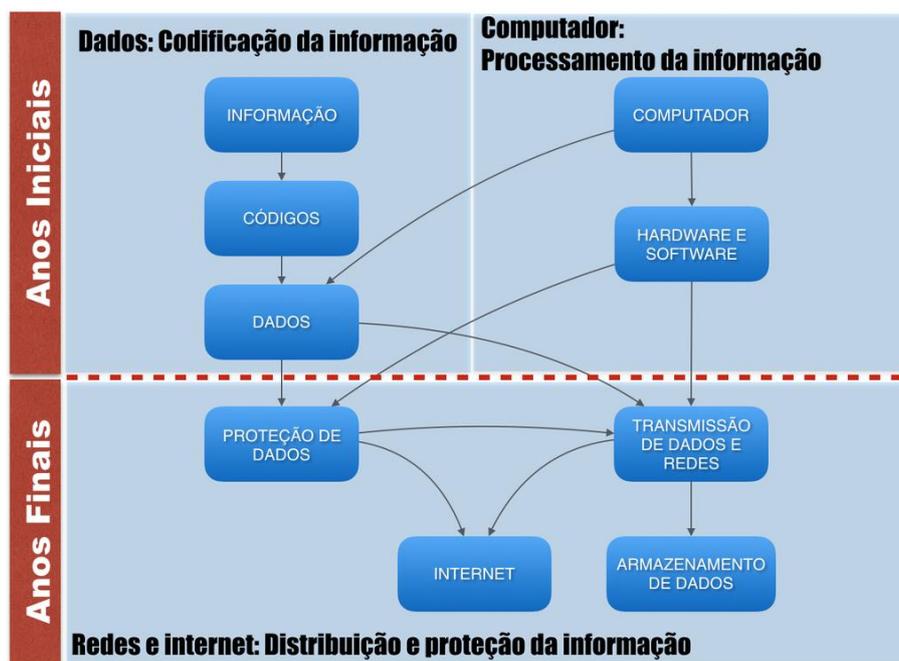


Figura 3.13: Conceitos de Mundo Digital no Ensino Fundamental (Fonte: [11])

3.4.3 Eixo Pensamento Computacional

O conceito de PC é definido como "o conjunto de habilidades cognitivas necessárias para compreender, definir, modelar, comparar, solucionar, automatizar e analisar problemas e possíveis soluções de forma metódica e sistemática por meio de algoritmos"[11, p. 9].

O **Pensamento Computacional** está relacionado à aprendizagem e ao desenvolvimento do pensamento crítico de maneira integrada com outras áreas do conhecimento. Envolve a abstração de informação, de processos e automação representados na Figura 3.14 podendo ser considerado como processo cognitivo mobilizado para a resolução de problemas pela compreensão de procedimentos, artefatos e sistemas por meio de algoritmos, processos de decomposição, generalização, reconhecimento de padrões, abstrações, representações em contexto e avaliação [62].

A **abstração** diz respeito à capacidade de extrair os componentes relevantes do fenômeno observado. Em fenômenos complexos pode ser observado em "camadas" em que cada camada considera a descrição de um nível de complexidade [63, p. 1456].

A **generalização** refere-se à capacidade de identificar soluções que podem ser reutilizadas em diferentes contextos e que possuem padrões ou características similares. A **decomposição** refere-se à capacidade de dividir um problema complexo em problemas menores[64].

A **avaliação** relaciona-se ao processo de identificar possibilidades de soluções e escolher a melhor dentre as possibilidades identificadas, a partir de critérios.[64]

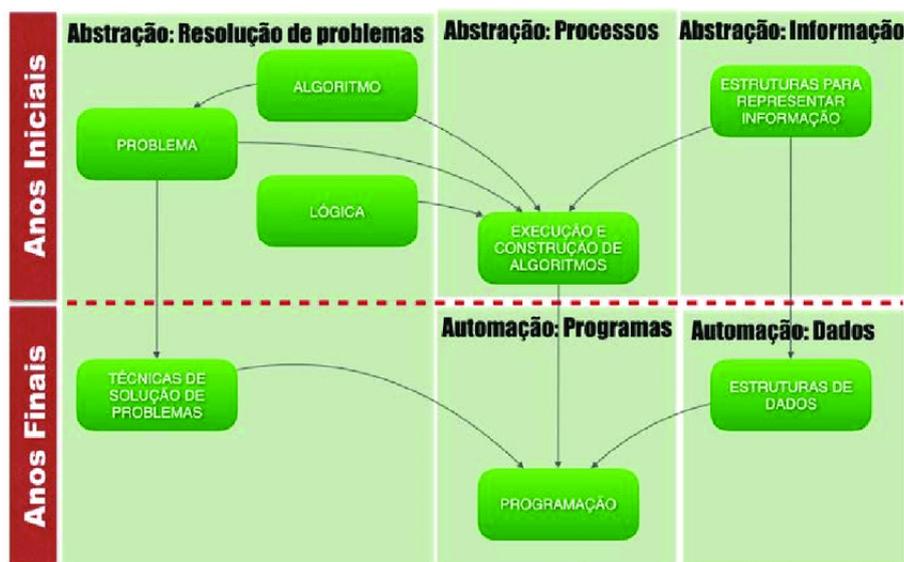


Figura 3.14: Conceitos de Pensamento Computacional no Ensino Fundamental (Fonte: [11])

3.5 A robótica na BNCC para o ensino de Computação

A robótica está inserida na BNCC para desenvolvimento de habilidades no Ensino Fundamental em projetos de interfaces ou aplicações de robótica [61, p. 53], em especial, na habilidade "(EF09CO03) Usar autômatos para descrever comportamentos de forma abstrata automatizando-os através de uma linguagem de programação baseada em eventos." [61, p. 52].

No Ensino Médio, a criação de robôs é prevista na habilidade "(EM13CO16) Desenvolver projetos com robótica, utilizando artefatos físicos ou simuladores" [61, p. 66]. Logo, as atividades de Robótica educacional são obrigatórias no ensino médio.

Capítulo 4

Metodologia da pesquisa

A metodologia da pesquisa foi desenhada para explorar, documentar e analisar qualitativamente o contexto pedagógico, tecnológico e normativo da Robótica Educacional (RE) e do desenvolvimento do Pensamento Computacional (PC) como apoio pedagógico para professores da educação básica.

A abordagem qualitativa é justificada pela natureza subjetiva e interpretativa do fenômeno em estudo sendo particularmente adequada para investigar como as práticas pedagógicas e tecnológicas do uso da RE são percebidas e aplicadas em diferentes contextos educacionais [8] [9]. A pesquisa documental, por sua vez, possibilita a análise das diretrizes normativas e curriculares visando construir uma compreensão das exigências e expectativas para a educação básica no Brasil [11] [61] [12].

Os mapas conceituais são úteis para representar de maneira explícita e sistemática as relações entre conceitos. Dessa forma, as relações dos conceitos de robótica educacional, do PC e das teorias e metodologias de ensino podem ser explicitadas para facilitar a sua aplicação em ambientes educacionais na prática pois "são representações concisas das estruturas conceituais que estão sendo ensinadas e, como tal, provavelmente facilitarão a aprendizagem dessas estruturas" [16, p. 16].

4.1 Delimitação do objeto

O estudo tem por objetivo propor um modelo conceitual pedagógico de Robótica Educacional (RE) e de PC para aplicação no ensino fundamental. Dessa forma, a delimitação do objeto envolveu a identificação e organização dos conceitos, relacionamentos e representação sistemática segundo os procedimentos de

- a) Definição das bases de pesquisa;
- b) Revisão sistemática da literatura;

- c) Representação em mapas conceituais;
- d) Validação dos mapas conceituais.

4.2 Definição das bases da pesquisa

As bases utilizadas incluíram da SBC OpenLib da Sociedade Brasileira de Computação, do portal de periódicos da CAPES, da SCIELO e da IEEEExplore. A representação em mapas conceituais utilizou a ferramenta de CmapTools[15] do *Institute for Human & Machine Cognition* (IHMC) com a aplicação do método proposto por Moreira(2006)[16]. A caracterização das atividades de robótica educacional seguiu os procedimentos de DERMEVAL, *et al.*[13] e utilizou o software Zotero[14] para apoiar a organização de referências bibliográficas.

4.3 Revisão sistemática da literatura

O levantamento bibliográfico buscou identificar e analisar práticas educacionais que utilizam a RE, oferecendo suporte para a modelagem dos mapas conceituais propostos neste trabalho. A revisão foi baseada nas diretrizes estabelecidas por Dermeval *et al.* [13] que adota estrutura em três fases: de planejamento, condução e relatório, conforme ilustrado na Figura 4.1.

Os critérios de inclusão e exclusão dos estudos são apresentados nas Tabela 4.1 e Tabela 4.2 com as respectivas strings de busca nas bases de dados consultadas. Os critérios de inclusão e exclusão buscaram a adequação dos textos ao tema e objetivos propostos. Essa fase envolveu a formulação da questão orientadora de **como a Robótica Educacional pode ser utilizada no ensino do Pensamento Computacional**.

As bases de dados SBC OpenLib [65], SCIELO[66], IEEEExplore[67] e Portal de periódicos da CAPES[68] foram utilizadas nos termos de busca: ((“Robótica” AND “Educação”) OR (“Robótica” AND “Ensino”)) para textos em português, e “Robotic” AND “Education” para textos em inglês. A ferramenta Zotero [14] apoiou a organização dos textos selecionados com base nas diretrizes de Dermeval *et al.* [13] com os seguintes critérios de avaliação:

1. Semelhança entre as metodologias aplicadas;
2. Grau de detalhamento das metodologias aplicadas.

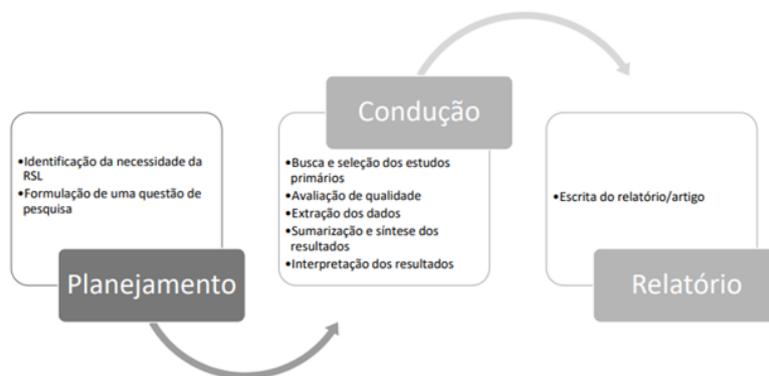


Figura 4.1: Fases e atividades do processo de execução da Revisão Sistemática da Literatura e Mapeamento Sistemático da Literatura (Fonte: [13])

Tabela 4.1: Critérios de inclusão para seleção de estudos.

Critérios de inclusão
Utilização de robótica educacional
Caracterização das estratégias de ensino aplicadas
Relacionamento com o ensino do Pensamento Computacional

4.4 Representação em mapas conceituais

A definição, organização e estruturação de conceitos e seus relacionamentos utilizou a ferramenta CmapTools[15] para apoio à construção de mapas conceituais. Essa ferramenta apresenta funcionalidades de relacionar aos conceitos novas referências e outros mapas permitindo o compartilhamento em formatos editáveis e a colaboração entre usuários.

Com base no modelo TPACK, no estudo de [55] e na BNCC foram identificados três eixos de conhecimentos necessários para o uso de RE no ensino fundamental: o eixo de conteúdo de Pensamento Computacional (PC) e de robótica; o eixo tecnológico com as ferramentas físicas de componentes de um robô; e as metodologias de ensino como eixo pedagógico. Os conceitos desses três domínios interdisciplinares foram identificados e organizados em mapas conceituais para explicitar as relações entre os eixos tecnológico-pedagógico e conteúdo-tecnológico.

A organização de conceitos, definição de relacionamentos e representação gráfica foram

Tabela 4.2: Critérios de exclusão para seleção de estudos.

Critérios de exclusão
Ausência de especificação dos métodos de ensino aplicados
Textos em idiomas diferentes do português e inglês
Textos disponibilizados de forma incompleta

obtidos segundo método proposto por Moreira [16] descritos no capítulo 2. Os conceitos foram inicialmente listados e ordenados, com os conceitos mais gerais acima e os conceitos mais específicos abaixo, e seguida, foram identificados relacionamentos entre os conceitos e representados por meio de linhas. Por fim foram definidos rótulos que pudessem explicar a relação entre os conceitos. Durante este processo foram aplicados os princípios da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa para representação conceitual e proposicional na construção de mapas conceituais.

4.5 Validação dos mapas conceituais

A realização de grupo focal com educadores de características diversas como proposto por Oliveira e Ribeiro [69] é previsto com grupos de professores especialistas em robótica educacional e pensamento computacional com experiência de ensino na educação básica e superior. Os encontros de diálogos e trocas de experiências com os professores selecionados são direcionados para as questões orientadoras formuladas previamente.

As representações em mapas conceituais obtidas são analisadas e validadas pelo grupo focal segundo critérios de qualidade para atestar validade, completude, clareza e utilidade das representações obtidas junto aos educadores. Esses critérios podem ser aplicados a partir as seguintes questões de análise:

1. "As relações dos mapas conceituais são válidas e corretas?"
2. "Os mapas são claros e diretos?"
3. "Existem conceitos irrelevantes?"
4. "Faltam conceitos essenciais?"
5. "Quais as melhorias que podem ser feitas ?"
6. "O mapa é útil para os educadores na prática pedagógica?"

Os resultados obtidos e as análises desse processo são apresentados no capítulo 5.

Capítulo 5

Resultados e discussões

Este capítulo apresenta os resultados e as análises obtidas nos processos de aplicação dos métodos de revisão sistemática e de construção dos mapas conceituais.

5.1 Definição das bases da pesquisa

Os conceitos de Robótica Educacional (RE) no ensino fundamental para o desenvolvimento do PC foram analisados segundo a BNCC, o modelo TPACK e o estudo de Freitas [55]. O eixo de conteúdo de PC foi considerado de maneira articulada com os conteúdos de robótica no eixo tecnológico. As metodologias de ensino foram consideradas no eixo pedagógico. Dessa forma, os conceitos de computação no ensino fundamental, de robôs e das teorias e metodologias de ensino foram desenvolvidos para caracterizar as relações entre os eixos Tecnológico-Pedagógico e Conteúdo-Tecnológico.

5.2 Revisão sistemática da literatura

A revisão sistemática foi realizada com intuito de identificar atividades práticas da robótica educacional para desenvolver o PC com o total de 798 estudos obtidos e 26 estudos selecionados a partir dos critérios previamente discutidos conforme apresentado na tabela Tabela 5.1. As Tabela 5.2 a Tabela 5.4 apresentam os trabalhos selecionados, bem como, uma síntese sobre a contribuição do trabalho na resposta à questão: **Como a robótica educacional é utilizada no ensino do Pensamento Computacional?**

Tabela 5.1: Resultado da revisão sistemática por base de dados.

Base de dados	Resultado da busca
SBC OpenLib	85
CAPES	86
SCIELO	40
IEEEExplore	587
Total	798

5.3 Representação em mapas conceituais

A construção de modelos pedagógicos de uso da Robótica Educacional (RE) como ferramenta eficaz para o desenvolvimento do Pensamento Computacional (PC) no Ensino Fundamental requer a compreensão dos fundamentos de organização da BNCC, do PC e de RE. Como a robótica educacional é utilizada no ensino do Pensamento Computacional? Esses domínios foram abordados para representar as seguintes questões orientadoras:

- a) Como a BNCC está organizada?
- b) Como a RE está representada na BNCC?
- c) Como o PC está representado na BNCC?
- d) Como aplicar metodologias ativas com a RE?
- e) Como desenvolver PC com RE e metodologias ativas?

Essas questões subsidiaram a elaboração dos modelos conceituais propostos representados nos mapas descritos nas seções seguintes.

Tabela 5.2: Primeira parte da relação de estudos selecionados.

Estudo	Principal contribuição para este trabalho
Matemática e física em experiências de robótica livre: explorando o sensor ultrassônico[70]	Exemplifica a interdisciplinariedade da robótica e a abstração de informações realizada pelos sensores em uma atividade prática
Investigando potencialidades da competição fl (first lego league) no processo de aprendizagem escolar dos estudantes da educação básica[71]	Investiga os benefícios educacionais da participação dos estudantes em competições de robótica, como First Lego League
Informática na Educação no Ensino Fundamental I: Análise das Práticas da escola Aloys João Mann de Cascavel/PR.[72]	Investiga o aspecto lúdico das atividades de RE em atividades com estudantes dos terceiro, quarto e quinto anos do ensino fundamental
Ensino de programação em robótica com arduino para alunos do ensino fundamental: relato de experiência.[73]	Demonstra a organização e aplicação de um curso de robótica com objetivo de ensinar programação básica aos participantes.
<i>A Study on the Suitability of Visual Languages for Non-Expert Robot Programmers</i> [74]	Demonstra, de forma estruturada, o impacto do ambiente de programação na qualidade da aprendizagem e no interesse em atividades de RE
Processo de Aprendizagem de Matemática à luz das Metodologias Ativas e do Pensamento Computacional[75]	Apresenta o realização de etapas de Brainstorming colaborativo para a resolução de problemas interdisciplinares
A robótica livre e o ensino de física e de programação: desenvolvendo um teclado musical eletrônico.[76]	Outro exemplo do potencial interdisciplinar da RE, neste caso com os conceitos de ondas sonoras da física.
A fluência digital como possibilitadora de inclusão digital de crianças mediante ações em oficinas[77]	Demonstra a aplicação de RE para fomentar a inclusão digital por meio de atividades educacionais com ferramenta Scratch e Kits LEGO.
Um Estudo Exploratório Sobre o Uso Da Robótica Educacional Como Ferramenta de Apoio ao Ensino-Aprendizagem de Lógica de Programação para Alunos da Rede Pública do Ensino Médio[78]	Exemplo de aplicação da RE com aprendizagem baseada em problemas para desenvolvimento do PC no ensino médio.

Tabela 5.3: Segunda parte da relação de estudos selecionados.

Estudo	Principal contribuição para este trabalho
<i>Accessible Maker-Based Approaches to Educational Robotics in Online Learning</i> [79]	Demonstração prática da possibilidade de realização remota das atividades de robótica educacional
Metodologias ativas numa escola técnica profissionalizante[80]	Demonstra como atividades de RE se organizam em ambientes que aplicam atividades online e presenciais de forma intercalada
Robótica Pedagógica no Exercício do Pensamento Computacional[81]	Apresenta a possibilidade de aplicação de atividades de computação desplugada anteriormente à aplicação da RE, para apresentar os conceitos básicos da programação.
Robótica na educação não é um bicho-papão: relato de experiência na rede pública municipal[82]	Exemplo de aplicação de projeto de RE com duração de um ano, o que se difere dos outros estudos selecionados, que possuem durações mais curtas.
Robótica Educacional: Uma Experiência de Ensino Híbrido na Formação Inicial de Acadêmicos de Licenciatura em Computação[83]	Exemplifica curso de formação docente para a realização de atividades de Robótica Educacional (RE)
Robótica educacional uma ferramenta para ensino de lógica de programação no ensino fundamental[84]	Apresenta a programação por fluxogramas como ferramenta de apoio em conjunto com a RE.
Robótica Criativa: desenvolvimento de projetos de engenharia com crianças e jovens[85]	Demonstra o uso da robótica RE como ferramenta para desenvolver habilidades na resolução de problemas
Relato de experiência: projeto Robótica na Escola em Tramandaí no Rio Grande do Sul[86]	Exemplo de projeto em larga escala que envolveu diversas escolas e educadores no desenvolvimento de atividades de RE em projetos menores.
Contexto Formativo de Invenção Robótico-Matemática: Pensamento Computacional e Matemática Crítica[87]	Fornece um visão teórica do projeto apresentado em [75] com maior detalhamento nas teorias pedagógicas que fundamentam as atividades
Oficinas de robótica livre educacional: relato de experiência de um projeto de inovação pedagógica[88]	Apresenta uma abordagem de ensino conservadora para a RE, com uma etapa e instrução direta aplicada antes do início das práticas.

Tabela 5.4: Última parte da relação de estudos selecionados.

Estudo	Principal contribuição para este trabalho
Matemática Maker: uma disciplina para o Itinerário Formativo de Matemática do Novo Ensino Médio[89]	Concepção teórica de uma disciplina com o objetivo de desenvolver conceitos matemáticos a partir da robótica educacional e da aplicação de uma abordagem maker.
Linha de Montagem: projeto interdisciplinar relacionando robótica com o estudo de funções matemáticas[90]	Demonstra aplicação da RE na preparação profissional dos estudantes ao simular uma linha de montagem industrial por meio de kits Lego Mindstorm, com o intuito de desenvolver conceitos da computação e da matemática financeira.
Desenvolvimento das competências de Computação dispostas na BNCC a partir da Aprendizagem Baseada GEORobótica - Uma proposta lúdica interdisciplinar para Ensino de Geografia no Ensino Médio: um relato de experiência da robótica educacional com alunos de escola pública[91]	Outro exemplo de aplicação interdisciplinar de RE, nesse caso voltada para o desenvolver habilidades presentes da Outro exemplo de aplicação interdisciplinar de RE, nesse caso voltada para reflexão sobre questões geopolíticas referentes aos processos de produção de bens materiais, principalmente técnicos.
Desenvolvimento e Aplicação de uma Estratégia Pedagógica para o Ensino de Redes de Computadores com Robótica Educacional[92]	Concepção e aplicação de atividades práticas na disciplina de rede de computadores com a RE.
Desenvolvimento das competências de Computação dispostas na BNCC a partir da Aprendizagem Baseada em Problemas com alunos do ensino fundamental[93]	Exemplo de projetos de RE especificamente voltados para o desenvolvimento de habilidades presentes da nova BNCC com metodologia embasada pela aprendizagem baseada em problemas.
Cultura Maker e Robótica Sustentável no Ensino de Ciências: Um Relato de Experiência com Alunos do Ensino Fundamental[94]	Exemplifica a aplicação interdisciplinar com o uso da criação de modelos robóticos a partir de materiais de sucata como contexto para apresentar conceitos de sustentabilidade e de eletricidade aos participantes.
Cultura Maker e Robótica Sustentável na Escola[95]	Apresenta uma abordagem semelhante ao trabalho de Silva[94] no entanto focada completamente na apresentação de conceitos de sustentabilidade e se utilizando do método de ensino: sala de aula invertida.

5.3.1 Como a BNCC está organizada?

O mapa conceitual da Figura 5.1 representa as relações conceituais referentes à questão orientadora de como a BNCC está organizada. A análise dessa questão destacou a organização da educação básica em etapas para as aprendizagens essenciais em sua organização em competências, gerais e específicas, definidas por atitudes, valores, habilidades e conhecimentos sendo os componentes das áreas de conhecimento organizados em unidades temáticas e objetos de conhecimento.

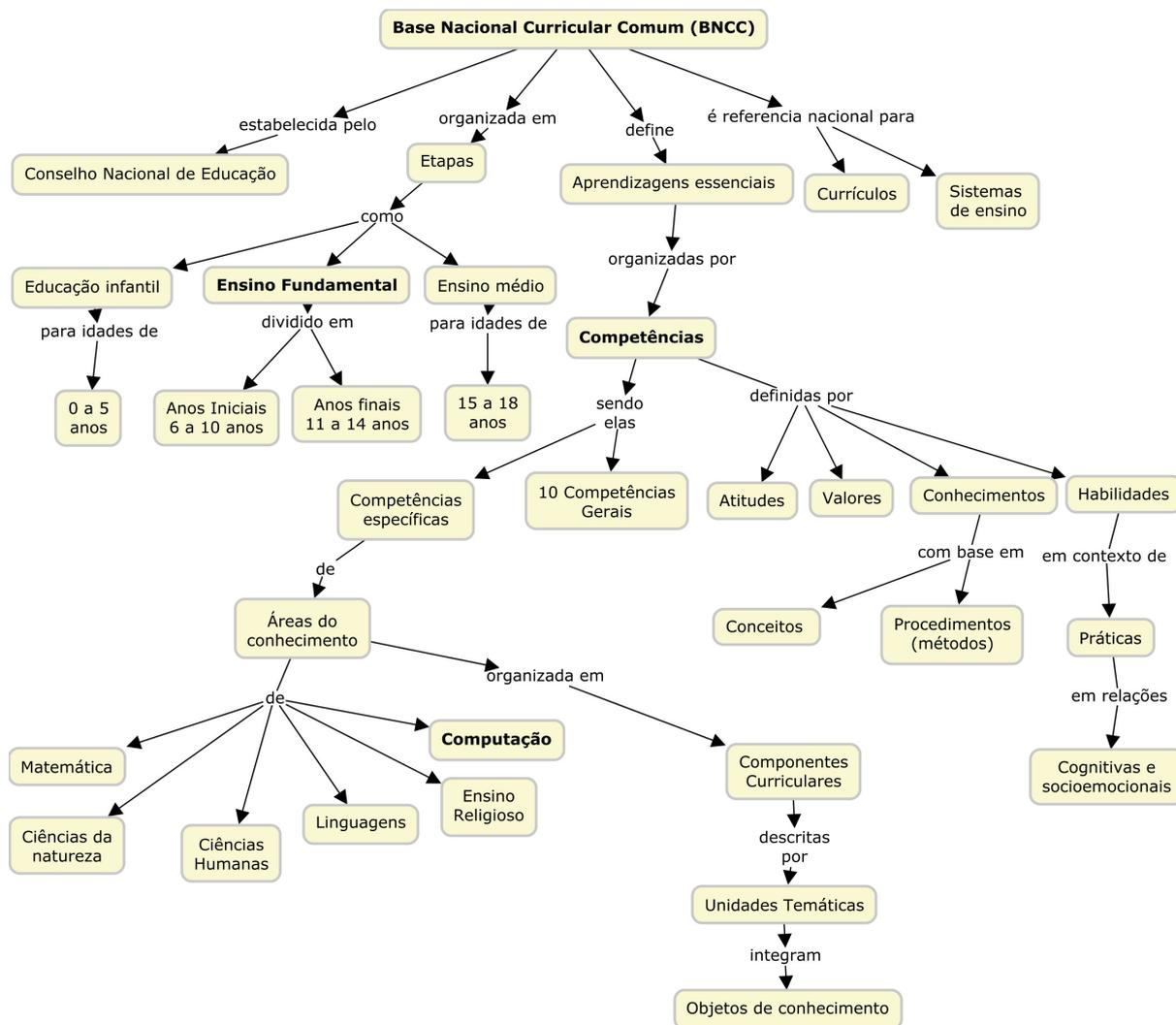


Figura 5.1: Mapa conceitual: Organização da BNCC (Fonte: Elaborado pelo autor)

5.3.2 Como a RE está representada na BNCC?

O mapa da Figura 5.2 busca representar a RE na BNCC para evidenciar as relações da robótica com as diversas áreas do conhecimento. As relações interdisciplinares da Computação, Programação e Matemática, consideram a lógica de programação em estruturas lógicas e algébricas do componente de matemática. É frequente o uso de programação de robôs para representar estruturas algébricas e geométricas da matemática [87] [75] e [89]. Além disso, outras relações podem ser exploradas como o letramento linguístico uma vez que as linguagens de programação possuem sintaxe derivada das línguas naturais.

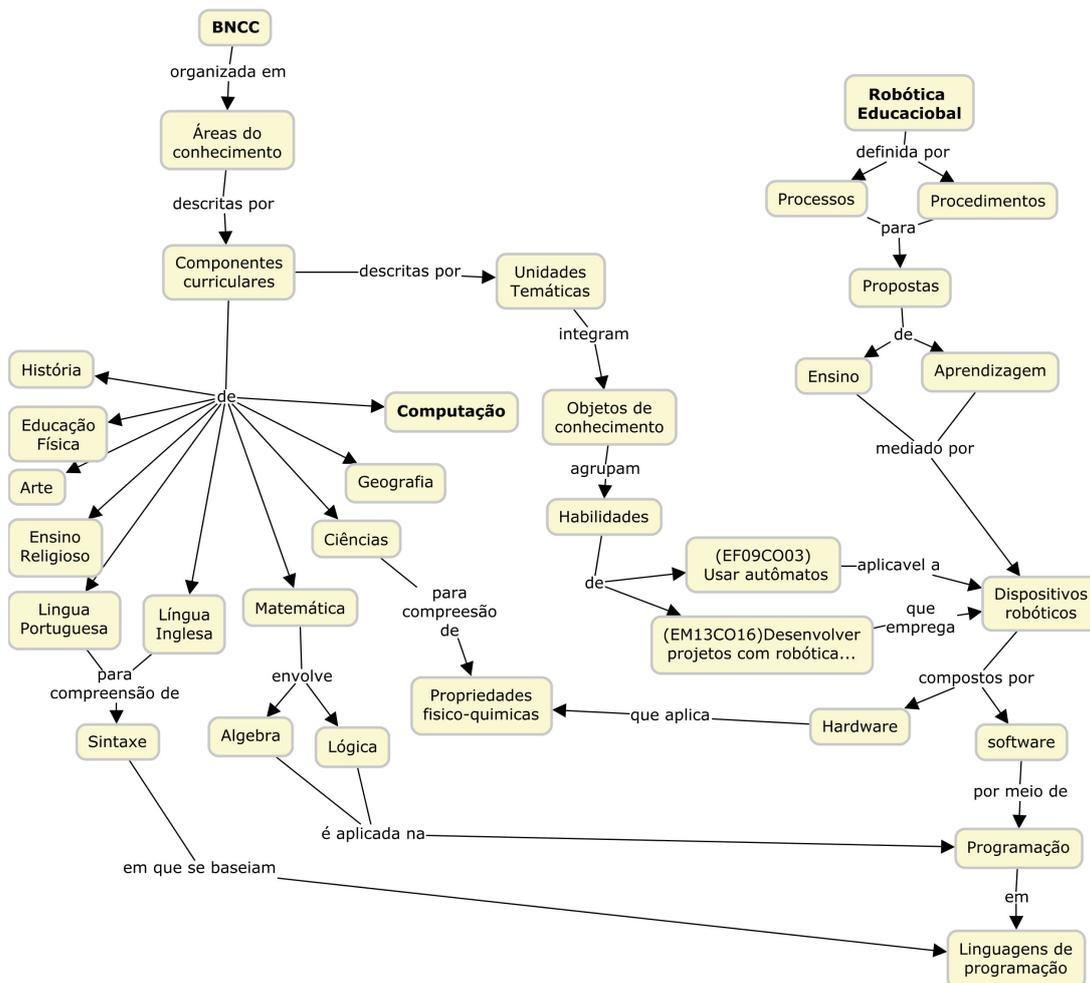


Figura 5.2: Mapa conceitual: Como a RE está representada na BNCC?

5.3.3 RE no ensino fundamental

A RE pode ser explorada como estratégia pedagógica para desenvolver habilidades de diversas áreas e componentes. A habilidade "(EF09CO03) Usar autômatos para des-

crever comportamentos de forma abstrata, automatizando-os através de uma linguagem de programação baseada em eventos"[11, p. 52] representa objetos de conhecimento de matemática, computação e programação.

As relações interdisciplinares da Robótica Educacional com as Ciências podem ser expressas para compreensão, por exemplo, do funcionamento de sensores e atuadores, que utilizam propriedades físicas e químicas dos materiais explorados nas ciências.

Essas relações podem ser exemplificadas pelo trabalhos de [76] utiliza sensores de distância e de [70] que utiliza a construção de um teclado eletrônico, para apresentar conceitos de ondas sonoras.

A robótica na automação industrial e produção rural podem ser explorados pedagogicamente. A simulação de linha de montagem industrial por meio de dispositivos robóticos [90] e a criação de bens materiais com suas implicações geopolíticas [91] são exemplos de aplicação da Robótica Educacional de forma integradora e interdisciplinar.

5.3.4 Como o PC está representado na BNCC?

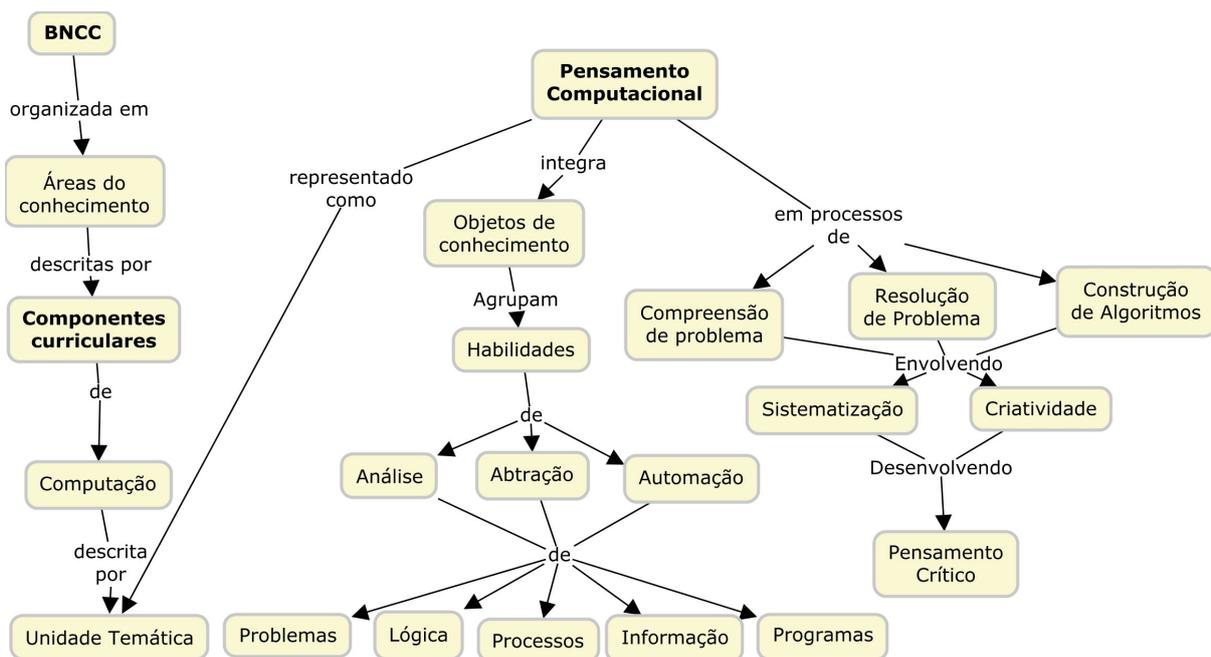


Figura 5.3: Mapa conceitual: O pensamento computacional na BNCC

A Figura 5.3 é orientada para representar o PC na BNCC evidenciando as relações dos conceitos para responder à pergunta: Como o PC está representado na BNCC?

Pensamento Computacional

O Pensamento Computacional (PC) na BNCC Computação, conforme representado na (Figura 3.11) está relacionado à compreensão e resolução de problemas, bem como, à automação e construção de algoritmos de forma sistemática e criativa para potencializar a aprendizagem e o pensamento crítico de maneira integrada com as diversas áreas do conhecimento.

O desenvolvimento das habilidades de abstração, análise e automação (Figura 5.3) podem ser articulados nos processos de abstração de problemas, de algoritmo, da lógica da execução e construção de estruturas de processos para tratamento de informação aplicados em anos iniciais e para aperfeiçoamento de técnicas de programas e automação nos anos finais conforme representados na Figura 3.14 e na Figura 5.3.

Mundo Digital

O Mundo digital representado na (Figura 3.11) envolve processos de codificação, distribuição e processamento de informação. A codificação está relacionada ao processo de transformação de informações em dados para fins de processamento e transmissão com segurança em hardwares e softwares. A distribuição está relacionada à transmissão e ao armazenamento das informações em redes e internet.

Cultura Digital

A Cultura Digital envolve competências e habilidades sobre os impactos da tecnologia nos indivíduos e na sociedade agrupando as habilidades e competências de letramento digital, tecnologia e sociedade e cidadania digital como descrito em capítulo anterior e representado na Figura 3.12.

5.3.5 Como aplicar metodologias ativas com a RE?

A interação tecnológico-pedagógico pode ser representada para buscar responder a questão de como relacionar a RE às metodologias ativas. As metodologias ativas são representadas na Figura 5.4 e incluem as abordagens de sala de aula invertida, aprendizagem baseada em problemas, aprendizagem baseada em projetos, estudo de caso, pesquisa-ação e STEAM.

A **Sala de Aula Invertida** promove o protagonismo dos estudantes e está relacionado ao estudo prévio de conteúdos teóricos sendo sua relação com a robótica destacada para a resolução de problemas de forma criativa e crítica. A **pesquisa-ação** para aprimoramento do processo de ensino busca o envolvimento com o contexto educacional associada à investigação e pesquisa. A **abordagem STEAM** promove a criação de contextos inter-

disciplinares dos problemas tendo relação com as atividades de robótica como ferramenta interdisciplinar.

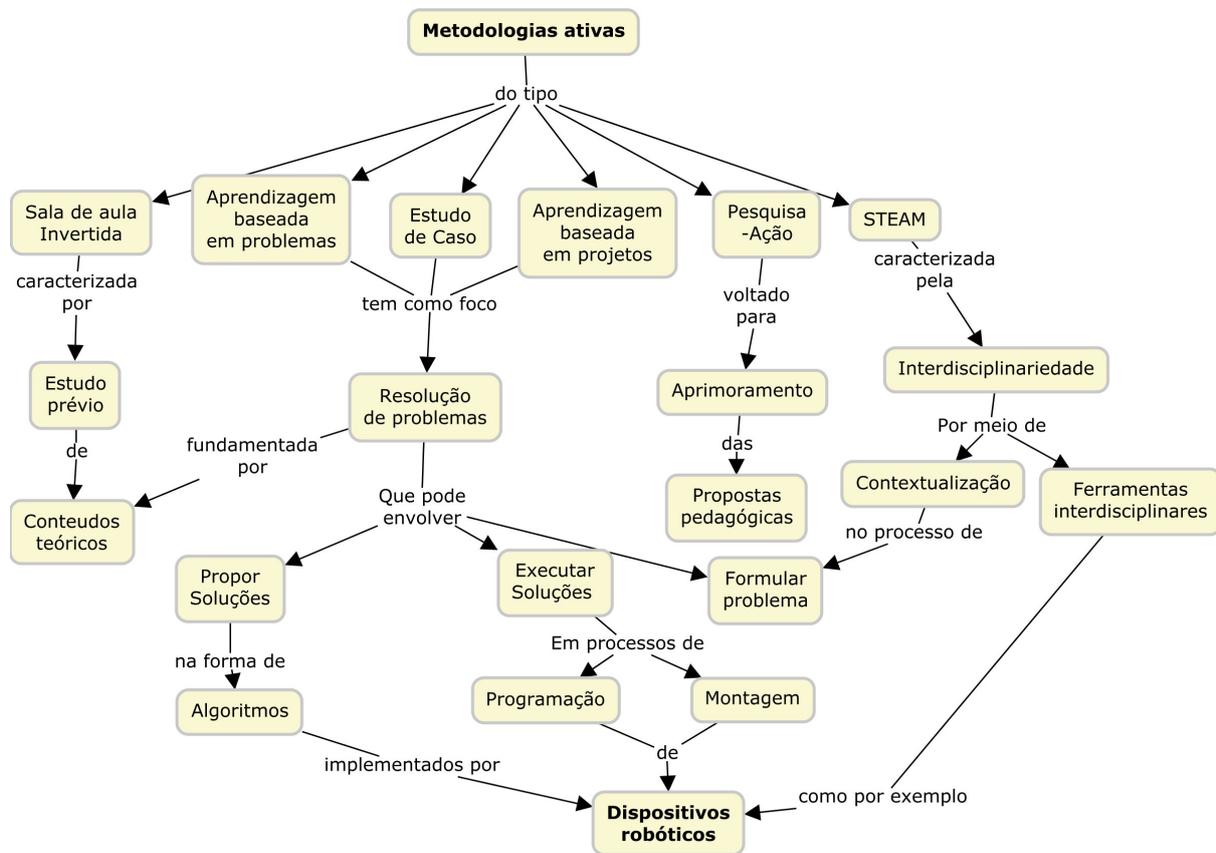


Figura 5.4: Mapa Conceitual: Relação entre metodologias ativas e robótica

Os estudo de caso, a aprendizagem baseada em problemas e a aprendizagem baseada em projetos são voltados para a resolução de problemas contextualizados como forma de construção do conhecimento, assim os dispositivos robóticos atuam como ferramentas na resolução destes problemas.

5.3.6 Como desenvolver PC com RE e metodologias ativas?

A interação da robótica com as metodologias ativas e o PC pode ser explorada a partir das quatro etapas da aprendizagem baseada em projetos representados na Figura 5.5 e descritos a seguir.

Na etapa de **Intenção** o problema e os objetivos a serem alcançados para resolver o problema são explicitados sendo definidos em relação às ações do robô.

Na etapa de **Planejamento** o problema proposto é analisado detalhadamente com avaliação de informações, relações lógicas, técnicas ou possíveis automações para propor soluções, descritas na forma de algoritmos que atendam aos objetivos estabelecidos.

Na etapa de **Execução** são realizadas as ações propostas no planejamento envolvendo os hardwares ou simulações e codificação dos programas que implementam os algoritmos propostos de resolução dos problemas.

Na etapa de **Julgamento** a avaliação do processo e dos resultados obtidos com o intuito de aprimorar as futuras interações.

A definição de um problema instigante é crucial para garantir que o processo se desenvolva de forma satisfatória centrado na resolução do problema.

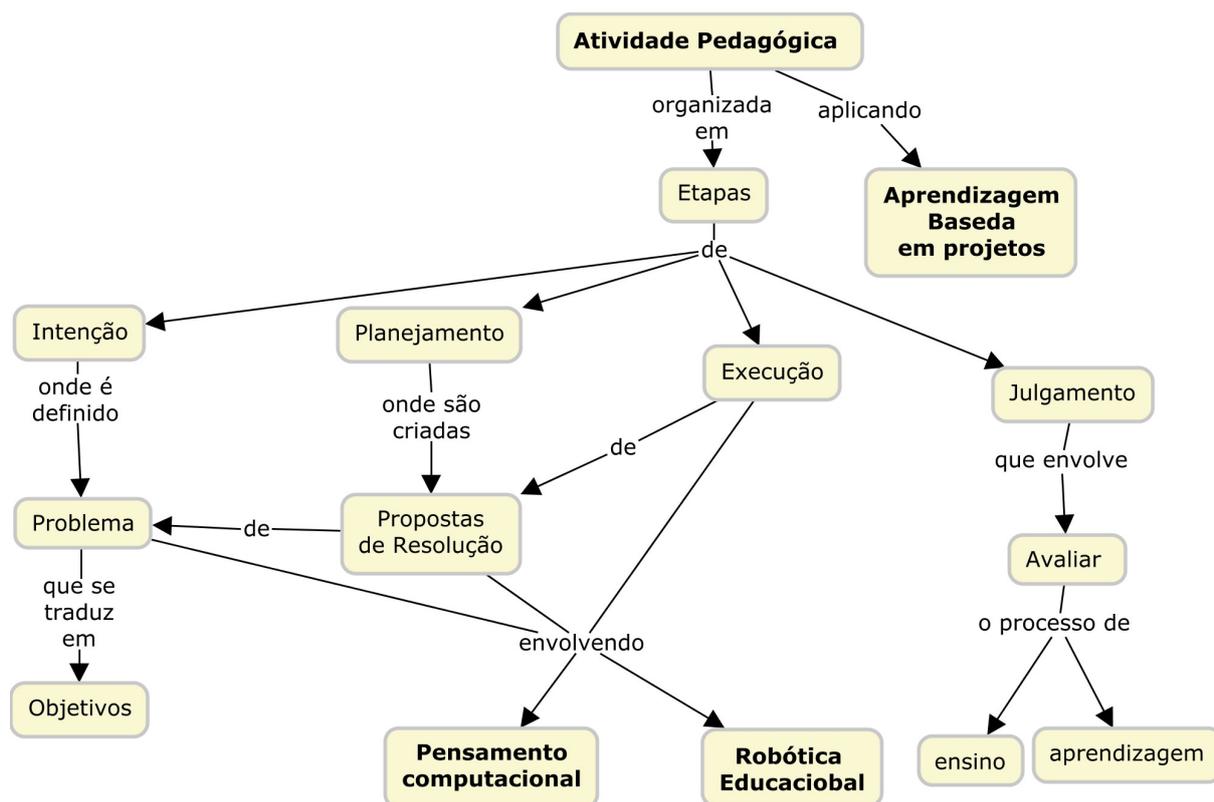


Figura 5.5: Mapa conceitual: O desenvolvimento do PC a partir da RE e Metodologias ativas

5.4 Validação dos mapas conceituais.

Os mapas conceituais foram considerados satisfatórios para os objetivos propostos neste trabalho visando aproximar a aplicação da RE e PC no contexto da educação básica. O potencial de aplicação do método nas escolas para facilitar o planejamento pedagógico necessita de estudos empíricos futuros com professores e estudantes da educação básica em diferentes contextos educacionais.

Capítulo 6

Conclusões

O trabalho propôs um modelo conceitual pedagógico de Robótica Educacional (RE) para professores da educação básica segundo a BNCC. Os conceitos do domínio da robótica educacional foram explorados buscando representar o conhecimento pedagógico e tecnológico específico de RE e do PC. Os cinco mapas conceituais propostos e apresentados no capítulo anterior representados nas Figura 5.1 a Figura 5.5 sistematizaram as questões orientadoras de como a BNCC está organizada e como aplicar metodologias ativas com a RE e o PC para auxiliar professores na organização do conhecimento pedagógico, tecnológico e de conteúdo.

Os mapas foram concebidos para orientar e incentivar os professores a incorporarem a RE em suas práticas diárias, promovendo o protagonismo estudantil por meio de metodologias ativas. A interdisciplinaridade, central à abordagem, permite que a RE seja utilizada em atividades que conectem o mundo real e os experimentos práticos com abstrações computacionais, promovendo o desenvolvimento cognitivo, social e técnico dos estudantes. Na construção dos mapas conceituais, foram considerados critérios de relevância, clareza, completude, validade e coerência, com o intuito de facilitar a compreensão e aplicação dos conceitos por parte dos educadores. Esses critérios foram úteis para assegurar a representação interdisciplinar dos conhecimentos envolvidos nas atividades de ensino para auxiliar os professores a explorar as estratégias pedagógicas de forma eficaz e integrada à RE no ensino fundamental.

Recomenda-se para trabalhos futuros a aplicação empírica do modelo e sua validação em grupos focais e estudos de campo para aperfeiçoamento contínuo com base em feedback de professores e alunos para sua adequação às diversas realidades escolares e para o fortalecimento do ensino do PC e da RE nas práticas pedagógicas da educação básica.

Referências

- [1] Brasil: *Lei nº 12.796, de 4 de abril de 2013. altera a lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para dispor sobre a formação dos profissionais da educação e dar outras providências.* Diário Oficial da União, páginas 1–1, 2013. 1
- [2] Brasil: *Parecer cne/ceb nº 2/2022, aprovado em 17 de fevereiro de 2022. – normas sobre computação na educação básica – complemento à base nacional comum curricular (bncc).* Diário Oficial da União, 2022. http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=235511-pceb002-22&category_slug=fevereiro-2022-pdf&Itemid=30192, acesso em 2022-10-26. 1, 22, 29
- [3] AZEVEDO, Samuel, Akynara AGLAÉ e Renata PITTA: *Minicurso: Introdução a robótica educacional.* 62ª Reunião Anual da SBPC. Disponível em: <<http://www.sbpnet.org.br/livro/62ra/minicursos/MC%20Samuel%20Azevedo.pdf>, 2010. 1, 6
- [4] MENEZES, Ebenezer Takuno de e Thais Helena dos SANTOS: *Verbete robótica educacional*, 2015. 1
- [5] Zilli, Silvana do Rocio *et al.*: *A robótica educacional no ensino fundamental: perspectivas e prática.* 2004. <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/86930/224814.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, acesso em 2022-10-26. 2, 17
- [6] Sokolonski, Ana Carolina, Alirio Sá e Raimundo Macedo: *Robótica educacional como facilitadora do aprendizado do raciocínio computacional: Revisão sistemática da literatura.* Em *Anais do XXXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, páginas 1503–1512, Porto Alegre, RS, Brasil, 2020. SBC. <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbie/article/view/12906>. 2, 9, 20
- [7] Santos, Jarles Gomes, Jaian Santos e Verônica Araujo: *Robótica de Portas Abertas: disseminando o conhecimento da Robótica Educacional para escolas da rede pública da Paraíba.* Em *Anais do Workshop de Informática na Escola*, páginas 839–848. SBC, novembro 2019. <https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/13233>. 2
- [8] Shulman, Lee S: *Conhecimento e ensino: fundamentos para a nova reforma.* Cader-nos Cenpec| Nova série, 4(2), 2015. 2, 3, 10, 11, 37

- [9] Koehler, Matthew e Punya Mishra: *What is technological pedagogical content knowledge (tpack)?* Contemporary issues in technology and teacher education, 9(1):60–70, 2009. 2, 3, 20, 37
- [10] MATRIĆ, Maja J: *Introdução à robótica*. Editora Blucher, 2014. 3, 4, 5, 6
- [11] Brasil: *Processo nº: 23001.001050/2019-18. normas sobre computação na educação básica – complemento à bncc*. 2022. http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=182481-texto-referencia-normas-sobre-computacao-na-educacao-basica&category_slug=abril-2021-pdf&Itemid=30192, acesso em 2022-10-26. 3, 33, 34, 35, 36, 37, 48
- [12] Brasil: *Base nacional comum curricular*. 2017. http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf, acesso em 2022-10-26. 3, 9, 23, 26, 27, 28, 29, 37
- [13] DERMEVAL, Diego, Jorge A. P. de M. COELHO e Ig I. BITTENCOURT: *Mapeamento sistemático e revisão sistemática da literatura em informática na educação*, 2020. <https://metodologia.ceie-br.org/livro-2>, acesso em 2022-10-26. 3, 38, 39
- [14] Corporation for Digital Scholarship: *Zotero*, 2022. <https://www.zotero.org/>, Available at: <https://www.zotero.org/>. Accessed: 12 August 2022. 3, 38
- [15] IHMC: *Cmaptools*, 2024. <https://cmap.ihmc.us>, Computer software. 3, 38, 39
- [16] Moreira, Marco A: *Mapas conceituais e diagramas v*. Porto Alegre: Ed. do Autor, 103, 2006. 3, 17, 18, 37, 38, 40
- [17] VILLAÇA, Marco Valério Miorim e Jony Laureano SILVEIRA: *Uma breve história do controle automático*. Revista Ilha Digital, 4:3–12, 2013. 4
- [18] MORRELL, ANDRE LUIZ GIOIA, ALEXANDER CHARLES MORRELL-JUNIOR, ALLAN GIOIA MORRELL, JOSE MENDES, MAURICIO FREITAS, FRANCISCO TUSTUMI, ALEXANDER MORRELL *et al.*: *Evolução e história da cirurgia robótica: da ilusão à realidade*. Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões, 48, 2021. 4
- [19] Guimarães, Daniel da Silveira, Élide Alves da Silva e Fernando da Costa Barbosa: *Explorando a matemática e a física com o robô seguidor de linha na perspectiva da robótica livre*. Texto Livre, 14, 2022. 5, 9
- [20] Júnior, José Jair Alves Mendes e Sérgio Luiz Stevan Junior: *Ldr e sensores de luz ambiente: Funcionamento e aplicações*. Semana de Eletrônica e Automação, Paraná, 2013. https://www.researchgate.net/profile/Jose-Mendes-Junior-2/publication/287958715_LDR_E_SENSORES_DE_LUZ_AMBIENTE_FUNCIONAMENTO_E_APLICACOES/links/567a9c7508ae19758380fa45/LDR-E-SENSORES-DE-LUZ-AMBIENTE-FUNCIONAMENTO-E-APLICACOES.pdf. 6

- [21] <https://www.robocore.net/sensor-ambiente/sensor-de-luminosidade-ldr-10mm?gclid=Cj0KCQjwrMKmBhCJARIsAHuEAPQqwLxseQ01yHyNo0k04L1nYP74v0oJpYRfTwdZY-1DV1CbBAPwcb>, acesso em 2023-1-26. 6
- [22] Martinazzo, Claodomir Antonio e Tailan Orlando: *Comparação entre três tipos de sensores de temperatura em associação com arduíno*, 2016. https://www.uricer.edu.br/site/pdfs/perspectiva/151_587.pdf. 6
- [23] <https://www.smartkits.com.br/termistor-ntc-10k-ohm-faixa-de-55-a-125-c?parceiro=9390&gclid=Cj0KCQjwoK2mBhDzARIsADGbjerd8hYRqOqBmydxEB07M21CtTqGrR2N1oQ48wcb>, acesso em 2023-1-26. 7
- [24] https://www.smartkits.com.br/modulo-sensor-de-temperatura-ntc?parceiro=9390&gclid=Cj0KCQjwoK2mBhDzARIsADGbjerd91sSeRG80FMBX7n-YajZkq2GepujhR0qvDrosbuqIEG02oEaApGWEALw_wcb, acesso em 2023-1-26. 7
- [25] Costa, Ingridy Duarte: *Análise da viabilidade de um projeto de segurança para motociclistas: uso correto do capacete*. 2022. <https://repositorio.ufersa.edu.br/server/api/core/bitstreams/b1d6b51a-681b-40b2-a195-1a3ae341d0f0/content>. 7
- [26] Azevedo, Mery Jhennifer Pinheiro de: *Compartilhamento de informações utilizando ultrassom-com aplicações na robótica*. 2015. <http://rii.uferj.edu.br/handle/prefix/4853>. 7
- [27] Freitas, Vincentte Weber B de et al.: *Sensor de vibração mecânica utilizando plataforma arduíno e material piezoelétrico*. Anais do Encontro de Computação do Oeste Potiguar ECOP/UFERSA (ISSN 2526-7574), (1), 2017. <https://periodicos.ufersa.edu.br/ecop/article/view/7092>. 7
- [28] https://www.saravati.com.br/sensor-de-vibracao-tilt-sw-420.html?gclid=Cj0KCQjwrMKmBhCJARIsAHuEAPQE40_6ZyY4Z80de1XckqeFiP9uzyEqtWEixWUz_tXGb-71z15r7moaAqh0EALw_wcb, acesso em 2023-1-26. 8
- [29] Oliveira, Bruno Queres de, José Lucas Farias, Raphael Khayker Patricio Ferreira, Thomas Allan de Omena Lopes Costa, Isaac Nunes de Oliveira e Agnaldo Car-doço Filho: *Tipos e aplicações de sensores na robótica*. Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-ALAGOAS, 4(1):223-223, 2017. 7
- [30] https://www.robocore.net/sensor-robo/sensor-de-distancia-ultrassonico-hc-sr04?gclid=Cj0KCQjwrMKmBhCJARIsAHuEAPR1G3aLI5PC3MreLG3Y5_K-a3K2DFPBqj8h-ThfIc8LTUkCsJGrUXoaAujDEALw_wcb, acesso em 2023-1-26. 8
- [31] Parreira, Ulisses Queiroz, Deive Barbosa Alves e Marcos Antonio de Sousa: *Robótica na educação: Uma revisão da literatura*. REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática, 10(1):e22005, jan. 2022. <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/12976>, acesso em 2022-10-26. 8, 9, 12

- [32] César, Danilo Rodrigues: *Robótica pedagógica livre: uma alternativa metodológica para a emancipação sociodigital e a democratização do conhecimento*. 2013. 9
- [33] Freitas Neto, João Joaquim de e Silvia de Castro Bertagnolli: *Robótica educacional e formação de professores: Uma revisão sistemática da literatura*. RENOTE, 19(1):423–432, 2021. 9
- [34] Souza, Isabelle Maria Lima de, Rivanilson da Silva Rodrigues e Wilkerson Andrade: *Introdução do pensamento computacional na formação docente para ensino de robótica educacional*. Em *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, volume 5, página 1265, 2016. 10
- [35] Ministério da Educação: *ResoluÇÃO nº 2, de 20 de dezembro de 2019*, 2019. <https://abmes.org.br/arquivos/legislacoes/Resolucao-CNE-CEB-002-2019-12-20.pdf>. 10
- [36] Massa, Nayara Poliana, Guilherme Saramago de Oliveira e Josely Alves dos Santos: *O construcionismo de seymour papert e os computadores na educação*. Cadernos da FUCAMP, 21(52), 2022. 12
- [37] Santos, Maria do Socorro Aguiar dos, Normilza Cristina Moura da Silva *et al.*: *Construcionismo e inovação pedagógica*. Revista científica do sertão baiano, 1(1):58–66, 2020. 12
- [38] Barbosa, Eduardo Fernandes e Dácio Guimarães de Moura: *Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica*. Boletim Técnico do Senac, 39(2):48–67, 2013. 13
- [39] Rocha, Henrique Martins e Washington de Macedo LEMOS: *Metodologias ativas: do que estamos falando? base conceitual e relato de pesquisa em andamento*. IX Simpósio Pedagógico e Pesquisas em Comunicação. Resende, Brazil: Associação Educacional Dom Boston, 12, 2014. 13, 14
- [40] Silva, Maria Aparecida de Faria da e Márcia Oliveira: *A robótica educacional na perspectiva das metodologias ativas*. Em *Anais do XXV Workshop de Informática na Escola*, páginas 1289–1293. SBC, 2019. 13, 14
- [41] Vasconcelos, Juliana Sales *et al.*: *Aprendizagem baseada em projetos: uma proposta interdisciplinar para a educação profissional e tecnológica*. 2020. 13, 14
- [42] Srinivasan, Malathi, Michael Wilkes, Frazier Stevenson, Thuan Nguyen e Stuart Slavin: *Comparing problem-based learning with case-based learning: effects of a major curricular shift at two institutions*. Academic Medicine, 82(1):74–82, 2007. 14
- [43] Sales, Giliane Felismino, Emanuela Moura de Melo Castro, Francisco Herbert Lima Vasconcelos *et al.*: *Cultura maker no ensino de ciências na educação básica: uma revisão sistemática da literatura*. Revista Educar Mais, 7:444–459, 2023. 15
- [44] Raabe, André e Eduardo Borges Gomes: *Maker: uma nova abordagem para tecnologia na educação*. Revista Tecnologias na Educação, 26(26):6–20, 2018. 15

- [45] Hatch, Mark R: *The maker revolution: Building a future on creativity and innovation in an exponential world*. John Wiley & Sons, 2017. 15
- [46] Brandelero, Rodrigo *et al.*: *Integração da tecnologia e cultura maker: proposta de reconfiguração de espaço físico do laboratório de experimentação remota-rexlab*. 2019. 15
- [47] Gavazzi, Adriana Nascimento Figueira: *Robótica pedagógica como ferramenta para aplicação da metodologia STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) no Ensino Fundamental*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 2022. 16, 17
- [48] Brandão, Marianna: *Macktransforma e a investigação da aprendizagem significativa: o uso do design thinking, do steam e de um makerspace em um projeto de divulgação científica*. 2022. 16
- [49] Maia, Dennys Leite, Rodolfo Araújo de Carvalho e Veridiana Kelin Appelt: *Abordagem steam na educação básica brasileira: uma revisão de literatura*. Revista Tecnologia e Sociedade, 17(49):68–88, 2021. 16, 17
- [50] Cañas, Alberto J, Joseph D Novak e Priit Reiska: *How good is my concept map? am i a good cmapper?* Knowledge Management & E-Learning, 7(1):6, 2015. 18
- [51] Miller, Norma L e Alberto J Cañas: *A semantic scoring rubric for concept maps: design and reliability*. 2008. 18
- [52] FALBO, Ricardo de A: *Interação de conhecimento em um ambiente de desenvolvimento de software*. 1998. f. 188. Tese de Doutorado, Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 19
- [53] Cibotto, Rosefran Adriano Gonçales e Rosa Maria Moraes Anunciato Oliveira: *Tpack-conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo: uma revisão teórica*. Imagens da Educação, 7(2):11, 2017. 19
- [54] Coutinho, Clara Pereira: *Tpack: em busca de um referencial teórico para a formação de professores em tecnologia educativa*. Paidéi@ : Revista Científica de Educação a Distância, 2011. 20
- [55] Freitas Neto, João Joaquim de *et al.*: *Formação de professores da educação básica em robótica educacional: uma estratégia baseada no modelo tpack*. 2023. 20, 21, 39, 41
- [56] Brasil: *Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. estabelece as diretrizes e bases da educação nacional*. Diário Oficial da União, páginas 27833–27841, 1996. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm, acesso em 2022-10-26. 22
- [57] Educação, Brasil. Conselho Nacional de: *Resolução cne/cp nº 2, de 22 de dezembro de 2017*. Diário Oficial da União, 2017. Estabelece a Base Nacional Comum Curricular para a educação infantil e o ensino fundamental. 22

- [58] Brasil: *Resolução nº 4, de 17 de dezembro de 2018. define as diretrizes curriculares nacionais para o ensino médio*. Diário Oficial da União, páginas 43–45, 2018. https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/56017325, acesso em 2022-10-26. 22
- [59] Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira: *Novas competências da base nacional comum curricular (bncc)*, 2022. <http://inep80anos.inep.gov.br/inep80anos/futuro/novas-competencias-da-base-nacional-comum-curricular-bncc/79>, Acesso em: 01 jun. 2023. 23
- [60] Editora, MVC: *Os campos de experiências na educação infantil*, 2020. <https://mvceditora.com.br/2020/07/23/os-campos-de-experiencias-na-educacao-infantil/>, Acessado em: 3 de setembro de 2024. 24, 25
- [61] Brasil: *Anexo ao parecer cne/ceb nº 2/2022. computação - complemento à bncc*. Diário Oficial da União, 2022. http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=236791-anexo-ao-parecer-cneceb-n-2-2022-bncc-computacao&category_slug=fevereiro-2022-pdf&Itemid=30192, acesso em 2022-10-26. 29, 36, 37
- [62] André, Claudio F: *O pensamento computacional como estratégia de aprendizagem, autoria digital e construção da cidadania*. TECCOGS: Revista Digital de Tecnologias Cognitivas, (18), 2018. 35
- [63] Araújo, Ana Liz Souto Oliveira de, Wilkerson L Andrade e Dalton D Serey Guerrero: *Pensamento computacional sob a visão dos profissionais da computação: uma discussão sobre conceitos e habilidades*. 2015. 35
- [64] Selby, Cynthia e John Woollard: *Refining an understanding of computational thinking*. 2014. 35
- [65] Sociedade Brasileira de Computação (SBC): *Sbc openlib*. <https://sol.sbc.org.br/>. Acessado em: 3 de setembro de 2022. 38
- [66] Scientific Electronic Library Online (SciELO): *Scielo - scientific electronic library online*. <https://www.scielo.org/>. Acessado em: 3 de setembro de 2022. 38
- [67] IEEE: *Ieee xplore digital library*. <https://ieeexplore.ieee.org/>. Acessado em: 3 de setembro de 2022. 38
- [68] Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES): *Portal de periódicos capes*. <https://www.periodicos.capes.gov.br/>. Acessado em: 3 de setembro de 2024. 38
- [69] Oliveira, Eloiza da Silva Gomes de e Patricia Ribeiro: *Grupo focal em informática na educação: diálogo, conflito, consenso?* 2021. 40

- [70] Silva, Marcelo Pires da e Fernando da Costa Barbosa: *Matemática e física em experiências de robótica livre: explorando o sensor ultrassônico*. Texto Livre, 14, 2022. 43, 48
- [71] Gomes, Bruno Nonato, Fernando Thomé Azevedo Silva e Cláudio Alves Pereira: *Investigando potencialidades da competição fl (first lego league) no processo de aprendizagem escolar dos estudantes da educação básica*. Revista Observatório, 7(2):a4pt–a4pt, 2021. 43
- [72] Kaminski, Márcia Regina e Clodis Boscaroli: *Informática na Educação no Ensino Fundamental I: Análise das Práticas da escola Aloys João Mann de Cascavel/PR*. Indagatio Didactica, 12(3), 2020, ISSN 1647-3582. Publisher: Universidade de Aveiro. 43
- [73] Medeiros, Luciano Frontino de e Luana Priscila Wünsch: *Ensino de programação em robótica com arduino para alunos do ensino fundamental: relato de experiência*. Revista Espaço Pedagógico, 26(2):456–480, 2019. 43
- [74] Rodríguez Corral, José María, Iván Ruíz-Rube, Antón Civit Balcells, José Miguel Mota-Macías, Arturo Morgado-Estévez e Juan Manuel Dodero: *A Study on the Suitability of Visual Languages for Non-Expert Robot Programmers*. IEEE Access, 7:17535–17550, 2019, ISSN 2169-3536. 43
- [75] Azevedo, Greiton Toledo de e Marcus Vinicius Maltempi: *Processo de Aprendizagem de Matemática à luz das Metodologias Ativas e do Pensamento Computacional*. Ciência & Educação (Bauru), 26, novembro 2020, ISSN 1516-7313, 1980-850X. <http://www.scielo.br/j/ciedu/a/dRXC3YvVLztYHK6bZZm6d6m/?lang=pt>, acesso em 2023-02-11, Publisher: Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências, campus de Bauru. 43, 44, 47
- [76] Andrade, Thais Gabrielly Marques de, Zaíne Raquel Santos Vicente, Heryverton Araujo Lemos Leite, Ana Paula Chaves Cabral, Rodrigo Baldow, Nady Rocha e Marcelo Brito Carneiro Leão: *A robótica livre e o ensino de física e de programação: desenvolvendo um teclado musical eletrônico*. Texto livre, 11(3):317–330, 2018, ISSN 1983-3652. Publisher: Universidade Federal de Minas Gerais. 43, 48
- [77] Azevêdo, Edjane Mikaelly Silva de e Deise Juliana Francisco: *A fluência digital como possibilitadora de inclusão digital de crianças mediante ações em oficinas*. Revista Diálogo Educacional, 18(58):739–759, 2018. 43
- [78] Vidal, José Augusto Mendes, Fábio Ferrentini Sampaio e Nuno Dorotea: *Um Estudo Exploratório Sobre o Uso Da Robótica Educacional Como Ferramenta de Apoio ao Ensino-Aprendizagem de Lógica de Programação para Alunos da Rede Pública do Ensino Médio*. Em *Anais do Simpósio Brasileiro de Educação em Computação (EDUCOMP)*, páginas 280–289. SBC, abril 2021. <https://sol.sbc.org.br/index.php/educomp/article/view/14495>, acesso em 2023-02-10. 43

- [79] Mehrotra, Aditya, Christian Giang, Laila El-Hamamsy, Anthony Guinchard, Amaury Dame, Géraldine Zahnd e Francesco Mondada: *Accessible Maker-Based Approaches to Educational Robotics in Online Learning*. IEEE Access, 9:96877–96889, 2021, ISSN 2169-3536. 44
- [80] Silva, Ederson Carlos, Helena Brandão Viana e Guanis de Barros Vilela Jr.: *Metodologias ativas numa escola técnica profissionalizante*. Revista Portuguesa de Educação, 33(1):158–173, junho 2020, ISSN 0871-9187. http://scielo.pt/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0871-91872020000100010&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt, acesso em 2023-02-11, Publisher: Centro de Investigação em Educação (CIEd), Universidade do Minho. 44
- [81] Silva, Ed Carlos Sousa da, Joyce Moreira da Silva e Carina Machado de Farias: *Robótica Pedagógica no Exercício do Pensamento Computacional*. Em *Anais do Workshop de Informática na Escola*, páginas 51–60. SBC, novembro 2020. <https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/12597>, acesso em 2023-02-10. 44
- [82] Almeida, Aline, André Raabe e Nayara Voigt: *Robótica na educação não é um bicho-papão: relato de experiência na rede pública municipal*. Em *Anais do Workshop de Informática na Escola*, páginas 266–275. SBC, novembro 2019. <https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/13174>, acesso em 2023-02-10. 44
- [83] Junior, Almir de O. Costa e José Anglada Rivera: *Robótica Educacional: Uma Experiência de Ensino Híbrido na Formação Inicial de Acadêmicos de Licenciatura em Computação*. Em *Anais do Workshop sobre Educação em Computação (WEI)*, páginas 49–60. SBC, julho 2022. <https://sol.sbc.org.br/index.php/wei/article/view/20818>, acesso em 2023-02-10, ISSN: 2595-6175. 44
- [84] Fernandes, Manasses, Camila Amorim Moura dos Santos, Edmar Egidio de Souza e Marcos Guimarães Fonseca: *Robótica educacional uma ferramenta para ensino de lógica de programação no ensino fundamental*. Em *Anais do Workshop de Informática na Escola*, páginas 315–322. SBC, outubro 2018. <https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/14343>, acesso em 2023-02-11. 44
- [85] Santclair, Gabriel, Julia Godinho e Janaina Gomide: *Robótica Criativa: desenvolvimento de projetos de engenharia com crianças e jovens*. Em *Anais do Workshop de Informática na Escola*, páginas 101–110. SBC, novembro 2020. <https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/12602>, acesso em 2023-02-11. 44
- [86] Nunes, Marjorie Klich, Claucida S. de Oliveira Lima e Márcia Finimundi Nóbile: *Relato de experiência: projeto Robótica na Escola em Tramandaí no Rio Grande do Sul*. Em *Anais do Simpósio Brasileiro de Educação em Computação (EDUCOMP)*, páginas 237–245. SBC, abril 2021. <https://sol.sbc.org.br/index.php/educomp/article/view/14490>, acesso em 2023-02-10. 44

- [87] Azevedo, Greiton Toledo de, Marcus Vinicius Maltempi e Arthur Belford Powell: *Contexto Formativo de Invenção Robótico-Matemática: Pensamento Computacional e Matemática Crítica*. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 36:214–238, maio 2022, ISSN 0103-636X, 1980-4415. <http://www.scielo.br/j/bolema/a/qKNTKTPmHg65zpsGnFcM6Wq/?lang=pt>, acesso em 2023-02-11, Publisher: UNESP - Universidade Estadual Paulista, Pró-Reitoria de Pesquisa, Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática. 44, 47
- [88] Farias Junior, Ivaldir Honório de e Jeferson Kenedy M Vieira: *Oficinas de robótica livre educacional: relato de experiência de um projeto de inovação pedagógica*. *Caminho Aberto: revista de extensão do IFSC*, 16:1–10, 2022. 44
- [89] Pimentel, Charles Soares e Maria Luiza M. Campos: *Matemática Maker: uma disciplina para o Itinerário Formativo de Matemática do Novo Ensino Médio*. Em *Anais do Congresso sobre Tecnologias na Educação (Ctrl+e)*, páginas 364–373. SBC, agosto 2021. <https://sol.sbc.org.br/index.php/ctrl/article/view/17581>, acesso em 2023-02-10. 45, 47
- [90] Aureliano, Paulo Vinicius Cabral, Adiel Jamesson Santos da Silva, Ytalo Paulo Wilian da Silva e Rodrigo Lins Rodrigues: *Linha de Montagem: projeto interdisciplinar relacionando robótica com o estudo de funções matemáticas*. Em *Anais do Workshop de Informática na Escola*, páginas 209–218. SBC, novembro 2020. <https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/12613>, acesso em 2023-02-11. 45, 48
- [91] Farias, Fernando Lucas de Oliveira, Everton da Silva Brito, Felipe Jhonanta Ferreira da Costa, Igo Joventino Dantas Diniz, Akynara Burlamaqui e Aquiles Burlamaqui: *GEORobótica - Uma proposta lúdica interdisciplinar para Ensino de Geografia no Ensino Médio: um relato de experiência da robótica educacional com alunos de escola pública*. Em *Anais do Workshop de Informática na Escola*, páginas 168–177. SBC, novembro 2019. <https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/13165>, acesso em 2023-02-10. 45, 48
- [92] Corino, Marcos Juarez Vissoto, Silvia de Castro Bertagnolli e Marcelo Augusto Rauh Schmitt: *Desenvolvimento e Aplicação de uma Estratégia Pedagógica para o Ensino de Redes de Computadores com Robótica Educacional*. Em *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, páginas 1663–1672. SBC, novembro 2020. <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbie/article/view/12922>, acesso em 2023-02-10. 45
- [93] Scheffel, Erica J. S. e Claudia L. R. Motta: *Desenvolvimento das competências de Computação dispostas na BNCC a partir da Aprendizagem Baseada em Problemas com alunos do ensino fundamental*. Em *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, páginas 85–94. SBC, novembro 2022. <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbie/article/view/22398>, acesso em 2023-02-10. 45
- [94] Silva, João Batista da, Dayne Kelly Rodrigues Soares de Almeida, José Ademir Damasceno Júnior e Darkson Fernandes da Costa: *Cultura Maker e Robótica Sustentável no Ensino de Ciências: Um Relato de Experiência com Alunos do Ensino Fundamental*. Em *Anais do Congresso sobre Tecnologias na Educação (Ctrl+e)*, páginas

620–626. SBC, julho 2020. <https://sol.sbc.org.br/index.php/ctrl/article/view/11441>, acesso em 2023-02-10. 45

- [95] Rocha, Maria do Carmo Santos, Aparecida da Silva Xavier Barros, Petterson Santos Rocha, Bruno Xavier Barros e Déric Vinícius Santos: *Cultura Maker e Robótica Sustentável na Escola*. Em *Anais do Congresso sobre Tecnologias na Educação (Ctrl+e)*, páginas 391–395. SBC, agosto 2021. <https://sol.sbc.org.br/index.php/ctrl/article/view/17584>, acesso em 2023-02-10. 45