



Universidade de Brasília

Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação

Um estudo sobre representação do pensamento computacional na Educação Básica

Víctor Rodrigues Pacheco

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

Orientador

Prof. Dr.a Maria de Fátima Ramos Brandão

Brasília
2024



Universidade de Brasília

Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação

Um estudo sobre representação do pensamento computacional na Educação Básica

Víctor Rodrigues Pacheco

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

Prof. Dr.a Maria de Fátima Ramos Brandão (Orientador)
CIC/UnB

Prof. Dr. Jonathan Rosa Moreira Prof. Dr. Edison Ishikawa
Universidade de Brasília Universidade de Brasília

Prof. Dr. Jorge Henrique Cabral Fernandes
Coordenador do Curso de Computação — Licenciatura

Brasília, 24 de setembro de 2024

Dedicatória

Dedico este trabalho primeiramente a minha família, que sempre me apoiou e me demonstrou o valor da educação, do esforço e da integridade.

Dedico também a todos os incríveis professores, educadores e coordenadores da Universidade de Brasília (UnB), que me guiaram no decorrer desta jornada acadêmica, para que com muito suor este trabalho se tornasse possível.

Por fim, dedico a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a conclusão deste trabalho, seja por meio de palavras de incentivo, momentos de risada, críticas construtivas ou ajuda nos momentos difíceis.

Agradecimentos

Agradeço aos meus pais, Valéria e Marcelo Pacheco, que sempre me engajaram a ir além e buscar os meus sonhos.

Agradeço a minha namorada, Vanessa Di Giorno, pela paciência nesta trajetória, pelo amor e principalmente pelo carinho mesmo nos momentos em que estive ausente.

Agradeço aos meus grandes amigos e sócios, Rafael Mascarenhas, Mohana Kruger e Gabriel Pacheco por toda a parceria e ajuda no decorrer de todos esses anos.

Não posso deixar de fora deste agradecimento a minha orientadora, Fátima Brandão, que por diversas vezes deixou de lado o seu tempo de descanso para auxiliar seus alunos. Agradeço pelo seu suporte, companheirismo, orientação e estímulo pela melhora.

Agradeço aos meus amigos e colegas de graduação, por mais que muitos de nós tenhamos nos separado nesta longa trajetória acadêmica, cada contato que tive com vocês no decorrer destes últimos anos, dentro e fora de sala, se demonstrou valoroso para a construção de saberes que me trouxe a este momento.

Agradeço a cada um dos professores que me auxiliou nesta jornada, que por diversas vezes me engajaram a ir além, aprender mais, e ter conhecimento para buscar saber cada dia mais.

Agradeço também a Universidade de Brasília (UnB) por proporcionar as condições e recursos necessários para a realização deste trabalho.

Agradeço ao meu orientador da prática pedagógica e estágio, professor Adam Smith Gontijo Brito de Assis, que me orientou com excelência e me acolheu em sua sala de aula.

Agradeço também ao leitor deste trabalho, que assim como eu, busca saber mais e mais nestas áreas cheias de potencial, que são a computação e a educação.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), por meio do Acesso ao Portal de Periódicos.

Resumo

O ensino de computação no Brasil orientado pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) estabelece objetivos, competências, objetos de conhecimentos e habilidades desde a Educação Infantil (EI) para potencializar o raciocínio e a aprendizagem autônoma na resolução de problemas. Embora o Pensamento Computacional (PC) seja considerado fundamental para preparar os jovens para os desafios futuros, sua incorporação nos diversos componentes da Educação Básica (EB) não é totalmente compreendida pelos professores. É necessário ampliar os recursos e ferramentas pedagógicas que facilitem a sua integração nos componentes curriculares da BNCC. O estudo trata da representação do PC no contexto da EB, com base na sistematização de competências e habilidades expressas na BNCC. A metodologia utiliza abordagem exploratória e qualitativa de pesquisa documental e bibliográfica para a proposição de um modelo conceitual de competência do PC para representar os componentes de abstração, decomposição, algoritmo e reconhecimento de padrões. Uma matriz de habilidades e competências do PC é proposta para representar as relações entre as habilidades expressas na BNCC e os componentes do PC. As habilidades de cada componente do PC orientam a elaboração de itens ou questões em testes educacionais que buscam representar e avaliar o nível de desenvolvimento da aprendizagem do PC. A sistematização da aplicação para o segmento do Ensino Fundamental Anos Finais (EFAF) demonstrou que essa representação e sistematização do PC facilita a organização do ensino de maneira integrada com os objetos de conhecimento dos componentes curriculares da BNCC e para a construção de ferramentas de avaliação de aprendizagem do PC na EB.

Palavras-chave: Pensamento Computacional, BNCC, Representação, Medida, Avaliação, Ensino

Abstract

The teaching of computing in Brazil, guided by the National Common Curricular Base (BNCC), establishes objectives, competencies, knowledge areas, and skills from Early Childhood Education to enhance reasoning and autonomous learning in problem-solving. Although Computational Thinking (CT) is considered fundamental for preparing young people for future challenges, its integration into the various components of Basic Education is not yet fully understood by teachers. There is a need to expand resources and pedagogical tools that facilitate its incorporation into the National Common Curricular Base curricular components. This study analyzes CT representation in the basic education context, based on the systematization of competencies and skills expressed in the Curricular Base. The research adopts an exploratory and qualitative approach through documentary and bibliographic analysis to propose a conceptual model of CT competency, representing the components of abstraction, decomposition, algorithms, and pattern recognition. A matrix of CT skills and competencies is proposed to describe the relationships between the skills expressed in the National Common Curricular Base and CT components. The skills of each CT component guide the development of items or questions in educational tests that aim to represent and assess the level of CT learning development. The systematization applied to the segment of Upper Elementary School demonstrated that this representation and systematization of CT facilitates the organization of teaching in an integrated manner with the knowledge areas and supports advancements in the construction of assessment tools for CT learning.

Keywords: Computational Thinking, National Curricular Common Base, Representation, Measure, Assessment, Education

Sumário

1	Introdução	1
1.1	Objetivos do trabalho	2
1.2	Metodologia da pesquisa	3
1.3	Organização do documento	3
2	Pensamento Computacional e a BNCC	4
2.1	Contexto histórico	4
2.2	O conceito de Pensamento Computacional	6
2.2.1	Abstração	7
2.2.2	Algoritmo	7
2.2.3	Decomposição	8
2.2.4	Reconhecimento de padrões	8
2.3	Base Nacional Comum Curricular (BNCC)	9
2.4	Habilidades e competências na Base Nacional Comum Curricular (BNCC)	9
2.4.1	Competências Gerais	9
2.4.2	Competências Específicas	10
3	Elaboração de testes psicológicos	12
3.1	Tipologia dos testes psicológicos	12
3.2	Parâmetros de validade e fidedignidade	13
3.2.1	Dimensionalidade	13
3.2.2	Definição do construto	13
3.2.3	Operacionalização do construto	14
3.2.4	Regras de construção dos itens	15
3.2.5	Quantidade de itens	17
3.2.6	Análise teórica dos itens	17
3.3	Matrizes de referência de habilidades e competências	18
3.4	Representação do PC	19

4	Metodologia	21
4.1	Pesquisa documental e bibliográfica	22
4.2	Definição conceitual de competência do PC	22
4.3	Representação do PC com base na BNCC	23
4.4	Representação de aprendizagem do PC	25
5	Resultados e discussões	26
5.1	Achados da pesquisa documental e bibliográfica	26
5.2	Representação do PC para o segmento do EFAF com base na BNCC	27
5.2.1	Componente de Abstração	28
5.2.2	Componente Algoritmo	29
5.2.3	Componente de Decomposição	30
5.2.4	Componente de Reconhecimento de padrões	31
5.3	Representação de aprendizagem do PC para o segmento do EFAF	31
6	Considerações Finais	34
	Referências	35
	Apêndice	39
A	Itens para representação e medida do PC para o segmento do EFAF	40

Lista de Figuras

2.1 Exemplo de relação dos objetos do conhecimento com as habilidades. Fonte: Complemento da computação à BNCC, páginas 12 e 13 [1].	11
3.1 Matriz de referência de PC.Fonte: Adaptada pelo autor com base em Medeiros, 2020, p.53 à 56.	20
4.1 Etapas de pesquisa	22
4.2 Competências da BNCC selecionadas. Fonte: Elaboração Própria.	24
5.1 Componente de Abstração do Pensamento Computacional na BNCC para o EFAF. Fonte: Elaboração Própria.	28
5.2 Componente Algoritmo do Pensamento Computacional na BNCC para o EFAF. Fonte: Elaboração Própria.	29
5.3 Componente de decomposição e a BNCC para o EFAF. Fonte: Elaboração Própria.	30
5.4 Componente reconhecimento de padrões e a BNCC para o EFAF. Fonte: Elaboração Própria.	31
5.5 Exemplo de itens operacionais dos componentes do PC. Fonte: Elaboração Própria.	32

Lista de Tabelas

5.1 Totais de artigos, monografias e livros encontrados nas buscas.	26
---	----

Lista de Abreviaturas e Siglas

BNCC Base Nacional Comum Curricular.

CNE Conselho Nacional de Educação.

CSTA Computer Science Teachers Association.

EB Educação Básica.

EF Ensino Fundamental.

EFAF Ensino Fundamental Anos Finais.

EI Educação Infantil.

EM Ensino Médio.

ENEM Exame Nacional do Ensino Médio.

INEP Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais.

ISTE International Society for Technology in Education.

LDB Lei de Diretrizes e Bases.

MEC Ministério da Educação.

OBI Olimpíada Brasileira de Informática.

OBR Olimpíada Brasileira de Robótica.

PC Pensamento Computacional.

PNE Plano Nacional de Educação.

PNED Política Nacional de Educação Digital.

SAEB Sistema de Avaliação da Educação Básica.

SBC Sociedade Brasileira de Computação.

STEAM Science, Technology, Engineering, Art and Math.

Capítulo 1

Introdução

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) estabelece referenciais para orientar a elaboração de currículos e garantir uma formação comum que respeite os valores culturais e artísticos, nacionais e regionais [1]. As aprendizagens são organizadas segundo o desenvolvimento de habilidades e competências, independente da jornada escolar, sendo orientadas pelos princípios éticos para uma formação integral numa sociedade justa, democrática e inclusiva [2]. A primeira versão da BNCC foi apresentada pelo Conselho Nacional de Educação (CNE) em 2015, como resultado de construção coletiva, em regime de colaboração com estados e municípios [1], para definir aprendizagens essenciais para todos os estudantes ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica (EB).

As diretrizes para o ensino de computação como complemento à BNCC, resolução CNE/CEB no. 2/2022 homologada pelo MEC em 03/10/22 [2], orientam a inserção pedagógica da computação na Educação Básica (EB) desde a Educação Infantil. Os objetivos de aprendizagem, as competências, objetos de conhecimento e habilidades dos eixos temáticos do Pensamento Computacional (PC), Mundo digital e Cultura digital são explicitadas para o Ensino Fundamental (EF). No Ensino Médio (EM) as competências específicas de computação são representadas segundo uma concepção de desenvolvimento gradual de aprendizagem dos seus objetos de conhecimento [3].

O termo PC tem sido definido como a capacidade humana de resolver problemas expressa pela habilidade de compreender, definir, modelar, comparar, solucionar, automatizar e analisar problemas (e soluções) de forma metódica e sistemática [4]. O PC é proposto na BNCC para potencializar o desenvolvimento das habilidades cognitivas de raciocínio e aprendizagem autônoma a partir da resolução de problemas e de desafios cada vez mais complexos. A partir de um processo de desenvolvimento curricular gradual as crianças são estimuladas a compreenderem como as tecnologias podem ser utilizadas de forma benéfica [5].

A computação na EB busca o desenvolvimento de sujeitos atuantes, criativos e produtores de conhecimentos preparados para uma economia do conhecimento onde as habilidades digitais e de produção criativa são valorizadas, para um futuro em que os empregos ainda serão criados [6]. O professor de computação passa a ser fundamental para orientar de forma gradual, segura, consciente, crítica e ativa as próximas gerações [7].

O problema de pesquisa decorre da disparidade entre a crescente relevância da computação para a sociedade e para as profissões do futuro e a sua precária integração no contexto escolar da EB no Brasil. Embora o PC seja considerado fundamental para preparar os jovens para os desafios futuros, sua incorporação nas práticas pedagógicas nos diversos componentes na EB, conforme previsto na BNCC, ainda não é totalmente compreendida pelos professores. Essa dificuldade pode ser atribuída a vários fatores, porém, a recente aprovação da BNCC e a necessidade da abordagem interdisciplinar e transversal do componente de computação nos currículos da educação básica, podem ser destacados como grandes desafios para os sistemas de educação.

Os professores da educação básica carecem de recursos e ferramentas pedagógicas que facilitem a integração das habilidades e competências do PC nos objetos de conhecimento dos componentes curriculares, conforme orientam as diretrizes da BNCC [1] e do seu complemento para o ensino de computação na EB [3].

1.1 Objetivos do trabalho

O trabalho apresenta um estudo sobre representação do pensamento computacional no contexto da educação básica, com base na sistematização de habilidades expressas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Como objetivos específicos o trabalho propõe:

- Um modelo conceitual de competência do PC para representar os componentes do raciocínio que são mobilizados na resolução de problemas;
- Identificação dos componentes do modelo de competência do PC na BNCC;
- Representação do PC na educação básica segundo o modelo de competência proposto.

Essa concepção parte da definição e delimitação do construto do PC de maneira sistêmica para organizar o raciocínio em componentes que podem ser desenvolvidos com os objetos de conhecimento dos componentes curriculares da BNCC.

1.2 Metodologia da pesquisa

A pesquisa adota abordagem exploratória e qualitativa em pesquisa documental e bibliográfica para a proposição de modelo conceitual de competência do PC e sua representação na BNCC incluindo as etapas de:

- Pesquisa documental e bibliográfica;
- Definição conceitual de competência do PC;
- Representação do PC com base na BNCC;
- Representação de aprendizagem do PC.

1.3 Organização do documento

Esta monografia está organizada em capítulos, onde o capítulo 2 apresenta os fundamentos teóricos sobre o tema no contexto do ensino de computação e da BNCC, da definição de PC. O capítulo 3 apresenta os fundamentos teóricos quanto ao método de representação do PC a partir de um instrumento de medida e de matrizes de habilidades e competências. A metodologia é apresentada no capítulo 4, os resultados das análises podem ser conferidos no capítulo 5 e as considerações finais no capítulo 6.

Capítulo 2

Pensamento Computacional e a BNCC

2.1 Contexto histórico

O termo Pensamento Computacional (PC) foi popularizado por Jeannette M. Wing (2006) como uma prática de raciocínio na resolução de problemas dos cientistas da computação que pode ser adotada pelas pessoas não especialistas e de outras áreas. O PC pode ser entendido como um conjunto de habilidades desenvolvidas desde as fases iniciais do desenvolvimento infantil que apoiam a capacidade analítica, criativa e de resolução de problemas [4]. Esse conjunto de ferramentas mentais sistematizam o raciocínio na solução de problemas a partir da aplicação dos conceitos de decomposição de problemas, representação gráfica, pensamento algorítmico, pensamento lógico, abstração, generalização, avaliação, modelagem computacional, dentre outras habilidades abstratas envolvidas na comunicação e raciocínio.

Em 1972, Seymour Papert e Cynthia Solomon [8] apresentaram os computadores como ferramentas potencializadoras do aprendizado, a partir de uma pedagogia interdisciplinar na qual o construcionismo foi proposto para valorizar o crescimento social e afetivo dos indivíduos com o uso de tecnologia para seu desenvolvimento pleno [9]. Ambientes de programação foram desenvolvidos especificamente para fins educacionais, incluindo a linguagem de programação LOGO [10] e o kit Lego Mindstorm [11]. Além disso, segundo os autores, os computadores e o construcionismo podem ser úteis somente se bem utilizados e, para isso, suas ferramentas devem auxiliar processos pedagógicos que ajudem a atribuir significados às criações dos alunos de forma ativa, a partir de seu próprio esforço [12].

A programação e o PC, segundo o construcionismo, ensinam as pessoas a se tornarem pensadores lógicos [13], auxiliando diretamente no aprendizado de matérias do STEAM (Ciências, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática) com uma forma concisa e pode-

rosa de pensar, que modifica o desenvolvimento do aluno e o prepara para os desafios futuros [14]. Com o avanço no debate acerca do PC, Jeannette Wing atualizou sua definição sobre o tema, de modo que o PC passou a ser expresso como “Os processos de pensamento envolvidos na formulação de um problema e que expressam sua solução ou soluções eficazmente, de tal forma que uma máquina ou uma pessoa possa realizar” [15].

As organizações internacionais da área da educação em computação e tecnologias Computer Science Teachers Association (CSTA) e a International Society for Technology in Education (ISTE) desenvolveram colaborativamente uma definição para o PC, como “um processo de resolução de problemas”, desde sua formulação, organização e análise dos dados, representação por meio de abstrações, como modelos e simulações, automação das soluções e ferramentas para resolvê-los da forma eficaz possibilitando a generalização deste processo para outros problemas similares [16].

No Brasil, o MEC propôs a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para orientar os currículos das instituições da Educação Básica (EB) [1]. Em 2022, no mesmo parecer que formaliza o aditivo da computação à BNCC [17] a definição de PC foi atualizada pelo Conselho Nacional de Educação (CNE). Em janeiro de 2023, por meio da lei N^o 14.533 sancionada pela Presidência da República, a Política Nacional de Educação Digital (PNED) ratifica a definição de PC expressa pelo Conselho Nacional de Educação (CNE) [18].

"Pensamento Computacional: refere-se à habilidade de compreender, analisar definir, modelar, resolver, comparar e automatizar problemas e suas soluções de forma metódica e sistemática, através do desenvolvimento da capacidade de criar e adaptar algoritmos, aplicando fundamentos da computação para alavancar e aprimorar a aprendizagem e o pensamento criativo e crítico nas diversas áreas do conhecimento."(Conselho Nacional de Educação (CNE), 2022, p. 14).

O PC pode ser representado por múltiplos componentes referentes às habilidades mobilizadas pelas pessoas na resolução de problemas [19]. Essa concepção e organização possibilita a sistematização do raciocínio e dos processos cognitivos associados na resolução de problemas podendo ser aplicado na prática conforme proposto por Code.Org (2016)[20], Liukas (2015)[21], BBC Learning (2015)[22], Grover e Pea (2013)[23] e o guia Computer at School (Csizmadia et al, 2015)[24].

A evolução do conceito e sua aplicação pedagógica inclui habilidades cognitivas e operacionais propostas na BNCC orientadas para o desenvolvimento de algoritmos e resolução de problemas de forma sistemática. Os estudos organizam o PC em componentes, ou fatores diversos, sendo sete para o Conselho Nacional de Educação (CNE)(2022) [17], seis para o International Society for Technology in Education (ISTE) e Computer Science Teachers Association (CSTA) (2011) [16], quatro para Code.Org (2016)[20], Liukas (2015)[21], BBC Learning (2015) [22], Grover e Pea (2013)[23] e o guia Computer at School (Csizmadia

et al, 2015) [24]. Na definição do PC por Vicari, Moreira e Menezes (2018) [19], quatro componentes são descritos:

"O Pensamento Computacional envolve identificar um problema (que pode ser complexo) e quebrá-lo em pedaços menores de mais fácil análise, compreensão e solução (**decomposição**). Cada um desses problemas menores pode ser analisado individualmente em profundidade, identificando problemas parecidos que já foram solucionados anteriormente (**reconhecimento de padrões**), focando apenas nos detalhes que são importantes, enquanto informações irrelevantes são ignoradas (**abstração**). Passos ou regras simples podem ser criados para resolver cada um dos subproblemas encontrados (**algoritmos ou passos**). Os passos ou regras podem ser utilizados para criar um código ou programa, que pode ser compreendido por sistemas computacionais e, conseqüentemente, utilizado na resolução de problemas complexos, independentemente da carreira profissional que o estudante deseje seguir."(Vicari, Moreira e Menezes, 2018, p. 30).

Os quatro componentes representam, segundo os autores [19], as principais habilidades cognitivas para o desenvolvimento do PC: abstração, raciocínio algorítmico, decomposição e reconhecimento de padrões que são úteis para sistematizar o raciocínio na resolução de problemas.

2.2 O conceito de Pensamento Computacional

O PC na BNCC visa representar as habilidades do raciocínio na resolução de problemas nos componentes curriculares da educação básica. O PC pode ser observado no desenvolvimento de algoritmos na resolução de problemas de forma sistemática e simplificada para potencializar a cognição humana de maneira gradual no desenvolvimento curricular.

O modelo conceitual do PC utilizou como base os documentos da BNCC e do seu complemento para o ensino de computação, além do Plano Nacional de Educação (PNE) e pareceres do Conselho Nacional de Educação (CNE). O Pensamento Computacional é entendido como "envolvendo as capacidades de compreender, analisar, definir, modelar, resolver, comparar e automatizar problemas e suas soluções, de forma metódica e sistemática, por meio do desenvolvimento de algoritmos"(BNCC, 2017, p. 474).

Dessa forma, o PC é descrito e organizado como um construto multidimensional ou de múltiplos componentes em sua representação conceitual. Os quatro componentes do modelo de competência do PC foram definidos segundo as recomendações normativas da BNCC e dos autores para refletir as habilidades associadas ao PC, permitindo uma representação mais precisa conforme descrito a seguir.

2.2.1 Abstração

A abstração possibilita a representação de problemas complexos, destacando elementos-chave o que facilita sua compreensão. A abstração é definida por Wing (2006) como um processo cognitivo utilizado em diversas situações do raciocínio, tais como, na escrita do algoritmo e suas iterações, seleção dos dados importantes, formulação de perguntas, compreensão e organização de módulos de um sistema [4]

Os processos de abstração para Vicari, Moreira e Menezes (2018)[19] são talvez mais difíceis de serem compreendidos na prática pelas pessoas. Pode envolver processos de filtragem dos dados, classificação, eliminação de elementos não essenciais e foco nos aspectos relevantes. Dessa forma, pode-se criar uma representação abstrata do objeto ou problema, sem perder informação relevante.

2.2.2 Algoritmo

Para Csizmadia (2017), um algoritmo é um plano, uma estratégia ou um conjunto de instruções claras e necessárias para a solução de um problema [24]. O pleno conhecimento do problema é o primeiro passo para a construção de soluções, de um passo a passo, ou conjunto de instruções, de cada subproblema [25]. Parte-se de uma sequência de operações mais simples para resolver problemas específicos. Um exemplo de algoritmo clássico de Daniel Hillis [26]:

"Quando eu era estudante de graduação [...] um dos meus colegas de quarto tinha várias dúzias de pares de meias, cada par de uma cor ou modelo ligeiramente diferentes. Como ele costumava adiar a lavagem até que nenhuma meia estivesse limpa, toda vez que ele as lavava enfrentava uma tarefa nada desprezível de combiná-las novamente em seus devidos pares. Eis como meu colega fazia isso:

- Primeiro, ele puxava uma meia qualquer da pilha de meias lavadas;
- Depois, tirava outra aleatoriamente, para ver se combinavam;
- Se não combinavam, ele coloca a segunda meia de volta e puxava outra, aleatoriamente;
- Ele continuava esse processo até que encontrasse um par que combinasse;
- Depois ele prosseguia, até que todos os pares estivessem formados.[...]

Um dia, ao trazer a cesta de roupa lavada de volta, ele anunciou "resolvi usar um algoritmo melhor para combinar minhas meias", O que ele quis dizer era que ia utilizar um procedimento de natureza fundamentalmente diferente.

- Ele tirou a primeira meia e colocou sobre a mesa;
- Tirou mais uma e comparou com a primeira meia;
- Como não combinavam, colocou uma ao lado da outra. [...]

Utilizando esse método ele conseguia combinar as meias em uma pequena fração do tempo do que era necessário no método anterior" (Hillis, 1998, p. 75).

Esse exemplo evidencia como pode ser estimulado o raciocínio algorítmico na resolução de problemas do cotidiano.

2.2.3 Decomposição

É comum na solução de problemas complexos que se realizem pequenas etapas, mais simples, evitando abarcar o problema como um todo, buscando-se a modularização para a solução dos problemas menores, para, a partir destes, resolver o todo [7]. Para Liukas (2015) [21], a decomposição gera problemas menores, tornando-os mais fáceis de entender e resolver. A autora afirma que programadores e gastrônomos dividem esta característica, cada qual em sua área. Na cozinha utilizam a decomposição das receitas em diversos passos de simples execução, enquanto na computação um algoritmo é dividido em pedaços menores, para facilitar sua compreensão e manutenção [21].

Para Csizmadia (2015), a decomposição facilita situações e possibilita o tratamento de sistemas de grande porte e complexos [24]. Para Brackmann (2017) [27], a decomposição aplicada a elementos físicos, como por exemplo para consertar uma bicicleta a partir de suas diferentes partes, facilita sua compreensão e manutenção. Ao decompor a bicicleta, são encontrados padrões entre os subproblemas gerados pela decomposição. No exemplo, é possível isolar as partes, mas é possível também pensar que a correia é um elemento de ligação entre a roda traseira e o pedal, para providenciar a tração, e que o guidom conecta o quadro à roda dianteira, para viabilizar a direção. Isso torna o exemplo mais próximo de um sistema complexo do mundo real [27]. Dessa forma, o mesmo princípio pode ser aplicado ao PC onde a decomposição e a modularização do algoritmo facilitam sua construção e manutenção.

2.2.4 Reconhecimento de padrões

O reconhecimento de padrões trabalha a identificação de características comuns entre os problemas e suas soluções. Busca-se o padrão entre os problemas gerados para evitar a repetição e tornar a resolução mais efetiva. Identificar padrões e, para melhor solucionar problemas, partir de problemas similares que foram resolvidos anteriormente, torna a elaboração de novas respostas simples [25] [21].

No momento em que se consegue um padrão, pode-se descrever outros padrões, simplesmente seguindo o padrão inicial e alterando as características [27]. A percepção de padrões possibilita simplificar a solução de problemas e reaproveitamento da solução dos

subproblemas, caso haja semelhança. Quanto mais padrões identificados, mais rapidamente a macro solução pode ser encontrada.

2.3 Base Nacional Comum Curricular (BNCC)

O debate sobre a BNCC é antigo [28] uma vez que foi previsto na constituição de 1988, em seu artigo 201, que prevê a estruturação de conteúdos mínimos para o ensino fundamental, com o objetivo de assegurar formação básica comum e respeito aos valores culturais e artísticos, nacionais e regionais [29]. Já em 1996, este compromisso foi reforçado pela Lei de Diretrizes e Bases (LDB) [30]:

"Os currículos do ensino fundamental e médio devem ter uma base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e da clientela."(Lei de Diretrizes e Bases (LDB), 2013, Art. 26.).

A BNCC é um documento normativo que define o conjunto de aprendizagens essenciais da Educação Básica (EB) [1] a partir das diretrizes e competências comuns aos diversos currículos. As competências são desenvolvidas ao longo da EB, assegurando formação integral para contribuir na construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

2.4 Habilidades e competências na Base Nacional Comum Curricular (BNCC)

O conceito de competência é definido na BNCC 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"(Base Nacional Comum Curricular (BNCC), 2017, p. 8). As competências são organizadas na BNCC em competências gerais e específicas propostas para serem desenvolvidas para cada ano, de cada etapa escolar, organizadas em unidades temáticas e objetos de conhecimento, orientadas pelas habilidades das trilhas de aprendizado propostas nos currículos.

2.4.1 Competências Gerais

As competências gerais da BNCC são consideradas competências universais para uma formação humana integral, crítica e consciente para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo [1]. Como exemplo, temos a competência geral número 2 da BNCC:

"2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas."(Base Nacional Comum Curricular (BNCC), 2017, p. 9).

2.4.2 Competências Específicas

As áreas do conhecimento e componentes curriculares do ensino fundamental da BNCC são organizadas pelos componentes de Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza, Ciências Humanas e Ensino Religioso que orientam as competências específicas para articulação horizontal entre as diferentes áreas, integrando os componentes curriculares, e a articulação vertical, promovendo a progressão e continuidade no decorrer da jornada escolar [1].

As habilidades representam a operacionalização dos saberes detalhando o que os alunos devem ser capazes de fazer mobilizando conhecimentos, atitudes e valores. As habilidades são definidas para cada ano de ensino e para cada componente curricular, orientando o processo de ensino-aprendizagem de forma clara e objetiva [1]. No contexto da matemática, como exemplo de habilidades do 6º ano, podemos elencar:

"**(EF06MA01)** Comparar, ordenar, ler e escrever números naturais e números racionais cuja representação decimal é finita, fazendo uso da reta numérica.

(EF06MA02) Reconhecer o sistema de numeração decimal, como o que prevaleceu no mundo ocidental, e destacar semelhanças e diferenças com outros sistemas, de modo a sistematizar suas principais características (base, valor posicional e função do zero), utilizando, inclusive, a composição e decomposição de números naturais e números racionais em sua representação decimal"(BNCC, 2017, p. 301).

As unidades temáticas organizam os objetos de conhecimento de cada componente curricular, respeitando as particularidades de cada área do saber, definindo um arranjo adequado para o percurso do ensino, proporcionando uma estrutura lógica e coerente.

Cada unidade temática abrange uma variedade de objetos de conhecimento, que se relacionam com as habilidades a serem desenvolvidas [1]. Exemplos de unidades temáticas da matemática podemos citar a álgebra, a geometria, grandezas e medidas, probabilidade e estatística. A figura 2.1 representa um exemplo da sistematização da matriz de habilidades e competências da BNCC e de seu aditivo para os eixos de PC e mundo digital para os alunos do 1º ano do Ensino Fundamental (EF).

EIXO	OBJETO DE CONHECIMENTO	HABILIDADE	EXPLICAÇÃO DA HABILIDADE	EXEMPLOS
PENSAMENTO COMPUTACIONAL	Organização de objetos	(EF01CO01) Organizar objetos físicos ou digitais considerando diferentes características para esta organização, explicitando semelhanças (padrões) e diferenças.	Objetos de um mesmo conjunto podem ser organizados e agrupados de diferentes maneiras, enfatizando as características desejadas. A organização adequada pode facilitar a busca por um objeto específico dentro deste conjunto.	O professor pode pedir que os alunos organizem um conjunto de personagens por gênero, cor dos olhos, idade, tamanho, nacionalidade etc. Também pode sugerir que os alunos organizem um conjunto de figuras geométricas por cor, por tipo de figura, por tamanho das figuras etc.
		(EF01CO02) Identificar e seguir seqüências de passos aplicados no dia a dia para resolver problemas.	O objetivo é que os alunos possam identificar passos que fazem parte da execução de uma tarefa, bem como seguir uma seqüência de passos para realizar uma tarefa (resolver um problema).	O professor pode fornecer seqüências de passos para resolver problemas como construir origamis simples, seguir caminhos, executar uma receita, construir figuras com Tangram, entre outros, e solicitar que os alunos as executem.
	Conceituação de Algoritmos	(EF01CO03) Reorganizar e criar seqüências de passos em meios físicos ou digitais, relacionando essas seqüências à palavra 'Algoritmos'.	Ao explicar para alguém como realizar uma tarefa (resolver um problema), se está criando um algoritmo. Esses algoritmos podem ser construídos a partir de um conjunto de passos desordenados, onde o aluno deve identificar a seqüência em que esses passos devem ser executados, ou podem ser construídos partindo do zero, na qual esses passos também devem ser determinados, além da seqüência desses. Pode-se usar linguagem textual, oral ou pictográfica para descrever os passos de um algoritmo.	O professor pode fornecer imagens que descrevem os passos para construir um objeto usando peças do tipo 'Legó' e solicitar que os alunos as organizem em uma seqüência que permita construir o objeto. Ou ainda, o professor pode solicitar que os alunos expliquem, oralmente ou através de seqüências de desenhos, como se joga esconde-esconde ou qualquer outro tipo de jogo.
MUNDO DIGITAL	Codificação da informação	(EF01CO04) Reconhecer o que é a informação, que ela pode ser armazenada, transmitida como mensagem por diversos meios e descrita em várias linguagens.	O objetivo é fazer com que o aluno compreenda o conceito de informação, que uma mesma informação pode ser descrita de diversas formas (usando linguagem oral, imagens, sons etc.) e que tal descrição pode ser armazenada e transmitida. Por exemplo, a informação sobre a existência de um cachorro pode ser representada como uma imagem ou como o som de seu latido, que pode ser transmitida repassando a folha com a imagem para outra pessoa ou reproduzindo o som para outra pessoa (como na brincadeira telefone sem fio) e depois pode ser armazenada em uma pasta ou gravação.	Transmitir uma palavra por 'telefone sem fio', enviar um desenho para um colega, gravar uma mensagem de áudio e reproduzi-la para um colega, entre outros.
		(EF01CO05) Representar informação usando diferentes codificações.	Compreender o conceito de representação é um passo importante para a compreensão de como computadores representam as informações e simulam comportamentos, além de ser habilidade importante para o desenvolvimento e uso de abstrações. Um algoritmo executado por um computador opera dados representados de maneira simbólica. Por exemplo, uma imagem pode ser representada por uma grade formada por pequenos quadrados (pixels), cada qual com um número que representa sua cor (por exemplo, 0 branco e 1 preto). Sons podem ser representados por notas musicais etc.	Mostrar que ao pintar as áreas de uma imagem com cores pré-definidas (codificação) uma imagem é recuperada (informação) ou mostrar a relação de uma música com suas notas musicais.

Figura 2.1: Exemplo de relação dos objetos do conhecimento com as habilidades. Fonte: Complemento da computação à BNCC, páginas 12 e 13 [1].

Os objetos de conhecimento organizam os conteúdos específicos de cada unidade temática do currículo, representando os conceitos, processos e fatos que compõem o saber de cada área. Cada objeto de conhecimento é articulado pelas habilidades proporcionando aos alunos oportunidades concretas de desenvolver competências gerais e específicas definidas pela BNCC [1].

O conceito de habilidade, como definido por Perrenoud, significa a capacidade de agir eficazmente em um determinado tipo de situação, apoiada em conhecimentos, mas sem limitar-se a eles [31], envolvendo os processos mentais do indivíduo para resolver uma situação real de tomada de decisão. As habilidades possibilitam ao sujeito encarar uma dada situação pela mobilização de habilidades e conhecimentos [32]. As competências são construídas, desenvolvidas e adquiridas [33] sendo a capacidade de mobilizar recursos para resolver algo de forma inovadora, criativa e no momento necessário [32]. A competência é mobilizadora de habilidades, conhecimentos e atitudes [34].

A representação de habilidades e competências em contextos educacionais são úteis para apoiar estratégias de avaliação somativas e formativas, de aprendizagem e de ensino. Como por exemplo, no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e no Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) que estão relacionados à prática do saber fazer e às competências e suas habilidades (MEC) [35].

Capítulo 3

Elaboração de testes psicológicos

Um instrumento de medida representa uma construção intelectual que retrata o objeto ou fenômeno estudado, seja de forma assertiva, quantitativa ou qualitativamente que, mediada pelo pesquisador, possibilita a troca de informações entre o mundo empírico e o mundo científico. Segundo Pasquali um instrumento de medida já é uma operação concreta, empírica. A passagem do terreno abstrato (constitutivo) para o concreto é precisamente viabilizada pelas definições operacionais dos construtos [36].

A delimitação do que será explorado e aferido tem por objetivo demarcar um ponto de referência daquilo que se deseja atingir. O instrumento é a representação do fazer do pensamento científico obtido da própria realidade [37]. Destacamos neste estudo os testes aplicados em contextos educacionais para diagnóstico das habilidades do Pensamento Computacional (PC) e desenvolvimento dos estudantes nos estudos e aprendizagem no contexto da Educação Básica (EB) e da Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

3.1 Tipologia dos testes psicológicos

Os testes psicológicos, segundo Pasquali [36], podem ser classificados em diversos tipos dependendo do ponto de vista teórico, dos critérios e técnicas utilizados para classificação. De forma geral, podemos agrupar os testes em termos de traços latentes ou pelas operações concretas que representam.

Os testes referente a construtos ou traços latentes tem por base a teoria psicológica e englobam a maioria dos testes psicológicos, os testes de inteligência, de personalidade, de aptidões, inventários de personalidade e de psicopatologia e as escalas de atitude.

Os testes comportamentais expressam o comportamento observável e os estímulos ambientais (físicos, biológicos e sociais) como os estados orgânicos (temperatura, cor, rigidez), posturas e movimentos.

Os testes referentes a conteúdo ou também chamados de teste referentes a critério, testes referentes a domínio, testes referentes a objetivos, testes de mestria exigem dos sujeitos o domínio de um conteúdo. Esses testes especificam um conteúdo e não tipos de pessoas. Esse tipo de teste visa verificar se os sujeitos atingem ou não um determinado critério de domínio de um conteúdo.

3.2 Parâmetros de validade e fidedignidade

Os testes seguem bases teóricas e metodológicas diversas para construção e aferição de parâmetros de validade e fidedignidade a seguir descritos.

3.2.1 Dimensionalidade

A dimensionalidade diz respeito a estrutura interna, a semântica do instrumento, representando um ponto crítico pois a dimensionalidade possui relação direta com o objeto a ser estudado [36]. No caso do construto PC, deve-se perguntar se o mesmo é composto por um construto de componente único ou se há mais de um componente nesse construto, e ainda, se podem ser analisados de forma independente ou somente em seu conjunto. O desenvolvimento de um instrumento que leve em conta apenas um componente pode descaracterizar a medida do todo e dos demais componentes.

Detalhar o objeto e uma teoria sobre o construto é recomendado para fundamentar a medida [36]. Os dados empíricos coletados pelo instrumento confirmam se há alguma consistência teórica e segundo a lógica da pesquisa empírica. A verificação empírica pode ou não confirmar a validade da teoria. A verdade científica é sempre relativa e nunca será um dogma sendo, portanto, sempre reformável.

3.2.2 Definição do construto

O construto é definido por seus componentes que são descritos de forma detalhada. A literatura, peritos da área e a própria experiência são as bases para construir embasamento teórico e conceitual de cada componente. O construto é descrito de forma clara e precisa para garantir a pertinência do instrumento de medida, tendo como resultado as definições constitutivas e as definições operacionais do construto [36].

Definição constitutiva

Um construto é definido por outros construtos ou conceitos próprios da teoria em que se insere. A definição constitutiva caracteriza o construto no espaço semântico de sua

interpretação a partir das teorias, dos termos correlatos, comum em dicionários e enciclopédias, a partir de outros conceitos, orientando os limites de sua dimensionalidade. Os conceitos são realidades abstratas que são definidos em termos de realidades abstratas. Apresenta relevância para a construção do instrumento para definir o construto exata e precisamente com base em sua teoria [38].

Definição operacional

A construção de um instrumento de medida implica em uma operação empírica, concreta. Portanto, é necessário transformar a definição constitutiva, teórica e abstrata, em definições operacionais, para fins de tratamento empírico. Há a preocupação em garantir que as descrições sejam puramente operacionais, e que a abrangência das definições operacionais propostas possam aferir todo o construto delimitado na definição constitutiva [38].

O operacional está intimamente ligado ao ato de fazer algo, pois define comportamentos que devem ocorrer e que são passíveis de observação. No exemplo, compreender a frase, não indica nenhum comportamento concreto específico a ser exibido por parte da pessoa [36]. Por outro lado, uma definição operacional pode ser perfeitamente operacional e também equivocada, quando não está inserida no espaço semântico da pesquisa.

Em geral, uma definição operacional não cobre toda a amplitude semântica de um construto, porém um maior alinhamento do construto em sua definição constitutiva e operacional resultará em melhor qualidade do instrumento. A definição dos seus indicadores possibilitam que uma competência ou habilidade seja observada de forma indireta, facilitando a elaboração de itens ou questões para o instrumento. Dessa forma, para a definição dos indicadores e elaboração dos itens do instrumento é fundamental que o pesquisador esteja inserido no mundo empírico do tema proposto, da literatura do construto, da opinião de peritos e de sua própria experiência [36].

3.2.3 Operacionalização do construto

A operacionalização do construto consiste em elaborar os itens ou questões que representam a expressão comportamental do construto. Pode ser por meio de tarefas que representam a magnitude do construto do instrumento [36]. Nesta fase, três passos são sugeridos para a elaboração de itens: definir as fontes, definir as regras de construção de itens e a quantidade de itens [36].

Fontes dos itens

É recomendado construir itens de maneira sistemática em função das definições operacionais e constitutivas, segundo os fundamentos teóricos e empíricos da literatura, das

fontes e das categorias elencadas do construto com as possíveis fontes para a elaboração dos itens [36]:

- **Literatura:** os itens são desenvolvidos com base em testes semelhantes do mesmo construto;
- **Entrevista:** os itens são construídos com base em entrevistas realizadas com o público alvo ou especialistas, com o cuidado necessário para evitar o direcionamento enviesado do instrumento;
- **Categorias comportamentais:** os itens são criados a partir das definições operacionais.

Este processo sistemático busca garantir que os itens elaborados e selecionados sejam obtidos com base em seus fundamentos teóricos e nas evidências empíricas disponíveis, uma vez que o construto foi exaustivamente analisado. Somente itens que correspondam às definições teóricas constitutivas e operacionais são considerados visando garantir a pertinência teórica do instrumento para representar o construto de interesse [38].

3.2.4 Regras de construção dos itens

A qualidade de um instrumento é fundamental para a legitimidade e credibilidade dos resultados de uma pesquisa, reforçando a importância do processo de validação [39]. Os critérios de fidedignidade e validade de um instrumento visam minimizar julgamentos subjetivos e garantir a qualidade do resultado da medida proposta pelo teste [40].

"O instrumento que mede esta propriedade (comprimento), isto é, o metro, usa a sua propriedade de comprimento para medir o comprimento de outro objeto; então estamos medindo comprimento com comprimento, tomados estes termos univocamente. Não há necessidade de provar que a propriedade comprimento do metro seja congruente com a mesma propriedade no objeto medido; os termos são unívocos, eles são conceitualmente equivalentes, aliás, idênticos. O caso já se torna menos claro quando, por exemplo, o astrônomo mede a propriedade velocidade galáctica de aproximação ou afastamento via efeito Doppler, onde a aproximação/afastamento das linhas espectrais da luz da galáxia seria o instrumento da medida. Aqui já temos, na verdade, um problema de validade do instrumento de medida, a saber, é verdade ou não que as distâncias das linhas espectrais têm a ver com a velocidade das galáxias? Pode-se fazer tal suposição, mas ela tem que ser demonstrada empiricamente, de alguma maneira, isto é, pelo menos em suas consequências, em hipóteses dela derivadas ou deriváveis e verificáveis."(Pasquali, 2009, p.995).

Um instrumento de medida válida uma hipótese baseada em uma teoria e sugere 12 regras ou critérios estruturantes para a construção de itens [38] [37]:

1. **Critério comportamental:** deve expressar um comportamento e não uma abstração ou construto permitindo uma ação clara e precisa [41];
2. **Critério da objetividade ou desejabilidade ou preferência:** o indivíduo deve poder mostrar se conhece a resposta ou se é capaz de executar uma determinada tarefa. No entanto, deve poder concordar, discordar ou opinar sobre se tal comportamento convém ou não para ele;
3. **Critério da simplicidade:** deve expressar uma única ideia para não gerar interpretações ambíguas, deixando de fora qualquer razão ou justificativa que possa tornar o item confuso;
4. **Critério da clareza:** deve ser inteligível para todos os grupos da população-alvo. É recomendado, portanto a utilização de frases curtas, com expressões simples e inequívocas;
5. **Critério da relevância:** deve ser consistente com o atributo definido e com as outras definições que constituem o mesmo atributo, ou seja, não deve insinuar atributo diferente daquele definido;
6. **Critério da precisão:** deve ter posição definida e ser diferente dos demais itens que avaliam a mesma parte do construto;
7. **Critério da variedade:** deve-se evitar utilizar os mesmos termos em todos os itens, pois pode tornar a pesquisa cansativa, como por exemplo, começar todos os itens utilizando sempre o mesmo termo;
8. **Critério da modalidade:** evitar o uso de expressões extremadas, pois inibe a escolha de respostas com indicadores máximos ou mínimos dentro da escala de medida [37];
9. **Critério da tipicidade:** criar frases com expressões condizentes e típicas ao atributo;
10. **Critério da credibilidade:** deve utilizar linguagem adequada ao público-alvo, evitando a desmotivação do entrevistado, e um preenchimento que afete negativamente a resposta.

Os critérios referentes ao conjunto dos itens do instrumento ou o teste como um todo:

1. **Critério da amplitude:** o conjunto de itens de um atributo deve cobrir toda a extensão em magnitude no continuum proposto para a medida deste atributo com fins de discriminação dos sujeitos;

2. **Critério de equilíbrio:** os itens devem cobrir igualmente ou proporcionalmente todos os segmentos do contínuo da medida; isto quer dizer, em nível de dificuldade (fáceis, difíceis e médios) para aptidões ou fracos, moderados e extremos no caso de atitudes, distribuindo sobre o contínuo, semelhante à curva normal [37].

3.2.5 Quantidade de itens

O instrumento ou teste psicológico deve cobrir a totalidade ou a maior parte da extensão semântica do construto sendo a quantidade de itens diretamente associada ao bom senso do pesquisador que deve conhecer o seu objeto para quantificar e descrever os itens propostos. De forma geral, a quantidade de itens necessários para representar um construto é cerca de 20 itens [36] e dependem do tipo do construto. Há construtos mais simples que exigem cerca de cinco ou seis itens.

É recomendado o desenvolvimento de mais itens na primeira fase de elaboração do instrumento, de modo que ao realizar as análises teóricas e empíricas possa haver margem para remoção de itens. Do ponto de vista da psicometria tradicional, são recomendados pelo menos o triplo de itens para salvar pelo menos 20 itens. Na teoria de traços latentes, os construtos são baseados em validade teórica, exigindo apenas 10% além dos 20 itens exigidos.

3.2.6 Análise teórica dos itens

A hipótese de que os itens representam adequadamente o construto necessita ser validada por membros da comunidade científica, bem como, especialistas com experiência na área de estudo [42]. Esta validação é realizada pela análise de juízes, considera as opiniões acerca do instrumento segundo aspectos de [36]:

- **Análise semântica:** sobre a compreensão dos itens;
- **Análise dos juízes:** sobre a pertinência dos itens ao construto.

Análise semântica dos itens

A compreensão dos itens por parte do público-alvo é analisada para verificar se os itens são inteligíveis e sobre a elegância do texto na sua formulação. A aplicação de teste ou de amostra piloto tem seu foco no grupo com menos domínio do item. Pode ser realizada em forma de entrevista com grupo de pessoas, onde são apresentados os itens para sondar o entendimento e buscar pontos de melhoria e medir a magnitude do atributo representados pelos itens [36].

Análise de conteúdo, de construto ou de juízes

A análise de juízes, ou análise de conteúdo, ou ainda, análise de construto, tem por finalidade verificar se o item proposto representa verdadeiramente o construto que se pretende. Essa análise deve ser feita por um grupo de especialistas para analisar se o conteúdo está correto e adequado ao que se propõe [43]. O item proposto e sua definição operacional são analisados, buscando-se uma concordância de pelo menos 80% dos juízes, para garantir um critério de pertinência ao construto que se refere [36]. Para tal, são propostas duas tabelas ou documentos a serem entregues aos juízes, uma de definições constitutivas dos construtos ou fatores, e outra de componentes e seus respectivos itens do componente do construto. Cada juiz deve assinalar para cada item o seu julgamento. Pasquali [36] propõe grupo de 6 juízes e que os itens com baixa concordância sejam remodelados ou descartados, por não se comprovarem pertinentes ao construto aferido, como descreve:

"Com o trabalho dos juízes, ficam completados os procedimentos teóricos na construção do instrumento de medida, os quais comportaram a explicitação da teoria do(s) construto(s) envolvido(s), bem como a elaboração do instrumento piloto, que constitui a representação comportamental desses mesmos construtos e que se põe como a hipótese a ser empiricamente testada (validação do instrumento), tarefa que será iniciada com os procedimentos experimentais, os quais consistem em coletar informação empírica válida e submetê-la às análises estatísticas pertinentes em Psicometria."(Pasquali, 1998, p. 12).

Esses fundamentos da elaboração de testes podem apoiar a sistematização da elaboração de testes para representação do Pensamento Computacional (PC) tendo como referência a BNCC.

3.3 Matrizes de referência de habilidades e competências

As matrizes de referência de habilidades e competências são ferramentas estruturadas que organizam os conhecimentos, habilidades e atitudes a serem desenvolvidos no processo educacional sendo referência para o desenvolvimento curricular e avaliações educacionais, para o planejamento pedagógico e a medida de desempenho dos alunos [44]. A necessidade de adequar os sistemas de ensino às demandas da sociedade impulsionam os programas de avaliações nacionais a acompanharem esse movimento de melhoria das políticas educacionais com o Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) [45], o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) [46], dentre outros, realizados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP) [47]. Esses sistemas apresentam as suas próprias matrizes

de referência com parâmetros para aferir o conhecimento e o aprendizado do aluno, que pode ser operacionalizado algumas vezes de forma simples, como o tempo de digitação, ou por níveis de proficiência em uma língua [33].

3.4 Representação do PC

A matriz de referência de habilidades e competências para representar o PC possibilita a sistematização do construto a partir de seus componentes e de seus descritores operacionais. Medeiros [25] propôs em seu estudo de avaliação diagnóstica do PC a sistematização da figura 3.1 que associa o PC com habilidades da BNCC. O estudo exemplifica uma aplicação da matriz para sistematizar descritores operacionais para o desenvolvimento de currículos e avaliação de aprendizagem [25].

	Habilidades da BNCC	Operacionalização (formas de avaliar as habilidades)
Abstração	[EF08MA04] - Resolver e elaborar problemas, envolvendo cálculo de porcentagens, incluindo o uso de tecnologias digitais.	Reconhecer, em situações cotidianas, o uso de algoritmos como uma sequência de passos ordenados; Utilizar diferentes linguagens de programação para representar um mesmo algoritmo; Converter um algoritmo em linguagem natural para um em linguagem de programação; Resolver problemas, com base em soluções descritas em algoritmos em linguagem natural e convertê-lo para uma linguagem de programação.
	[EF09MA04] - Resolver e elaborar problemas com números reais, inclusive em notação científica, envolvendo diferentes operações.	Elaborar soluções que envolvem uma rotina que pode chamar a si mesma, como por exemplo, um algoritmo para resolver um número fatorial; Desmembrar um problema em problemas menores, até chegar a um problema pequeno suficiente para ser resolvido de forma trivial;
Algoritmo	[EF08MA09] - Resolver e elaborar, com e sem uso de tecnologias, problemas que possam ser representados por equações polinomiais de 2º grau do tipo $ax^2 = b$;	Construir algoritmos de média complexidade para resolver problemas simples, por exemplo, descobrir o resultado de uma equação polinomial;
	[EF08MA10] - Identificar a regularidade de uma sequência numérica ou figural não recursiva e construir um algoritmo por meio de um fluxograma que permita indicar os números ou as figuras seguintes. [EF08MA09] - Resolver e elaborar, com e sem uso de tecnologias, problemas que possam ser representados por equações polinomiais de 2º grau do tipo $ax^2 = b$; [EF08MA10] - Identificar a regularidade de uma sequência numérica ou figural não recursiva e construir um algoritmo por meio de um fluxograma que permita indicar os números ou as figuras seguintes.	Representar um algoritmo de média complexidade na forma de fluxograma; Identificar como as estruturas de dados estão organizadas e modificá-las sem perder a característica de estrutura
Decomposição	[EF08MA11] - Identificar a regularidade de uma sequência numérica recursiva e construir um algoritmo por meio de um fluxograma que permita indicar os números seguintes.	Identificar a ideia do paralelismo em situações da vida real; Representar situações da vida real que ocorrem simultaneamente.
	[EF08MA03] - Resolver e elaborar problemas de contagem cuja resolução envolva a aplicação do princípio multiplicativo. [EF09MA03] - Efetuar cálculos com números reais, inclusive potências com expoentes fracionários.	Dividir um problema original em vários subproblemas mais fáceis de resolver; Criar um módulo e fazer reuso dele em outros algoritmos.
Reconhecimento de padrões	[EF08MA06] - Resolver e elaborar problemas que envolvam cálculo do valor numérico de expressões algébricas, utilizando as propriedades das operações.	Reconhecer os padrões que se repetem dentro de um problema para encontrar sua solução; Aplicar um algoritmo de compactação de dados textuais.
	Não há indicação na BNCC	Analisar e identificar em diferentes linguagens de programação a presença e elementos comuns; Reconhecer as similaridades entre diferentes linguagens e programação.

Figura 3.1: Matriz de referência de PC. Fonte: Adaptada pelo autor com base em Medeiros, 2020, p.53 à 56.

Em seu trabalho, Medeiros [25] propõe um guia de elaboração de questões que faz uso da matriz de referência do PC da figura 3.1 para viabilizar a elaboração de questões de representação e medida do PC relacionadas à BNCC. Os itens são elaborados de forma a representar os quatro componentes do PC inspirados em itens de provas ou de criação própria pelos professores.

Capítulo 4

Metodologia

O trabalho apresenta um estudo sobre representação do pensamento computacional no contexto da educação básica, com base na sistematização de habilidades expressas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), incluindo como objetivos específicos:

- Um modelo conceitual de competência do PC para representar os componentes do raciocínio que são mobilizados na resolução de problemas;
- Identificação dos componentes do modelo conceitual de competência do PC na BNCC;
- Representação da aprendizagem do PC na educação básica segundo o modelo de competência proposto.

As etapas da pesquisa conforme fluxo da figura 4.1 adota abordagem exploratória para definição e delimitação do construto do PC de maneira sistemática de forma a representar os componentes a serem desenvolvidos em objetos de conhecimento dos componentes curriculares da BNCC.

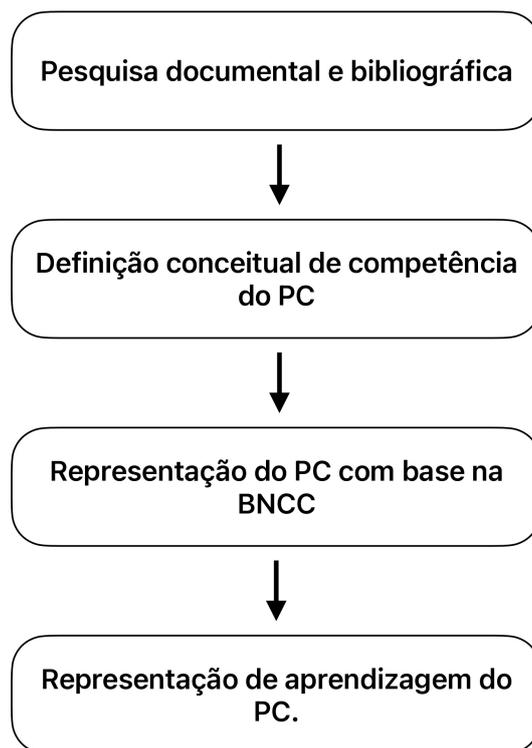


Figura 4.1: Etapas de pesquisa

4.1 Pesquisa documental e bibliográfica

O levantamento bibliográfico e documental utilizou as bases de artigos do Google Scholar e da Sociedade Brasileira de Computação (SBC) para seleção de artigos, monografias e livros publicados a partir de 2019. A pesquisa considerou também as normas e pareceres do Ministério da Educação (MEC) e do Conselho Nacional de Educação (CNE) e a BNCC e o seu complemento para o ensino de computação.

4.2 Definição conceitual de competência do PC

Essa etapa do método visa delimitar o construto do PC segundo a base teórica conceitual dos processos envolvidos conforme os critérios de dimensionalidade e de definição constitutiva para embasar a sua posterior definição operacional e representação em itens ou questões de aprendizagem. Dessa forma, foram definidos quatro componentes para o construto conceitual de competência do PC denominados de:

1. **Abstração:** envolve a capacidade de descartar elementos e informações irrelevantes enquanto preserva as informações essenciais de natureza abstrata para a seleção de informações relevantes.

2. **Algoritmo:** conjunto de instruções claras e precisas para resolver um problema, podendo ser executado tanto por pessoas quanto por computadores.
3. **Decomposição:** capacidade de dividir problemas complexos em partes menores e mais gerenciáveis, facilitando sua resolução de maneira estruturada.
4. **Reconhecimento de Padrões:** identificação de características comuns entre problemas e soluções, possibilitando a construção de soluções amplas aplicáveis a casos semelhantes.

Esses componentes organizam as habilidades associadas ao PC de maneira sistemática, segundo bases teóricas e da BNCC visando subsidiar atividades pedagógicas de planejamento pedagógico e a elaboração de itens ou questões em instrumentos para avaliação da aprendizagem do PC.

4.3 Representação do PC com base na BNCC

Uma matriz é proposta para representar as relações entre os componentes do modelo conceitual do PC com as habilidades expressas na BNCC. Essa matriz representa as habilidades constitutivas definidas e agrupadas por seus componentes do construto PC. Essa organização em matriz facilita o desenvolvimento do currículo escolar integrado ao construto do PC de acordo com as competências e habilidades mapeadas e relacionadas aos objetivos e as práticas para a diversidade de contextos escolares.

A análise das 101 competências gerais e específicas da BNCC, incluindo o seu complemento para o ensino de computação, selecionou 23 competências com potencial de desenvolvimento de habilidades e conteúdos do PC articulados em atividades integradas conforme apresentado na Figura 4.2.

Área	Competência da BNCC
Geral	<p>1 - Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.</p> <p>2 - Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.</p> <p>4 - Utilizar diferentes linguagens verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.</p> <p>5 - Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.</p>
Linguagens	<p>3 - Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao diálogo, à resolução de conflitos e à cooperação.</p> <p>6 - Compreender e utilizar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares), para se comunicar por meio das diferentes linguagens e mídias, produzir conhecimentos, resolver problemas e desenvolver projetos autorais e coletivos.</p>
Língua Portuguesa	<p>2 - Apropriar-se da linguagem escrita, reconhecendo-a como forma de interação nos diferentes campos de atuação da vida social e utilizando-a para ampliar suas possibilidades de participar da cultura letrada, de construir conhecimentos (inclusive escolares) e de se envolver com maior autonomia e protagonismo na vida social.</p> <p>10 - Mobilizar práticas da cultura digital, diferentes linguagens, mídias e ferramentas digitais para expandir as formas de produzir sentidos (nos processos de compreensão e produção), aprender e refletir sobre o mundo e realizar diferentes projetos autorais.</p>
Artes	<p>5 - Mobilizar recursos tecnológicos como formas de registro, pesquisa e criação artística.</p>
Língua Inglesa	<p>2 - Comunicar-se na língua inglesa, por meio do uso variado de linguagens em mídias impressas ou digitais, reconhecendo-a como ferramenta de acesso ao conhecimento, de ampliação das perspectivas e de possibilidades para a compreensão dos valores e interesses de outras culturas e para o exercício do protagonismo social.</p> <p>5 - Utilizar novas tecnologias, com novas linguagens e modos de interação, para pesquisar, selecionar, compartilhar, posicionar-se e produzir sentidos em práticas de letramento na língua inglesa, de forma ética, crítica e responsável.</p>
Matemática	<p>2 - Desenvolver o raciocínio lógico, o espírito de investigação e a capacidade de produzir argumentos convincentes, recorrendo aos conhecimentos matemáticos para compreender e atuar no mundo.</p> <p>5 - Utilizar processos e ferramentas matemáticas, inclusive tecnologias digitais disponíveis, para modelar e resolver problemas cotidianos, sociais e de outras áreas de conhecimento, validando estratégias e resultados.</p> <p>6 - Enfrentar situações-problema em múltiplos contextos, incluindo-se situações imaginadas, não diretamente relacionadas com o aspecto prático-utilitário, expressar suas respostas e sintetizar conclusões, utilizando diferentes registros e linguagens (gráficos, tabelas, esquemas, além de texto escrito na língua materna e outras linguagens para descrever algoritmos, como fluxogramas, e dados).</p> <p>9 - Interagir com seus pares de forma cooperativa, trabalhando coletivamente no planejamento e desenvolvimento de pesquisas para responder a questionamentos e na busca de soluções para problemas, de modo a identificar aspectos consensuais ou não na discussão de uma determinada questão, respeitando o modo de pensar dos colegas e aprendendo com eles.</p>
Ciências da natureza	<p>3 - Analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, social e tecnológico (incluindo o digital), como também as relações que se estabelecem entre eles, exercitando a curiosidade para fazer perguntas, buscar respostas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza.</p> <p>6 - Utilizar diferentes linguagens e tecnologias digitais de informação e comunicação para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos e resolver problemas das Ciências da Natureza de forma crítica, significativa, reflexiva e ética.</p>
Ciências humanas	<p>2 - Analisar o mundo social, cultural e digital e o meio técnico-científico-informacional com base nos conhecimentos das Ciências Humanas, considerando suas variações de significado no tempo e no espaço, para intervir em situações do cotidiano e se posicionar diante de problemas do mundo contemporâneo.</p> <p>7 - Utilizar as linguagens cartográfica, gráfica e iconográfica e diferentes gêneros textuais e tecnologias digitais de informação e comunicação no desenvolvimento do raciocínio espaço-temporal relacionado a localização, distância, direção, duração, simultaneidade, sucessão, ritmo e conexão.</p>
História	<p>7 - Produzir, avaliar e utilizar tecnologias digitais de informação e comunicação de modo crítico, ético e responsável, compreendendo seus significados para os diferentes grupos ou estratos sociais.</p>
Computação	<p>3 - Expressar e partilhar informações, ideias, sentimentos e soluções computacionais utilizando diferentes linguagens e tecnologias da Computação de forma criativa, crítica, significativa, reflexiva e ética.</p> <p>4 - Aplicar os princípios e técnicas da Computação e suas tecnologias para identificar problemas e criar soluções computacionais, preferencialmente de forma cooperativa, bem como alicerçar descobertas em diversas áreas do conhecimento seguindo uma abordagem científica e inovadora, considerando os impactos sob diferentes contextos.</p> <p>6 - Desenvolver projetos, baseados em problemas, desafios e oportunidades que façam sentido ao contexto ou interesse do estudante, de maneira individual e/ou cooperativa, fazendo uso da Computação e suas tecnologias, utilizando conceitos, técnicas e ferramentas computacionais que possibilitem automatizar processos em diversas áreas do conhecimento com base em princípios éticos, democráticos, sustentáveis e solidários, valorizando a diversidade de indivíduos e de grupos sociais, de maneira inclusiva.</p>

Figura 4.2: Competências da BNCC selecionadas. Fonte: Elaboração Própria.

4.4 Representação de aprendizagem do PC

As habilidades de cada componente do PC orientam a elaboração de itens ou questões em testes educacionais que buscam representar e avaliar o nível de desenvolvimento da aprendizagem do PC. A metodologia sugere a elaboração dos itens com base no modelo conceitual, na sistematização das habilidades dos componentes e nas questões de provas do Desafio Bebras Brasil, Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR) etapa teórica e Olimpíada Brasileira de Informática (OBI) do ano 2022, nas questões da literatura [25] além da criação de novos itens quando desejado.

Capítulo 5

Resultados e discussões

Este capítulo descreve os resultados e as considerações de análise desse processo aplicado ao segmento do Ensino Fundamental Anos Finais (EFAF) para as habilidades e competências gerais e específicas dos quatro pilares do PC expressas na BNCC.

5.1 Achados da pesquisa documental e bibliográfica

Os dados quantitativos do levantamento bibliográfico da tabela 5.1 apresentam uma síntese dos resultados de busca nas respectivas chaves de pesquisa com os termos: "Pensamento Computacional"and "Educação", "Avaliação"and "Pensamento Computacional"e "História"and "Pensamento Computacional". Uma base de 71 artigos foi considerada neste estudo, contendo 23 artigos para "Avaliação do Pensamento Computacional", 39 para "Pensamento Computacional na Educação"e 9 sobre a "História do Pensamento Computacional". O método selecionou os artigos com pelo menos 40 citações e avaliações nas plataformas superiores à 4,8 de 5.

Chaves de pesquisa	Sociedade Brasileira de Computação (SBC)	Google Scholar
Avaliação do Pensamento Computacional	60	16.200
Pensamento Computacional na Educação	307	15.900
História do Pensamento Computacional	14	16.000

Tabela 5.1: Totais de artigos, monografias e livros encontrados nas buscas.

5.2 Representação do PC para o segmento do EFAF com base na BNCC

A sistematização em componentes de habilidades do PC com base na BNCC além de evidenciar um alinhamento entre o desenvolvimento dos conteúdos específicos de PC e as exigências educacionais brasileiras, oferece aos professores uma ferramenta valiosa para implementar de maneira estruturada a interdisciplinaridade no desenvolvimento curricular.

Na análise da BNCC para o segmento do Ensino Fundamental Anos Finais (EFAF), foram selecionadas 37 habilidades que podem potencialmente representar os componentes do construto do PC sendo organizadas nos respectivos componentes em: a) dez habilidades para o componente de Abstração; b) quinze para o componente de Algoritmo; c) seis habilidades para o componente de Decomposição; e d) seis para o componente de Reconhecimento de padrões conforme a seguir:

- (a) **Abstração:** EF69LP03, EF69LP33, EF67LP03, EF06CO07, EF06CO08, EF07CO02, EF08CO05, EF08CO06, EF09CO03, EF09CO10;
- (b) **Algoritmo:** EF69LP09, EF67EF05, EF06MA04, EF06MA23, EF08MA16, EF09MA15, EF06CO02, EF06CO03, EF07CO01, EF08CO01, EF08CO02, EF08CO03, EF08CO04, EF09CO01, EF09CO02;
- (c) **Decomposição:** EF67LP34, EF67LP35, EF06LP08, EF06CO04, EF07CO05, EF09CO05;
- (d) **Reconhecimento de Padrões:** EF69LP30, EF08LP01, EF06MA34, EF07MA06, EF06CO05, EF06CO06.

As habilidades selecionadas para cada componente do PC são descritas a seguir e servem de base para a criação de itens para os instrumentos de medida de avaliação de aprendizagem ou para apoiar o planejamento pedagógico e as estratégias de ensino.

5.2.1 Componente de Abstração

Componente do PC	Habilidade da BNCC
Abstração	<p>(EF69LP03) Identificar, em notícias, o fato central, suas principais circunstâncias e eventuais decorrências; em reportagens e fotorreportagens o fato ou a temática retratada e a perspectiva de abordagem, em entrevistas os principais temas/subtemas abordados, explicações dadas ou teses defendidas em relação a esses subtemas; em tirinhas, memes, charge, a crítica, ironia ou humor presente.</p> <p>(EF69LP33) Articular o verbal com os esquemas, infográficos, imagens variadas etc. na (re)construção dos sentidos dos textos de divulgação científica e retextualizar do discursivo para o esquemático - infográfico, esquema, tabela, gráfico, ilustração etc. - e, ao contrário, transformar o conteúdo das tabelas, esquemas, infográficos, ilustrações etc. em texto discursivo, como forma de ampliar as possibilidades de compreensão desses textos e analisar as características das multisssemioses e dos gêneros em questão.</p> <p>(EF67LP03) Comparar informações sobre um mesmo fato divulgadas em diferentes veículos e mídias, analisando e avaliando a confiabilidade.</p> <p>(EF06CO07) Entender o processo de transmissão de dados, como a informação é quebrada em pedaços, transmitida em pacotes através de múltiplos equipamentos, e reconstruída no destino.</p> <p>(EF06CO08) Compreender e utilizar diferentes formas de armazenar, manipular, compactar e recuperar arquivos, documentos e metadados.</p> <p>(EF07CO02) Analisar programas para detectar e remover erros, ampliando a confiança na sua correção.</p> <p>(EF08CO05) Compreender os conceitos de paralelismo, concorrência e armazenamento/ processamento distribuídos.</p> <p>(EF08CO06) Entender como é a estrutura e funcionamento da internet.</p> <p>(EF09CO03) Usar autômatos para descrever comportamentos de forma abstrata automatizando-os através de uma linguagem de programação baseada em eventos.</p> <p>(EF09CO10) Avaliar a veracidade, credibilidade e relevância da informação em seus diferentes formatos, sendo capaz de identificar o propósito pelo qual foi disseminada.</p>

Figura 5.1: Componente de Abstração do Pensamento Computacional na BNCC para o EFAF. Fonte: Elaboração Própria.

5.2.2 Componente Algoritmo

Componente do PC	Habilidade da BNCC
Algoritmo	<p>(EF69LP09) Planejar uma campanha publicitária sobre questões/problemas, temas, causas significativas para a escola e/ou comunidade, a partir de um levantamento de material sobre o tema ou evento, da definição do público-alvo, do texto ou peça a ser produzido – cartaz, banner, folheto, panfleto, anúncio impresso e para internet, spot, propaganda de rádio, TV etc. –, da ferramenta de edição de texto, áudio ou vídeo que será utilizada, do recorte e enfoque a ser dado, das estratégias de persuasão que serão utilizadas etc.</p> <p>(EF67EF05) Planejar e utilizar estratégias para solucionar os desafios técnicos e táticos, tanto nos esportes de marca, precisão, invasão e técnico-combinatórios como nas modalidades esportivas escolhidas para praticar de forma específica.</p> <p>(EF06MA04) Construir algoritmo em linguagem natural e representá-lo por fluxograma que indique a resolução de um problema simples (por exemplo, se um número natural qualquer é par).</p> <p>(EF06MA23) Construir algoritmo para resolver situações passo a passo (como na construção de dobraduras ou na indicação de deslocamento de um objeto no plano segundo pontos de referência e distâncias fornecidas etc.).</p> <p>(EF08MA16) Descrever, por escrito e por meio de um fluxograma, um algoritmo para a construção de um hexágono regular de qualquer área, a partir da medida do ângulo central e da utilização de esquadros e compasso."</p> <p>(EF09MA15) Descrever, por escrito e por meio de um fluxograma, um algoritmo para a construção de um polígono regular cuja medida do lado é conhecida, utilizando régua e compasso, como também softwares.</p> <p>(EF06CO02) Elaborar algoritmos que envolvam instruções sequenciais, de repetição e de seleção usando uma linguagem de programação.</p> <p>(EF06CO03) Descrever com precisão a solução de um problema, construindo o programa que implementa a solução descrita.</p> <p>(EF07CO01) Criar soluções de problemas para os quais seja adequado o uso de registros e matrizes unidimensionais para descrever suas informações e automatizá-las usando uma linguagem de programação.</p> <p>(EF08CO01) Construir soluções de problemas usando a técnica de recursão e automatizar tais soluções usando uma linguagem de programação.</p> <p>(EF08CO02) Criar soluções de problemas para os quais seja adequado o uso de listas para descrever suas informações e automatizá-las usando uma linguagem de programação, empregando ou não a recursão como uma técnica de resolver o problema.</p> <p>(EF08CO03) Utilizar algoritmos clássicos de manipulação sobre listas.</p> <p>(EF08CO04) Construir soluções computacionais de problemas de diferentes áreas do conhecimento, de forma individual e colaborativa, selecionando as estruturas de dados e técnicas adequadas, aperfeiçoando e articulando saberes escolares.</p> <p>(EF09CO01) Criar soluções de problemas para os quais seja adequado o uso de árvores e grafos para descrever suas informações e automatizá-las usando uma linguagem de programação.</p> <p>(EF09CO02) Construir soluções computacionais de problemas de diferentes áreas do conhecimento, de forma individual e colaborativa, selecionando as estruturas de dados e técnicas adequadas, aperfeiçoando e articulando saberes escolares.</p>

Figura 5.2: Componente Algoritmo do Pensamento Computacional na BNCC para o EFAF. Fonte: Elaboração Própria.

5.2.3 Componente de Decomposição

Componente do PC	Habilidade da BNCC
Decomposição	<p>(EF67LP34) Formar antônimos com acréscimo de prefixos que expressam noção de negação.</p> <p>(EF67LP35) Distinguir palavras derivadas por acréscimo de afixos e palavras compostas.</p> <p>(EF06LP08) Identificar, em texto ou sequência textual, orações como unidades constituídas em torno de um núcleo verbal e períodos como conjunto de orações conectadas.</p> <p>(EF06CO04) Construir soluções de problemas usando a técnica de decomposição e automatizar tais soluções usando uma linguagem de programação.</p> <p>(EF07CO05) Criar algoritmos fazendo uso da decomposição e do reuso no processo de solução de forma colaborativa e cooperativa e automatizá-los usando uma linguagem de programação.</p> <p>(EF09CO05) Analisar técnicas de criptografia para armazenamento e transmissão de dados.</p>

Figura 5.3: Componente de decomposição e a BNCC para o EFAF. Fonte: Elaboração Própria.

5.2.4 Componente de Reconhecimento de padrões

Componente do PC	Habilidade da BNCC
Reconhecimento de padrões	<p>(EF69LP30) Comparar, com a ajuda do professor, conteúdos, dados e informações de diferentes fontes, levando em conta seus contextos de produção e referências, identificando coincidências, complementaridades e contradições, de forma a poder identificar erros/imprecisões conceituais, compreender e posicionar-se criticamente sobre os conteúdos e informações em questão.</p> <p>(EF08LP01) Identificar e comparar as várias editorias de jornais impressos e digitais e de sites noticiosos, de forma a refletir sobre os tipos de fato que são noticiados e comentados, as escolhas sobre o que noticiar e o que não noticiar e o destaque/enfoque dado e a fidedignidade da informação.</p> <p>(EF06MA34) Interpretar e desenvolver fluxogramas simples, identificando as relações entre os objetos representados (por exemplo, posição de cidades considerando as estradas que as unem, hierarquia dos funcionários de uma empresa etc.).</p> <p>(EF07MA06) Reconhecer que as resoluções de um grupo de problemas que têm a mesma estrutura podem ser obtidas utilizando os mesmos procedimentos.</p> <p>(EF06CO05) Identificar os recursos ou insumos necessários (entradas) para a resolução de problemas, bem como os resultados esperados (saídas), determinando os respectivos tipos de dados, e estabelecendo a definição de problema como uma relação entre entrada e saída.</p> <p>(EF06CO06) Comparar diferentes casos particulares (instâncias) de um mesmo problema, identificando as semelhanças e diferenças entre eles, e criar um algoritmo para resolver todos, fazendo uso de variáveis (parâmetros) para permitir o tratamento de todos os casos de forma genérica.</p>

Figura 5.4: Componente reconhecimento de padrões e a BNCC para o EFAF.

Fonte: Elaboração Própria.

5.3 Representação de aprendizagem do PC para o segmento do EFAF

A aplicação do modelo proposto para a construção de itens em testes comportamentais conforme apresentado no capítulo 3 deve demonstrar uma ação clara de operacionalização de cada componente do construto. Como exemplo de aplicação do modelo para o segmento do EFAF, foram sistematizados e elaborados 27 itens ou questões de teste para representar cada componente de aprendizagem do PC conforme apresentado na Figura 5.5.

Abstração	1. Leio notícias e identifico o fato central que está sendo transmitido
	2. Compreendo um infográficos
	3. Utilizo o GPS para chegar em um endereço desconhecido
	4. Consigo analisar um extrato bancário
	5. Consigo abrir a previsão do tempo e descobrir qual a previsão para a minha região
	6. Ao ver um panfleto de uma loja consigo identificar os principais produtos que ela vende
	7. Sou capaz de entregar uma carta para um vizinho com base no endereço da correspondência
Algoritmo	8. Elaboro estratégias para vencer um jogo
	9. Consigo descrever como acessar o meu e-mail
	10. Consigo cozinhar um prato a partir de uma receita
	11. Consigo utilizar um manual de instruções
	12. Consigo organizar nomes em ordem alfabética
	13. Consigo passar orientações para um turista perdido
	14. Tomo decisões do que colocar na minha mochila pensando no que irei fazer no dia
Decomposição	15. Consigo separar tarefas em um trabalho em grupo
	16. Identifico e compreendo frases em um parágrafo
	17. Sou capaz de desenhar uma casa utilizando apenas formas geométricas
	18. Consigo desenhar uma paisagem a partir de desenhos de montanhas, casas, etc
	19. Consigo identificar situações da minha vida que ocorrem simultaneamente
	20. Consigo separar uma palavra de seu sufixo
Reconhecimento de padrões	21. Consigo identificar o gênero musical de uma música
	22. Percebo diferentes instrumentos musicais em uma melodia
	23. Consigo jogar um jogo de cartas
	24. Identifico elementos comuns entre idiomas diferentes
	25. Organizo o meu armário
	26. Separo itens de papelaria por tipos
	27. Organizo o que irei precisar no decorrer do dia com base na minha agenda

Figura 5.5: Exemplo de itens operacionais dos componentes do PC. Fonte: Elaboração Própria.

A validade de um questionário depende de critérios de qualidade, sendo o mínimo de 20 itens recomendados para representar um construto [48]. Questões extras para análise de juízes devem ser previstas para que possam garantir validade semântica e de amplitude para representar os quatro componentes do construto, mesmo em situações de itens não validados e que precisam ser eliminados.

Os itens são organizados e agrupados durante a concepção e análise conforme apresentado na Figura 5.5 porém esse agrupamento pode ser desfeito no momento de apresentação do instrumento e pode agrupar os itens de forma aleatória conforme apresentado no Apêndice A. Essa estratégia visa aferir a medida de aprendizagem ou de desempenho em tarefas evitando vieses nas respostas agrupadas que possam influenciar as respostas dos participantes. Busca-se assegurar que as questões sejam tratadas de maneira independente em cada componente avaliado.

A elaboração de itens teve como referência as provas do Desafio Bebras Brasil, Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR) etapa teórica e Olimpíada Brasileira de Informática (OBI) do ano de 2022. Esse processo exploratório evidenciou o excesso de questões con-

teudistas ressaltando a necessidade de abordagem interdisciplinar, que não apenas avalie o conteúdo de maneira isolada, mas integre o PC como uma competência transversal, refletindo sua aplicação em diferentes contextos e áreas de conhecimento.

A validade semântica foi parcialmente atendida neste estudo é considerada satisfatória tendo em vista a análise exploratória ter sido sistematizada pelos estudos teóricos sobre o tema e pelo própria BNCC o que conferiu maior confiabilidade nos resultados obtidos.

A análise de juízes, que envolve especialistas da área para avaliar a pertinência dos itens em relação ao construto e a validação empírica direcionada ao público-alvo para verificar a clareza e compreensão dos enunciados dos itens são etapas essenciais para garantir a validade e confiabilidade do instrumento. Sugere-se que o método seja aplicado em amostra de teste piloto para validar os itens do instrumento no contexto do público-alvo.

Capítulo 6

Considerações Finais

O trabalho desenvolveu um estudo sobre representação do Pensamento Computacional (PC) no contexto da Educação Básica (EB) com base na sistematização de habilidades expressas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para a proposição de um modelo conceitual de competência do PC e pela demonstração de aplicação para representação da aprendizagem do PC no contexto da Educação Básica (EB). A pesquisa adotou abordagem exploratória e qualitativa em pesquisa documental e bibliográfica. A delimitação do construto do PC organizou o processo de raciocínio em componentes que podem ser desenvolvidos de maneira integrada com as áreas de conhecimento da BNCC.

A análise das 101 competências gerais e específicas da BNCC, incluindo o seu complemento para o ensino de computação, selecionou 23 competências com potencial de desenvolvimento de habilidades e conteúdos do PC. Essa organização busca apoiar o trabalho docente de desenvolvimento do currículo escolar integrado ao construto do PC relacionadas aos objetivos educacionais, conteúdos e práticas para a diversidade de contextos escolares. Uma matriz de habilidades e competências representou as habilidades constitutivas do construto PC agrupadas pelos quatro componentes de abstração, algoritmo, decomposição e reconhecimento de padrões, para a elaboração de instrumento de avaliação de aprendizagem para o segmento do Ensino Fundamental Anos Finais (EFAF).

O estudo abre possibilidades de aplicação futura em outros segmentos e modalidades da EB. Sugere-se ainda a validação empírica e semântica pelos professores e estudantes da EB para aperfeiçoamento do método que poderá evoluir para criação de testes padronizados e validados empiricamente para fornecer dados de *feedback* de maneira efetiva. A criação e aplicação de testes para medida de desempenho em tarefas possibilita a construção de referências de desempenho no aprendizado do PC para a formação de cidadãos críticos, criativos e preparados para os desafios tecnológicos do futuro. Dessa forma, este estudo preenche uma lacuna importante na literatura educacional para avanços na construção de ferramentas de avaliação de habilidades e competências do PC.

Referências

- [1] Educação (MEC), Ministério da: *Base nacional comum curricular (bncc)*. <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>, acesso em 2022-09-26. ix, 1, 2, 5, 9, 10, 11
- [2] Educação (MEC), Ministério da: *Mec aprova a base nacional comum curricular*, 2022. http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=78631-pcp015-17-pdf&category_slug=dezembro-2017-pdf&Itemid=30192, acesso em 2024-09-27. 1
- [3] Computação SBC, Sociedade Brasileira de: *Cne aprova normas sobre computação na educação básica*, 2022. <https://www.sbc.org.br/noticias/10-slideshow-noticias/2380-cne-aprova-normas-sobre-computacao-na-educacao-basica>, acesso em 2022-02-18. 1, 2
- [4] Wing, Jeannette M.: *Computational thinking*. COMMUNICATIONS OF THE ACM - Report ES, 49(03), 2006. 1, 4, 7
- [5] Pinho, Gustavo, Yuri Weisshahn, Simone Cavalheiro, Renata Reiser, Clause Piana, Luciana Foss, Marilton Aguiar e André Du Bois: *Pensamento computacional no ensino fundamental: Relato de atividade de introdução a algoritmos*. V Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2016) e Anais do XXII Workshop de Informática na Escola (WIE 2016), 2016. <https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/16422/16263>. 1
- [6] Harari, Yuval: *21 Lições para o Século 21*. Companhia das letras, 2018. 2
- [7] Denning, Peter J. e Matti Tedre: *Computational Thinking*, volume 2019. MIT Press, MA, USA, 2019. 2, 8
- [8] Papert, Seymour e Cynthia Solomon: *Twenty Things to do with a computer*. Educational Technology Magazine, 1971. 4
- [9] Lima, Márcio Roberto de: *Construcionismo de papert e ensino-aprendizagem de programação de computadores no ensino superior*. UFSJ - Universidade Federal de São João Del-Rei, 2009. 4
- [10] Solomon, Cynthia, Brian Harvey, Ken Kahn, Henry Lieberman, Mark L. Miller, Margaret Minsky, Artemis Papert e Brian Silverman: *History of logo*. Proc. ACM Program. Lang., Vol. 4, No. HOPL, Article 79., 2020. <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/3386329>. 4

- [11] Papert, Seymour: *Mindstorms - Children, Computers, and Powerful Ideas*, volume 1. Basic Books, Inc., Publishers, 1980. 4
- [12] Papert, Seymour: *The connected family: Bridging the digital generation gap*. Long Street Press, 1996. <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/3386329>. 4
- [13] Lewis, Colleen M.: *Good (and bad) reasons to teach all students computer science*. Springer, 2017. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-54226-3_2. 4
- [14] Lodi, Michael e Simone Martini: *Computational thinking, between papert and wing*. Science and Education (2021) 30:883–908, 2021. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00202-5>. 5
- [15] Wing, Jeannette M.: *Computational thinking benefits society*. Social Issues in Computing, 2014. <http://socialissues.cs.toronto.edu/index.html%3Fp=279.html>. 5
- [16] (NSF), National Science Foundation, Computer Science Teachers Association (CSTA) e International Society for Technology in Education (ISTE): *Operational definition of computational thinking - for k-12 education*. CDN, 2011. https://cdn.iste.org/www-root/Computational_Thinking_Operational_Definition_ISTE.pdf. 5
- [17] Brasil: *Parecer homologado - normas sobre computação na educação básica – complemento à base nacional comum curricular (bncc)*. Ministério da Educação - Conselho Nacional de Educação, 2022. <http://portal.mec.gov.br/docman/fevereiro-2022-pdf/235511-pceb002-22/file>. 5
- [18] Brasil: *Lei nº 14.533, de 11 de janeiro de 2023 - institui a política nacional de educação digital*. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/lei/L14533.htm, acesso em 2024-09-25. 5
- [19] Vicari, Rosa Maria, Álvaro Moreira e Paulo Blauth Menezes: *Pensamento computacional - revisão bibliográfica*. Avaliação de Tecnologias Educacionais, 2018. <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/197566/001097710.pdf>. 5, 6, 7
- [20] Code.org: *Instructor Handbook - Code Studio Lesson Plans for Courses One, Two, and Three*. Code.org, 2016. <https://code.org/curriculum/docs/k-5/complete.pdf>. 5
- [21] Liukas, Linda: *Hello Ruby: Adventures in Coding*. Feiwel and Friends, 2015. 5, 8
- [22] Learning, BBC: *What is computational thinking?* <https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/zp92mp3/revision/1>, acesso em 2023-21-07. 5
- [23] Grover, Shuchi e Roy Pea: *Computational thinking in k-12: A review of the state of the field*. Educational Researcher, 2013. https://www.researchgate.net/publication/258134754_Computational_Thinking_in_K-12_A_Review_of_the_State_of_the_Field. 5

- [24] Csizmadia, Andrew, Paul Curzon, Mark Dorling, Simon Humphreys, Thomas Ng, Cynthia Selby e John Woollard: *Computational thinking - A guide for teachers*. Computing at School - Educate, Engage and Encourage, 2015. 5, 6, 7, 8
- [25] Medeiros, Neide Aparecida Alves de: *Avaliação diagnóstica em pensamento computacional: Um modelo para os alunos do ensino fundamental com base no currículo de referência do cieb*. Universidade Federal do Rio Grande do Norte - Instituto Metrópole Digital, 2020. <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/32727>. 7, 8, 19, 20, 25
- [26] Hillis, W. Daniel: *The Pattern On The Stone: The Simple Ideas That Make Computers Work*. Basic Books, 1998. 7
- [27] Brackmann, Christian Puhlmann: *Desenvolvimento do pensamento computacional através de atividades desplugadas na educação básica*. Tese (Doutorado em Informática na Educação) - Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Centro de Estudos Interdisciplinares em Novas Tecnologias da Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul., 2017. <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/172208>. 8
- [28] Gontijo, Cláudia Maria Mendes: *Base nacional comum curricular (bncc): Comentários críticos*. Revista Brasileira de Alfabetização, 2015. <https://www.revistaabaf.com.br/index.html/index.php/rabalf/article/view/68>. 9
- [29] Educação (MEC), Ministério da: *Histórico da bncc*, 2022. <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/historico>, acesso em 2024-09-06. 9
- [30] Brasil: *Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 - estabelece as diretrizes e bases da educação nacional*. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm, acesso em 2022-09-26. 9
- [31] Perrenoud, Phillipe: *Avaliação: da excelência à regularização das aprendizagens: entre duas lógicas*. Porto Alegre - Artmed, 1998. 11
- [32] Garcia, Lenise Aparecida Martins: *Competências e habilidades: você sabe lidar com isso?* Educação e Ciência On-line, 2005. <https://www2.unifap.br/edfisica/files/2014/12/Competencias-e-Habilidades-VOCÊ-SABE-LIDER-COM-ISSO.pdf>. 11
- [33] Silva, Gabriele Bonotto e Vera Lucia Felicetti: *Habilidades e competências na prática docente: perspectivas a partir de situações-problema*. Educação por escrito, 2014. <https://revistaseletronicas.pucrs.br/index.php/poescrito/article/view/14919>. 11, 19
- [34] Primi, Ricardo, Acácia A. Angeli dos Santos, Claudette Medeiros Vendramini, Fernanda Taxa, Franz August Muller, Maria de Fátima Lukjanenko e Isabel Silva Sampaio: *Competências e habilidades cognitivas: Diferentes definições dos mesmos construtos*. Psicologia: Teoria e Pesquisa, 2001. <https://www.scielo.br/j/ptp/a/b5tz5SshXNLmnLjRRRKZknN/?lang>. 11

- [35] Educação Básica SAEB, Sistema de Avaliação da: *Plano de desenvolvimento da educação*. Portal do MEC, 2008. http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=7618-saeb-matriz-pdf&category_slug=fevereiro-2011-pdf&Itemid=30192. 11
- [36] Pasquali, Luiz: *Princípios de elaboração de escalas psicológicas*. Revista de Psiquiatria Clínica, 1998. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-228044>. 12, 13, 14, 15, 17, 18
- [37] Santos, Daniela Barbosa e Maria de Fátima Ramos Brandão: *Avaliação de habilidades de inclusão digital: uma proposta de instrumento de medida*. Universidade de Brasília - Instituto de Ciências Exatas, 2007. <https://www.unb.br>. 12, 15, 16, 17
- [38] Pasquali, Luiz: *Instrumentos psicológicos: manual prático de elaboração*. LabPAM, 1999. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/mis-20014>. 14, 15
- [39] Silva Medeiros, Rosana Kelly da, Marcos Antonio Ferreira Júnior, Diana Paula de Souza Rêgo Pinto, Allyne Fortes Vitor, Viviane Euzébia Pereira Santos e Elizabeth Barichello: *Modelo de validação de conteúdo de pasquali nas pesquisas em enfermagem*. Referência, 2015. <https://www.redalyc.org/pdf/3882/388239974007.pdf>. 15
- [40] Raymundo, Valéria Pinheiro: *Construção e validação de instrumentos: um desafio para a psicolinguística*. Letras de hoje - PUCRS, 2009. <https://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/fale/article/view/5768>. 15
- [41] Mager, Robert F.: *Medindo os Objetivos de Ensino ou "Conseguiu um Par Adequado"*. Globo, 1981. 16
- [42] Pasquali, Luiz: *Instrumentação psicológica: Fundamentos e práticas*. Artmed, 2010. 17
- [43] Moura, E. R. F, C. G. Bezerra, M. S. Oliveira e M. M. C. Damasceno: *Validação de jogo educativo destinado à orientação dietética de portadores de diabetes mellitus*. revista de Atenção Primária à Saúde, 2008. <http://www.aps.ufjf.br/index.php/aps/article/viewArticle/156>. 18
- [44] Luckesi, Marcio Vasconcelos: *Avaliação da Aprendizagem Escolar: Estudos e Proposições*. Cortez Editora, 2011. 18
- [45] Pesquisa Educacionais Anísio Teixeira INEP, Instituto Nacional de Estudo e: *Sistema de avaliação da educação básica (saeb)*. <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/saeb>, acesso em 2022-09-20. 18
- [46] Pesquisa Educacionais Anísio Teixeira INEP, Instituto Nacional de Estudo e: *Exame nacional do ensino médio (enem)*. <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/enem>, acesso em 2022-09-20. 18
- [47] brasileiro, Governo: *Instituto nacional de estudos e pesquisas educacionais anísio teixeira - inep*. <https://www.gov.br/inep/pt-br>, acesso em 2022-09-20. 18

- [48] Pasquali, Luiz: *Psicometria*. Universidade de São Paulo, Escola de Enfermagem, 2009. <https://repositorio.unb.br/handle/10482/27436>. 32

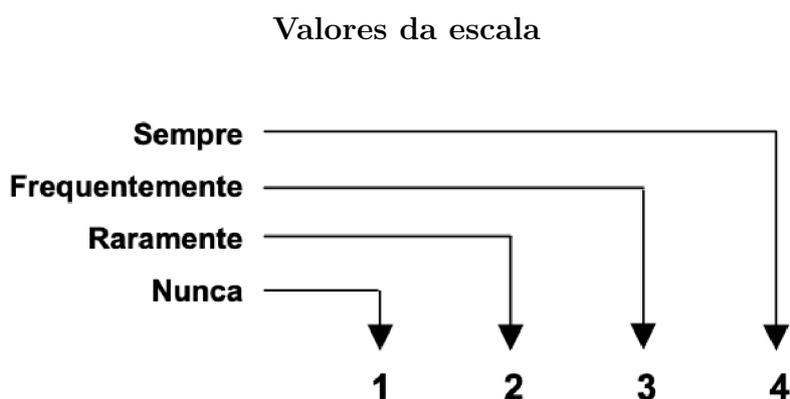
Apêndice A

Itens para representação e medida do PC para o segmento do EFAP

Este instrumento integra uma pesquisa de graduação em licenciatura da computação e é requisito parcial para a conclusão do curso de licenciatura em computação na Universidade de Brasília (UnB). O trabalho tem por objetivo elaborar um instrumento de medida do Pensamento Computacional (PC) para alunos da Educação Básica (EB) com foco nos alunos do Ensino Fundamental Anos Finais (EFAP). Os dados informados serão utilizados para validação deste instrumento. Não é necessário se identificar.

Orientações de preenchimento

Os comportamentos abaixo representam operacionalizações do Pensamento Computacional (PC). Utilize os valores da escala fornecida e, para cada item, avalie o quanto você atende ao comportamento proposto.



	1	2	3	4
1. Leio notícias e identifico o fato central que está sendo transmitido				
2. Compreendo um infográficos				
3. Utilizo o GPS para chegar em um endereço desconhecido				
4. Consigo analisar um extrato bancário				
5. Consigo abrir a previsão do tempo e descobrir qual a previsão para a minha região				
6. Ao ver um panfleto de uma loja consigo identificar os principais produtos que ela vende				
7. Sou capaz de entregar uma carta para um vizinho com base no endereço da correspondência				
8. Elaboro estratégias para vencer um jogo				
9. Consigo descrever como acessar o meu e-mail				
10. Consigo cozinhar um prato a partir de uma receita				
11. Consigo utilizar um manual de instruções				
12. Consigo organizar nomes em ordem alfabética				
13. Consigo passar orientações para um turista perdido				
14. Tomo decisões do que colocar na minha mochila pensando no que irei fazer no dia				
15. Consigo separar tarefas em um trabalho em grupo				
16. Identifico e compreendo frases em um parágrafo				
17. Sou capaz de desenhar uma casa utilizando apenas formas geométricas				
18. Consigo desenhar uma paisagem a partir de desenhos de montanhas, casas, etc				
19. Consigo identificar situações da minha vida que ocorrem simultaneamente				
20. Consigo separar uma palavra de seu sufixo				
21. Consigo identificar o gênero musical de uma música				
22. Percebo diferentes instrumentos musicais em uma melodia				
23. Consigo jogar um jogo de cartas				
24. Identifico elementos comuns entre idiomas diferentes				
25. Organizo o meu armário				
26. Separo itens de papelaria por tipos				
27. Organizo o que irei precisar no decorrer do dia com base na minha agenda				