Pós-Graduação em Ciência da Computação

ROZELMA SOARES DE FRANÇA

UMA ABORDAGEM PEDAGÓGICA INCORPORADA PARA O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL NO ENSINO FUNDAMENTAL

Universidade Federal de Pernambuco
posgraduacao@cin.ufpe.br
www.cin.ufpe.br/~posgraduacao

Recife

2020

ROZELMA SOARES DE FRANÇA

UMA ABORDAGEM PEDAGÓGICA INCORPORADA PARA O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL NO ENSINO FUNDAMENTAL

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciência da Computação.

Área de Concentração: Inteligência Computacional

Orientador: Patrícia Cabral de Azevedo Restelli Tedesco

Recife

2020

Catalogação na fonte
Bibliotecária Monick Raquel Silvestre da S. Portes, CRB4-1217

F814a França, Rozelma Soares de
Uma abordagem pedagógica incorporada para o desenvolvimento do pensamento computacional no ensino fundamental / Rozelma Soares de França. – 2020.
138 f.: il., fig., tab.

Orientadora: Patrícia Cabral de Azevedo Restelli Tedesco.
Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CIn, Ciência da Computação, Recife, 2020.
Inclui referências e apêndices.

1. Inteligência computacional. 2. Pensamento computacional. I. Tedesco, Patrícia Cabral de Azevedo Restelli (orientadora). II. Título.

006.31 CDD (23. ed.) UFPE - CCEN 2020 - 127

Rozelma Soares de França

“Uma Abordagem Pedagógica Incorporada para o Desenvolvimento do Pensamento Computacional no Ensino Fundamental”

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ciência da Computação.

Aprovado em: 04/03/2020.

_____

Orientadora: Profa. Dra. Patricia Cabral de Azevedo Restelli Tedesco

BANCA EXAMINADORA

_____

Prof. Dr. Geber Lisboa Ramalho
Centro de Informática / UFPE

_____

Prof. Dr. Francisco Luiz dos Santos
Unidade Acadêmica de Educação a Distância e Tecnologia / UFRPE

_____

Prof. Dr. Eleandro Maschio Krynski
Universidade Tecnológica Federal do Paraná / Campus Guarapuava

_____

Profa. Dra. Maria Auxiliadora Soares Padilha
Departamento de Educação / UFPE

_____

Profa. Dra. Jeane Cecília Bezerra de Melo
Departamento de Computação / UFRPE

`

Ao meu pai (*in memorian*), João Soares da Silva, meu amor e gratidão. Eternas saudades!

AGRADECIMENTOS

Quanto de cada um que por mim passou há aqui... Um trabalho dessa natureza não poderia ser construído a sós. Há braços de cada professor com quem tive o privilégio de conviver, desde o início da minha formação. Quantos sonhos plantados juntos... Muito do que colho hoje é, sem dúvida, fruto do incentivo e ensinamentos de cada um de vocês.

Há braços e muito afeto daquela que sempre me liga, preocupada se estou me alimentando bem para enfrentar toda essa empreitada. Mainha, muito obrigada por tanto! Ainda que não compreendas toda essa loucura que a vida acadêmica é, obrigada por todo o incentivo e amor ao longo dessa trajetória.

Há braços, muitos braços, dos irmãos, dos sobrinhos, dos tios, primos... Há tanto de vocês em mim! Muito obrigada pelo abrigo quando deixei uma vida no interior e vim apostar minha carreira acadêmica aqui, na capital. Vocês não imaginam o quanto estar com vocês foi e é importante nessa jornada.

Há braços dos amigos que me acolhem ~~nas baladas~~ em um café, nos telefonemas, nas mensagens; que vez ou outra me trazem a calmaria desejada. Deixo um registro de agradecimento especial a Paulo Ricardo. Nos graduamos juntos e, neste trabalho, o *sertão.bit* teve a honra de ser ilustrado com o seu traço.

Ainda há mais braços... daquela que me acolheu no mestrado e não desistiu de mim, mesmo em situações adversas. Muita obrigada por estar aqui, na minha vida, Profa. Patrícia <3

Há braços de pessoas acolhedoras com quem tive o prazer de cruzar nesta pesquisa. Ana Paula, Gleize, Andrezza e todos os alunos que fizeram conosco os experimentos, vocês não imaginam o quanto estar com vocês fez tudo parecer mais leve. Minha eterna gratidão por tudo!

Eu não poderia deixar de mencionar também aqueles que contribuíram com o amadurecimento desta pesquisa: o DEMULTS por me fazer expandir o olhar sobre o tema central deste trabalho; aos membros das bancas pelo olhar cuidadoso em diferentes etapas dessa jornada. Sou muito grata também a todos que estiveram comigo discutindo o *sertão.bit*, especialmente aos que interagiram no WAlgProg 2019. Eu definitivamente não esperava tamanha repercusão. Cada palavra a mim proferida me fez perceber o quanto tudo isso fez e faz valer a pena.

E lá de cima, talvez não sejam braços, mas bençãos que vez ou outra me deixam desnorteada sem entender o porquê de tantas. Com o coração cheio de gratidão, te agradeço, Senhor. Por tudo!

RESUMO

O pensamento computacional é tido como uma competência necessária para conviver e prosperar na sociedade contemporânea; no entanto, diversos desafios permeiam a sua implementação na sala de aula. Um deles refere-se a estratégias e materiais didáticos que deem suporte ao seu desenvolvimento na educação básica. Embora o pensamento computacional possa ser aplicado em diferentes áreas, a maioria dos estudos se concentrou no desenvolvimento de habilidades de programação, o que pode limitar o potencial de aplicação dessa competência computacional. Ainda, relativamente poucas pesquisas exploraram a relação entre atividades plugadas e desplugadas e as experiências de aprendizagem que elas geram nos estudantes. Ao focar em estratégias de aprendizagem, como cognição incorporada e contação de história, suportadas por essas abordagens, ainda menos estudos são identificados, apesar do potencial pedagógico de tais estratégias. Neste contexto, esta tese propõe uma abordagem para o desenvolvimento do pensamento computacional voltada ao Ensino Fundamental I. A pesquisa parte do pressuposto que fundamentar as atividades na cognição incorporada e no contexto cultural dos estudantes, estruturando-as em diferentes níveis cognitivos e distribuindo-as por meio de diferentes mídias possa repercutir positivamente sobre a aprendizagem. Ainda, que ao explorar uma narrativa infantil situada no contexto cultural dos estudantes pode permitir que eles se envolvam na compreensão de conceitos de Ciência da Computação e possam perceber sua aplicação na solução de problemas de outros domínios. Com o objetivo de identificar a viabilidade da proposta, um quase-experimento foi realizado com estudantes do 5º ano do ensino fundamental. Para tanto, um livro-jogo, intitulado *sertão.bit*, foi concebido, ancorado nos pressupostos teóricos adotados, o qual usa o sertão de Pernambuco como cenário para os desafios. Duas formas de implementação da abordagem proposta foram analisadas. Uma é pautada em atividades sem o uso de tecnologias digitais – desplugada – e a outra é apoiada em atividades híbridas, ou seja, com e sem o uso dessas tecnologias. Em ambos os casos, uma mesma história foi contada, bem como houve interação, em diferentes níveis de incorporação, entre os estudantes e o material didático que implementa a proposta. Como resultado, identificou-se que o grupo que implementou a abordagem pautada em atividades híbridas obteve melhor

desempenho de aprendizagem e evidenciou, em seus diários reflexivos, maior satisfação na realização das atividades, se comparado ao grupo desplugado. De forma complementar, a experiência foi positivamente avaliada pela professora da turma, que relatou sua percepção quanto à aplicação da proposta em sua sala de aula.

Palavras-chaves: Pensamento Computacional. Estratégias de Aprendizagem. Cognição Incorporada. Contação de História. Material Didático.

ABSTRACT

The computational thinking is considered as a necessary skill for living and prospering in modern society; however, multiple challenges surface its implementation in classrooms. One of them is referred to strategies and teaching resources which support its development in elementary education. Although the computational thinking can be applied in different areas, most studies were focused on the programming skills development, what can limit the potential for the application of this computational skill. Even if it is relatively few the researches, which explored the relation between plugged and unplugged activities, and the learning experiences that they generated on the students. By focusing on learning strategies, such as embedded cognition and storytelling, back grounded by these approaches, yet fewer studies are identified, despite the educational potential of such strategies. In this context, this thesis proposes an approach for the development of the computational thinking focused on primary school. The research is based on the premise that substantiating the activities on the students' embedded cognition and cultural context, structuring them in different cognitive levels and assigning them by different medias, it could rebound positively on learning. Although, while exploiting a child narrative put into the students' cultural context can allow them to become actively involved in the comprehension of Computer Science concepts and be able to realize its application in problem solving to new areas. Aiming to identify the proposal's viability, a kind of experiment was done with students from 5th grade in primary school. For this purpose, a game-book, called *sertão.bit*, was developed, and based the adopted theoretical assumptions, which uses the Sertão of Pernambuco as a scenery for the challenges. Two implementation ways of the proposed approach were analyzed. One is based on activities without digital technologies using – unplugged – and the other is supported on mixed activities, in other words, with and without the use of these technologies. In both cases, the same story was told, as well as there was interaction, in different levels of incorporation, between the students and the teaching material, which implements the proposal. As a result, it was observed that the group, which implemented the approach, based on mixed activities, got a better learning performance and highlighted, on their reflexive diaries, a greatest satisfaction conducting the activities, if compared to unplugged group. In

complement, the experience was positively evaluated by the responsible teacher, who reported her perception about the proposed application in her classroom.

Keywords: Computational Thinking. Learning Strategies. Embedded Cognition. Storytelling. Teaching Material.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Processo de criação do *sertão.bit* 25
Figura 2 – Perspectivas teóricas de pensamento computacional 29
Figura 3 – Exemplo de reconhecimento de padrões em gatos 33
Figura 4 – Mapa do metrô de Londres 34
Figura 5 – Quebra-cabeça de teletransporte do robô 37
Figura 6 – Jogos caça-palavras de cientistas da Computação 38
Figura 7 – Poemas de pseudocódigos 39
Figura 8 – Algoritmo de origami coelho 42
Figura 9 – Calçadão do Rio de Janeiro 43
Figura 10 – Atividade de representação de imagens com mosaico romano 44
Figura 11 – Jogo *Turing Tumble* 47
Figura 12 – Visão geral da AMPLIFICA$_{((PC))}$ 74
Figura 13 – Exemplo de Conselho de Turing 82
Figura 14 – A pareia da meia. A) ilustração; B) métodos de resolução 84
Figura 15 – Trio desafinado. A) ilustração; B) trecho do código com erro 86
Figura 16 – Trio desafinado - Solução. A) correta; B) correta e otimizada 87
Figura 17 – Um poema para Maria Bonitinha. A) ilustração; B) solução 88
Figura 18 – Disputa do xaxado – Manipulativos. A) chapéu; B) tapete 89
Figura 19 – Mandacaru matemático. A) ilustração; B) solução; C) manipulativos 90
Figura 20 – Criaturas da mata. A) ilustração; B) manipulativos 91
Figura 21 – Rota do cangaço 92
Figura 22 – Repartir para achar. A) ilustração; B) conselho de Turing 93
Figura 23 – O labirinto de Lampiãozinho. A) ilustração; B) conselho de Turing ... 95
Figura 24 – Labirinto. A) com; sem B) paredes com conexão externa 95
Figura 25 – Salvo pelo algoritmo. A) ilustração; B) solução; C) manipulativos 97
Figura 26 – Exemplo de pergunta do Teste de Pensamento Computacional 103
Figura 27 – Estudantes com seus cartões Plickers 105
Figura 28 – Estudantes interagindo com o *sertão.bit* 105
Figura 29 – Versão desplugada do Trio desafinado 106
Figura 30 – Disputa do xaxado. A) desplugada; B) plugada 107
Figura 31 – Estudante criando uma xilogravura 107
Figura 32 – Eu autor. A) desplugada e B) plugada 108
Figura 33 – Configuração do experimento 108
Figura 34 – Diário de autorreflexão e SAM 109

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultado do desempenho em pensamento computacional.....110
Tabela 2 – Média geral do estado afetivo.....112

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Visão geral dos desafios do *sertão.bit* 83
Quadro 2 – Visão geral das questões do pré e pós-teste 104

LISTA DE ABREVIATURAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CEIE	Comissão Especial de Informática na Educação
CIEB	Centro de Inovação para a Educação Brasileira
DesafIE!	Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação
RBIE	Revista Brasileira de Informática na Educação
RENOTE	Revista Novas Tecnologias na Educação
SBC	Sociedade Brasileira de Computação
SBIE	Simpósio Brasileiro de Informática na Educação
WAlgProg	Workshop de Ensino em Pensamento Computacional, Algoritmos e Programação
WAVE2	Workshop on Advanced Virtual Environments and Education
WCBIE	Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação
WEI	Workshop sobre Educação em Computação
WIE	Workshop de Informática na Escola
WLIC	Workshop da Licenciatura em Computação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 17
1.1 Motivação e justificativa 17
1.2 Problema 21
1.3 Objetivos 22
1.4 Método 22
1.5 Organização do trabalho 25
2 PENSAMENTO COMPUTACIONAL 26
2.1 Concepções e contrapontos 26
2.2 Principais conceitos 31
2.2.1 Decomposição 32
2.2.2 Generalização 33
2.2.3 Abstração 34
2.2.4 Pensamento algorítmico 35
2.2.5 Avaliação 35
2.3 Desdobramentos em diferentes áreas 36
2.3.1 Matemática 36
2.3.2 Línguas 38
2.3.3 Física 39
2.3.4 Sociologia 40
2.3.5 Música e Dança 41
2.3.6 Trabalhos manuais 42
3 ESTRATÉGIAS DE APRENDIZAGEM: DO DIÁLOGO TEÓRICO ÀS IMPLICAÇÕES PARA A PROPOSTA 45
3.1 [Des]ligue o computador 45
3.1.1 Tecendo algumas limitações 48
3.1.2 Evidências nacionais 50
3.1.3 Evidências internacionais 52
3.2 Do uso à criação de artefatos 56
3.2.1 Evidências nacionais 57
3.2.2 Evidências internacionais 57
3.3 Contando histórias 60
3.3.1 Evidências nacionais 62
3.3.2 Evidências internacionais 64
3.4 Aprendendo com o corpo 67

3.4.1 Evidências nacionais 68
3.4.2 Evidências internacionais 69
3.5 Implicações para as pesquisas 72
4 A ABORDAGEM AMPLIFICA((PC)) 74
5 SERTÃO.BIT: UM LIVRO-JOGO PARA LER, SENTIR, PENSAR E AGIR 79
5.1 Concepção 79
5.2 Estrutura do livro-jogo 83
5.2.1 A pareia da meia 83
5.2.2 Trio desafinado 85
5.2.3 Um poema para Maria Bonitinha 87
5.2.4 Disputa do xaxado 88
5.2.5 Mandacaru matemático 89
5.2.6 Criaturas do mato 90
5.2.7 Rota do cangaço 92
5.2.8 Repartir para achar 92
5.2.9 O labirinto de Lampiãozinho 94
5.2.10 Salvo pelo algoritmo 96
5.2.11 Eu autor 98
6 VIVÊNCIAS E DIÁLOGOS NA ESCOLA 99
6.1 Definição do experimento 99
6.1.1 Objetivo global 99
6.1.2 Objetivo da medição 99
6.1.3 Objetivo do estudo 99
6.1.4 Questões e métricas 100
6.2 Planejamento 101
6.2.1 Definição das hipóteses 101
6.2.2 Contexto e participantes 102
6.2.3 Variáveis 102
6.3 Execução 103
6.4 Análise e síntese dos resultados 109
6.4.1 Perfil dos participantes 109
6.4.2 Pensamento computacional 110
6.4.3 Estado afetivo 111
6.4.4 Outras considerações 114
6.4.5 Percepção da professora 115
6.4.6 Implicações 115
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS 118

REFERÊNCIAS 121
APÊNDICE A – CARTA DE APRESENTAÇÃO 135
APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO 136
APÊNDICE C – ROTEIRO ENTREVISTA PROFESSORA 137
APÊNDICE D – ROTEIRO ENTREVISTA GRUPO FOCAL 138

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta a motivação e justificativa para realização deste trabalho, bem como o problema de pesquisa observado. A partir disso, são delineados os objetivos e apresentados os procedimentos metodológicos utilizados na condução desta investigação. A organização de todo o trabalho também é apresentada, ao fim deste capítulo.

1.1 Motivação e justificativa

A Computação está se tornando onipresente na sociedade sendo observadas, nos últimos anos, diversas iniciativas de promoção do pensamento computacional, tais como o *Code.org*[1] e o *Programaê*[2], na educação básica. Além disso, alguns avanços foram feitos no campo da definição de currículos para fomentar competências computacionais, tendo alguns países a Computação no currículo de suas escolas (VICARI *et al.,* 2018).

A Sociedade Brasileira de Computação (SBC) defende que é fundamental e estratégico para o Brasil que conteúdos de Computação sejam ministrados na Educação Básica; e definiu competências e habilidades da Educação Infantil ao Ensino Médio para os eixos que compõem tal área, a saber: Pensamento Computacional, Mundo Digital e Cultura Digital. Tal documento é pautado na justificativa de que a Computação pode permitir aos estudantes compreender, de forma plena, o mundo, cada vez mais conectado e imerso em tecnologias digitais; melhorar a capacidade de aprendizagem e resolução de problemas, provendo novas formas de expressão e pensamento; e servir como ferramenta de apoio ao aprendizado das demais disciplinas (SBC, 2019).

Contribuição similar foi feita pelo Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB, 2018) que definiu um Currículo de Referência em Tecnologia e Computação para apoiar as redes de ensino em suas propostas curriculares, as quais poderão aplicar tal currículo de modo transversal ou desenvolver uma área de conhecimento específica. A proposta atende da Educação Infantil ao Ensino Fundamental e está alinhada à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), especialmente ao que estabelece a quinta competência geral:

[1] https://code.org/
[2] http://programae.org.br/

> 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 (BRASIL, 2019).

Sendo considerado um dos eixos da Computação, o Pensamento Computacional pode ser definido como a “capacidade de compreender, definir, modelar, comparar, solucionar, automatizar e analisar problemas (e soluções) de forma metódica e sistemática, através da construção de algoritmos” (SBC, 2019). Embora o termo tenha se popularizado com o artigo de Wing (2006), ele foi cunhado por Papert (1980) em seu livro *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Idea* e, nos últimos anos, diversas concepções têm surgido.

O pensamento computacional pode ser explorado em várias disciplinas; contudo, diversos estudos estão usando linguagens de programação sob o argumento de que elas são as mais fáceis e apropriadas maneiras para promovê-lo; o que pode limitar o seu potencial a uma pequena porcentagem de disciplinas e estudantes (HSU *et al*., 2018). De fato, o pensamento computacional tem sido amplamente aplicado em diferentes disciplinas, incluindo Ciências (HAMBRUSCH *et al.*, 2009), Matemática (BARCELOS; SILVEIRA, 2012), Biologia (LIBESKIND-HADAS; BUSH, 2013), Psicologia (ANDERSON, 2016) e Estudos Sociais (HAMMOND *et al.*, 2019). Assim, além da programação, outras atividades podem ser realizadas, como as que não usam tecnologias (desplugadas), a robótica, a produção de narrativas digitais, a criação de jogos e o uso de simulações para a investigação de fenômenos (VALENTE, 2016).

Em relação às atividades desplugadas, elas têm sido empregadas em diversos países, incluindo o Brasil, promovendo o pensamento computacional mesmo em escolas carentes de recursos tecnológicos; havendo estudos que reportem melhorias no desempenho dos estudantes com o uso dessa abordagem (BRACKMANN, 2017; RODRIGUEZ *et al.*, 2017), como também aqueles que relatam limitado sucesso (FEASTE *et al.*, 2011; TAUB *et al.*, 2012). Tais resultados sugerem a necessidade de pesquisas sobre como a computação desplugada pode ser usada e em que contextos. De forma complementar, apesar de reconhecerem o valor dessas atividades, há autores que afirmam que há algo especial no trabalho com as tecnologias que não pode ser explorado por outras atividades (VALENTE,

2016).

Nesse contexto, diferentes formas de interação com a tecnologia podem ser providas, possibilitando a aprendizagem dos fundamentos da Computação. Como exemplo, pode-se citar a programação orientada ao *design* utilizando ferramentas como o *Scratch*[3], que permite a criação de histórias interativas, jogos e animações arrastando-se blocos de comandos que devem ser encaixados uns aos outros. Os comandos assemelham-se a peças de quebra-cabeça e, quando combinados, formam programas sintaticamente corretos, tendo o usuário que focar apenas na lógica de funcionamento do seu projeto (MALAN; LEITNER, 2007). Em uma revisão realizada por Hsu *et al.* (2018), foi identificado que ferramentas desse tipo são as mais utilizadas em práticas de pensamento computacional, sendo o Scratch o mais explorado, seguido do *Alice*[4], *Scratch for Second Life (S4SL)*[5], *LEGO*[6] e outras.

Apesar do exposto, a criação e acesso a materiais didáticos ainda é uma questão em aberto. Na pesquisa realizada por Vicari *et al.* (2018) foram levantados materiais que apoiam o desenvolvimento do pensamento computacional na educação básica. Em relação aqueles ditos desplugados e em português, os autores concluíram que o conjunto disponível ainda é limitado, com um número pequeno de materiais capaz de atender plenamente aos critérios para o desenvolvimento do pensamento computacional. De forma complementar, o documento *Diretrizes para ensino de Computação na Educação Básica* proposto pela SBC define habilidades de Computação para os ensinos fundamental e médio, porém não fornece materiais que deem suporte ao desenvolvimento dessas habilidades. Ainda, apesar da importância do contexto sociocultural, ele ainda é pouco reconhecido e considerado em pesquisas sobre pensamento computacional (ORTIZ *et al.,* 2018).

Em relação às estratégias de aprendizagem mais usadas nesses contextos, Hsu *et al.* (2018) identificaram as seguintes no período de 2006 a 2017: aprendizagem baseada em problemas, aprendizagem baseada em projetos e aprendizagem baseada em jogos. Ao dividir o período analisado em três,

[3] https://scratch.mit.edu/
[4] https://www.alice.org/
[5] http://web.mit.edu/~eric_r/Public/S4SL/
[6] https://www.lego.com/pt-br

perceberam mudanças no emprego das estratégias para promoção do pensamento computacional: entre 2006 e 2009 foram usadas a aprendizagem baseada em problemas e a aprendizagem baseada em projetos. Já no período de 2010 a 2013, a principal estratégia foi a aprendizagem baseada em projetos; contudo, foram introduzidas outras, como *scaffolding*, que fornece um apoio para que os estudantes aprendam novos conhecimentos, até que consigam resolver problemas de forma independente. Por fim, entre 2014 e 2017, Hsu *et al.* (2018) identificaram que 14 estratégias de aprendizagem foram exploradas nas atividades de pensamento computacional, o que sugere que o tema está ganhando cada vez mais atenção de educadores e pesquisadores que buscam ajudar os estudantes a melhorarem sua aprendizagem por meio deste. Nesse período, a aprendizagem baseada em problemas, a aprendizagem baseada em projetos, a aprendizagem colaborativa e a aprendizagem baseada em jogos foram as mais empregadas, nessa ordem; havendo também recorrência de aprendizagem incorporada, contação de história (*storytelling)*, dentre outras. Considerando seu potencial pedagógico, esta tese se debruçará sobre essas últimas, investigando suas implicações no ensino fundamental durante a aprendizagem de conceitos computacionais.

O contar histórias vai além do entretenimento, possibilitando enriquecer experiências infantis e estimulando o desenvolvimento de funções cognitivas importantes para o pensamento, tais como a comparação entre figuras e o texto lido ou narrado, por exemplo, a construção do pensamento hipotético, o raciocínio lógico, o pensamento divergente e convergente e as relações espaciais e temporais a partir das interpretações realizadas (SILVA; NUNES, 2014).

Com o desenvolvimento das tecnologias, tais narrativas podem explorar recursos digitais, o que pode torná-las mais imagéticas, sonoras e dinâmicas (ALMEIDA; VALENTE, 2012). Elas ainda podem se dispersar sistematicamente em várias mídias com o objetivo de criar uma experiência de entretenimento coordenada e única; sendo referenciadas pelo termo narrativa transmídia ou *transmedia storytelling* (JENKINS, 2007). No contexto do ensino de Computação, as narrativas vêm sendo empregadas tendo impacto positivo sobre a motivação, como também na forma como os estudantes se envolvem no desenvolvimento de artefatos robóticos para a aprendizagem de programação (OLIVEIRA *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2017; SILVA *et al.*, 2018).

No que diz respeito a experiências incorporadas de aprendizagem e

pensamento computacional, como mencionado anteriormente, há relativamente pouco trabalho (HSU *et al*, 2018), embora tal estratégia possa ser eficaz na construção do conhecimento. Na teoria da cognição incorporada, a cognição surge das interações com o mundo por meio das capacidades motora e perceptiva que são então combinadas com a linguagem, a memória e a emoção (GLENBERG, 2010). Assim, atividades de aprendizagem nas quais os estudantes constroem conhecimentos por meio da interação física ou manipulação de objetos físicos podem ser referidas como aprendizagem incorporada (TSARAVA *et al.*, 2019). Fadjo (2012) estendeu essa teoria, propondo a cognição incorporada fundamentada, que combina os principais aspectos da cognição incorporada (GLENBERG, 2010) com a cognição fundamentada (BARSALOU, 2010). Nela, ação, percepção e ambiente são utilizados para criar um cenário dinâmico e interativo de ensino e aprendizagem; e há indícios de sua contribuição para o desenvolvimento do pensamento computacional (FADJO, 2012).

1.2 Problema

Tendo em vista as especificidades dos estudantes, os conceitos, métodos e recursos de ensino e avaliação de pensamento computacional devem variar de acordo. Assim, tais formações devem ser projetadas para diferentes níveis de ensino, usando estratégias e materiais didáticos apropriados.

Diante do exposto, esta tese busca lançar luz sobre como promover o pensamento computacional no Ensino Fundamental I contribuindo para as seguintes lacunas identificadas na literatura: i) a necessidade de métodos que apoiem o desenvolvimento do pensamento computacional para crianças; ii) o limitado número de materiais didáticos em português que apoiem o pensamento computacional, provendo possibilidades para além da programação.

Para tanto, propõe-se uma abordagem para o desenvolvimento do pensamento computacional, situada no contexto cultural e ancorada nas estratégias de aprendizagem Contação de História e Cognição Incorporada; e que apoia o desenvolvimento de materiais didáticos para esse contexto. Para nortear esta investigação, a seguinte pergunta foi definida:

- *Como mediar a aprendizagem de decomposição, generalização, abstração, pensamento algorítmico e avaliação no Ensino Fundamental I com vistas ao*

desenvolvimento do Pensamento Computacional?

A pesquisa parte do pressuposto que combinar as estratégias de aprendizagem mencionadas pode favorecer o desenvolvimento do pensamento computacional nas crianças, e que uma configuração híbrida, que empregue atividades plugadas e desplugadas, também pode trazer efeitos positivos sobre esse problema.

1.3 Objetivos

Assim, o objetivo principal desta tese é propor uma abordagem para o desenvolvimento do pensamento computacional dando suporte à concepção de materiais didáticos para o Ensino Fundamental I. Para alcançá-lo, os seguintes objetivos específicos foram delineados:

- Identificar na literatura os efeitos provocados por atividades plugadas e desplugadas em práticas de pensamento computacional;
- Identificar na literatura como o *framework* Usar-Modificar-Criar vem sendo empregado em práticas de pensamento computacional;
- Identificar na literatura como a contação de história vem sendo explorada para promover o pensamento computacional;
- Identificar na literatura como a cognição incorporada tem sido usada para apoiar o pensamento computacional;
- Definir uma abordagem pedagógica para promoção do pensamento computacional no Ensino Fundamental I;
- Definir materiais didáticos que implementem a abordagem proposta;
- Avaliar a eficácia da proposta para o desenvolvimento do pensamento computacional.

1.4 Método

Esta pesquisa foi realizada em diversas etapas. Em um primeiro momento, a literatura sobre pensamento computacional foi consultada, sendo analisados artigos, incluindo estudo secundários, capítulos de livro, teses e dissertações, visando a identificação de potenciais lacunas de pesquisa que poderiam ser

cobertas por esta tese. Ainda, por meio da análise do Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq foram levantados os grupos nacionais que realizam investigações sobre a temática. Estes resultados foram publicados no artigo intitulado *Pensamento Computacional: Panorama dos Grupos de Pesquisa no Brasil*, no XXX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação.

Definido o escopo inicial, foram realizadas revisões de literatura visando identificar os efeitos que diferentes tipos de atividades e estratégias de aprendizagem podem provocar sobre o desenvolvimento do pensamento computacional. Nesse contexto, foram objeto de investigação as estratégias Contação de História e Cognição Incorporada, bem como o *framework* Usar-Modificar-Criar e atividades plugadas e desplugadas. Este processo de busca e seleção de estudos ocorreu de forma sistemática, sendo consideradas bases de dados nacionais e internacionais.

No contexto nacional, *strings* de busca, apresentadas no Capítulo 3, foram usadas no Portal de Publicações da Comissão Especial de Informática na Educação (CEIE)[7] que mantém os anais da Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE), do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), do Workshop de Informática na Escola (WIE), do Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação (DesafIE!), do *Workshop on Advanced Virtual Environments and Education* (WAVE2) e dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação (WCBIE), que inclui, dentre outros, o Workshop de Ensino em Pensamento Computacional, Algoritmos e Programação (WAlgProg) e o Workshop da Licenciatura em Computação (WLIC). De forma complementar, as *strings* foram usadas também na base de dados da Revista Novas Tecnologias na Educação[8] (RENOTE) e do Workshop sobre Educação em Computação[9] (WEI).

No contexto internacional foram consideradas as bases *ACM Digital Library*[10], *Educational Resources Information Center* – ERIC[11], *IEEE Xplore*[12], *ScienceDirect*[13] e *Scopus*[14]. A lista de estudos retornados foi analisada, sendo

[7] https://br-ie.org/pub/index.php/ceie
[8] https://seer.ufrgs.br/renote
[9] 2000 a 2015: http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/wei/
2016 a 2019: https://sol.sbc.org.br/index.php/wei/index
[10] https://dl.acm.org/
[11] https://eric.ed.gov/
[12] https://ieeexplore.ieee.org/
[13] https://www.sciencedirect.com/
[14] https://www.scopus.com/home.uri

incluídos os estudos primários que explicitamente abordavam os temas de interesse desta pesquisa e que estavam disponíveis na íntegra gratuitamente. A síntese desses resultados se assemelha à revisão narrativa (ROTHER, 2007), sendo descritos e discutidos o estado da arte dos temas pesquisados, e apontadas as lacunas cobertas por esta investigação.

À luz desses resultados, uma abordagem pedagógica, intitulada AMPLIFICA$_{((PC))}$, foi concebida para apoiar o desenvolvimento do pensamento computacional no Ensino Fundamental I. A fase seguinte consistiu na definição de um livro-jogo pautado nos princípios da abordagem proposta, seguido de sua validação. Para a definição do livro-jogo *sertão.bit*, foram analisadas narrativas infantis e escolhida uma que retrata a vida de um conhecido personagem do sertão: o Lampião. Esta decisão pode contribuir com o engajamento dos estudantes com as tarefas propostas, como também apoiar sua percepção quanto às possibilidades de aplicação da Computação no cotidiano.

O enredo da história escolhida foi adaptado, possibilitando abordar os pilares do pensamento computacional: decomposição, generalização, abstração, pensamento algorítimo e avaliação. De forma complementar, foram consultados livros voltados à aprendizagem de conceitos matemáticos e computacionais que propõem atividades educativas e lúdicas, explorando a cognição incorporada, ainda que em seus níveis mais baixos. Esta tarefa buscou apoiar a compreensão de como as atividades podem ser estruturadas e apresentadas aos estudantes, sendo privilegiados os formatos de livros interativos, como os pop-ups.

Em paralelo, os desafios do *sertão.bit* foram estruturados, sendo escolhidos, para cada um deles, nomes que trazem humor, refletem o contexto cultural e despertam a curiosidade do leitor. Ainda, buscou-se nos desafios explorar o potencial pedagógico da contação de história, como também da cognição incorporada. Nesta, diferentes níveis foram considerados, havendo desafios que requerem o uso das mãos e outras, mover o corpo inteiro para sua solução. De forma complementar e estratégica, considerando a pouca ou nenhuma experiência do público-alvo com o pensamento computacional, explorou-se desafios em diferentes níveis cognitivos, com vistas à aprendizagem de conceitos da área.

Para a avaliação, um quase-experimento (SHADISH *et al.*, 2002) foi realizado com estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental e duas táticas de implementação do *sertão.bit* foram analisadas: uma sem o uso de tecnologias digitais – desplugada

– e outra híbrida, suportada por atividades com e sem o uso dessas tecnologias. Para ambos os casos, livros pop-ups foram produzidos (Figura 1), assim como seus recursos complementares, utilizando materiais de baixo custo; o que pode favorecer a sua replicação em outros contextos. Materiais com esse formato para o ensino de computação na escola, produzidos no Brasil, não foram identificados, o que aponta para uma das inovações desta pesquisa.

Figura 1 – Processo de criação do *sertão.bit*

Fonte: Autoria própria

Para a elaboração e organização do quase-experimento, considerou-se as fases de experimentação descritas em Travassos *et al.* (2002), a qual é pautada na abordagem Goal/Question/Metric (GQM) (VAN SOLINGEN; BERGHOUT, 1999). Buscou-se, com isso, analisar a viabilidade da abordagem proposta; aportada no *sertão.bit,* e seus resultados sugerem efeitos positivos sobre a aprendizagem, como também sobre a satisfação dos estudantes na realização dos desafios. Ao longo do trabalho, esses dados são discutidos, assim como a percepção da professora da turma quanto à prática observada.

1.5 Organização do trabalho

O restante do trabalho está organizado da seguinte forma: No Capítulo 2 são discutidas concepções de pensamento computacional, destacando seus principais conceitos e aplicação em diferentes áreas. No Capítulo 3 diferentes estratégias de aprendizagem são apresentadas, junto a evidências de sua aplicação para o desenvolvimento do pensamento computacional. À luz desses resultados, uma abordagem pedagógica é proposta e apresentada no Capítulo 4; e, sua implementação, no Capítulo 5, por meio do livro-jogo *sertão.bit*. No Capítulo 6 são reportados e discutidos os resultados do quase-experimento feito com estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública. Por fim, no Capítulo 7 são feitas as considerações finais da pesquisa, destacando suas contribuições e limitações, como também apontando direções para trabalhos futuros.

2 PENSAMENTO COMPUTACIONAL

Este capítulo traz um dos eixos teóricos desta pesquisa, o pensamento computacional, o qual é discutido sob diferentes olhares. Ainda são apresentadas possibilidades de sua aplicação em diversas áreas.

2.1 Concepções e contrapontos

No início dos anos 1980, a programação de computadores foi uma das principais atividades relacionadas à aplicação da informática na educação com o uso da linguagem *Logo* de Seymour Papert (1980); sendo praticamente esquecida da educação básica com o advento dos computadores pessoais e softwares de escritório (VALENTE, 2016). Embora esses recursos tenham ampliado as possibilidades de uso das tecnologias na educação, eles não foram explorados para desenvolver o pensamento lógico dos estudantes e promover a aprendizagem dos conceitos computacionais que apoiam essas tecnologias; algo que é fundamental no contexto da cultura digital (*Opus citatum*).

Em 2006, Wing endossou a discussão defendendo o ensino de uma competência computacional para todos, equiparando sua importância à escrita e à aritmética: o pensamento computacional. Desde então, diversas concepções têm surgido para o termo. Embora ainda não bem definido, há algum consenso sobre seus aspectos fundamentais. Para Wing (2006), o pensamento computacional envolve resolver problemas, projetar sistemas e entender o comportamento humano, baseando-se nos conceitos fundamentais da Ciência da Computação. Já Selby e Woollard (2013), a partir de uma revisão de literatura, definem pensamento computacional como uma abordagem focada, mas não limitada, na solução de problemas, incorporando processos de pensamento que utilizam abstração, decomposição, algoritmo, avaliação e generalizações.

A *International Society for Technology in Education* (ISTE) em colaboração com a *Computer Science Teachers Association* (CSTA) e a *National Science Foundation* (NSF) elaboraram uma definição operacional de pensamento computacional segundo a qual ele é um processo de resolução de problemas que inclui, mas não se limita, às seguintes características: i) formular problemas de modo que seja possível usar o computador e outras ferramentas para ajudar a

resolvê-los; ii) organizar e analisar dados, de forma lógica; iii) representar dados através de abstrações, tais como modelos e simulações; iv) automatizar soluções através do pensamento algorítmico; v) identificar, analisar e implementar as soluções possíveis com o objetivo de conseguir a combinação mais eficiente e eficaz de etapas e recursos; e vi) generalizar e transferir esse processo de resolução de problemas para uma grande variedade de problemas.

Brennan e Resnick (2012) contribuem com a discussão ao considerar três dimensões do pensamento computacional: i) *conceitos* com os quais os *designers* se envolvem enquanto programam, tais como sequência, paralelismo e condicionais; ii) *práticas* desenvolvidas pelos *designers* à medida que se envolvem com os conceitos, como depurar projetos ou remixar o trabalho de outros; e iii) *perspectivas computacionais*, que representam àquelas que os *designers* formam sobre o mundo ao seu redor e sobre eles mesmos.

Sob outra perspectiva, há críticas que tendem a se concentrar na imprecisão do termo pensamento computacional (JONES, 2011). Contudo, apoiam o incentivo à resolução de problemas como um processo em que várias etapas são consideradas para alcançar uma solução, ao invés de confiar no conhecimento mecânico para tirar conclusões sem realmente considerar tais etapas. Há também aquelas preocupadas com a redução da Ciência da Computação a apenas uma de suas ferramentas práticas, o pensamento computacional (DENNING, 2009).

Ainda, há aqueles que defendem uma crítica mais profunda, questionando o que justifica um movimento global crescente a favor da necessidade do pensamento computacional para qualquer profissional, afirmando que há, na verdade, uma motivação econômica. Nesse contexto, Valente *et al.* (2017) argumentam que para manter a presença crescente dos dispositivos computacionais em todas as esferas econômicas é requerida a busca por trabalhadores com pensamento computacional, o que muitas vezes se traduz na instrumentalização por meio da programação.

Easterbrook (2014) corrobora com a discussão, afirmando que as descrições dos problemas computacionais são aceitas de forma não crítica, não tendo os estudantes uma consciência do contexto político em que esses problemas surgem. Nesse contexto, o autor receia que o pensamento computacional seja apenas uma instância de Maslow's Hammer (1966): *Se tudo o que você tem é um martelo, então tudo parece um prego*; e argumenta que o reducionismo do pensamento

computacional oferece uma abordagem empobrecida para lidar com problemas sistêmicos, como sustentabilidade e, no processo, cega-nos para questões como os impactos sociais e ambientais das tecnologias de informação e comunicação.

A dificuldade em se definir claramente pensamento computacional talvez resida no fato dele ser uma atividade cognitiva complexa, envolver uma simbologia e muitos processos, alguns dos quais comuns a vários tipos de pensamento, como o algébrico (VALENTE *et al.*, 2017). Ele, no entanto, possibilita novas abordagens criativas para a resolução de problemas e uma ampla variedade de atividades que estudantes de todos os níveis podem se envolver (*Opus citatum*).

Segundo Valente *et al.* (2017), Papert considerava “a resolução de problemas com o auxílio do computador como uma forma alternativa de pensar; uma abordagem distinta, mas não superior de pensamento”, estando o aprendizado condicionado à possibilidade de o estudante alternar entre, pelo menos, dois modelos de pensamento: um mecânico e outro não mecânico.

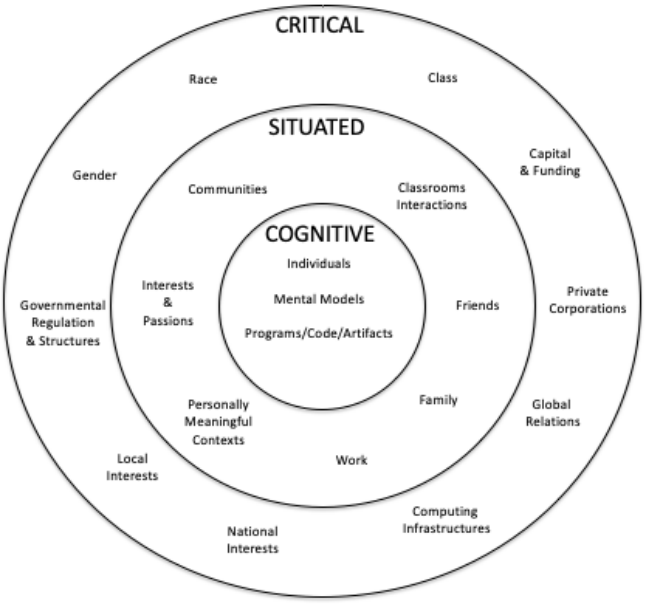
Para a *Computer Science Teachers Association* (CSTA, 2011), em um mundo cada vez mais tecnológico, é necessário que os estudantes tenham um claro entendimento dos princípios e práticas da Ciência da Computação, independente de seus campos de estudo e atuação. O acesso ao conhecimento dos fundamentos da Ciência da Computação pode auxiliá-los a utilizar tecnologias de maneira mais consciente, além de apoiar a criação de sistemas de computação para melhorar a qualidade de vida das pessoas. Nesse contexto, para além da codificação, a essência do pensamento computacional deve ser o que se pode fazer enquanto interage-se com computadores, como extensões da mente humana, para criar e descobrir (BARBA, 2016). Sob essa ótica, o pensamento computacional pode favorecer profissionais de diferentes áreas que poderão utilizar a Computação como representação do conhecimento para os ajudar a pensar.

Com base em um estudo longitudinal, os resultados de Proctor e Blikstein (2018) sugerem que práticas socioculturais podem desempenhar um papel importante na aprendizagem dos princípios da Ciência da Computação. Assim, uma definição mais ampla que reconheça o pensamento computacional como um conjunto situado de práticas pode ser o mais útil. Isto está de acordo com Kafai (2016) ao reformular o pensamento computacional como participação computacional, onde os estudantes se envolvem em projetos autênticos, indo de ferramentas e códigos *per si* para a criação de projetos reais e tangíveis que podem

ser compartilhados com outras pessoas.

Kafai *et al.* (2019) organizam o espaço teórico do pensamento computacional, apontando três diferentes perspectivas: cognitiva, situada e crítica, conforme Figura 2. Tais dimensões podem influenciar a natureza das questões de pesquisa sobre a temática, bem como o aporte usado para ensinar e avaliar a aprendizagem; embora o objetivo dos autores não seja promover uma verdade objetiva sobre as melhores práticas em educação, mas reconhecer que essas perspectivas são parciais e contingentes. Nesse sentido, mencionam que uma intervenção cujos resultados parecem inexpressivos sob o ponto de vista de uma perspectiva teórica, podem ser profundamente impactantes sob a percepção de outra. E complementam afirmando que somente reconhecendo essas perspectivas parciais é que serão alcançadas oportunidades transformacionais críticas para a pesquisa e educação em computação na educação básica.

Figura 2 – Perspectivas teóricas de pensamento computacional



Fonte: Kafai *et al.* (2019)

Segundo esse arcabouço teórico, o pensamento computacional pode ser:

i) **Cognitivo:** visa proporcionar aos estudantes uma compreensão dos principais conceitos, práticas e perspectivas computacionais, enfatizando assim o desenvolvimento de habilidades e competências que poderão ser úteis na faculdade e em carreiras futuras. Nesta perspectiva, o pensamento computacional é visto como uma forma de resolução de problemas realizada por estudantes, de forma individual, e atividades didáticas são desenvolvidas

para apresentar conceitos computacionais, como recursão e condicionais; e práticas como iteração, abstração e automação. Em geral, o objetivo dos trabalhos enquadrados nesta perspectiva é melhorar a compreensão individual dos conceitos de Ciência da Computação e o desempenho em programação, algo que o distingue da próxima perspectiva descrita a seguir;

ii) **Situado**: é uma alternativa à ênfase cognitiva e considera que os estudantes desenvolvem fluência computacional por meio da concepção e programação de artefatos digitais compartilháveis. Essa perspectiva se baseia em teorias construcionista (PAPERT, 1980) e de aprendizagem conectada (ITO *et al*., 2013), enfatizando atividades orientadas ao interesse e apoiadas por pares. Aqui o pensamento computacional é visto como um meio para expressão pessoal e engajamento social. Esta abordagem também foi chamada de participação computacional por enfatizar a importância social dos projetos e interações em que os estudantes se envolvem. Os esforços nesse sentido surgiram da promoção da educação em computação fora da escola, em centros comunitários de tecnologia e comunidades *on-line,* e a partir do reconhecimento de que a falta de oportunidade de participar de ações sobre a temática é uma das causas da pouca diversidade em Ciência da Computação. Essa abordagem situada tornou-se uma área de pesquisa popular no *Scratch*, que enfatizou os contextos socioculturais em que a atividade ocorre, como também o significado pessoal e a expressão criativa dos estudantes;

iii) **Crítico**: reconhece a pedagogia crítica e vê a Computação como um potencial canal para envolver os estudantes em desafios políticos, morais e éticos por meio da produção de mídias digitais. Nesse contexto, apoiar estudantes marginalizados requer ajudá-los a entender e contestar as forças que os marginalizam e o pensamento computacional situado não vai longe o suficiente para confrontar aspectos como racismo, por exemplo. Essa perspectiva, portanto, propõe uma abordagem analítica aos valores, práticas e infraestrutura subjacentes à Computação como parte de uma meta mais ampla de educação para a justiça social.

Em suma, de acordo com Kafai *et al.* (2019), abordagens cognitivas tratam o conhecimento como uma propriedade que os estudantes adquirem, pois se concentra no indivíduo; enquanto que abordagens situadas vêem a participação

como o processo-chave onde o conhecimento é negociado entre os membros de uma comunidade, pois se concentra nas interações sociais. Já as abordagens críticas podem adicionar *ação* à *aquisição* e à *participação*, enfatizando que o que é aprendido e como é aprendido refletem as normas, valores e estruturas de poder específicos de uma sociedade. Um ponto em comum entre essas perspectivas é que o aprendizado de Computação geralmente está situado no contexto de criação de aplicativos como jogos, ao invés de aprendizagem de codificação por si.

Proctor (2019) demonstra a operacionalização da proposta de Kafai *et al.* (2019) a partir do *Unfold Studio*[15], uma ferramenta *on-line* para criação de narrativas interativas a partir de uma linguagem de programação. Na dimensão cognitiva, interessada principalmente nas competências de cada aluno, é exibido o progresso das histórias individuais. Ainda é avaliada a complexidade dos códigos e a capacidade do estudante de corrigir erros. Na dimensão situada, no *Unfold Studio,* é possível aos usuários verem histórias compartilhadas, por exemplo, e seguirem outros usuários por meio de um *feed* de atividades. Sobre como as interações afetam as trajetórias de aprendizado dos estudantes, o autor esclarece que isto pode ser feito associando-se os dados da participação ao desempenho nas avaliações descritas na dimensão cognitiva e fundamentadas na análise qualitativa do que os estudantes estão escrevendo e o porquê. Além disso, é possível identificar como o uso de estruturas sintáticas está espalhado pela comunidade.

Em relação à dimensão crítica do pensamento computacional, Proctor (2019) reporta que ela é suportada no *Unfold Studio*, uma vez que o desenvolvimento de histórias individuais é particularmente importante. Nesse sentido, a análise qualitativa de versões de histórias aliada às mensagens reflexivas sobre a escrita enviadas pelos estudantes permite identificar de que maneiras eles levam preocupações como desigualdades de gênero e classe social para a sala de aula e fazem uso da mídia computacional para se posicionar e introduzir novas perspectivas sobre a temática.

2.2 Principais conceitos

Pode-se considerar que o pensamento computacional possui cinco

[15] https://unfold.studio/

características principais (SELBY; WOOLLARD, 2013; CSIZMADIA *et al.*, 2015). Ele abrange a capacidade de *pensar algoritmicamente*, em termos de *decomposição;* em *generalizações*, identificando e fazendo uso de padrões; em *abstrações*, escolhendo boas representações; e em termos de *avaliação*. Nas subseções seguintes cada uma delas é descrito.

2.2.1 Decomposição

A decomposição é uma habilidade fundamental na solução de problemas. Ela consiste em dividir um problema complexo em partes menores, facilitando o seu entedimento e gerenciamento. Essas partes podem ser entendidas, resolvidas, desenvolvidas e avaliadas separadamente, pois são mais fáceis de lidar, se comparado ao problema como um todo (CSIZMADIA *et al.*, 2015; BBC, 2015). Segundo Rich *et al.* (2018), há muitas práticas de decomposição no contexto da Computação. Exemplos incluem quebrar um grande bloco de códigos em unidades funcionais e a projeção de um jogo nível a nível.

No dia a dia, Csizmadia *et al.* (2015) reportam como o preparo do café da manhã também pode ser dividido ou decomposto em atividades separadas: fazer torradas, chá, ovo cozido, etc; atividades que também poderão ser divididas em um conjunto de etapas. Por meio da decomposição da tarefa original, cada parte pode ser desenvolvida e integrada posteriormente ao processo.

Rich *et al.* (2019) analisaram como a decomposição é empregada em uma variedade de campos e identificaram diferentes tipos: i) *estrutural,* que consiste em quebrar o problema em partes e resolver cada uma separadamente; ii) *funcional,* que decompõe o problema em partes de acordo com as funções que executam para que cada uma seja analisada separadamente; iii) *sequencial,* que determina a ordem das operações em um processo; e a de *iv) dependência,* que divide o problema considerando quais partes dependem de outras.

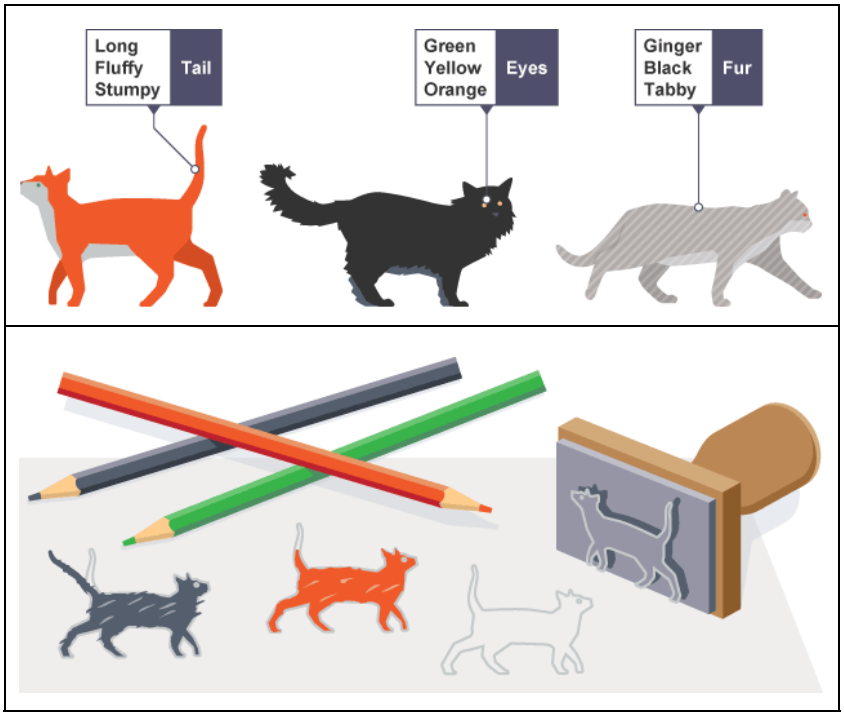
Cada uma dessas formas de decompor um problema é mais eficaz em situações específicas, dependendo de quais informações são necessárias para resolver o problema. Um exemplo de decomposição estrutural que pode ser citado é o da bicicleta, dividindo-a em seus componentes físicos: assento, rodas, freios, engrenagens.

2.2.2 Generalização

A generalização está associada à identificação de padrões e à exploração dessas características, possibilitando resolver novos problemas mais rapidamente com base em soluções de problemas anteriores (CSIZMADIA *et al.*, 2015). Nesse contexto, fazer perguntas como “Este problema é semelhante a um outro que já resolvi?” e “Como ele é diferente?” é importante, reconhecendo padrões nos dados, processos e estratégias que serão usados na resolução do problema.

A BBC (2015) reporta um exemplo pautado no desenho de uma série de gatos, destacando que todos eles têm características em comum, como olhos, cauda e pêlos (Figura 3). No pensamento computacional essas características são chamadas de padrões. Sabido como descrever um gato, pode-se descrever outros, seguindo esse padrão e mudando somente as características específicas: um gato pode ter *olhos* verdes, *cauda* longa e *pêlo* preto. Outro gato pode ter *olhos* amarelos, *cauda* curta e pêlo listrado.

Figura 3 – Exemplo de reconhecimento de padrões em gatos



Fonte: BBC (2015)

Os problemas têm mais fácil resolução quando compartilham padrões, pois sua solução pode ser usada onde o padrão existir. Para encontrar padrões nos problemas, deve-se buscar características iguais ou muito semelhantes. Uma vez

identificados, pode-se trabalhar em soluções comuns entre os problemas. No exemplo dos gatos, sabendo que todos eles têm olhos, cauda e pêlos, pode-se usar esse padrão para desenhar mais rapidamente uma série de gatos sem precisar recomeçar a cada novo desenho.

2.2.3 Abstração

Segundo Wing (2006), pensar como um cientista da computação significa mais do que ser capaz de programar um computador; requer pensar em vários níveis de abstração. A abstração é o processo de tornar o problema mais compreensível por meio da redução de detalhes desnecessários (CSIZMADIA *et al.*, 2015). Em outras palavras, consiste no processo de filtrar – ignorar – os detalhes dos padrões e se concentrar nas características gerais, criando-se uma representação do problema que está sendo resolvido. Assim, é requerida a habilidade de escolher os detalhes certos que serão ignorados para que o problema se torne mais fácil, sem perder tudo o que é importante. Uma parte essencial é a escolha de uma boa representação para o sistema (*Opus citatum*).

Figura 4 – Mapa do metrô de Londres

Fonte: https://tfl.gov.uk/maps/track/tube

Um exemplo disso é o mapa do metrô de Londres exibido na Figura 4. Ele pode ser considerado uma abstração refinada com informações suficientes para o passageiro viajar no metrô sem a necessidade de informações adicionais. O mapa é uma representação que contém as informações necessárias para planejar uma

rota de uma estação para outra (CSIZMADIA *et al.*, 2015).

2.2.4 Pensamento algorítmico

Informalmente, algoritmos consistem em um conjunto de passos específicos para resolver um problema. Em programação, eles são usados para criar soluções reutilizáveis para os problemas (LIUKAS, 2015). Neles, cada instrução é explicitada e a ordem em que elas devem ser executadas é planejada. Os algoritmos são frequentemente usados como ponto de partida para a criação de um programa de computador e também podem ser representados por meio de fluxogramas ou pseudocódigos (BBC, 2015).

Os algoritmos podem ser exemplificados de diversas maneiras, dentre elas: quando um cozinheiro escreve uma receita de um prato, ele está criando um algoritmo que outros podem seguir para replicar tal prato. Quando um amigo anota as instruções para chegar à sua casa, ele está especificando uma sequência de etapas, isto é, um algoritmo a ser seguido. Quando alguém segue um manual de instalação para montar uma estante de livros, ele também está executando um algoritmo.

Embora esses algoritmos simples sejam bons para nós, eles podem ser ambíguos para o computador. Assim, formalmente, para que um algoritmo seja aplicável a um computador, ele deve ter certas características. Nesse contexto, Schneider e Gersting (1995) defendem algoritmo como sendo uma coleção bem *ordenada* de *operações não-ambíguas* e efetivamente *computáveis* que, quando executadas, produzem um *resultado* e param em uma quantidade finita de *tempo*.

2.2.5 Avaliação

A avaliação é o processo de garantir que uma solução seja adequada ao seu propósito (CSIZMADIA *et al.*, 2015). Em Ciência da Computação, ela se relaciona com análise de corretude e complexidade algorítmica. Assim, o algoritmo deve ser verificado para garantir se ele é facilmente entendido; está completo, resolvendo todos os aspectos do problema; é eficiente, fazendo o melhor uso dos recursos disponíveis; e se atende aos critérios originais de projeto. Atendendo a esses requisitos, um algoritmo provavelmente funcionará bem e pode então ser

programado (BBC, 2015).

Sem a avaliação, nenhuma falha no algoritmo será detectada e o programa pode não resolver corretamente o problema ou pode não resolvê-lo da melhor maneira. Exemplos de manifestações desse conceito em situações cotidianas incluem: a revisão do *design* de um avião de papel após testar seu voo e perceber alguma falha na execução; e o ajuste de temperos após provar um prato que acabara de cozinhar.

2.3 Desdobramentos em diferentes áreas

Tendo em vista a possibilidade de aplicação do pensamento computacional em diferentes domínios, e não apenas na Computação, diversas iniciativas têm explorado seu caráter interdisciplinar. As subseções a seguir trazem alguns exemplos de sua aplicação, não encerrando suas possibilidades às áreas aqui relatadas.

2.3.1 Matemática

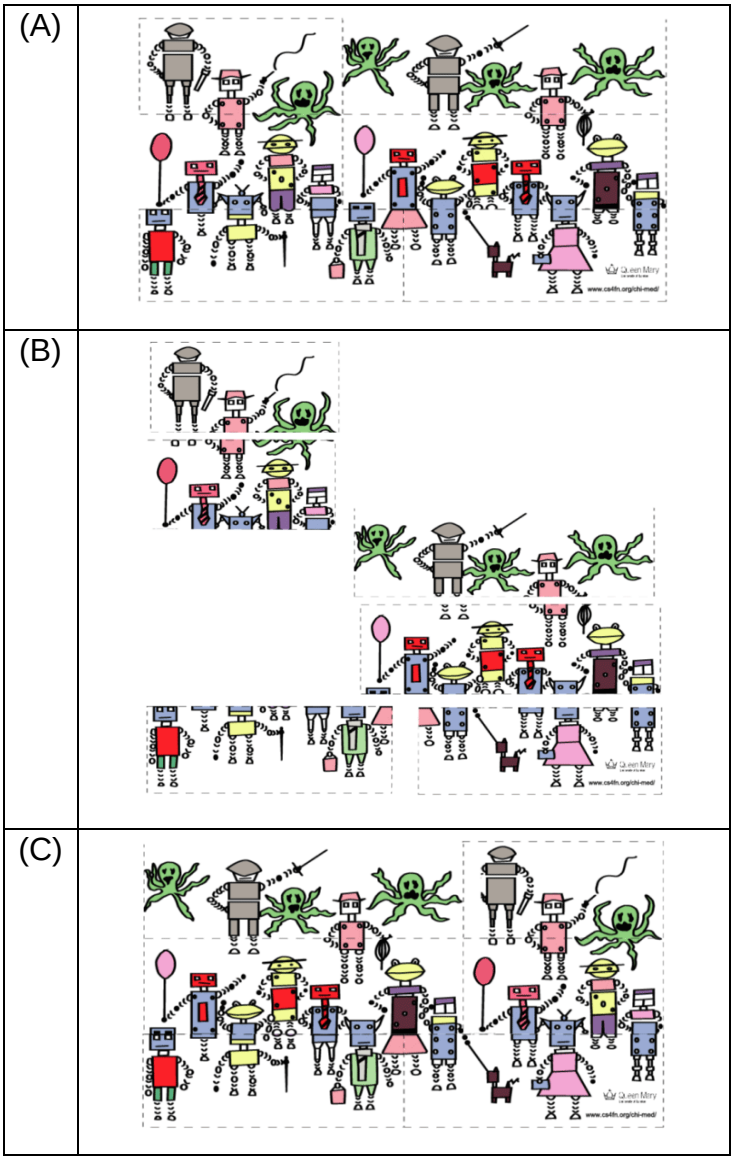
Na Matemática, Barcelos (2014) evidencia quais competências e habilidades da Matemática e do Pensamento Computacional podem ser mobilizadas e desenvolvidas por estudantes do ensino médio em atividades didáticas de construção de jogos digitais. Outra intervenção é relatada em Pollock *et al.* (2019) que propuseram aos estudantes a identificação de um conjunto de dados de um portal *on-line*[16]. Posteriormente, eles foram solicitados a identificar uma pergunta que pudesse ser respondida com base no conjunto de dados, analisar os dados, apresentar as descobertas usando gráficos e escrever uma interpretação para os resultados. No processo, os estudantes aprenderam sobre os dados que estavam usando e perceberam a importância do uso da automação na análise, pois os conjuntos de dados eram grandes demais para identificar padrões manualmente. Além disso, eles perceberam que a representação significativa dos dados dependia frequentemente do tamanho do conjunto de dados, que por sua vez influenciou a escolha de gráficos e a interpretação de seus resultados.

Outra atividade é reportada por Curzon e McOwan (2014) que propõem um

[16] https://www.statcrunch.com/

jogo mágico do tipo quebra-cabeça para teletransportar um robô. É sugerido que o quebra-cabeça seja montado e conte-se a quantidade de robôs e depois reorganize-se as peças e verifique-se novamente quantos robôs há em cena. Dependendo de como as peças sejam posicionadas, 17 e 16 robôs podem ser formados. Com essa atividade pode-se ilustrar o que é um algoritmo, solicitando que os estudantes sigam uma sequência de etapas para se chegar ao resultado. E, ainda que em um primeiro momento não compreendam como a “mágica” acontece, evidencia-se o que o computador precisa para seus programas: instruções que ele pode seguir, garantindo que as coisas ditas certas aconteçam. A Figura 5 mostra: (A) o quebra-cabeça com 17 robôs, (B) a transição entre as peças e (C) o resultado com 16 robôs, nesta ordem.

Figura 5 – Quebra-cabeça de teletransporte do robô

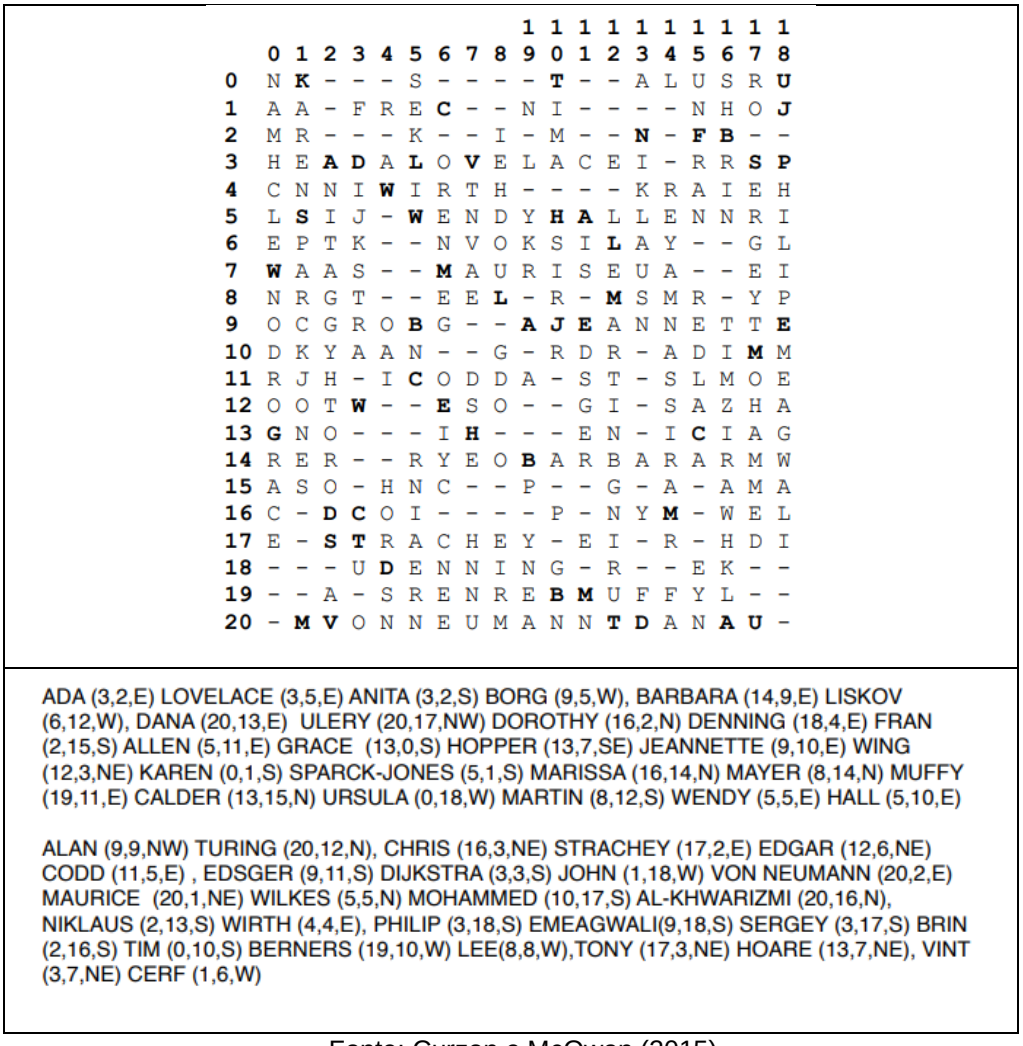


Fonte: Curzon e McOwan (2014)

2.3.2 Línguas

Visando promover a aprendizagem da Língua Inglesa associada ao pensamento computacional, Curzon e McOwan (2015) propuseram um jogo de caça-palavras. Nele, nomes de famosos cientistas da área de Computação estão distribuídos e podem aparecer na horizontal, vertical, diagonal, de trás para frente ou o inverso, como também cruzar e se sobrepor. O estudante deve localizar os nomes dos cientistas usando uma maneira organizada, podendo seguir o formato linha, coluna e direção. Uma ilustração dessa atividade com sua solução é apresentada na Figura 6.

Figura 6 – Jogos caça-palavras de cientistas da Computação



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
0	N	K	-	-	-	S	-	-	-	-	T	-	-	A	L	U	S	R	U
1	A	A	-	F	R	E	C	-	-	N	I	-	-	-	-	N	H	O	J
2	M	R	-	-	-	K	-	-	I	-	M	-	-	N	-	F	B	-	-
3	H	E	A	D	A	L	O	V	E	L	A	C	E	I	-	R	R	S	P
4	C	N	N	I	W	I	R	T	H	-	-	-	-	K	R	A	I	E	H
5	L	S	I	J	-	W	E	N	D	Y	H	A	L	L	E	N	N	R	I
6	E	P	T	K	-	-	N	V	O	K	S	I	L	A	Y	-	-	G	L
7	W	A	A	S	-	-	M	A	U	R	I	S	E	U	A	-	-	E	I
8	N	R	G	T	-	-	E	E	L	-	R	-	M	S	M	R	-	Y	P
9	O	C	G	R	O	B	G	-	-	A	J	E	A	N	N	E	T	T	E
10	D	K	Y	A	A	N	-	-	G	-	R	D	R	-	A	D	I	M	M
11	R	J	H	-	I	C	O	D	D	A	-	S	T	-	S	L	M	O	E
12	O	O	T	W	-	-	E	S	O	-	-	G	I	-	S	A	Z	H	A
13	G	N	O	-	-	-	I	H	-	-	-	E	N	-	I	C	I	A	G
14	R	E	R	-	-	R	Y	E	O	B	A	R	B	A	R	A	R	M	W
15	A	S	O	-	H	N	C	-	-	P	-	-	G	-	A	-	A	M	A
16	C	-	D	C	O	I	-	-	-	-	P	-	N	Y	M	-	W	E	L
17	E	-	S	T	R	A	C	H	E	Y	-	E	I	-	R	-	H	D	I
18	-	-	-	U	D	E	N	N	I	N	G	-	R	-	-	E	K	-	-
19	-	-	A	-	S	R	E	N	R	E	B	M	U	F	F	Y	L	-	-
20	-	M	V	O	N	N	E	U	M	A	N	N	T	D	A	N	A	U	-

ADA (3,2,E) LOVELACE (3,5,E) ANITA (3,2,S) BORG (9,5,W), BARBARA (14,9,E) LISKOV (6,12,W), DANA (20,13,E) ULERY (20,17,NW) DOROTHY (16,2,N) DENNING (18,4,E) FRAN (2,15,S) ALLEN (5,11,E) GRACE (13,0,S) HOPPER (13,7,SE) JEANNETTE (9,10,E) WING (12,3,NE) KAREN (0,1,S) SPARCK-JONES (5,1,S) MARISSA (16,14,N) MAYER (8,14,N) MUFFY (19,11,E) CALDER (13,15,N) URSULA (0,18,W) MARTIN (8,12,S) WENDY (5,5,E) HALL (5,10,E)

ALAN (9,9,NW) TURING (20,12,N), CHRIS (16,3,NE) STRACHEY (17,2,E) EDGAR (12,6,NE) CODD (11,5,E) , EDSGER (9,11,S) DIJKSTRA (3,3,S) JOHN (1,18,W) VON NEUMANN (20,2,E) MAURICE (20,1,NE) WILKES (5,5,N) MOHAMMED (10,17,S) AL-KHWARIZMI (20,16,N), NIKLAUS (2,13,S) WIRTH (4,4,E), PHILIP (3,18,S) EMEAGWALI(9,18,S) SERGEY (3,17,S) BRIN (2,16,S) TIM (0,10,S) BERNERS (19,10,W) LEE(8,8,W),TONY (17,3,NE) HOARE (13,7,NE), VINT (3,7,NE) CERF (1,6,W)

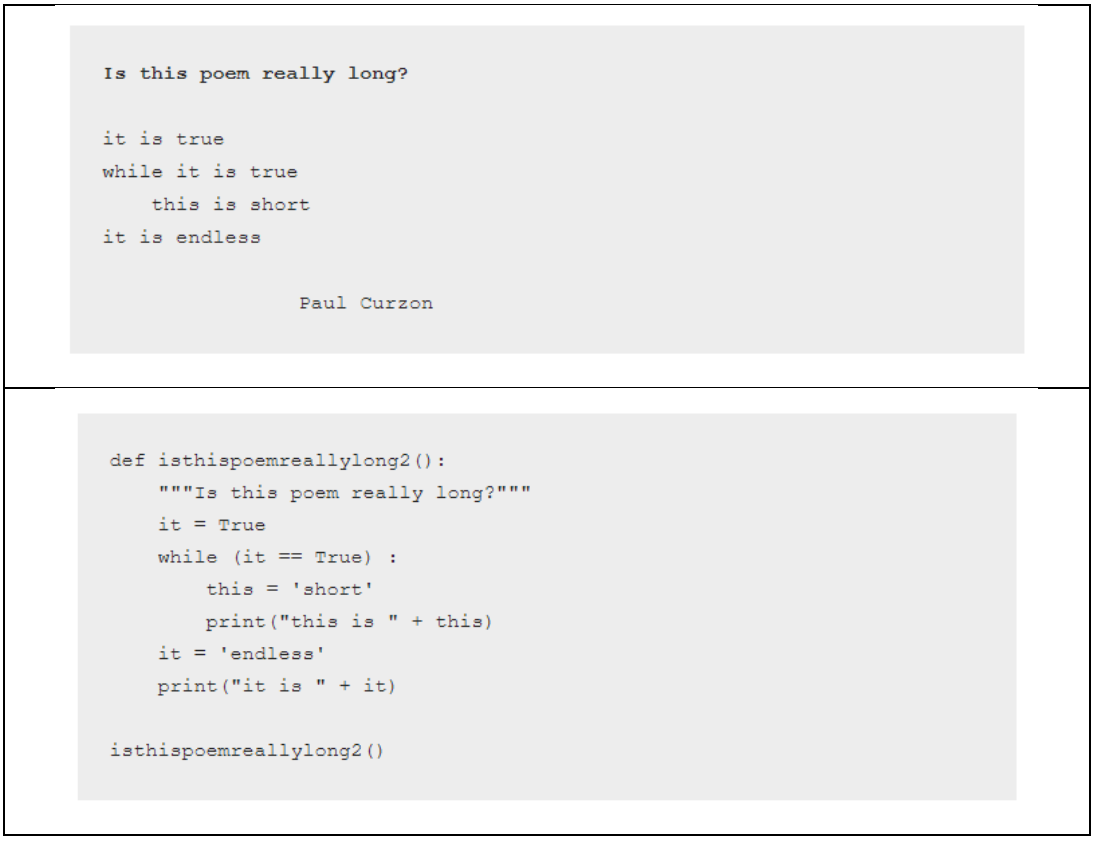
Fonte: Curzon e McOwan (2015)

Os mesmos autores também propõem poemas de pseucódigos que incorporam construções de sequência, repetições e outros como forma de despertar

a discussão sobre a semântica das construções de programação e como elas se diferem do Inglês. Exemplos desses poemas são apresentados na Figura 7.

Proposta similar é reportada por Medeiros *et al.* (2018) com o projeto Poesia Compilada. No trabalho, os autores aplicam a computação desplugada no ensino de algoritmos com a utilização do gênero textual poema e a linguagem de programação Python, resultando no aprendizado de conceitos comuns às duas áreas.

Figura 7 – Poemas de pseudocódigos



```
Is this poem really long?

it is true
while it is true
    this is short
it is endless

                Paul Curzon
```

```
def isthispoemreallylong2():
    """Is this poem really long?"""
    it = True
    while (it == True) :
        this = 'short'
        print("this is " + this)
    it = 'endless'
    print("it is " + it)

isthispoemreallylong2()
```

Fonte: Curzon e McOwan (2015)

2.3.3 Física

O pensamento computacional pode possibilitar aos físicos uma poderosa forma de explorar como o universo funciona: tendo as equações para suas teorias, elas podem ser transformadas em algoritmos e serem simuladas. As experiências com os modelos podem ajudá-los a refinar sua compreensão sobre os assuntos.

Freudenthal *et al.* (2010) projetaram atividades onde os estudantes constroem programas gráficos simples em Python que simulam fenômenos físicos.

Por meio desses projetos e de discussões em sala, os estudantes puderam descobrir relações entre princípios matemáticos e os processos modelados. Seus achados ainda revelam que é mais fácil para os estudantes se concentrarem na solução de problemas e no desenvolvimento de algoritmos usando uma biblioteca gráfica mínima – imperativa – do que uma orientada a objetos, como *Java*.

Proposta de integração do pensamento computacional no ensino fundamental à Física e à Química também é apresentada por Zhang *et al.* (2019), sendo identificado impacto positivo sobre a aprendizagem dos estudantes. Ball *et al.* (2017) também reportam como a fabrição de têxteis eletrônicos (*e-textile*) pode desenvolver um aprendizado científico mais profundo onde Ciência da Computação, Tecnologia, Engenharia, *Design* e Física são trabalhados conjuntamente. O trabalho examina como física elétrica, no ensino médio, pode ser ensinada usando a programação de um microcontrolador Arduino e a construção eletrônica de tecidos. Dentre os resultados identificaram que conceitos complexos e abstratos são mais entendidos pelos estudantes quando eles se envolvem em atividades práticas. Nesse caso, os conceitos de potencial elétrico e energia elétrica foram entendidos pelos estudantes de uma maneira que os ajudou no *design*, construção e solução de problemas de seus circuitos e códigos.

Como forma de apoiar práticas de pensamento computacional na aprendizagem de Física, o site *Computer Science for Fun*[17] traz diversos recursos que simulam fenômenos, das leis de Newton à expansão do universo. Seu uso pode favorecer a aprendizagem de Computação aliado à Ciência.

2.3.4 Sociologia

Uma experiência envolvendo pensamento computacional e sociologia é discutida em Pollock *et al.* (2019). No trabalho, foi proposto aos estudantes, em pequenos grupos, pesquisarem e selecionarem sites de venda de brinquedos para crianças. Eles deveriam também identificar padrões como *slogans*, cores e músicas associadas ao gênero dos brinquedos. Posteriormente, os estudantes deveriam desenvolver algorimos usando termos como AND, OR e NOT para ajudar um mecanismo de pesquisa a identificar o gênero de brinquedos em sites de

[17] http://www.cs4fn.org/physics/

crianças, especificando os principais padrões encontrados em suas análises.

O formato para criação desses algoritmos era livre. Assim, alguns estudantes optaram por fornecer uma lista de itens, enquando que outros escreveram seus programas usando pseudocódigos. Nesse processo, eles tiveram a oportunidade de reconhecer o quão rígida as diferenças de gênero devem ser para que um algoritmo identifique o gênero de brinquedos. Os estudantes puderam também refletir sobre como esses algoritmos representam o entendimento da sociedade sobre elementos socialmente relevantes que ajudam a identificar e reconhecer gêneros.

2.3.5 Música e Dança

De acordo com Edwards (2011), muitas das resistências à composição algorítmica existentes decorrem da ideia equivocada que o computador, e não o compositor, compõe a música. Nesse contexto, Peng (2012) propõe o Algo.Rhythm, uma interface tangível que possibilita aprender conceitos de programação associado ao prazer de compor músicas, explorando especificamente batidas de tambor.

Outra experiência é apresentada por Pollock *et al.* (2019) que promoveram um curso integrando programação musical, uso de dados *on-line* (*e.g*. *HookTheory.com*) e *Python*. Nele, os participantes tiveram que explorar músicas lançadas por um artista popular e escrever algoritmicamente uma parte de uma música no estilo desse artista. Por sua vez, Silva *et al.* (2011) partilham uma experiência de ensino de algoritmos no ensino médio que explorou música e robótica. Seus resultados sugerem que a combinação desses recursos corroborou para uma melhor compreensão dos conceitos computacionais explorados.

No site *Computer Science for Fun*[18] há uma diversidade de recursos vinculados à Ciência da Computação e à Música. De forma complementar, a ferramenta *Sonic Pi*[19] possibilita aprender codificação de maneira criativa, compondo ou tocando músicas em uma variedade de estilos.

No que diz respeito à dança e pensamento computacional, pode-se citar o canal *YouTube AlgoRythmics*. Ele explora didaticamente algoritmos, tais como os

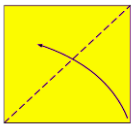
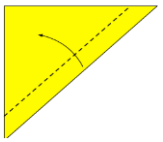
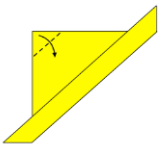
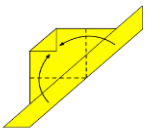
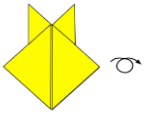
[18] http://www.cs4fn.org/music/
[19] http://sonic-pi.net/

de ordenação *Mergesort* e *Quicksort*, a partir de dança folclórica europeia. O projeto é mantido por colaboradores da Romênia, trazendo a dança como uma distinta forma de promover a educação em Computação.

2.3.6 Trabalhos manuais

Tanto a Computação quanto o Artesanato são sobre fazer coisas. Nesse sentido, instruções de trabalhos que expliquem o passo a passo podem ser usadas para introduzir as ideias por trás de um algoritmo. Um origami, por exemplo, pode ilustrar a necessidade de executar etapas com precisão e na sequência correta. Diversas formas podem ser feitas por meio dessa técnica, tais como a ilustrada na Figura 8. Na sala de aula, este recurso pode ser explorado provendo mais uma possibilidade para introdução aos princípios da Computação.

Figura 8 – Algoritmo de origami coelho

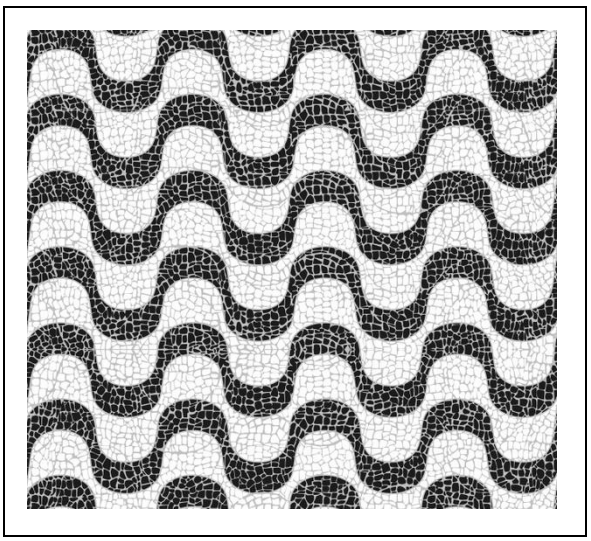
PASSO 1 Pegue um pedaço quadrado de papel e dobre-o na diagonal para fazer um triângulo. A linha tracejada significa o ponto onde deve-se fazer a dobra.	
PASSO 2 Dobre uma faixa ao longo da base do triângulo fazendo a forma de chapéu.	
PASSO 3 Dobre um triângulo na parte superior.	
PASSO 4 Dobre os lados para cima para fazer formas semelhantes à orelha na parte superior.	
PASSO 5 Vire sua forma seguindo o sentido demonstrado pela seta.	
PASSO 6 Desenhe os olhos, o nariz e a boca. Você terminou o seu coelho.	

Fonte: Adaptado de Curzon (2018)

Outra possibilidade de trabalho envolve o tricô, porém com uma notação mais complexa. O padrão mais simples é tricotar um quadrado, especificando o tipo de ponto e quantas vezes ele deve ser repetido em cada linha. Na Computação, isso pode ser entendido como a maneira de descrever um padrão como um programa de computador. Apoiando esse discurso, recentemente o *The New York Times* (2019) publicou uma matéria em que demonstra como tricotar pode ser entendido como um processo de codificação; e o fio, um material programável.

Os mosaicos romanos também podem ser vistos como uma representação, neste caso, de imagens. Esse trabalho é realizado sobre grandes superfícies planas, tais como paredes, chãos e tetos, mas também há trabalhos adaptados a pequenos objetos. Em tal técnica, pequenas peças de pedra, ou outros materiais, são embutidos formando um desenho. Assim, os mosaicos podem ser entendidos como uma grade de *pixels*, usada em imagens digitais. Os romanos usavam ladrilhos com cores diferentes e os colocavam no mosaico, formando uma imagem. No Brasil, um exemplo de mosaico é o Calçadão do Rio de Janeiro, ilustrado na Figura 9.

Figura 9 – Calçadão do Rio de Janeiro

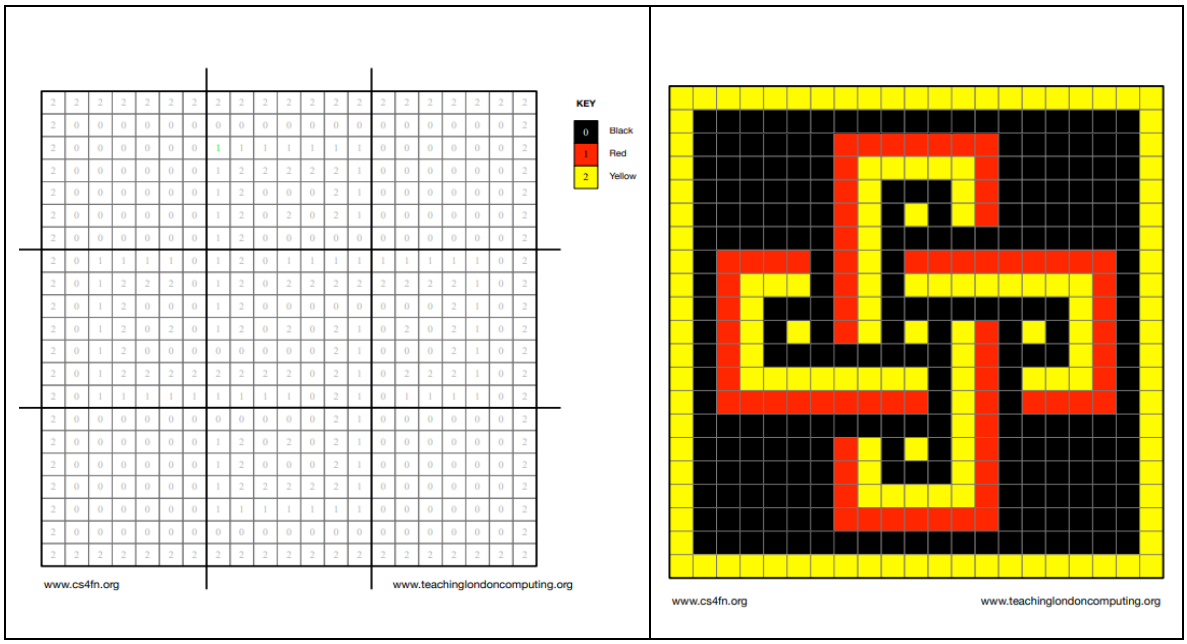


Fonte: Google Imagens

Como forma de explorar o armazenamento e representação de imagens no computador, Curzon (2016) propõe uma atividade na qual o estudante deve recriar o clássico *design* romano, colorindo cada *pixel* de uma grade conforme a cor

determinada pelo seu número. Essa atividade e sua solução são exibidas na Figura 10. A partir dela, outras poderão ser elaboradas, incluindo a proposição ao estudante de criação de seu próprio mosaico. Essa atividade se assemelha à “Colorindo com Números” proposta por Bell *et al.* (2011) que demonstra como desenhos, fotografias e outras imagens são armazenadas no computador usando apenas números.

Figura 10 – Atividade de representação de imagens com mosaico romano



Fonte: Curzon (2016)

3 ESTRATÉGIAS DE APRENDIZAGEM: DO DIÁLOGO TEÓRICO ÀS IMPLICAÇÕES PARA A PROPOSTA

Diversas estratégias têm sido empregadas para promover o pensamento computacional. Em um primeiro momento, ao analisar os resutados de revisões sistemáticas de literatura nos contextos nacional e internacional (BOMBASAR *et al.*, 2015; BORDINI *et al.*, 2016; ORTIZ; PEREIRA, 2018) é possível identificar duas abordagens quanto ao uso de recursos tecnológicos nessas experiências: as plugadas e as desplugadas.

Enquanto que as plugadas dependem de recursos tecnológicos para promover o pensamento computacional, sendo apoiadas especialmente pelas linguagens de programação visual; as desplugadas independem de tecnologias digitais e podem ser executadas mesmo em escolas carentes de recursos tecnológicos. Os efeitos que essas abordagens provocam sobre a aprendizagem, no entanto, ainda requerem ser analisados, considerando em que momento elas devem ser introduzidas nos processos de ensino e aprendizagem, bem como as especificidades do público-alvo. Ainda, ao se considerar a satistação como um dos fatores-chave de aprendizagem, são requeridos estudos quanto as sensações provocadas por tais atividades nos estudantes.

De forma complementar, diferentes atividades cognitivas têm sido exploradas em práticas de pensamento computacional, passando pelo uso, modificação e criação de artefatos (LEE *et al.*, 2011). Este aspecto pode também provocar efeitos diversificados sobre a aprendizagem. Ainda, embora diferentes estratégias tenham sido experienciadas no contexto do pensamento computacional, há a necessidade de mais evidências científicas na área, especialmente em relação à cognição incorporada e à contação de história no contexto do ensino fundamental (HSU *et al.*, 2018).

Neste capítulo, portanto, é analisada a literatura sobre os aspectos mencionados, buscando identificar tendências e lacunas que poderão ser cobertas por esta e pesquisas futuras. Face aos resultados, é apresentada uma proposta para apoiar o pensamento computacional no ensino fundamental, no capítulo seguinte.

3.1 [Des]ligue o computador

Como mencionado, os princípios da Ciência da Computação podem ser ensinados com e sem o uso de recursos tecnológicos, denotados como métodos plugado e desplugado, respectivamente.

Em relação aos plugados, eles se apresentam de diferentes maneiras, dentre elas: jogos, ambientes de programação visual, brinquedos programáveis e *kits* de robótica. Nesse contexto, o *LightBot*[20] é um dos jogos comumente reportados em experiências de ensino de Computação. Nele, o estudante deve programar o movimento de um robô virtual utilizando um conjunto de instruções gráficas disponíveis no jogo. Ainda pode-se citar o *Move the Turtle*[21], o *Robotizen*[22] e o *Run Marco*[23] com características similares ao *LightBot*.

Utilizando como abordagem blocos de comandos que se encaixam uns aos outros, como um quebra-cabeça, estão os ambientes de programação visual. Neles, o estudante pode dedicar seu esforço cognitivo à lógica de funcionamento do projeto, sem se preocupar com a sintaxe de uma linguagem de programação específica. *Scratch*, *App Inventor*[24] e *Kodu*[25] são exemplos desse tipo de ambiente.

Em relação aos brinquedos programáveis, em geral, possuem botões que representam as direções e a trajetória que o brinquedo deve seguir a partir de uma sequência de instruções dada pelo estudante. O *Bee-Bot*[26], o *RoPE*[27] e o *Cubetto*[28] podem ser citados nessa dimensão. No que diz respeito aos kits de robótica, eles possibilitam o trabalho com a programação em diferentes níveis de abstração, a depender do modelo. Exemplos incluem o *LEGO Mindstorms NXT*, o *Micro:bit*[29] e o *Makey Makey*[30].

Das iniciativas desplugadas, o *Computer Science Unplugged* (BELL *et al.*, 2011) encabeça a lista. O livro está disponível gratuitamente em diferentes idiomas, dentre eles o Português, e cobre diferentes tópicos da Computação, como números binários, representação de imagens nos computadores, algoritmos de busca e ordenação e criptografia.

---

[20] https://lightbot.com/index.html
[21] https://movetheturtle.com/
[22] https://play.google.com/store/apps/details?id=vn.com.mage.irobot&hl=pt_BR
[23] https://runmarco.allcancode.com/
[24] https://appinventor.mit.edu/
[25] https://www.kodugamelab.com/
[26] https://www.tts-group.co.uk/bee-bot-programmable-floor-robot/1015268.html
[27] http://lite.acad.univali.br/pt/rope-brinquedo-de-programar/
[28] https://www.primotoys.com/
[29] https://microbit.org/
[30] https://makeymakey.com/

Com uma proposta diferente dos tradicionais jogos da área, o *Turing Tumble*[31] (Figura 11) se propõe a possibilitar que os jogadores criem computadores mecânicos alimentados por pequenas bolas para resolver diversos desafios. Ele é indicado para crianças a partir dos oito anos. Segundo o fabricante, por meio do jogo é possível ensinar vários conceitos fundamentais da Computação, dentre eles: portas lógicas, tabelas verdadeiras, condicionais, binários e suas operações e *design* de circuitos digitais. Também ele pode desenvolver habilidades de pensamento computacional, pensamento crítico, raciocínio espacial, dentre outros.

Outro projeto que se pode mencionar é o *Hello Ruby*[32] de Linda Liukas, que provê em seus livros histórias de aventura e atividades que incorporam conceitos computacionais. Atualmente, somente o livro que aborda lógica de programação possui tradução para o Português.

Figura 11 – Jogo *Turing Tumble*

Fonte: Site do jogo

No Brasil, Brackmann (2017) propôs atividades desplugadas com personagens da Turma da Mônica que exploram os pilares do pensamento computacional. Outro caso identificado envolve a Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC) por meio do *Projeto Unisc Inclusão Digital*[33], o qual possibilitou a elaboração de materiais didáticos desplugados, disponíveis em seu site.

Também, há os *Almanaques para Popularização da Ciência da*

[31] https://www.turingtumble.com/
[32] http://www.helloruby.com/
[33] http://projetouid.weebly.com/

Computação[34] em formato de histórias em quadrinhos que, nas últimas edições, apresenta-se como guia de atividades para exploração do pensamento computacional. Uma série de livros intitulada *Computação Fundamental*[35] também tem sido desenvolvida, com publicações dos guias para o 6º, 7º, 8º e 9º anos do ensino fundamental (ARAUJO; SANTANA; BITTENCOURT, 2019; SANTANA; ARAUJO; BITTENCOURT, 2019, 2020).

3.1.1 Tecendo algumas limitações

Yu e Roque (2019) realizaram uma revisão de literatura sobre recursos para a promoção do pensamento computacional para crianças, surgidos na academia e na indústria. Os resultados foram categorizados em *kits* físicos, virtuais e híbridos. Ao analisar o *design* desses recursos, perceberam que eles geralmente usam blocos ou peças de quebra-cabeça para representar o código que controla robôs ou personagens virtuais. Os conceitos computacionais mais comuns que as crianças podem explorar são sequência, *loop*, dados e condicionais. Alguns recursos são limitados a desafios específicos, como mover um robô por um labirinto, enquanto outros fornecem *scaffolds*[36], como uma narrativa, para estruturar a experiência de codificação. Relativamente poucos *kits* permitem um envolvimento e criação mais abertos. Por fim, alguns *kits* permitem que as crianças explorem conceitos básicos de matemática e engenharia nas atividades. Existem também *kits* que apoiam o desenvolvimento narrativo das crianças por meio de *storytelling*.

De acordo com Vicari *et al.* (2018), a maioria das pesquisas que utilizam atividades desplugadas visa apenas promover o interesse dos estudantes pela Computação. E, a partir do levantamento feito, eles concluem que o conjunto de materiais desplugados disponível em língua portuguesa é ainda limitado, com número pequeno de materiais capaz de atender plenamente aos critérios para desenvolvimento do pensamento computacional. Esses autores ainda observaram que o ensino de programação é a abordagem mais utilizada nas práticas de ensino

[34] http://almanaquesdacomputacao.com.br/gutanunes/publication.html/
[35] https://sites.google.com/view/computacaofundamental/
[36] Fundamentalmente a ideia de *scaffolding* baseia-se na teoria de Vygotsky, sobre a Zona de Desenvolvimento Proximal. O objetivo é ajudar o aprendiz a fazer uma ponte entre o que ele sabe e o que ele pretende aprender, a partir de modelos e orientações.

plugadas, com a justificativa de que o mercado demanda programadores. Ainda, afirmam que grande parte da literatura trata dos mesmos aspectos, sem apresentar uma evolução significativa para os pontos principais do pensamento computacional, indo para além dos algoritmos e da programação. Este fato pode justificar a carência de material pedagógico para apoiar a prática de professores da educação básica.

Nishida *et al.* (2009) corroboram com a ideia que a abordagem desplugada é focada principalmente no alcance de estudantes, mais do que no ensino, oportunizando que eles conheçam mais sobre a Computação e possibilitando, assim, que alguns estereótipos existentes sejam desfeitos, provenientes de informações equivocadas quanto aos interesses e aplicações da área. Os mesmos autores ainda reportam as principais características desse tipo de atividade:

- **Sem computadores**: por definição, os computadores não são usados diretamente nas atividades;
- **Jogos**: as atividades geralmente são baseadas em um jogo ou desafio, podendo levar ao interesse, curiosidade e motivação das crianças;
- **Cinestésico**: objetos físicos são usados, tais como cartões;
- **Orientada ao aluno**: as atividades geralmente envolvem interação com outros estudantes e os incentivam a descobrir respostas por tentativa e erro. Isso envolve os estudantes com os problemas e demonstra que eles podem descobrir grandes ideias por si mesmos. Trabalhar com outros alunos incentiva o trabalho em equipe e a comunicação, também características importantes de um graduado em Ciência da Computação;
- **Fácil implementação**: as atividades são fáceis de preparar e usam equipamentos baratos, muitos dos quais podem ser encontrados em uma escola. No projeto original, os recursos são disponibilizados gratuitamente para que o professor possa baixá-los;
- **Corpo crescente de ideias**: o compartilhamento de ideias e alterações de atividades é um aspecto importante do projeto, oportunizando o uso e adaptações para as condições locais de educadores de todo o mundo;
- **Sentido da história**: elementos de fantasia são usados para envolver os estudantes, como piratas e mensagens secretas. Isso pode atrair os alunos

mais jovens para a atividade, além de enfatizar o valor da criatividade.

De forma complementar, ao mapearem estudos sobre a computação desplugada, Morais e Souza (2019) identificaram que o maior desafio é com relação à sua eficácia, desde a aplicação de forma inadequada à distância de experiências com as tecnologias digitais. O ensino fundamental é o público-alvo da maioria das intervenções com essa abordagem (RODRIGUES *et al.*, 2018). Com relação aos recursos, atividades com lápis, caneta e papel são as mais citadas, seguidas das com jogos manuais, como tabuleiros e quebra-cabeças. Sobre as práticas mais percebidas no contexto do ensino fundamental, em sua maioria, são restritas à Computação. De acordo com Souza e Nunes (2019) há, em menor recorrência, estudos que aplicam o pensamento computacional desplugado à música, à arte, à matemática e ao inglês; e um caso que propõe uma forma híbrida com e sem o uso de tecnologias digitais.

O trabalho de Marcu *et al.* (2010) foi o identificado como híbrido e é apoiado nas perspectivas piagetiana e vygotskiana sobre aprendizagem. Especificamente, os autores se baseiam em Piaget ao considerar que a aprendizagem é construída a partir da experiência prática do mundo. Em relação a Vygotsky, em como as crianças imaginam e brincam. Na experiência, os autores buscaram focar em artefatos tangíveis, permitindo que os estudantes começassem com uma interação divertida e, eventualmente, se aprofundassem na compreensão e na imaginação necessárias para habilidades abstratas de programação e engenharia. A teoria construcionista de Papert (1980) foi particularmente influente, na qual a aprendizagem é uma reconstrução, em oposição a uma transmissão de conhecimento. Papert estendeu ainda mais essas ideias para incluir a manipulação de materiais e tecnologias, sob o argumento de que os estudantes aprendem melhor quando o aprendizado está associado à criação de um produto da vida real.

3.1.2 Evidências nacionais

Com vistas a identificar pesquisas que tenham como finalidade analisar os efeitos das abordagens plugada e desplugada sobre o desenvolvimento do pensamento computacional, realizou-se uma revisão de literatura em bases de dados nacionais e internacionais. No contexto nacional, a *string* (“pensamento computacional” OR “raciocínio computacional”) AND (“plugad*” OR

“desplugad*” OR “unplugged”) AND (“efeito” OR “impacto” OR ″avaliação” OR “análise”) foi usada no Portal de Publicações da CEIE. De forma complementar, a ela foi usada também na base de dados da RENOTE e do WEI. A busca resultou o total de oito estudos, dos quais dois eram estudos secundários.

Em relação aos estudos primários retornados, Weisshahn *et al.* (2016) propuseram atividades desplugadas para o ensino fundamental e observaram que, de forma geral, os estudantes tiveram um desempenho satisfatório sobre coleta, representação, e análise de dados com o uso das atividades. No estudo realizado por Brackmann *et al.* (2017), os estudantes do ensino fundamental tiveram uma melhoria significativa no desempenho. No entanto, afirmam que a abordagem desplugada tem suas limitações e, por isso, recomenda-se seu uso na introdução do pensamento computacional.

Crema *et al.* (2019) reportam uma experiência na aplicação de atividades desplugadas no dia em que sua universidade recebe estudantes do ensino médio para vivenciarem o mundo acadêmico. Como resultados verificou-se, dentre outros, que os estudantes demonstraram interesse pelas atividades propostas e a maioria reportou ampliação de sua visão quanto à Computação. Já Martinelli *et al.* (2019) apresentam uma abordagem que possibilita aos professores construir e aplicar atividades de ensino relacionadas ao pensamento computacional, podendo fomentar habilidades de lógica, abstração e decomposição em estudantes do ensino fundamental.

Pessoa *et al.* (2017) propõem um aplicativo gamificado para estimular habilidades de pensamento computacional no ensino médio. A proposta foi analisada por especialistas para que eles identificassem quais habilidades percebidas na interação, sendo a análise, coleta de dados e decomposição as que tiveram maior recorrência, nessa ordem. O estudo também reporta os resultados da avaliação da usabilidade do aplicativo por alunos. No entanto, os efeitos provocados na aprendizagem não foram investigados. Em Junior *et al.* (2017) é proposto um jogo de tabuleiro baseado em Gramática de Grafos, no entanto, não há resultados sobre o impacto do jogo em habilidades do pensamento computacional.

Como observado, na literatura nacional os objetivos de pesquisas sobre

computação plugada e desplugada são diversos e alguns estudos reportam efeitos positivos sobre o desempenho dos estudantes com a aplicação de atividades sem o uso computador; recomendando-as para introdução de conceitos. Considerando que o público-alvo desta tese é o Ensino Fundamental I, tais resultados apoiam a proposição da abordagem. Por outro lado, haja vista os potenciais da abordagem híbrida (MARCU *et al.*, 2010), a literatura brasileira não focou sobre sua análise; lacuna esta coberta por este trabalho, analisando também a satisfação dos estudantes ao interagirem com esses tipos de atividades. Analisar a literatura brasileira independente de outros países é necessário, porque esta tese corrobora com a Educação em Computação e há especificidades contextuais que requerem ser consideradas e reconhecidas para que a aprendizagem aconteça nesses espaços.

3.1.3 Evidências internacionais

No contexto internacional foram consideradas as bases *ACM Digital Library, Educational Resources Information Center – ERIC, IEEE Xplore, ScienceDirect* e *Scopus*. A *string* "computational thinking" AND (plugged OR unplugged) AND (effect* OR assess* OR analyz* OR analys* OR evaluation OR measure OR validation) foi aplicada nos campos título, resumo e palavras-chave e 55 estudos foram retornados. Excluindo-se os estudos secundários, repetidos, sem avaliação relacionada à aprendizagem ou à motivação dos alunos, resumos, prefácios de *workshops* e os artigos indisponíveis gratuitamente via Portal de Periódicos CAPES, restaram 22.

Em relação às abordagens plugadas, os resultados de Giordano e Maiorana (2014) apoiam a ideia de que ambientes de programação visual ajudam os estudantes da educação básica a aperfeiçoarem sua capacidade de resolução de problema. Já Gardeli e Vosinakis (2018) apresentam os resultados de um estudo que comparou um jogo tangível de realidade aumentada com sua versão desplugada. Ambas as abordagens mostraram resultados positivos na satisfação dos alunos. Contudo, a atividade com realidade aumentada oferece *feedbacks* imediatos ao estudante, enquanto a versão desplugada depende exclusivamente do *feedback* do professor.

Moreno e Robles (2014) estavam interessados em detectar de forma automática maus hábitos de programação em projetos *Scratch*. A partir de sua experiência como professores perceberam dois maus hábitos de estudantes do ensino médio na programação com *Scratch*: nomeação de objetos e repetição de código. Para verificar se esses maus hábitos são também comumente encontrados nos projetos compartilhados na comunidade, os autores baixaram e analisaram 100 projetos e detectaram que a maioria deles recai sobre as questões observadas em suas salas de aula.

Sob uma perspectiva interdisciplinar, Luo *et al.* (2020) exploraram a evolução de conceitos e práticas de pensamento computacional integrado à ciência usando *kits* de robótica. O estudo contou com duas meninas do ensino fundamental e demonstrou que a unidade interdisciplinar desenvolvida envolveu com sucesso as alunas, mesmo quando uma demonstrou pouco interesse pela ciência. O estudo ainda sugere que a definição do vocabulário computacional, o uso de atividades avaliativas com *feedback* imediato e corretivo e *scaffolding* de conceitos de codificação com atividades desplugadas são particularmente necessários na promoção do pensamento computacional e da educação científica em um contexto de aprendizado informal de nível básico.

Peel *et al.* (2019) também trazem resultados de integração do pensamento computacional à ciência. Foram propostas atividades para que os alunos aprendessem os princípios e práticas do pensamento computacional, por meio de atividades desplugadas, e aplicassem esse conhecimento na explicação do processo de seleção natural. Como resultado identificaram que os alunos usaram princípios das duas áreas, o que os ajudou a aprender os detalhes do processo de seleção natural e corrigir seus equívocos sobre o tema. Miller *et al.* (2018) visaram aumentar o interesse dos alunos pela engenharia por meio de atividades desplugadas de robótica. Como parte dos resultados eles revelam que, ao analisar a população do estudo por níveis de renda, perceberam um aumento do interesse pela área por estudantes com baixo nível socioeconômico, o que sugere que esse perfil de aluno pode se beneficiar mais com o acesso a aulas de engenharia do que aqueles com renda maior.

Outros estudos também reforçam que atividades desplugadas são promissoras no desenvolvimento do pensamento computacional. Nesse contexto, Jiang e Wong (2017) reportam que estudantes dos primeiros anos do ensino

fundamental se mostraram motivados para aprender por meio dessa abordagem. Ainda, os resultados de Brackmann *et al.* (2017), Rodriguez *et al.* (2017), Tonbuloğlu e Tonbuloğlu (2019) e Rodriguez *et al.* (2016) mostram que elas são eficazes no desenvolvimento de habilidades de pensamento computacional. Esses últimos ainda recomendam que sejam feitas também atividades práticas individuais para o aluno entender completamente um conceito; e destacam a importância das atividades desplugadas fazerem conexões com o mundo real, como forma de atrair o interesse dos alunos.

Os achados de Kuo e Hsu (2020) indicam que o jogo de tabuleiro desplugado *Robot City* pode aprofundar a interação dos estudantes e melhorar seu pensamento de nível superior. Os resultados também mostram que o jogo pode aumentar o desejo dos alunos por aprender. Looi *et al.* (2018) reportam que os estudantes podem se beneficiar de atividades desplugadas, conduzindo-os a uma compreensão mais profunda dos conceitos de computação. E um dos trabalhos futuros pretendidos é sobre uma abordagem híbrida para estender as noções de pensamento computacional.

Città *et al.* (2019) investigaram o papel e a ação do raciocínio espacial e, especificamente, os efeitos da rotação mental sobre o pensamento computacional dentro de uma perspectiva incorporada. A partir da aplicação de atividades desplugadas seus resultados revelam uma correlação positiva entre habilidade de pensamento computacional e capacidade de rotação mental. Já Conde *et al.* (2017) analisaram se a participação em atividade desplugada anterior de pensamento computacional pode afetar o desempenho dos alunos em futuras atividades similares. O estudo envolveu estudantes de 6 a 17 anos. Embora as crianças mais jovens tenham melhorado seu desempenho mais que as mais velhas, o resultado geral não possibilita a aceitação da hipótese.

Song (2019) analisa a eficácia de um artefato desplugado em comparação a um ambiente de programação na busca do que melhor pode contribuir com o desenvolvimento do pensamento computacional. O grupo experimental realizou as atividades com o artefato tangível, que controla o movimento de um carro usando o sistema de codificação de blocos desplugado. O grupo de controle, por sua vez, controlou o movimento do carro programando as ações no Scratch. Como resultado, o estudo mostra que o grupo experimental mostrou uma melhora significativa em habilidades de pensamento computacional se comparado ao grupo controle.

Tsarava *et al.* (2019) reportam a eficácia de um curso com abordagem híbrida no ensino fundamental. O curso teve como objetivo introduzir e promover conceitos de pensamento computacional de maneira desplugada e plugada, usando recursos como jogo de tabuleiro em tamanho real, *Scratch*, *Scratch for Arduino* e *Open Roberta*. Olmo-Munoz *et al.* (2020) corroboram com esses achados a partir dos resultados de um experimento feito com crianças dos anos iniciais do ensino fundamental. No trabalho, os autores compararam dados de dois grupos em um curso sobre pensamento computacional: em um deles, a primeira parte do curso foi apoiada foi atividades desplugadas e a segunda, plugada. No outro grupo atividades plugadas integraram as duas fases. Como resultados, identificou-se que a inclusão de atividades desplugadas parece benéfica, com relação à aquisição de habilidades de pensamento computacional e à motivação dos alunos. Desse modo, consideram que é mais apropriado trabalhar pensamento computacional nos primeiros anos do ensino fundamental por meio de uma abordagem híbrida que combina atividades desplugadas e plugadas, ao invés de fazê-lo somente por meio de atividades plugadas.

O estudo de Hermans e Aivaloglou (2017) apoia parcialmente esses achados. Em uma configuração desplugada-plugada e plugada-plugada os autores identificaram que não houve diferença entre os dois grupos em relação ao domínio dos conceitos de programação. No entanto, o grupo que começou com abordagem desplugada era mais confiante em sua capacidade compreender os conceitos, isto é, demonstrou melhores crenças de auto-eficácia. Além disso, as crianças desse grupo usaram uma seleção mais ampla de blocos do *Scratch*.

Lonati *et al.* (2017) introduziram estratégias recursivas em uma sala de aula do ensino fundamental usando inicialmente uma atividade desplugada baseada em *LEGO* e depois um software. Eles reportam que a estratégia adotada permitiu aos alunos compreender as principais características de um processo recursivo. Os achados Léonard *et al.* (2019) e Leifheit *et al.* (2018) apoiam o discurso quanto à adoção de uma estratégia híbrida para promover habilidades do pensamento computacional em crianças.

Diante das possibilidades e limitações de atividades plugadas e desplugadas reportadas, alinham-se com esta tese as proposições de atividades que exploram a natureza interdisciplinar do pensamento computacional, como as de Luo *et al.* (2020) e Peel *et al.* (2019); indo, no entanto, além da ciência, e dialogando com a

música e a literatura regional, por exemplo. Ainda, embora haja evidências da eficácia da abordagem desplugada sobre a aprendizagem (KUO; HSU, 2020; TONBULOĞLU; TONBULOĞLU, 2019; LOOI *et al.*, 2018; BRACKMANN *et al.*, 2017, RODRIGUEZ *et al.*, 2017), e também da motivação dos estudantes para aprender por meio desse tipo de atividade (JIANG; WONG, 2017) e resultados de desempenho superior com seu uso se comparado à abordagem plugada (SONG, 2019); há indícios que uma abordagem híbrida seja a opção mais adequada (OLMO-MUNOZ *et al.,* 2020; LÉONARD *et al.,* 2019; TSARAVA *et al.,* 2019; LEIFHEIT *et al.*, 2018; LONATI *et al.*, 2017). Nesse sentido, a partir da proposição de uma abordagem pedagógica para promoção do pensamento computacional, esta tese buscará avaliar os efeitos que diferentes táticas de implementação das atividades podem provocar sobre o desempenho e satisfação de estudantes do ensino fundamental.

3.2 Do uso à criação de artefatos

A partir de observações de experiências de promoção do pensamento computacional nos ensinos fundamental médio, Lee *et al.* (2011) propuseram o *framework* Usar-Modificar-Criar, que representa fases de atividades cognitivas e práticas nesses contextos. Tal *framework* objetiva envolver os estudantes, apoiando-os e aprofundando o desenvolvimento de suas habilidades de pensamento computacional, e não necessariamente deve seguir uma ordem sequencial para sua implementação.

Ele é baseado em *scaffolding* e na premissa de que interações cada vez mais profundas promoverão o pensamento computacional. Na fase *usar*, os estudantes são consumidores da criação de outra pessoa. Eles podem, por exemplo, realizar experimentos usando modelos de computador pré-existentes, executar um programa que controla um robô ou ainda jogar um jogo de computador pronto. Na fase seguinte eles podem *modificar* o modelo, o jogo ou o programa, tornando-os mais sofisticados. Nesse sentido, os estudantes podem mudar a cor de um personagem ou outro atributo visual ou ainda alterar o comportamento do personagem, desenvolvendo novas partes de código. Essas atividades podem provocar novos entendimentos sobre um subconjunto de abstrações contidas em um programa, por exemplo. Já na fase *criar*, os estudantes podem ser incentivados

a desenvolver ideias para novos projetos computacionais, abordando questões de sua escolha. Nesta etapa os três aspectos principais do pensamento computacional são explorados: abstração, automação e análise.

3.2.1 Evidências nacionais

Visando identificar como o *framework* Usar-Modificar-Criar vêm sendo empregado, realizou-se uma revisão de literatura nacional usando a *string* (“pensamento computacional” OR “raciocínio computacional”) AND (“use-modify-create” OR “usar-modificar-criar”). Considerou-se o Portal de Publicações da CEIE, como também os anais da RENOTE e do WEI. Nenhum estudo, contudo, foi retornado.

Mais que a adoção de um *framework* específico, o que se pretende evidenciar é a necessidade de estratégias que mantenham os estudantes engajados durante o desenvolvimento de habilidades de pensamento computacional. Se por um lado a exploração em demasia de atividades difíceis demais pode induzir à ansiedade e à frustração; por outro, o tédio poderá ocorrer se as atividades propostas não acompanharem o ritmo do desenvolvimento dos alunos. Assim, considera-se importante mais pesquisas preocupadas com essas questões, tais como a de Lee *et al.* (2011) com o *framework* Usar-Modificar-Criar.

3.2.2 Evidências internacionais

No contexto internacional foram consideradas as bases *ACM Digital Library, Educational Resources Information Center – ERIC, IEEE Xplore, ScienceDirect* e *Scopus*. A *string* “computational thinking” AND “use-modify-create” foi aplicada nos campos título, resumo e palavras-chave e dez estudos foram retornados. Excluindo-se os repetidos e o artigo que propõe tal *framework*, restaram seis, descritos a seguir, dos quais cinco foram realizados no contexto da educação básica.

No trabalho de Zhao e Shute (2019) foram investigados os impactos cognitivos e atitudinais do videogame *Penguin Go,* projetado para desenvolver habilidades de pensamento computacional de alunos do ensino fundamental. O

Penguin Go usa o *Blockly* como editor de código e o suporte à aprendizagem assume três formas. Primeiro, é fornecida orientação no início do jogo para orientar o jogador sobre sua mecânica e quando um novo tipo de bloco de programação é introduzido. Segundo, a sequência dos desafios foi projetada para estar de acordo com a progressão Usar-Modificar-Criar de Lee *et al.* (2011). Por fim, novos tipos de blocos são introduzidos gradualmente para reduzir a carga cognitiva do estudante. Como resultado do experimento os autores reportam que após o uso do *Penguin Go* os estudantes melhoraram suas habilidades de pensamento computacional, porém, em geral, o jogo não influenciou suas atitudes em relação à Ciência da Computação.

Lytle *et al.* (2019a), por sua vez, reportam os achados de experiências vivenciadas com estudantes do 6º ano do ensino fundamental onde as atividades sobre pensamento computacional foram ancoradas em um tópico científico, cadeira alimentar. Inicialmente foi realizada uma atividade desplugada para que os estudantes revisassem definições sobre a temática, como tipos de consumidores e transferência de energia. Depois, estudantes e professores trabalharam juntos usando e compreendendo códigos de projetos sobre a temática e modificando para corrigir definições científicas conceituais dos programas. A atividade termina com a codificação de extensões que os estudantes desejavam criar, de uma lista pré-definida. Os autores compararam duas versões dessa atividade. Uma em que os estudantes escolhem como estender o programa e outra em que todos criam a mesma opção. Embora não tenham verificado o impacto dessas abordagens sobre as habilidades de pensamento computacional, seus resultados apoiam a preferência de estudantes e professores pelo modelo em que os primeiros podem escolher quais extensões codificar.

De forma complementar, Lytle *et al.* (2019b) em configurações semelhantes ao experimento descrito anteriormente, estavam interessados em investigar como diferentes abordagens de apoio à criação podem afetar a percepção de professores e estudantes quando à dificuldade de realização da tarefa. O experimento foi estruturado em quatro dias. No primeiro, ambos os grupos realizaram uma atividade desplugada sobre cadeia alimentar e elaboraram pseudocódigos orientados pelo professor. Para os dias seguintes, o grupo controle se envolveu em atividade de desenvolvimento de código sobre a temática. Já o grupo experimental analisou códigos para familiarizar-se sobre estruturas

condicionais, ao invés de construí-las; alterou dados de entrada, observando o comportamento dos programas. Também propôs alterações em códigos existentes e implementou novos comportamentos em um dado personagem.

Em ambos os grupos, cada dia de programação ocorreu no ambiente *Cellular*, uma extensão da linguagem de programação baseada em blocos *Snap!*. Os resultados desse estudo mostram que o uso do *framework* Usar-Modificar-Criar fornece aos estudantes uma progressão natural para aprender Computação associada à Ciência dando a eles mais segurança quanto aos artefatos criados. Também os professores que usaram essa abordagem acharam mais fácil ensinar e promover o envolvimento e exploração dos estudantes nas tarefas; enquanto que os professores do outro grupo desejavam mais recursos e apoio para melhorar o envolvimento dos estudantes na criação de códigos.

Baek *et al.* (2019) visaram identificar como atividades de robótica com a estratégia Usar-Modificar-Criar podem promover habilidades de pensamento computacional no ensino fundamental. Um dos estudos que apoia a pesquisa identificou que a aprendizagem baseada em projetos na promoção de pensamento computacional não preparou adequadamente os estudantes para conectar seus conhecimentos e habilidades desenvolvidas a problemas de uma competição de robótica. Assim, Baek *et al.* (2019) adotaram a estratégia de Lee *et al.* (2011) para analisar seus efeitos nesse contexto. Como resultados os autores reportam que os estudantes realizaram a programação robótica com sucesso e sugerem atividades para *compreensão* de conceitos antes de seu *uso* no contexto da robótica. Ainda, ao analisar os resultados do teste sobre pensamento computacional com questões dispostas em três níveis de dificuldade, os estudantes melhoraram o desempenho naquelas dos níveis fácil e intermediário, mais do que nas do nível difícil.

Zhong *et al.* (2016) buscaram analisar fatores que podem impactar a eficácia da programação por pares, especialmente fatores sociais, para o desenvolvimento do pensamento computacional no ensino fundamental. No estudo, os participantes já possuíam conhecimentos e habilidades básicas sobre a programação com o ambiente de programação visual *Alice* e um curso avançado no ambiente foi promovido. A programação em pares foi usada, bem como a progressão de aprendizagem Usar-Modificar-Criar. A discussão dos resultados, no entanto, se concentra na programação em pares. Dentre os achados, os autores reportam que analisando os fatores gênero e parceira, não houve diferença significativa na

compatibilidade entre os pares de gêneros, mas uma diferença significativa entre os pares de parceria que implicavam uma parceria mais estreita e mais compatível na programação em pares. Assim, a parceria entre os estudantes é um fator a se considerar ao emparelhá-los em configurações de aprendizado colaborativo.

O outro trabalho retornado na busca foi de Herbst (2019), contudo, o texto completo ainda não estava disponível na íntegra. Os dados disponíveis permitem identificar que foi proposto um módulo de aprendizagem que usa o *LilyPad Arduino*, uma tecnologia que permite a criação de projetos que integram têxteis e eletrônicos, para promoção do pensamento computacional na pós-graduação. A proposta é pautada nos princípios do construcionismo, como também no *framework* Usar-Modificar-Criar.

Como pode-se observar, embora o levantamento realizado não tenha identificado o emprego do *framework* Usar-Modificar-Criar em pesquisas nacionais; considerando a estratégia de busca adotada, no cenário internacional há uma diversidade de estudos que buscam formas de envolver os alunos em práticas de pensamento computacional na escola, apoiadas pelo referido *framework.* Indo do uso à criação de artefatos pelos alunos, diferentes configurações de atividades podem ser planejadas. É considerando essas possibilidades que esta tese adota o *framework* Usar-Modificar-Criar, buscando favorecer a compreensão de conceitos computacionais, como também envolvendo os alunos nas atividades em níveis de engajamento cada vez mais profundos.

3.3 Contando histórias

Contar histórias não é uma atividade nova e pode ser considerada como uma das primeiras formas de entretenimento (ALMEIDA; VALENTE, 2012). Ela encontra suas raízes nos povos ancestrais que contavam e encenavam histórias para difundirem seus rituais, mitos, conhecimentos e sobre as experiências adquiridas ao longo do tempo (RAMOS, 2011). Além da comunicação oral e gestual, haviam também registros nas paredes das cavernas, com desenhos e pinturas sobre suas experiências cotidianas.

Dentre as justificadas para o uso de histórias na educação em computação, Parham-Mocello *et al.* (2019) destacam algumas delas:

i) Identificar conceitos de computação em histórias e situações cotidianas

mostra que a computação é um fenômeno universal que não ocorre apenas em máquinas. Desse modo, apontar a ocorrência da computação em situações cotidianas enfatiza sua relevância e ainda pode apoiar a motivação para a compreensão de conceitos da área, mesmo naqueles que não desejam se tornar profissionais da computação;

ii) O uso de histórias conhecidas pode ajudar a tornar a curva de aprendizado mais suave, pois os alunos precisam entender apenas o vínculo entre os elementos da história e os conceitos de computação. Se eles conhecem a história, os objetos e eventos se tornam apoio para as metáforas da computação;

iii) As histórias podem fazer os alunos se sentirem mais empolgados com os problemas. Estar envolvido emocionalmente em um problema geralmente significa se preocupar mais com ele, o que ajuda a tornar a explicação fornecida pela história mais memorável e eficaz. Esse aspecto é provavelmente melhor trabalhado ao usar histórias populares existentes, cujo impacto sobre o público já foi demonstrado por meio de sua popularidade.

Embora muitas vezes associe-se a contação de histórias à educação infantil, há relatos de exploração dessa estratégia também no ensino fundamental e médio (SILVA *et al.*, 2017), técnico (OLIVEIRA *et al.*,2012) e superior (PARHAM-MOCELLO *et al*., 2019) no contexto do ensino de programação. Ainda, há livros de Computação suportados por essa estratégia. Um deles é o *Computational Fairy Tales* de Jeremy Kubica (2012) que introduz os princípios do pensamento computacional demonstrando sua aplicação em domínios que não são da computação. Cada parte da história é sobre uma princesa em uma missão para salvar o reino de seu pai. O objetivo do livro não é trabalhar a computação em profundidade, mas trazer uma visão abrangente e motivar o leitor sobre os conceitos da área.

Lauren Ipsum (BUENO, 2016) emprega uma abordagem semelhante. O livro dispõe de uma versão em português e conta a história de uma garota que se perde em uma floresta e quer encontrar o caminho de volta para casa. Em sua aventura, ela tem que resolver vários problemas, que servem como um gancho para introduzir conceitos computacionais. Ele contém um apêndice que fornece

explicações adicionais dos conceitos mencionados na história. Outro livro é o *Hello Ruby* (LIUKAS, 2015) que usa as aventuras de sua heroína e seus amigos para introduzir conceitos computacionais para crianças. Além da história, o livro traz ao final atividades explorando os conceitos abordados.

Com o desenvolvimento das tecnologias, as histórias ganharam novos formatos; podendo se dispersar sistematicamente em várias mídias com o objetivo de criar uma experiência de entretenimento coordenada e única. Isto é o que Jenkins (2007) chamou de *transmedia storytelling*, referenciada nesta tese como narrativa transmídia. Cada parte interage com as outras para aprofundar o todo. Elas precisam de um ponto de origem para se expandir nas diferentes mídias e textos literários podem ser o ponto de partida para a criação do universo transmídia (SÁNCHEZ-MARTÍNEZ; ALBALADEJO-ORTEGA, 2018).

O *design* de uma narrativa transmídia envolve o desenvolvimento do personagem (interação e pessoas), história (narrativa e cenários), construção do mundo (local) e público (participação e cultura emergente). Além desses elementos, no caso de uma experiência de aprendizado transmídia, também é necessário fundamentar os aspectos pedagógicos (BIDARRA; RODRIGUES, 2018). Assim, levando-se em consideração os objetivos, o planejamento da história deve apoiar a construção de conhecimento por meio da manipulação dos recursos espalhados pelas diferentes plataformas e integrar estímulos de interação que podem levar a uma autêntica experiência de aprendizado. Nesse contexto, estudos como os de Sánchez-Martínez e Albaladejo-Ortega (2018) apoiam o emprego dessa estratégia na educação, tendo efeito positivo sobre a motivação dos estudantes.

3.3.1 Evidências nacionais

Objetivando identificar como a estratégia de contação de histórias vem sendo empregada para promover o pensamento computacional, a literatura nacional foi revisada usando a *string* (“pensamento computacional” OR “raciocínio computacional”) AND (“story*” OR “contação de história” OR “contar história” OR “narrativa”). Novamente considerou-se o Portal de Publicações da CEIE, os anais da RENOTE e do WEI. Somente o primeiro

retornou estudos, sete no total. Destes, um se tratava de um estudo secundário e outro não abordava *storytelling*. Deste modo, são apresentados os resultados dos cinco restante.

Pires *et al.* (2018) tinham como objetivo verificar se em narrativas infantis, na criação de histórias, emergem padrões correlacionados às variáveis consideradas essenciais para o desenvolvimento do pensamento computacional. Aos alunos foram explicados conceitos de computação e que estes podem ser encontrados em variadas tarefas do dia a dia, como na brincadeira de vivo ou morto. A partir disso as crianças puderam ver a aplicação de estruturas como *se*, *senão* e *enquanto*, mesmo que de forma implícita. Em um segundo momento, elas tiveram que elaborar histórias, definindo o roteiro e representando-as em *storyboard*. A análise das narrativas criadas permitiu identificar a emergência de um padrão que se enquadre nas possibilidades de contar história pelo *Scratch*.

Um exemplo reportado é da história *Super Jovem* feita por um dos grupos de crianças, que narra a vida de um garoto que cresceu em um orfanato e depois faz descobertas importantes sobre seu passado. Tal história possui cenário, personagens e linha temporal, podendo ser narrada no *Scratch*. O *storyboard* dessa narrativa traz o cenário onde a história se inicia, personagens, dentre outros. A partir de sua análise, é possível perceber padrões como *se* determinado evento acontecer, o herói executa determinada ação. O grupo, ao realizar a ideação da história decompôs o enredo, organizando-se de modo padronizado, abstraindo informações e seguindo com a narrativa de forma algorítmica.

Farias *et al.* (2019) tinham como objetivo estimular o raciocínio lógico e o pensamento computacional de crianças através da introdução de conceitos iniciais de programação. Os autores usaram atividades desplugadas para compreensão de comandos de programação os quais foram aplicados na concepção de projetos com as crianças. Em outro momento, uma fábula foi narrada e as crianças foram desafiadas a recriar livremente a história usando o *ScratchJr*, podendo receber auxílio de seu acompanhante. Como resultados, os autores destacam a motivação das crianças para as atividades propostas.

Reis *et al.* (2017) propõem o uso de abordagens diversificadas para promoção do pensamento computacional no ensino fundamental. São elas: computação desplugada, *storytelling*, gamificação e aprendizagem significativa. Embora os autores afirmem que a gamificação tenha feito um grande diferencial,

motivando os estudantes a conquistarem pontos e avançar no entendimento dos conteúdos e que as demais estratégias apresentaram aceitação superficial, os dados apresentados não permitem essas conclusões. Isto porque a análise reportada foi pautada na gamificação, em detrimento das demais estratégias.

Melo *et al.* (2018) propõem um jogo de estratégia matemática para exercitar o pensamento computacional baseado em uma narrativa sobre planetas e astronautas. Os autores realizaram teste de usabilidade, o método do percurso cognitivo e *GameFlow* para avaliar o jogo e concluem que apenas alguns ajustes devem ser feitos. Outras considerações não são trazidas nesta tese, uma vez que os participantes dessas validações não são caracterizados no artigo.

Por fim, Gomes e Tedesco (2018) apresentam uma proposta de artefato educacional tem como objetivo apoiar o ensino de conceitos de programação na educação infantil. A proposta foi desenvolvida a partir dos resultados de uma pesquisa-ação e é baseada no conceito de narrativa transmídia, contemplando livro, jogo digital e brincadeiras. As autoras reportam, contudo, que alguns dos componentes propostos não foram avaliados em sala de aula.

Como pode-se perceber, poucos estudos sobre contação de história para o desenvolvimento do pensamento computacional são reportados na literatura nacional e não há um padrão em suas propostas. Dentre as lacunas identificadas pode-se mencionar a forma como a história é entregue ao leitor. Em livros como o *Hello Ruby*, embora se reconheça seu potencial pedagógico pela narrativa criada e atividades propostas, outras formas de interação com o conteúdo podem ser providas ao estudante, criando uma experiência mais engajadora, como as que se propõem as narrativas transmídias. Dos estudos nacionais levantados, somente um explicitou ser ancorado por ser abordagem, embora ainda não tenha validado a proposta em sua completude. Nesse sentido, esta tese busca explorar o potencial pedagógico de variadas mídias, apoiando a contação de histórias para o desenvolvimento do pensamento computacional no ensino fundamental.

3.3.2 Evidências internacionais

Em relação à literatura internacional sobre contação de história e pensamento computacional, os resultados aqui reportados são provenientes de estudos disponíveis na *ACM Digital Library, Educational Resources Information*

Center – ERIC, IEEE Xplore, ScienceDirect e *Scopus*. A *string* "computational thinking" AND "storytelling" foi aplicada nos campos título, resumo e palavras-chave e, no total, 39 estudos foram retornados. Excluindo-se os estudos repetidos, secundários, resumos, prefácio de workshops e os que não abordavam explicitamente a temática, restaram 20, descritos a seguir.

Urrutia *et al.* (2017) propõem-se um agente pedagógico de conversação para desenvolver o pensamento computacional em crianças. Ele permite que elas criem cenas, escolham personagens, objetos e personalizem as ações dos personagens usando uma linguagem de programação própria do sistema. Um dos principais trabalhos futuros pretendidos pelos autores é a validação da proposta com o público-alvo. Soleimani *et al.* (2016, 2019) propuseram um artefato tangível de construção de histórias empregando pensamento espacial e computacional. Um dos fundamentos teóricos da pesquisa é a cognição incorporada, na interação criança-computador. Seus resultados indicam que as crianças conseguem usar confortavelmente o *CyberPLAYce* durante a atividade de contar histórias e resolver problemas. Ainda, o estudo mais recente dos autores reporta que a tecnologia proposta cultiva narrativas engajadas e práticas de pensamento computacional em crianças.

Campos *et al.* (2017a, 2017b, 2019) defendem que a lógica de programação pode ser aplicada transversalmente a diferentes disciplinas. Para apoiar essa prática, conceberam uma ferramenta interativa de criação de livros chamada *piBook*. Seu foco principal está na produção de narrativas interativas usando narrativas não lineares. Testes de usabilidade e de aspectos pedagógicos estavam sendo planejados para avaliar a proposta.

Searle *et al.* (2017) analisaram como os jovens indígenas aprendem e documentam produções baseadas em suas comunidades usando uma plataforma de realidade aumentada e narrativa interativa, a *ARIS*[37]. A análise discorre sobre o processo de recontar histórias e como os alunos se percebiam naquele contexto comunitário e cultural. Litts *et al.* (2019) também fizeram uso dessa plataforma. O objetivo do trabalho foi analisar como jovens desenvolvem o pensamento computacional a partir da criação de jogos e para as suas próprias comunidades. Seus achados apontam para a importância de ancorar projetos em espaços

[37] https://fielddaylab.org/make/aris/

interdisciplinares de problemas e para um público autêntico para permitir uma equidade da participação na computação.

Daily e Eugene (2013) propõem um *framework* teórico para apoiar minorias subrepresentadas na construção de habilidades das áreas de STEM e no aprimoramento de sua capacidade de colaborar com colegas diferentes de si. Para tanto, os alunos se envolvem em atividades de construção de narrativas digitais, no *Scratch*, como uma prática culturalmente relevante para promover o desenvolvimento da empatia, autoconsciência e pensamento computacional. Os autores perceberam que à medida em que os alunos desenvolviam suas histórias e interagiam dentro do ambiente, eles foram capazes de refletir sobre suas próprias emoções, bem como as dos outros. Ao mesmo tempo, eles foram capazes de pensar computacionalmente para expressar seus pensamentos e ideias no *Scratch*.

A pesquisa de Proctor e Blikstein (2019) é baseada em uma abordagem crítica sobre identidade, poder e privilégio e explora como a alfabetização textual e a computacional podem se apoiar e se combinar para criar alfabetizações com novas possibilidades críticas. Usando o *Unfold Studio* no ensino médio, o trabalho mostra como as histórias interativas podem funcionar como modelos críticos de discurso e simulações de realidades que apoiam a análise de fenômenos, como o posicionamento social.

Tasso *et al.* (2019) apresentam um projeto que visa desenvolver habilidades de resolução de problema e criatividade nas escolas por meio do pensamento computacional e de narrativas digitais. Dentre os achados, pode-se citar o entusiasmo das crianças no processo de aprendizagem e a satisfação dos professores com a a eficácia do aplicativo proposto para melhorar as estratégias de leitura, escrita e matemática.

Vinayakumar *et al.* (2018) buscaram envolver crianças na contação de histórias digitais usando o *Scratch* e perceberam que por meio da atividade sua criatividade é explorada e ainda há um aprimoramento de suas habilidades de *design*. Chang (2019) estava interessado em identificar relações entre a aprendizagem de conceitos de pensamento computacional e a prática de curadoria digital em crianças. Para tanto, histórias *Scratch* foram exploradas e foram percebidas interrelações entre subcategorias das áreas investigadas.

Cabo e Lansiquot (2016) criaram um curso para promover a integração da

escrita criativa e do pensamento computacional para desenvolver conexões interdisciplinares na graduação, de cursos que não são de Computação. Nele, os alunos aprenderam sobre como estruturar narrativas e conceitos de lógica de programação para resolução de problema. Isto foi feito enquanto eles desenvolviam um protótipo de videogame orientado à narrativa usando o *Alice*. Lansiquot e Cabo (2015) também apoiam o uso de narrativas como abordagem pedagógica que pode favorecer a interdisciplinaridade.

Curzon *et al.* (2014) ofertaram um curso de pensamento computacional a professores usando narrativas para contextualizar atividades desplugadas. Seus achados fornecem evidências de que usar atividades desplugadas incorporadas a histórias contextualmente ricas é uma maneira eficaz de introduzir explicitamente ideias de pensamento computacional para professores, e não apenas para as crianças.

A partir desses dados, observa-se que há na literatura internacional uma preocupação na construção de histórias abordando problemáticas percebidas nos espaços dos alunos, levando-os a reflexões sobre justiça social, por exemplo; algo que está alinhado à definição de pensamento computacional crítico apresentada no Capítulo 2; e que não foi explicitamente relatada na literatura nacional. Ainda, uma das lacunas identificadas nesse cenário diz respeito à formação de professores, contemplada somente em um estudo. Em se tratando de narrativas transmídias, nenhum dos estudos analisados explorou essa possibilidade. Nesse contexto, esses resultados têm contribuição dupla na definição desta tese: explorar atividades enriquecidas pelos contextos dos estudantes, podendo potencializar seu pensamento computacional crítico (KAFAI *et al.*, 2019) pela contação de história, como também prover diferentes formas de interação com o conteúdo, possibilitando criar uma experiência de aprendizagem mais engajadora.

3.4 Aprendendo com o corpo

Pesquisas contemporâneas sugerem que a cognição é fundamentada e incorporada no sistema sensório-motor (GLENBERG, 2010; BARSALOU, 2010; FADJO, 2012). Assim, abordagens pedagógicas incorporadas são pautadas na noção de que a cognição surge das interações com o mundo por meio de capacidades motoras e perceptivas que são então mescladas à linguagem,

memória e emoção (GLENBERG, 2010). Em cenários concretos de aprendizado, esse é o caso quando o corpo do aluno desempenha um papel causal significativo na dinâmica situada experimentada (TSARAVA *et al.*, 2019). Assim, as atividades de aprendizagem nas quais os aprendizes adquirem conhecimentos e competências por meio de interação física ou manipulação de objetos físicos são denominadas aprendizagem incorporada (*Opus citatum*).

Nas comunidades de Ciência da Aprendizagem e Interação Humano-Compitador, duas abordagens de incorporação tem sido empregadas: tangíveis/manipulativos e a realidade aumentada (MELCER, 2017). A principal vantagem dos tangíveis é que eles permitem que os conceitos de aprendizagem sejam incorporados diretamente no material físico e no *design* de um objeto, bem como através das interações incorporadas que os alunos têm ao manipular esses objetos. Já a realidade aumentada utiliza a cognição incorporada para ajudar os alunos a desenvolver a compreensão através de conceitos de aprendizagem que espelham ou são articulados com o seu corpo.

Johnson-Glenberg *et al.* (2016) definiram quatro níveis de incorporação, compreendendo três fatores: envolvimento sensório-motor, congruência gestual e sensação de imersão. De acordo com a proposta, no primeiro nível, todos os três fatores são baixos; portanto, o aluno geralmente observa o material de aprendizagem em um *tablet* ou *smartphone*, por exemplo, com pouco envolvimento sensório-motor. Em suma, o estudante geralmente está sentado, mas há algum movimento na parte superior do corpo, como quando a tecla é pressionada.

O próximo nível requer um maior grau de envolvimento motor, como o movimento do braço ou dos dedos. Exemplos incluem deslizar com o dedo para avançar e mover o *mouse*. No terceiro nível, o corpo inteiro pode atuar como entrada para a interação, mas o usuário permanece em um lugar, por exemplo, em pé em um quadro interativo. O quarto e mais alto nível envolve interação do corpo inteiro, ou qualquer parte do corpo, que pode atuar como o controlador do sistema. Se a locomoção for incluída, pode ativar ainda mais o sistema sensório-motor. Um exemplo de atividade nesse nível é ao girar o braço fazer uma engrenagem virtual girar na mesma velocidade e direção na tela.

3.4.1 Evidências nacionais

Mais uma vez a literatura nacional foi consulta. Desta vez em busca de estudos que explorem a cognição incorporada na promoção do pensamento computacional. A *string* (“pensamento computacional” OR “raciocínio computacional”) AND (“cognição incorporada” OR “aprendizagem incorporada” OR “abordagem pedagógica incorporada”) foi usada no Portal de Publicações da CEIE, na RENOTE e no WEI, porém nenhum dado foi retornado.

Diante desse resultado e do potencial da cognição incorporada, sugere-se a realização de pesquisas na área no contexto nacional. Mais do que comparar a evolução da pesquisa sobre o tema do Brasil com a do exterior, o fio condutor desta discussão é sobre que configurações são mais favoráveis à aprendizagem de crianças nas práticas de pensamento computacional, algo que também é foco de pesquisa desta tese.

3.4.2 Evidências internacionais

A busca de estudos sobre cognição incorporada e pensamento computacionla também se estendeu à literatura internacional. Para tanto, a *string* “computational thinking” AND (“embodied cognition” OR “embodied learning” OR “embodied pedagogical approach”) foi aplicada nos campos título, resumo e palavras-chave das seguintes bases: *ACM Digital Library, Educational Resources Information Center – ERIC, IEEE Xplore, ScienceDirect* e *Scopus*. 36 estudos foram retornados no total. Excluindo-se os repetidos, secundários, resumos, prefácios de workshops e revistas, pagos e os que não abordavam explicitamente o tema, restaram 13.

Xefteris *et al.* (2018) e Xefteris e Palaigeorgiou (2019) propõem um ambiente para a aprendizagem interdisciplinar e incorporada de geografia, história e pensamento computacional. Ele explora a interação incorporada com objetos tangíveis e é baseado em dois espaços aumentados que os alunos precisam interagir continuamente. O primeiro espaço é um mapa interativo aumentado em 3D em que os estudantes precisam viajar no mapa, colocando e movendo os dedos sobre um caminho em relevo. Ao viajar com os dedos, os alunos precisam responder a desafios disponíveis no ambiente. Alguns desses desafios os levam

para o segundo espaço aumentado – o piso interativo – para programar o robô para executar tarefas específicas. A partir dos experimentos realizados, os autores identificaram que o ambiente multimodal aumentou o envolvimento e motivação de alunos. Também há indícios quanto à consolidação das habilidades interdisciplinares exploradas.

Daily *et al.* (2014), visando expandir oportunidades para as meninas entrarem na computação, promoveram um curso baseado na pedagogia incorporada fundamentada como forma de desenvolver o pensamento computacional. No estudo, inicialmente as estudantes aprenderam elementos básicos de dança e depois usaram esse conhecimento para programar uma personagem no ambiente de programação visual *Alice*, replicando passos de uma coreografia. Seus resultados sugerem que a abordagem usada cria um ambiente motivador e envolvente para apresentar a computação aos estudantes, especialmente meninas.

Litts *et al.* (2019) investigaram como as crianças incorporam e depuram algoritmos computacionais ao criarem jogos de realidade mista sobre plantas e animais locais usando a ferramenta *ARIS*. Como resultados identificaram que os participantes adotam estratégias de incorporação observadas e experimentadas para depurar os algoritmos computacionais em seus jogos e projetam uma experiência que se alinha com seus objetivos. Já Arroyo *et al.* (2017) exploram dispositivos vestíveis na forma de *smartphones* e *smartwatches* para promover a aprendizagem incorporada de matemática e pensamento computacional.

Melcer (2017a, 2017b) apresenta a proposta de pesquisa cujo objetivo é explorar se a aplicação de projetos fisicamente incorporados resulta em melhores resultados de aprendizado para as habilidades centrais de pensamento computacional, e repercutem em emoções positivas, como diversão e motivação. De forma complementar, Melcer (2018) construiu duas versões de um sistema para promover o pensamento computacional, que diferem apenas no método de entrada (*mouse* não incorporado *versus* blocos de programação tangíveis incorporados). A partir de experimentos comparando as duas versões do sistema, o autor identificou que a versão tangível teve um impacto positivo maior em vários fatores-chave de aprendizagem, incluindo autoconfiança na programação, interesse situacional, satisfação e desempenho.

Sung *et al.* (2017) exploraram o pensamento computacional e a matemática

em atividades incorporadas. O estudou comparou diferentes níveis de incorporação: movimento do corpo inteiro *versus* gestos com a mão. Os resultados de um estudo experimental com crianças sugerem que as atividades totalmente incorporadas combinadas com a prática computacional na solução de problemas matemáticos promoveram o entendimento da matemática e habilidades de programação demonstradas no *Scratch Jr*.

A pesquisa de Merkouris e Chorianopoulos (2019), por outro lado, aponta para resultados contrários. No estudo, os participantes foram solicitados a desenvolver interfaces para o controle remoto de um robô usando diversos estilos de interação, desde a incorporação de baixo a alto nível, como toque, fala e mão e gestos de corpo inteiro. Seus resultados revelam que os alunos que programavam combinações de interfaces de baixa incorporação ou interfaces sem incorporação produziam projetos mais sofisticados e adotaram práticas computacionais mais sofisticadas em comparação com aqueles que programavam interfaces de corpo inteiro.

Em outro trabalho, também no contexto da robótica, Merkouris e Chorianopoulos (2018) compararam o toque e os gestos de corpo inteiro com o controle autônomo, que não requer nenhuma interação incorporada. Seus achados revelam que estudantes iniciantes preferiram interfaces de corpo inteiro, em comparação a estudantes mais avançados. Assim, identificaram que à medida que a experiência aumenta, a necessidade de fundamentar perceptivamente os conceitos computacionais em atividades altamente incorporadas diminui. Por fim, os autores afirmam que a incorporação na robótica pode servir como uma abordagem inovadora para expandir o aprendizado dos alunos em pensamento computacional e STEM.

Banic e Gamboa (2019) reportam que abordagens pedagógicas baseadas no *design* visual em combinação com estratégias como a incorporada pode impactar positivamente sobre a aprendizagem de conceitos de programação no ensino médio. Fadjo (2012) apoia esse discurso ao afirmar, a partir de experimentos, que uma das maneiras mais eficazes de expor jovens aprendizes a conceitos abstratos e introduzir os fundamentos do pensamento computacional é por meio da pedagogia incorporada fundamentada.

Como pode-se observar, há na literatura internacional evidências que sustentem a cognição incorporada na promoção do pensamento computacional.

Uma das lacunas percebidas nesse contexto diz respeito à necessidade de investigações sobre o nível de incorporação das atividades considerando o perfil dos alunos. Tendo em vista o público-alvo desta tese e sua experiência com a Computação, atividades com níveis mais altos de incorporação podem favorecer sua aprendizagem. Assim, este aspecto é considerado na abordagem pedagógica proposta.

3.5 Implicações para as pesquisas

A partir do levantamento realizado e das revisões sistemáticas consultadas, pode-se inferir que, embora diversos materiais plugados e desplugados tenham sido desenvolvidos para promover o pensamento computacional na educação básica, boa parte explora conceitos de programação; algo que é importante, mas limitante considerando a natureza interdisciplinar do pensamento computacional. Ainda, apesar de alguns estudos reportarem a eficácia das abordagens plugada, desplugada e híbrida no ensino dos princípios da Ciência da Computação, as configurações que podem ser adotadas nos diferentes níveis de ensino ainda é uma questão em aberto.

Nesse contexto, são requeridas pesquisas que respondam a perguntas como: quando usar a abordagem desplugada e até que ponto ela pode favorecer a aprendizagem de Computação? Quando inserir a tecnologia digital nessas experiências? Quais configurações são mais favoráveis à aprendizagem considerando os diferentes níveis de ensino: desplugada-plugada, plugada-desplugada ou outra? No contexto brasileiro essas questões são especialmente importantes, tendo em vista que poucas pesquisas buscaram responder perguntas dessa natureza.

Ao focar em *frameworks* como o Usar-Modificar-Criar e em estratégias de aprendizagem como Contação de História e Cognição Incorporada, há um corpo de estudos que sustenta sua aplicação em práticas de pensamento computacional na educação básica. E, corroborando com esses resultados, novas pesquisas podem buscar responder problemas como: no tocando aos níveis cognitivos das atividades, quais configurações podem promover a aprendizagem e ao mesmo tempo manter os estudantes engajados em sua solução? Como o nível de complexidade das atividades pode favorecer o trabalho docente, considerando a

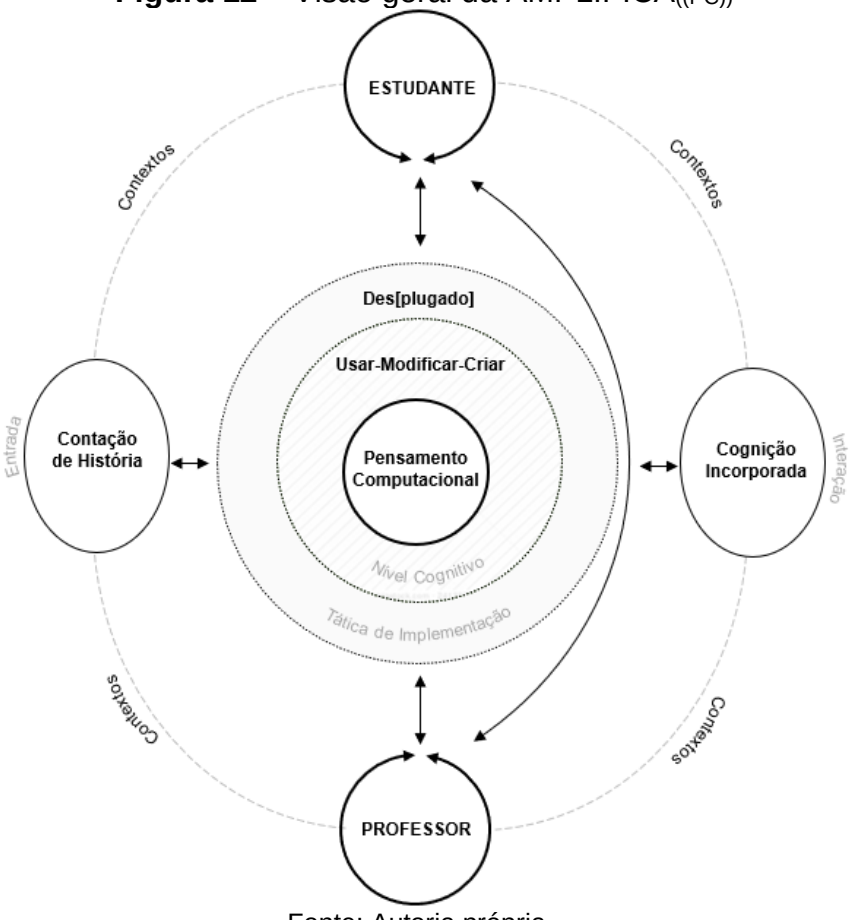
experiência dos alunos com os conceitos computacionais explorados? Como a contação de história pode potencializar o pensamento computacional crítico das crianças? Como a cognição incorporada pode ser explorada no ensino fundamental para a promoção do pensamento computacional? E quais suas implicações em estudantes com experiência em determinados conceitos computacionais?

Muitos são os problemas que podem ser investigados. Nesta tese, diferentes estratégias de aprendizagem discutidas são integradas, aportando em uma abordagem para promover do pensamento computacional no ensino fundamental, a qual é detalhada no capítulo seguinte.

4 A ABORDAGEM AMPLIFICA((PC))

A AMPLIFICA((PC)) é uma abordagem pedagógica que objetiva apoiar a aprendizagem de decomposição, generalização, abstração, pensamento algorítmico e avaliação, considerados os pilares do pensamento computacional, no Ensino Fundamental I. Seu nome faz referência a possibilidades de ensino para além da programação, explorando a natureza interdisciplinar do pensamento computacional. Sua concepção baseou-se nas evidências científicas, discutidas nos Capítulos 2 e 3, tendo como principais aportes teóricos a Cognição Incorporada (GLENBERG, 2010; BARSALOU, 2010; FADJO, 2012), a Contação de História (PARHAM-MOCELLO *et al.*, 2019) e o *framework* Usar-Modificar-Criar (LEE *et al.* (2011); explorando os contextos dos atores envolvidos nos processos de ensino e aprendizagem (VYGOTZKY, 1978; KAFAI *et al.*, 2019; ORTIZ *et al.,* 2018). Ainda, como táticas de implementação, atividades plugadas e desplugadas são providas, numa perspectiva híbrida (LÉONARD *et al.*,2019; TSARAVA *et al.*, 2019; LEIFHEIT *et al.*, 2018; LONATI *et al.*, 2017; MARCU *et al.*, 2010). Uma visão geral da AMPLIFICA((PC)) pode ser conferida na Figura 12.

Figura 12 – Visão geral da AMPLIFICA((PC))



Fonte: Autoria própria

A AMPLIFICA$_{((PC))}$ pode orientar a prática docente e também apoiar a concepção de materiais didáticos no ensino fundamental. Como pode-se observar na Figura 12, ela integra um conjunto de estratégias que, combinadas, podem favorecer a aprendizagem de Computação das crianças; e a forma de implementação de cada uma delas é descrita a seguir.

i) **Contação de História***:* o ato de contar histórias é usado como estratégia para introduzir um ou mais conceitos associados ao pensamento computacional. É a porta de entrada para os gatilhos de aprendizagem que serão acionados. Com ele, pretende-se prover uma experiência crítica e engajadora de aprendizagem de Computação. Três aspectos principais são considerados nesta dimensão. O primeiro deles diz respeito ao contexto sociocultural, que ainda pouco reconhecido e considerado em pesquisas sobre pensamento computacional (ORTIZ *et al.*, 2018). Assim, para essas histórias, propõe-se a escolha de figuras contextualmente relevantes, o que pode engajar os estudantes e promover a aprendizagem da cultura regional e de conceitos computacionais aportados na narrativa. De modo complementar, ao considerar os contextos e envolver os estudantes em desafios como os políticos, morais e éticos, o pensamento computacional crítico (KAFAI *et al.*, 2019) é explorado, apoiando a educação em Computação para a justiça social. O segundo aspecto que apoia este eixo é pautado em Parham-Mocello *et al.* (2019) ao afirmarem que o uso de histórias conhecidas pode fazer os alunos se sentirem mais empolgados com os problemas; e que ao identificar conceitos computacionais em histórias e situações cotidianas a relevância da área pode ser enfatizada. Também, a aprendizagem pode ser facilitada, uma vez que os alunos precisam entender apenas o vínculo entre os elementos da história e os conceitos de computação. Por fim, no terceiro aspecto sugere-se que a história seja contada a partir de recursos além do texto. Variadas mídias podem compor essa experiência, como jogos físicos e digitais, que podem ser produzidos explorando o potencial das narrativas transmídias (JENKINS, 2007).

ii) **Cognição Incorporada***:* buscando uma experiência de aprendizagem mais concreta a conceitos abstratos, sugere-se pautar as atividades do Ensino

Fundamental I na cognição incorporada; demonstrando como processos complexos subjacentes ao pensamento computacional emergem de práticas concretas, situadas e baseadas na ação do estudante no ambiente (FADJO, 2012). As atividades podem contemplar diferentes níveis de incorporação, perpassando três fatores: envolvimento sensório-motor, congruência gestual e sensação de imersão (JOHNSON-GLENBERG *et al.*, 2016). Artefatos tangíveis/manipulativos e recursos de realidade aumentada podem apoiar a implementação dessa estratégia (MELCER, 2017), e o estudante poderá usar as mãos, por exemplo, ou o corpo inteiro para a resolução das tarefas. Embora atividades com lápis, caneta e papel sejam as mais citadas em práticas de pensamento computacional desplugado (RODRIGUES et al., 2018); sugere-se que outros tipos de recursos sejam explorados, como jogos de tabuleiro; possibilitando uma interação estudante-material em um nível mais alto de incorporação. Para aqueles estudantes com pouca ou nenhuma experiência nos conceitos computacionais trabalhados, esse nível de incorporação mais elevado pode possibilitar uma experiência de aprendizagem mais imersiva por meio da manipulação desses artefatos.

iii) **Usar-Modificar-Criar:** buscando favorecer a compreensão de conceitos computacionais, como também envolver os alunos nas atividades em níveis de engajamento cada vez mais profundos, propõe-se o uso da progressão Usar-Modificar-Criar (LEE *et al.,* 2011) para estruturação das atividades de pensamento computacional. A partir de tal *framework*, o estudante poderá avançar de usuário até criador de artefatos computacionais, não necessariamente de forma linear. Atividades que envolvem modificação, por exemplo, podem ser intencionalmente planejadas para que o estudante tente abstrair partes irrelevantes do código e foque em estruturas computacionais que se deseja que ele aprenda naquela etapa. Ainda, pode-se planejar configurações mais favoráveis aos processos de ensino e aprendizagem com a etapa de criação. Considerando uma turma sem experiência em pensamento computacional, por exemplo, iniciar as atividades no nível Criar pode dificultar o fazer pedagógico, especialmente se os projetos forem de acordo com as preferências dos estudantes; uma vez que irá requerer mais tempo para um atendimento personalizado –

encoraja-se a personalização, contudo, pontua-se sobre suas possíveis dificuldades de implantação nesta etapa. Ainda, ao iniciar as atividades propondo um nível superior ao já desenvolvido pelos estudantes, pode provocar desmotivação logo no início dessa etapa de aprendizagem. Portanto, o equilíbrio deve ser buscado, não fornecendo atividades fáceis ou difíceis em demasia.

iv) **[Des]plugado:** sugere-se um formato híbrido como tática de implementação das atividades de pensamento computacional no Ensino Fundamental I. Isto, porque, embora estudos reportem resultados positivos com o uso de táticas plugadas e desplugadas, separadamente (GARDELI; VOSINAKIS, 2018); há algo especial no trabalho com as tecnologias que não pode ser explorado por outras atividades (VALENTE, 2016). Isto deve ser levado em consideração especialmente por a satisfação ser um dos fatores-chave de aprendizagem. Desse modo, pode-se, por exemplo, em um primeiro momento propor atividades sem o uso do computador para que o estudante se familiarize com os conceitos fundamentais da computação, formulando e testando seus algoritmos. Nesse momento ele poderá analisar o problema e concentrar-se no procedimento passo a passo para sua solução, sem se preocupar com quaisquer regras de sintaxe. Como isso, o estudante poderá pensar no que está fazendo, ao invés de tentar resolver somente no modo de tentativa e erro. Em outro momento, atividades desplugadas e plugadas podem ser propostas, podendo haver um enfoque na modificação, como estratégia para apreensão de habilidades específicas. De forma complementar, o estudante poderá formular e testar seus algoritmos, convertendo-os em código executável em ambientes de programação visual e observar sua execução, assim como refinar sua solução. Também, sob uma perspectiva vygotskiana, considerando a importância do brincar; as atividades podem explorar a ludicidade própria do público-alvo em questão algo; o que poderá repercutir sobre suas aprendizagens. Para além do formato, essas atividades podem explorar a natureza interdisciplinar do pensamento computacional, promovendo a aprendizagem de Computação e de outras disciplinas do currículo escolar. A contação de história, pontuada anteriormente, poderá nortear essa prática, direcionando os caminhos que serão explorados. Em uma narrativa

que retrata a vida no sertão, por exemplo, elementos como literatura e música popular podem ampliar o repertório do pensamento computacional para além da programação.

v) **Atores e contextos:** as interações sociais (VYGOTZKY, 1978) podem desempenhar papel fundamental no desenvolvimento do pensamento computacional. Assim, as atividades aparecem como instrumento e sua ação é melhor consolidada com a mediação dos pares. Nesse sentido, o professor é figura fundamental, o qual deve contar com sugestões de atividades que poderão nortear o seu fazer pedagógico; e também dialogar com professores de outras áreas para elaboração e/ou implantação dessas atividades. Também, *scaffolds* podem ser planejados como forma de ajudar o estudante na resolução dos problemas. Ao se adotar uma abordagem híbrida, tais elementos merecem uma atenção especial. Isto porque em atividades plugadas o *feedback* em atividades avaliativas, por exemplo, poderá ser imediato, enquanto que nas ditas desplugadas, esse retorno pode ser mais demorado. Considera-se importante também o diálogo entre os estudantes, construindo aprendizagens de forma colaborativa. A interlocução com seus contextos pode ser materializada na história contada, como também no entendimento e construção de soluções para os problemas propostos.

No capítulo seguinte um livro-jogo é proposto baseado na AMPLIFICA$_{((PC))}$. Para cada um dos elementos descritos é possível ver sua instanciação, o que pode favorecer a compreensão de como a abordagem proposta pode ser implementada no Ensino Fundamental I.

5 SERTÃO.BIT: UM LIVRO-JOGO PARA LER, SENTIR, PENSAR E AGIR

Dada a necessidade de estratégias para o desenvolvimento do pensamento computacional na educação básica, sua natureza interdisciplinar e o conjunto limitado de materiais em Português que podem apoiar o seu desenvolvimento e que considerem o contexto sociocultural, o *sertão.bit*[38] foi concebido, instanciando a abordagem AMPLIFICA$_{((PC))}$, tendo como público o Ensino Fundamental I.

5.1 Concepção

O *sertão.bit* objetiva apoiar a aprendizagem dos pilares do pensamento computacional. Para tanto, explora o contexto cultural a partir de uma narrativa infantil sobre Lampião no sertão de Pernambuco, como forma de engajar os estudantes durante a aprendizagem e possibilitar identificar aplicações dos conceitos computacionais explorados em situações do dia a dia.

Ancorado na abordagem AMPLIFICA$_{((PC))}$, buscou-se na literatura histórias que retratassem personagens conhecidos da região, tais como Luiz Gonzaga e Lampião. Dado seu enredo, *A história de Lampião Júnior e Maria Bonitinha* de Alves (2009) foi escolhido para pautar o *sertão.bit*. Na obra, a autora utiliza-se da licença poética que textos infantis possibilitam e narra a história de Virgulino Ferreira, o Lampião, em sua infância. O texto faz referência a diferentes situações nas quais Lampião Júnior e sua turma se envolvem em busca de uma solução para o sertão pernambucano sobreviver à profecia de virar mar.

Em *sertão.bit: um livro-jogo de difusão do pensamento computacional*, tal profecia embasa as lições e o leitor deve ajudar Lampião Júnior e sua turma a terem sucesso nessa jornada. Alguns episódios foram adaptados da história original e outros, criados, possibilitando o trabalho com os pilares do pensamento computacional. As lições propostas não se tratam só de programação. Algoritmos embasam algumas delas, mas os demais pilares do pensamento computacional também são explorados. Além disso, boa parte dos exemplos do livro pode ser aplicada na resolução de problemas do dia a dia, tais como encontrar o par de uma meia em um amontoado de meias; localizar uma sala mais rapidamente, em um

[38] A adaptação do enredo e a proposição das atividades foram feitas pela autora desta tese e as ilustrações foram concebidas por Paulo Ricardo B. da Silva, a quem fica registrado os mais sinceros agradecimentos.

conjunto de dezenas de salas; identificar a melhor rota em um trajeto, dentre outros.

Cada desafio apresenta uma situação-problema envolvendo Lampião Júnior. Sugere-se que elas sejam resolvidas na sequência em que estão organizadas, pois o enredo de cada desafio complementa as ideias apresentadas no desafio anterior. À medida em que for lendo o livro, o leitor poderá identificar elementos do folclore, dança e música nacionais. E, no final, poderá expressar sua identidade nessa aventura pelo sertão, escolhendo uma trajetória para criar, dentre as três sugeridas. Esse processo de criação envolve a elaboração de xilogravura[39] e de códigos como expressão de sua criatividade.

Em relação ao formato, optou-se por um livro-jogo pop-up, tendo em vista a importância do brincar para o Ensino Fundamental I, reportada na AMPLIFICA$_{((PC))}$. Um dos livros-jogo usado como referência foi o *The Incredible Math Games Book* (DK Publishing, 2015) que introduz conceitos básicos matemáticos. No contexto da Computação, o *Hello Ruby* (LIUKAS, 2015), o *My First Coding Book* (PROTTSMAN, 2017) e o *Brincar e aprender: Computadores e programação* (USBORNE, 2015) foram analisados. Esses materiais inspiraram a forma de apresentação dos desafios propostos no *sertão.bit,* especialmente aqueles dos níveis mais baixos da cognição incorporada, em que o estudante usa as mãos para interagir com o material e aprender.

Pautado na cognição incorporada, como sugerido pela AMPLIFICA$_{((PC))}$, as atividades do livro-jogo exploram diferentes níveis de incorporação. O livro *per si* possui formato físico e alguns materiais complementares o acompanham, podendo promover uma experiência de aprendizagem mais engajadora, se comparado a livros correlatos dispostos na literatura (KUBICA, 2012; LIUKAS, 2015; BUENO, 2016). Desafios como *A pareia da meia* e *Criaturas do mato* podem ser considerados no segundo nível de incorporação da taxonomia proposta por Johnson-Glenberg *et al.* (2016). Isto porque eles dispõem de manipulativos para o estudante interagir com as mãos e resolver e testar suas soluções. A *Disputa do xaxado*, por outro lado, pode ser enquadrado no quarto nível, o mais alto de incorporação, envolvendo o corpo do aluno na interação com um dos jogos

[39] Xilogravura consiste na arte e técnica de fazer gravuras em relevo sobre madeira. Neste trabalho, é proposto que os estudantes executem a tarefa em isopor ou E.V.A.. A imagem resultante dessa tarefa é usada como plano de fundo de seus projetos Scratch.

implementados. Para tal, com os pés sobre um tapete, ele simula os passos do xaxado[40] a partir de uma sequência apresentada, e observa na tela os resultados da sua ação com os pés.

Em relação à estruturação dos desafios, a progressão Usar-Modificar-Criar (LEE *et al.,* 2011) sugerida pela AMPLIFICA$_{((PC))}$ foi usada. No desafio *Trio Desafinado*, por exemplo, é solicitado que o estudante corrija um erro em uma parte do código. Este erro foi intencionalmente planejado para que o estudante tente abstrair partes irrelevantes do código e foque em estruturas de repetição, conteúdo este que se deseja que ele aprenda nesta etapa do *sertão.bit*.

O livro-jogo proposto tem um formato híbrido, explorando táticas plugadas e desplugadas para implementação das atividades; decisão pautada nos resultados reportados na literatura e descritos no capítulo 3; além da própria abordagem proposta. Levou-se em consideração especialmente o trabalho de Marcu *et al.* (2010) por fundamentar seu estudo em Papert (1980), incluindo manipulação de materiais e tecnologias, e ter obtido resultados satisfatórios com sua experiência. Ainda, boa parte das atividades desplugadas propostas é voltada para a apreensão de conceitos computacionais; enquanto que a tecnologia digital provê novas e distintas experiências com esses conteúdos. Novamente, essa decisão foi pautada na análise da literatura, que provê evidências quanto a esses aspectos (RODRIGUEZ *et al.*,2016; BRACKMANN *et al.,* 2017; RODRIGUEZ *et al.,* 2017; TONBULOĞLU; TONBULOĞLU, 2019).

Indo além do texto, a história é contada também a partir de jogos físicos e digitais implementados no Scratch, explorando assim o potencial das narrativas transmídias e se diferenciando de livros que se propõem a promover o pensamento computacional para crianças. Embora histórias não-lineares possam favorecer a construção de conhecimentos, considerou-se a linearidade dos fatos nessa narrativa e, ao final, é possibilitada ao estudante a oportunidade de contribuir com a proposta. Essa decisão foi pautada em Lytle *et al.* (2019a; 2019b) como forma de apoiar o fazer pedagógico do professor.

Nos estudos, os autores ao avaliarem diferentes formas de interação com o conteúdo e perceberam que quando as atividades inicialmente são abertas à criação, o trabalho docente pode ser dificultado, os alunos podem sentir

[40] Xaxado é uma dança popular brasileira originada no Sertão de Pernambuco.

dificuldades de definir o escopo do projeto e ainda pode criar desafios aos estudantes com menos experiência. Como forma de minimizar esses problemas, eles sugerem uma lista pré-definida de atividades que poderão ser criadas. O *sertão.bit* adota essa estratégia, provendo ao longo da narrativa interações físicas e digitais que apoiam o último desafio e, neste, fornecendo uma lista de projetos com nível de complexidade similar que o aluno poderá escolher criar. Considera-se que a partir dessas, novas histórias poderão ser criadas com os alunos, pautadas no conhecimento da narrativa e dos conceitos computacionais explorados.

Como reportado, no *sertão.bit* são propostos desafios que perpassam do uso à criação. Nesta etapa, é proposto ao estudante formular e testar algoritmos, convertendo-os em código executável no Scratch. Antes, contudo, ele se envolve no processo de criação de uma xilogravura que será usada como cenário para seu projeto. Na proposta, ela aparece como expressão criativa do estudante, podendo tornar o projeto mais significativo para ele, que também tomou a decisão de qual ação programar, dentre as sugeridas para o final da narrativa.

No que diz respeito à escolha do ambiente para apoiar as atividades plugadas do livro, a decisão pelo Scratch foi baseada em revisões sistemáticas de literatura que identificaram que ambientes com suas características são os mais empregados em práticas de pensamento computacional na educação básica (YU; ROQUE, 2019). Por fim, as interações sociais são propiciadas nas atividades propostas no *sertão.bit*, seja na relação professor-aluno, como também aluno-aluno. De modo complementar, *scaffolds* foram planejados como forma de ajudar o estudante na resolução das lições. Tal elemento aparece representado no livro por meio de uma lagartixa (Figura 13), que faz referência a Alan Turing, o pai da Ciência da Computação. Na apresentação do livro é sugerido que, em caso de dúvida, o leitor recorra a esse apoio, acessando a seção chamada “Conselho de Turing” de cada desafio.

Figura 13 – Exemplo de Conselho de Turing

Fonte: Autoria própria

5.2 Estrutura do livro-jogo

O *sertão.bit* começa apresentando um diálogo entre Lampião Júnior e seu avô em um dia chuvoso no sertão pernambucano. Se por um lado aquela chuva trazia gotas de esperança à seca que assolava a região, por outro remetia à profecia de *Padim Ciço do Juazeiro* que disse que, um dia, o sertão iria virar mar. Entre uma conversa e outra e sob a benção de seu avô e proteção de seus santos de devoção, Lampião Júnior decide partir em busca de cumprir sua promessa: evitar que o sertão vire mar. É neste momento que iniciam as lições do livro-jogo e o estudante deve ajudar Lampião Júnior a cumprí-las da maneira mais eficiente. O Quadro 1 apresenta a sumarização dos desafios, destacando seu tipo (desplugado ou plugado) e componentes de pensamento computacional explorados; e, nas subseções seguintes, cada uma deles é detalhado.

Quadro 1 – Visão geral dos desafios do *sertão.bit*

Desafio	**Tipo**	**Componentes Pensamento Computacional**				
		Decomposição	Generalização	Abstração	Pensamento Algorítmico	Avaliação
A pareia da meia		X	X	X	X	X
Trio desafinado		X	X	X	X	X
Um poema para Maria Bonitinha		X	X	X		
Disputa do xaxado			X	X	X	
Mandacaru matemático		X	X	X		X
Criaturas do mato		X	X	X	X	X
Rota do cangaço		X		X	X	X
Repartir para achar		X	X	X		
O labirinto de Lampiãozinho				X	X	X
Salvo pelo algoritmo				X	X	X
Eu autor		X	X	X	X	X

Legenda: *Desplugada* *Plugada*

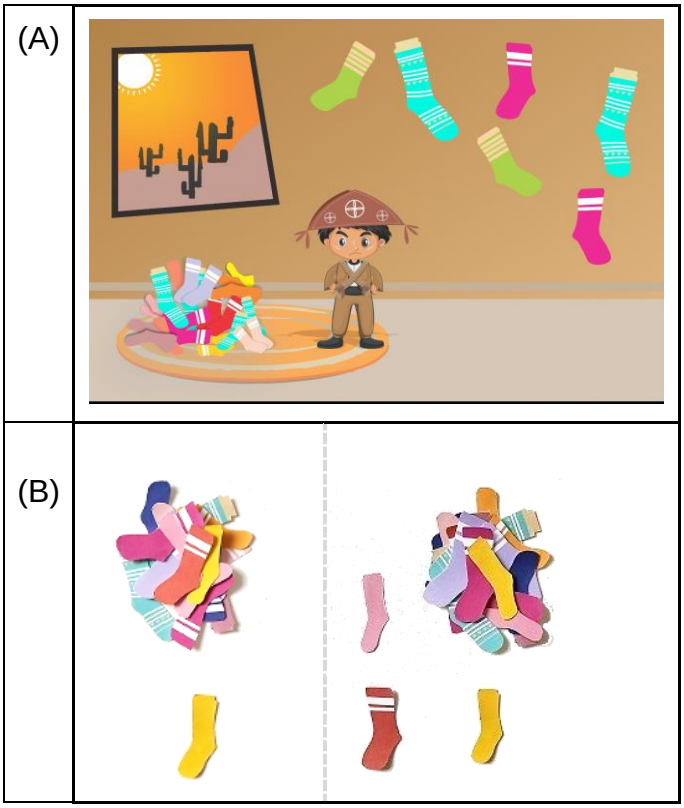
Fonte: Dados da pesquisa

5.2.1 A pareia da meia

No primeiro desafio, intitulado *A pareia da meia*, fala-se que, antes de partir, Lampião Júnior foi ao quarto da casa de seu avô vestir uma roupa confortável para

sair em peregrinação em busca de uma solução para salvar o sertão. Dentre as peças que ele desejava vestir estavam as meias. Ansioso pela partida, o garoto abriu o guarda-roupas, puxou o gaveteiro e derrubou todas as meias no chão. A pilha de meias era formada por diferentes pares e tamanhos. Ali estavam tanto as meias de Lampião Júnior, quanto as de seu avô, tornando a busca e a combinação de pares de meias mais demoradas do que ele imaginava. Uma ilustração desse cenário pode ser vista na Figura 14A.

Figura 14 – A pareia da meia. A) ilustração; B) métodos de resolução



Fonte: Autoria própria

Neste momento é dado ao leitor a missão de ajudar Lampião Júnior a enfrentar a difícil tarefa de combinar, eficientemente, os pares de meias da pilha formada. Não basta escolher e combinar o par de meias que ele irá usar. Como ele derrubou tudo no chão, terá que combinar todos os pares, antes de sua partida, para que seu avô não fique chateado. Segue-se sugerindo que o leitor use as meias recortadas, disponibilizadas junto ao livro-jogo, e faça as combinações de acordo com as cores e tamanhos. Ainda, pede-se que o leitor apresente dois métodos que poderiam ser usados por Lampião Júnior para achar o par de cada meia e que depois avalie os métodos usados e informe qual deles foi mais eficiente.

Nesse desafio, o conceito decomposição é passível de ser explorado, já que

o estudante terá que, a partir de um montante, fazer as combinações de meias par a par. Generalização também pode ser abordado, uma vez que o método aplicado a um par poderá também ser empregado na combinações dos demais pares. Pode-se explorar abstração, uma vez que o estudante deverá ignorar a tarefa de separar meias das demais peças de roupa que ele iria usar. Ainda, algoritmos é outro conceito trabalhado, tendo o estudante que apresentar dois métodos de resolução do problema, combinado à avaliação dos algoritmos por ele definidos.

Baseado em Almossawi (2017), como solução, o estudante poderia apresentar os seguintes métodos, demonstrados também na Figura 14B:

- Método 1: Escolher uma meia da pilha. Tirar outra meia aleatoriamente para ver se combinam. Se sim, colocar as duas juntas ao lado. Se não, colocar a segunda meia de volta à pilha e puxar mais uma aleatoriamente. E assim continuar até encontrar o par correspondente de todas elas.
- Método 2: Escolher uma meia e colocá-la de um lado. Escolher outra meia e compará-la com a primeira. Se corresponder, fazer a combinação. Caso contrário, colocá-la ao lado da outra. E assim por diante, formando os pares por cores e tamanhos.

Se a pilha tiver quatro pares de meias, por exemplo, não haverá tanta diferença entre um método e outro. Contudo, se o número de pares aumentar, o Método 2 pode ser mais rápido, devido à sua dependência da memória: o segundo método mantém uma linha de meias incomparáveis, garantindo assim que Lampião Júnior só encontre uma meia na pilha uma vez; diferente do primeiro método em que ao devolver a meia à pilha ele terá chance de pegar essa meia várias outras vezes. Resolvido o desafio, o leitor está apto à continuação da história e resolução do desafio seguinte.

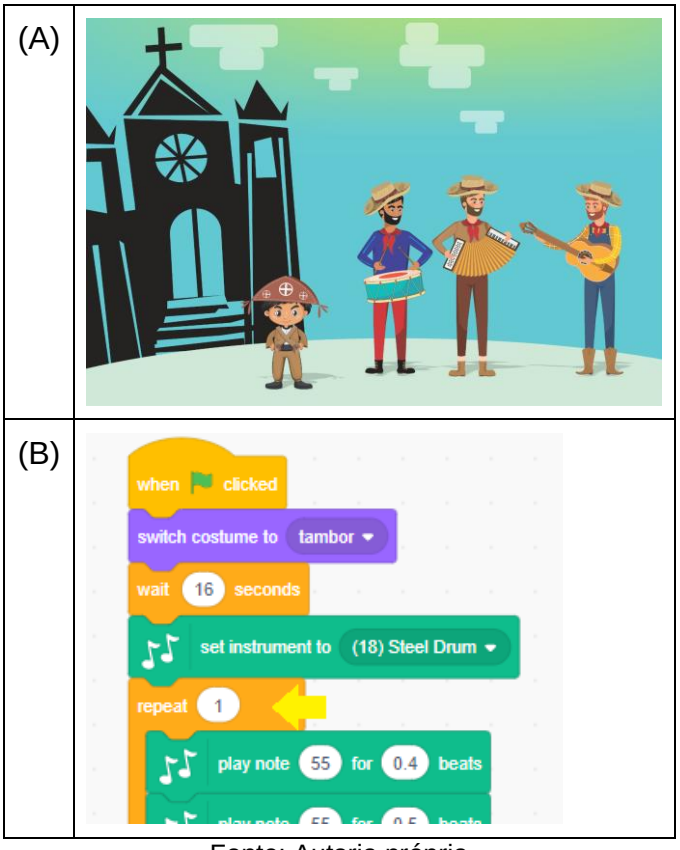
5.2.2 Trio desafinado

No capítulo seguinte Lampiãozinho está em sua jornada, andando sem destino, até que de longe ouve o som de uma música, um forró. Curioso, ele segue o barulho e chega a uma festa onde estavam comemorando a chuva que se aproximava. A grande atração era um trio nordestino que tocava forró de pé de serra, baião, arrasta-pé, xote e xaxado. A música *Asa Branca* começa a ser tocada, até que o trio esquece a canção (Figura 15A). O estudante deve então localizar o

erro em um trecho de código de um projeto Scratch[41] e fazer a correção, de modo que a música seja tocada corretamente. Ao finalizar, sugere-se também que ele otimize o algoritmo usando menos passos para tocar a canção.

Para este desafio, além da narrativa apresentada no livro, é disponibilizado o *link* do projeto *Scratch* que simula a cena descrita, podendo promover a imensão dos estudantes na narrativa em uma nova mídia. Para identificar o erro o estudante deve inicialmente executar o projeto e observar os personagens tocando *Asa Branca*. Ao fazê-lo, poderá perceber que o integrante da banca que toca o tambor executa uma sequência de notas apenas uma vez, enquanto que os demais executam duas vezes, conforme ilustra a Figura 15B.

Figura 15 – Trio desafinado. A) ilustração; B) trecho do código com erro



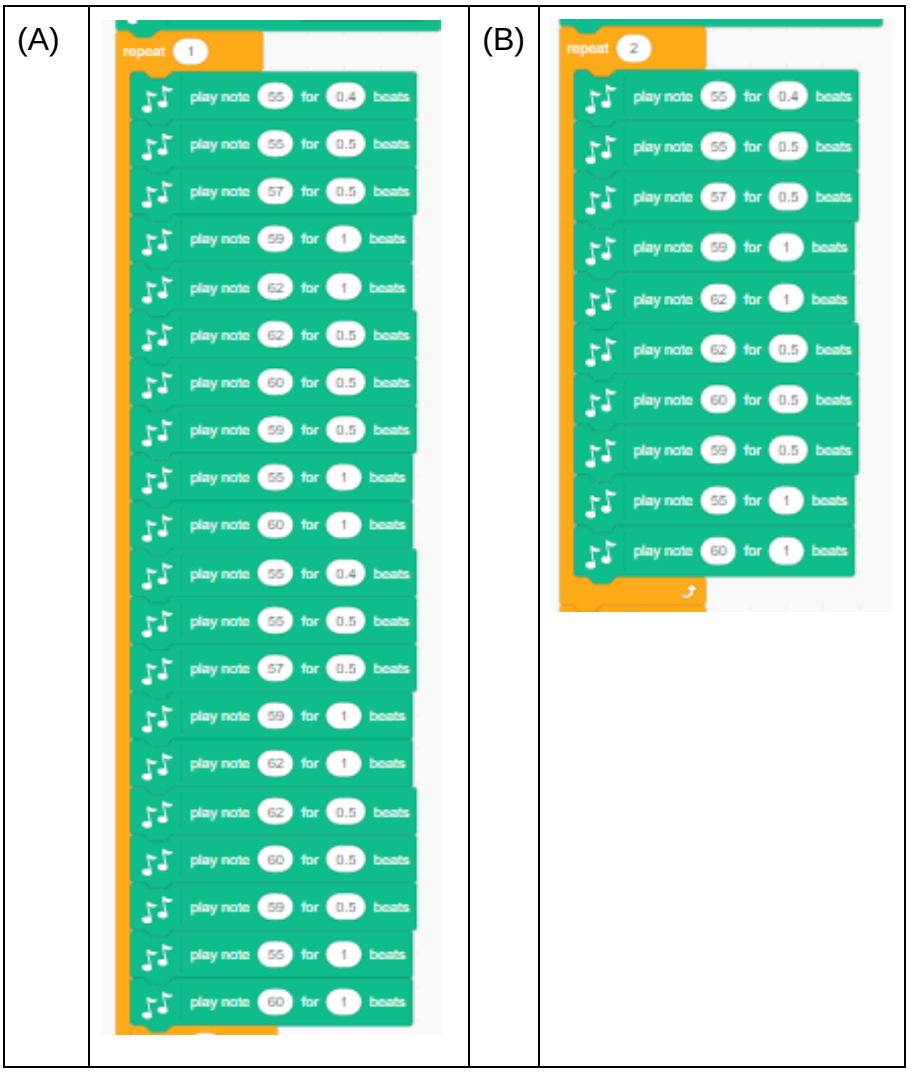
Fonte: Autoria própria

Identificado o erro a partir da observação da animação da cena, o estudante poderá ver o código do projeto, localizar o personagem correspondente e alterar sua sequência musical para repeti-la duas vezes. Para tanto, basta duplicar a sequência de passos que aparece dentro da estrutura de repetição indicada na Figura 15B. Outra solução possível é substituir o número um pelo dois, tornando

[41] https://scratch.mit.edu/projects/336029060/

a solução mais eficiente. As duas opções de resposta são apresentadas nas Figuras 16A e B e poderão ser base para a discussão quanto a reconhecimento de padrões em códigos.

Figura 16 – Trio desafinado - Solução. A) correta; B) correta e otimizada



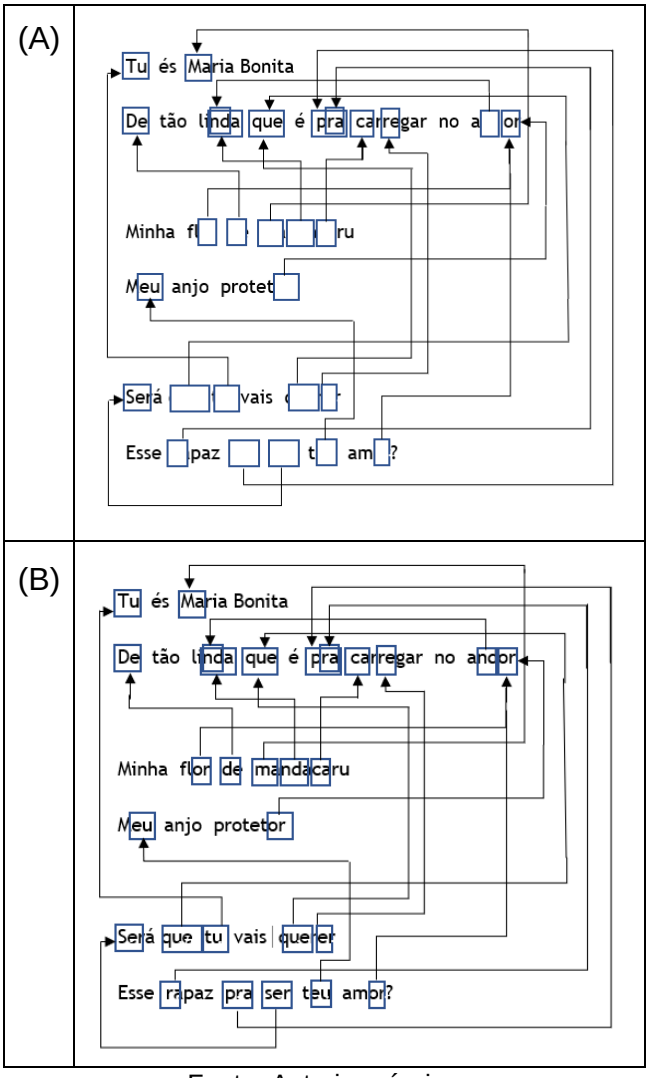
Fonte: Autoria própria

5.2.3 Um poema para Maria Bonitinha

Em meio à festa, Lampiãozinho encanta-se por Maria Bonitinha, aproxima-se dela, ajoelha-se à sua frente e decide recitar um poema, mas ele está incompleto. Neste momento o estudante deve ajudar Lampiãozinho a construir o poema a ser recitado para Maria Bonitinha. Para isso, deve preencher as letras e palavras que faltam para completá-lo corretamente, seguindo as setas demonstradas na Figura 17. Este desafio é baseado na *Compressão de Texto* de Bell *et al.* (2011).

Após finalizar, deve-se elaborar a resposta de Maria Bonitinha a Lampião Júnior. Para isso, o estudante deve fazer uma estrofe de seis versos, onde o segundo, o quarto e o sexto versos rimam entre si, deixando órfãos o primeiro, terceiro e quinto versos. Segundo a Academia Brasileira de Literatura de Cordel (s.d.) essa técnica é chamada de sextilha e percebe-se nela um potencial para se abordar principalmente o reconhecimento de padrões. É sugerido também que o estudante construa seu próprio enigma para o seu colega decifrar o poema criado. Para tanto ele deve: i) identificar padrões de caracteres repetidos em seu texto; ii) eliminar os grupos de dois ou mais caracteres repetidos, exceto o da primeira aparição; iii) no lugar das repetições deixar um retângulo em branco interligado com seta para a parte anterior do texto que deverá ser repetida nesses espaços.

Figura 17 – Um poema para Maria Bonitinha. A) ilustração; B) solução



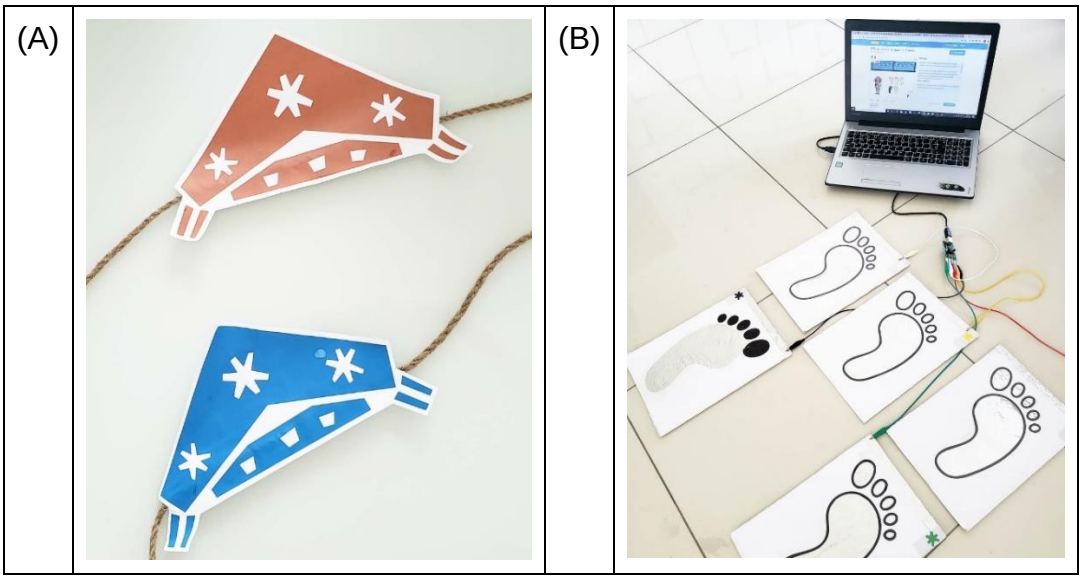
Fonte: Autoria própria

5.2.4 Disputa do xaxado

O desafio quatro, denominado *Disputa do xaxado*, simula um duelo entre Lampião Júnior e Corisquinho, amigo de Maria Bonitinha, onde quem dançar melhor xaxado, ganha. Esta atividade integra recursos físicos e digitais: foi construído um tapete (Figura 18B), como material complementar do livro-jogo, para que o leitor interaja com um projeto *Scratch*[42] por meio de um *kit* que transforma objetos cotidianos em interfaces *touch pads*. A disputa é feita entre dois estudantes: um representa o Lampião Júnior e o outro, o Corisquinho. Cada um deve memorizar a sequência de passos que simula o xaxado, apresentada na tela do computador, e reproduzi-la, movendo seus pés sobre o tapete. Essa proposta é baseada no jogo *Genius* que estimula a memorização de cores e sons. À medida em que vai interagindo e reproduzindo os passos corretamente, vai pontuando. Ganha quem concluir mais níveis.

Nesta tarefa, os estudantes podem ser identificados por chapéus, representando cada um dos personagens (Figura 18A). Para interagir com o projeto *Scratch* criado, foi construído um tapete de baixo custo, com papelão e coberto por papel alumínio que serve como um condutor. A integração do jogo *Scratch* ao tapete está demonstrada na imagem com o *FRANZMakey*, mas o *MakeyMakey* também pode ser usado.

Figura 18 – Disputa do xaxado – Manipulativos. A) chapéu; B) tapete



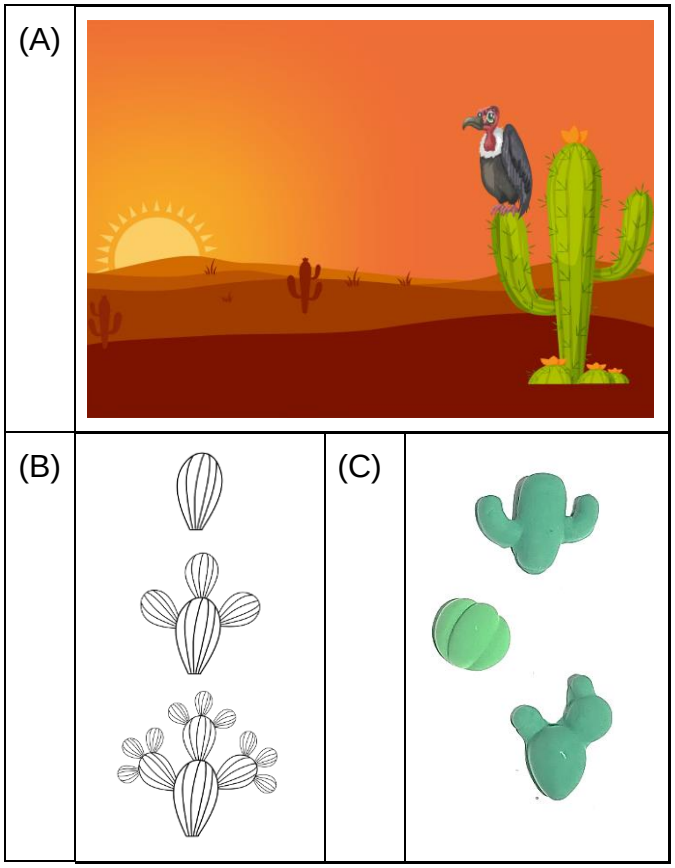
Fonte: Autoria própria

5.2.5 Mandacaru matemático

[42] https://scratch.mit.edu/projects/336386040/

Dentre os personagens da história, está Cacne, um mandacaru. E é a partir dele que o desafio cinco foi construído. É proposto que o leitor observe a imagem de Cacne (Figura 19A) e tente identificar algum padrão em sua forma. Após ser apresentado ao conceito e exemplo de fractal, é proposto também que ele identifique a parte que está se repetindo em outra imagem e que use essa parte, desenhando-a quantas vezes forem necessárias até chegar no resultado demonstrado na Figura 19B.

Figura 19 – Mandacaru matemático. A) ilustração; B) solução; C) manipulativos



Fonte: Autoria própria

Caso os alunos tenham dificuldade de abstrair os elementos do desenho original e focar essencialmente no formato de Cacne, sugere-se o uso dos manipulativos do livro (Figura 19C), demonstrando outros formatos de cacto e solicitando também a identificação das partes que se repetem. Feito isso, dar seguimento com a atividade proposta com o personagem Cacne.

5.2.6 Criaturas do mato

O desafio seis (Figura 20A) requer a análise, identificação de padrões e criação de algoritmos para formação de criaturas do mato (saci pererê, mula sem cabeça, lobisomem e curupira). Em um primeiro momento é solicitado que o aluno analise os bichos da mata e identifique o que todos eles têm em comum. Após, ele deve criar uma lista de instruções que podem ser usadas para recriar cada um deles. Para tanto, poderá usar um dos formatos sugeridos, como “Desenhe uma cabeça X; Desenhe um tronco e membros superiores X; Desenhe membros inferiores X”, onde X representa o nome do membro do corpo associado a determinado personagem. Junto à atividade há um catálogo com as nomenclaturas de cada membro para ajudar o aluno na criação desses algoritmos. Além disso, há cartões com uma breve descrição de cada um dos personagens. E, para executar os algoritmos criados o aluno pode usar os cartões de transparência que contém os membros do corpo de cada bicho, conforme ilustrado na Figura 20B.

Figura 20 – Criaturas da mata. A) ilustração; B) manipulativos

(A)

(B)

Fonte: Autoria própria

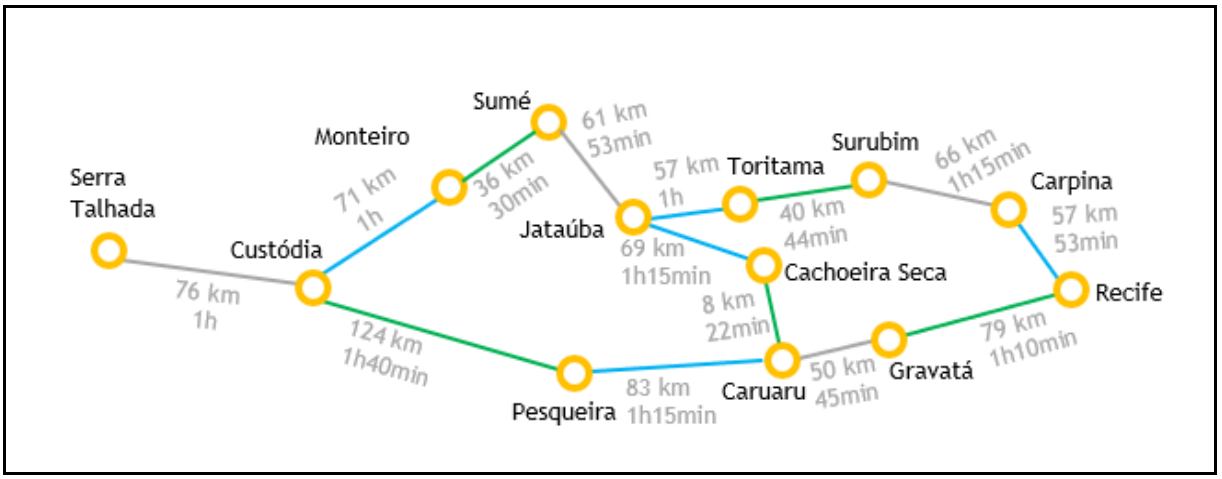
Ao finalizar, é sugerido que o estudante crie o seu próprio bicho da mata. Para tanto, ele pode usar os cartões de transparência fazendo combinações com membros de corpo de vários bichos, criando um personagem único. Depois,

sugere-se que ele descreva a sequência de instruções necessária para formar a criatura por ele criada. Em seguida, forneça o algoritmo para que seu colega monte o seu bicho da mata. Ao final, ele deve verificar se o desenho que o colega formou é igual ao que você havia proposto.

5.2.7 Rota do cangaço

O desafio sete aborda a identificação do melhor trajeto entre Serra Talhada e Recife, conduzindo Lampião Júnior e sua turma ao escritório de um político. Há diferentes rotas entre essas cidades. O mapa ilustrado na Figura 21 mostra as estações rodoviárias e conexões existentes entre elas. Ele também indica quantos quilômetros e tempo são necessários para chegar de uma estação à outra. O aluno deverá ajudar os aventureiros a chegarem na terra do político percorrendo o trajeto em um menor tempo possível. Deverá então representar o melhor e o pior trajetos usando as cores que interligam as cidades.

Figura 21 – Rota do cangaço



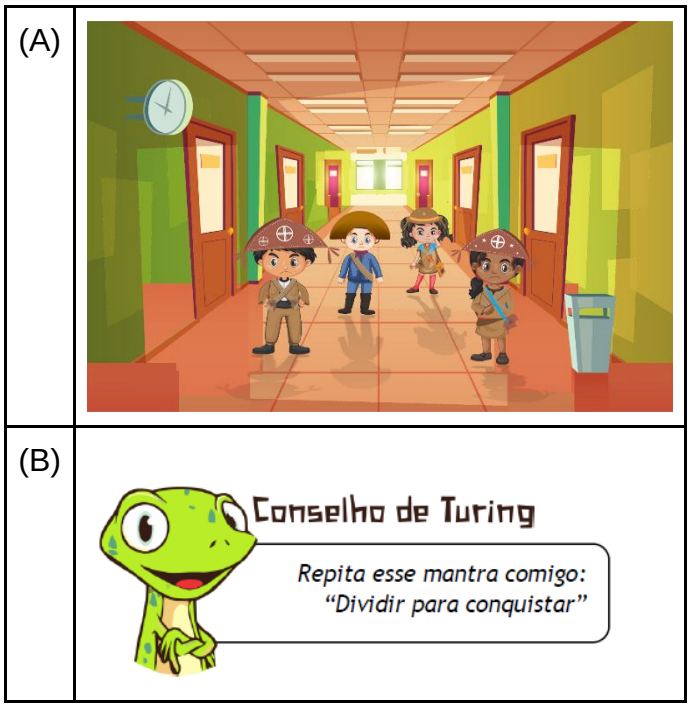
Fonte: Autoria própria

5.2.8 Repartir para achar

O desafio oito (Figura 22) considera que os aventureiros já chegaram em Recife e estão à procura do escritório de um político, com quem buscam conversar para resolver o problema da seca no sertão. Depois de algumas horas de andança, chegam ao prédio. Além da recepção, o prédio continha 100 salas enumeradas de 1 a 100 e organizadas em ordem alfabética de acordo com o nome do político. O alfabeto tem 26 letras. No prédio, há quatro salas para cada letra, exceto para H,

K, W e Y que possuem três salas, cada. As três primeiras salas de cada letra que possui quatro salas são de políticos com nome simples. A quarta é de político com nome composto. Somente Lampiãozinho foi liberado para falar com Logaritmo Fernandes, o político que eles tanto procuraram. Ao aluno é proposto ajudar o pequeno aventureiro a localizar a sala do político, indicando qual método ele pode usar para encontrar a sala mais rapidamente.

Figura 22 – Repartir para achar. A) ilustração; B) conselho de Turing



Fonte: Autoria própria

Uma solução possível é ir dividindo as possibilidades por dois, eliminando intervalos fora do eixo buscado. Nesse caso, inicialmente Lampiãozinho pode ir até a sala 50, verificar qual a letra correspondente e seguir para a direção maior ou menor a esse número. O 50 equilave a quarta sala iniciada com a letra M. Como L fica em uma posição anterior à M, seguir para o valor central do intervalo menor, entre 1 e 49, que pode ser 25. Este número é da primeira sala com a letra G. Tendo em vista que no alfabeto L aparece após a letra G, deve-se verificar o intervalo seguinte, entre 26 e 49. Novamente, verificar o valor central e comparar. A sala 37 corresponde à segunda sala da letra J. Segue-se analisando, desta vez entre 38 e 49. Escolhendo o 44 como valor central chega-se à segunda sala da letra L. O problema dizia que a quarta sala de cada letra corresponde aos nomes compostos. Como estamos buscando por Logaritmo Fernandes, basta adicionar 2 à última

posição analisada: 44 + 2 = 46. Esta é a sala do político. Seguinto esse método, em cinco tentativas é possível chegar à sala sem ter que percorrer todas as cem.

5.2.9 O labirinto de Lampiãozinho

De volta ao sertão, após falar com o político e receber promessas de solução para a seca do sertão, Lampião Júnior e seu bando precisavam também falar com o povo da região, pois sem esse apoio o causo não tinha solução. Primeiro reencontraram Cacne e Carniça, com quem compartilharam suas aventuras pela cidade grande. De lá seguiram para a fazenda de Demerval e dona Diolinda. Ao contrário do povo da região, eles podiam apreciar o verde de suas terras, o poço e o açude, cheios de água, que era só deles.

O desejo de Lampião Júnior e seus amigos era falar umas verdades para esse casal, pois não adiantava todo mundo ajudar e eles, que eram dali, não darem uma mãozinha. A fazenda de Demerval e dona Diolinda era cercada de capangas, o que tornava mais difícil o acesso de Lampiãozinho e seu bando. Um deles então teve a ideia de se disfarçar para entrar lá sem ser visto. E Carniça sugere que eles se disfarcem de folha.

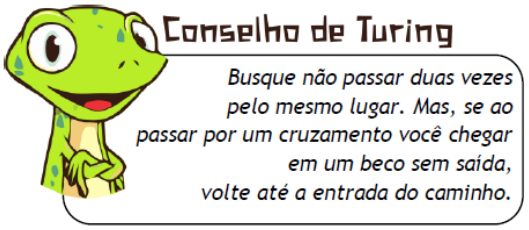
Os aventureiros topam a proposta e seguem para a fazenda disfarçados. Lampiãozinho segue em direção ao poço da fazenda, mas há capangas pelo caminho. É neste momento que um novo desafio é apresentado: ajudar o herói a cruzar o labirinto (Figura 23) sem ser identificado e refletir sobre as estratégias que podem ser usadas por ele para ter sucesso nessa empreitada.

Embora atividades como labirinto pareçam simples, há diferentes estratégias que podem ajudar a achar a saída. Almossawi (2017) discute três: i) caminhar pelas passagens, fazendo curvas aleatórias até encontrar o caminho; ii) manter a mão direita na parede e seguir a parede, movendo-se o tempo todo apenas para a direita; iii) pegar um fio e desenrolá-lo enquanto se move pelo labirinto. Se chegar em um beco sem saída (tronco ou capanga) ou se deparar com um fio desenrolado, virar, caminhar até a última curva que cruzou e seguir um caminho diferente.

Figura 23 – O labirinto de Lampiãozinho. A) ilustração; B) conselho de Turing

(A)

(B)

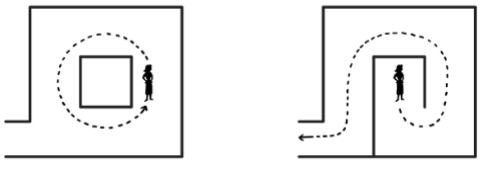


Fonte: Autoria própria

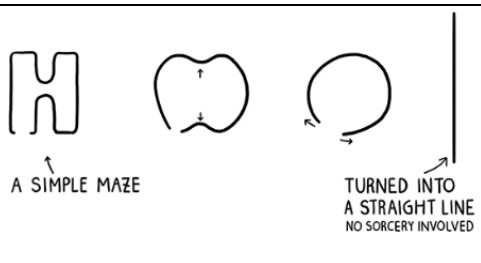
Usando o método um, a saída do labirinto pode ser mais lenta, uma vez que ele é pautado em uma caminhada aleatória, indo de um lugar para outro até que por acaso se depara com o poço. O método dois é mais interessante, embora simples. Seguir a parede com uma mão pode levar a uma saída, porque se reorganizar as paredes de um labirinto, poderá ter-se em uma linha reta. Assim, pode-se pensar em um labirinto como sendo um pedaço de corda, onde caminhar de uma ponta a outra levará à outra ponta, conforme ilustra a Figura 24A.

Figura 24 – Labirinto. A) com; sem B) paredes com conexão externa

(A)



(B)



Fonte: Almossawi (2017)

Embora seja mais rápido que o primeiro método descrito, o principal

problema do método dois é que ele não funciona se o labirinto tiver paredes que não estão conectadas direta ou indiretamente à parede externa, como a ilustrada na Figura 24B. Assim esse método seguidor de parede ou regra do lado direito pode não levar ao resultado desejado.

Outra estratégia que pode ser adotada é voltar sempre que se chegar a um beco sem saída e tentar um caminho diferente. A capacidade de voltar aos cruzamentos e tentar uma rota mais promissora garante que Lampiãozinho encontre uma saída. Essa estratégia é conhecida como Algoritmo de *Tremaux*, é mais rápido que o método um é capaz de lidar com *loops* de labirinto, diferente do método dois. Almossawi (2017) reporta que há pesquisas que sugerem que formigas podem usar uma maneira de retroceder para se recuperar de uma trilha quebrada, algo similar ao método três descrito. Outros exemplos incluem aplicativos que podem informar a melhor maneira de se dirigir da sua casa para o trabalho, como o *OpenStreetMap*; e sites que sabem quem são seus amigos, como o *Facebook*, e podem predizer quem mais você provavelmente conhecerá.

5.2.10 Salvo pelo algoritmo

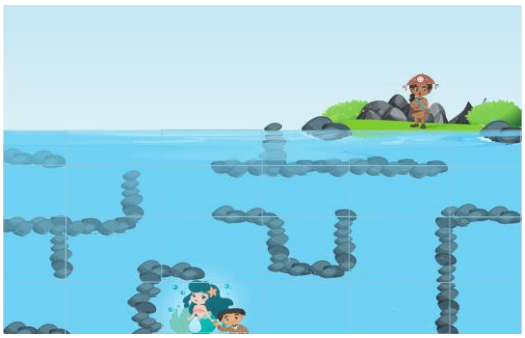
Ao se aproximar do açude da fazenda de Demerval e dona Diolinda, Lampiãozinho se livra do disfarce de folhas e começa a gritar alto os nomes dos bichos da floresta, dizendo que todos eles podem vir, pois o açude é de todos. Ele, entusiasmado, pula no açude. Maria Bonitinha, ao ver a cena, pede para ele ter cuidado. Alguns minutos se passaram e ele não voltou. Todos estavam apreensivos até que o Saci diz que somente a Iara poderia ajudar. E a Mula-sem-cabeça complementa dizendo que ninguém pode vê-la, senão morre. Maria Bonitinha, corajosa, queria resolver a situação, começa seu pedido e do fundo do açude foi aparecendo a Iara. O açude, porém, é repleto de obstáculos.

Aqui o leitor deve ajudar Iara a nadar até a borda, levando Lampiãozinho até Maria Bonitinha (Figura 25). Para tal, são disponibilizados manipulativos para este desafio: o dado traz um conjunto de ações que deverá ser executado. São elas: nadar para cima, para baixo, para esquerda e para direita. Se sair flor de mandacaru, o aluno escolhe a ação que deseja seguir. Caso saia o pente, remetendo a Lampiãozinho penteando o cabelo de Iara, permanece no local. Além do dado, há uma moeda onde cada face se refere ao número de repetições da

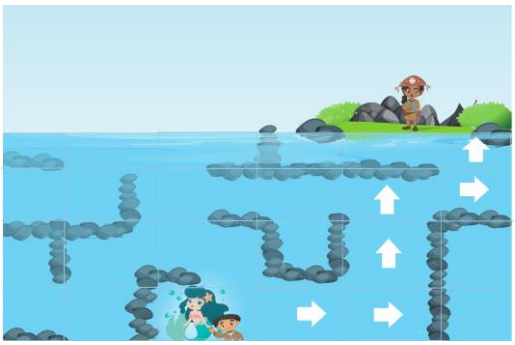
ação. Há também as setas para registrar o caminho até a borda do açude.

Figura 25 – Salvo pelo algoritmo. A) ilustração; B) solução; C) manipulativos

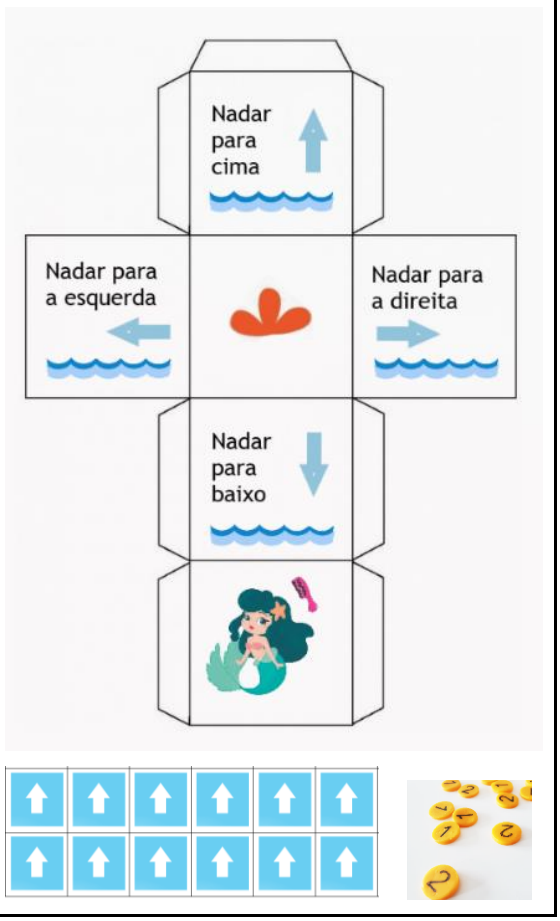
(A)



(B)



(C)



Fonte: Autoria própria

Para uma melhor compreensão, pode-se considerar este exemplo: se sair nadar para cima no dado e o número 1 na moeda, deve-se pegar uma seta e posicioná-la sobre a grade representando tal ação. Se houver pedra no caminho que impeça a ação, deve-se permanecer no local e fazer outra jogada. É sugerido ao estudante que registre as ações no papel. Depois, proponha um algoritmo de saída e compare-o com o seguido antes, informando qual é o mais eficiente.

5.2.11 Eu autor

Por fim, no capítulo 11, intitulado *Eu autor*, os personagens estão comemorando o sertão florido e ensolarado. Ainda não era a hora do sertão virar mar. A atividade que segue propõe que o leitor contribuia com a história. Para tanto, ele deve escolher uma das promessas feitas pelo político a Lampião Júnior e programar sua execução no *Scratch*. Antes disso, contudo, ele deve definir o enredo da cena, planejar ações que devem ser feitas em seu projeto *Scratch*, criar um cenário usando xilogravura em isopor ou E.V.A. para servir como plano de fundo do projeto e dar vida à história codificando as ações planejadas.

As promessas feitas pelo político foram as seguintes: construir poços artesianos na região, irrigar as terras e levar sementes para plantação. As interações no *Scratch* providas pelos desafios anteriores podem servir como apoio à construção dos projetos deste capítulo. Isto porque conceitos como sequência, evento e estruturas de repetição foram explorados em níveis de engajamento como usar e modificar, para apoiar a prática criar possibilitada nesta tarefa.

6 VIVÊNCIAS E DIÁLOGOS NA ESCOLA

A hipótese que conduz este estudo trata da promoção do pensamento computacional no ensino fundamental por meio da abordagem AMPLIFICA$_{((PC))}$ instanciada pelo *sertão.bit*. Para validá-la duas versões das atividades foram produzidas, sendo uma ancorada em uma atividades híbridas, conforme proposição, e outra pautada em desplugadas para fins de comparação. Considerando essas configurações, em uma das atividades o nível de incorporação se elevou, podendo repercutir sobre os resultados do estudo.

Um quase-experimento foi realizado com estudantes do 5º ano do ensino fundamental. Para a elaboração e organização deste estudo, considerou-se as fases de experimentação descritas em Travassos *et al.* (2002), a qual é pautada na abordagem *Goal/Question/Metric* (GQM) (VAN SOLINGEN; BERGHOUT, 1999). De forma complementar, foram combinados diários de autorreflexão, o questionário *Self Assessment Manikin* (SAM), observação e grupo focal para confirmar e elucidar o significado dos resultados obtidos com o pré e o pós-teste.

6.1 Definição do experimento

A definição é a primeira fase onde o experimento é expresso em termos de problemas e objetivos. Nesta pesquisa, eles foram organizados como segue.

6.1.1 Objetivo global

Definir se a abordagem AMPLIFICA$_{((PC))}$ contribui para o desenvolvimento do pensamento computacional em estudantes do ensino fundamental.

6.1.2 Objetivo da medição

Pretende-se caracterizar o impacto da AMPLIFICA$_{((PC))}$ no desenvolvimento do pensamento computacional. E, de forma complementar, analisar a satisfação dos estudantes com as atividades didáticas propostas no *sertão.bit*.

6.1.3 Objetivo do estudo

Analisar a abordagem pedagógica AMPLIFICA((PC))

Com o propósito de caracterizá-la

Com respeito à contribuição ao desenvolvimento do pensamento computacional

Do ponto de vista de estudantes do 5º ano do ensino fundamental

No contexto de uma oficina sobre pensamento computacional que introduz conceitos da área por meio do *sertão.bit*.

6.1.4 Questões e métricas

Em relação às questões e métricas, elas foram definidas da seguinte forma:

- **Q1**: Houve melhoria no desempenho em pensamento computacional?
    - **Métrica**: Desempenho obtido pelos estudantes no pré e no pós-teste, os quais avaliaram os pilares Decomposição, Generalização, Abstração, Pensamento Algorítmico e Avaliação. As questões que compunham tais testes foram extraídas do Desafio Internacional de Informática e Pensamento Computacional, o Bebras (DAGIENĖ, 2006), considerando três níveis de dificuldade: fácil, intermediário e difícil. De forma complementar, as observações, o grupo focal e os relatos dos estudantes no diário de autorreflexão são usados para elucidar os resultados.

- **Q2**: Como os estudantes se sentem ao interagirem com as atividades do *sertão.bit*?
    - **Métrica**: Resultado obtido com o questionário *Self Assessment Manikin* (SAM), que avalia o estado afetivo nas dimensões satisfação, motivação e controle. Esse instrumento é pictográfico, o que o torna acessível para pessoas com baixa capacidade de alfabetização, incluindo crianças e idosos. A versão do SAM usada nesta pesquisa foi a proposta por Hayashi *et al.* (2016), que fez modificações da versão original após seu uso com crianças, tornando-o mais atrativo e fácil de entender. Adicionalmente são considerados os relatos do diário de autorreflexão, bem como as observações feitas e as

entrevistas em formato de grupo focal.

6.2 Planejamento

Nesta fase o projeto do experimento é determinado. Assim, as hipóteses são formuladas, o contexto é selecionado, bem como os participantes e variáveis do estudo.

6.2.1 Definição das hipóteses

Duas hipóteses nulas e alternativas foram definidas para as duas questões de pesquisa norteadoras deste experimento.

Para a Q1:

- Hipótese Nula ($H0_1$): O desempenho médio dos estudantes que utilizaram a abordagem $AMPLIFICA_{((PC))}$ suportada por atividades híbridas é igual ao obtido pelos estudantes que estudaram com tal abordagem apoiada por atividades desplugadas.
- Hipótese Alternativa ($H1_1$): O desempenho médio dos estudantes que utilizaram a abordagem $AMPLIFICA_{((PC))}$ suportada por atividades híbridas é melhor do que o obtido pelos estudantes que estudaram com tal abordagem apoiada por atividades desplugadas.

Para a Q2:

- Hipótese Nula ($H0_2$): O resultado médio do estado afetivo dos estudantes que utilizaram a abordagem $AMPLIFICA_{((PC))}$ suportada por atividades híbridas é igual ao obtido pelos estudantes que estudaram com tal abordagem apoiada por atividades desplugadas.
- Hipótese Alternativa ($H1_2$): O resultado médio do estado afetivo dos estudantes que utilizaram a abordagem $AMPLIFICA_{((PC))}$ suportada por atividades híbridas é melhor se comparado ao obtido pelos estudantes que estudaram com tal abordagem apoiada por atividades desplugadas.

6.2.2 Contexto e participantes

O estudo foi realizado na Unidade de Tecnologia na Educação para a Cidadania (UTEC) Alto Santa Terezinha, situada no Centro Comunitário da Paz (Compaz) Governador Eduardo Campos. O Compaz foi concebido em um contexto singular, com foco na prevenção à violência, inclusão social e fortalecimento comunitário. As UTECs , por sua vez, são mantidas pela Secretaria de Educação do Recife e distribuídas em diferentes regiões da cidade oferecendo à população e a estudantes da Rede Municipal de Ensino cursos e oficinas na área de tecnologia.

Para esta pesquisa, uma oficina sobre pensamento computacional foi ofertada na UTEC mencionada, atendendo uma das escolas municipais de seu entorno. Duas turmas do 5º ano compuseram a população do estudo, as quais eram formadas por 24 estudantes, cada. Não foi possível a atribuição aleatória dos participantes aos grupos controle e experimental. Desse modo, um quase-experimento foi realizado, ao invés de um experimento, caso frequente de ocorrer no contexto educacional devido a questões éticas e operacionais envolvidas na intervenção didática (SHADISH *et al.*, 2002). Assim, a turma da manhã foi considerada o grupo controle, enquanto a da tarde, o experimental. Em ambas as turmas a oficina foi conduzida pela autora deste trabalho. Nos Apêndices A e B é possível consultar, respectivamente, a carta de apresentação à escola, como também o termo de consentimento livre e esclarecido.

6.2.3 Variáveis

Variável independente (1): desempenho dos estudantes em Decomposição, Generalização, Abstração, Pensamento Algorítmico e Avaliação obtido no pré e pós-teste. Adicionalmente, são considerados o diário de autorreflexão, o grupo focal e as observações.

Variável dependente (1): desenvolvimento do pensamento computacional.

Variável independente (2): resultado médio do questionário SAM nas dimensões satisfação, motivação e controle. De forma complementar, os relatos do diário de autorreflexão, as observações e as entrevistas (grupo focal) também

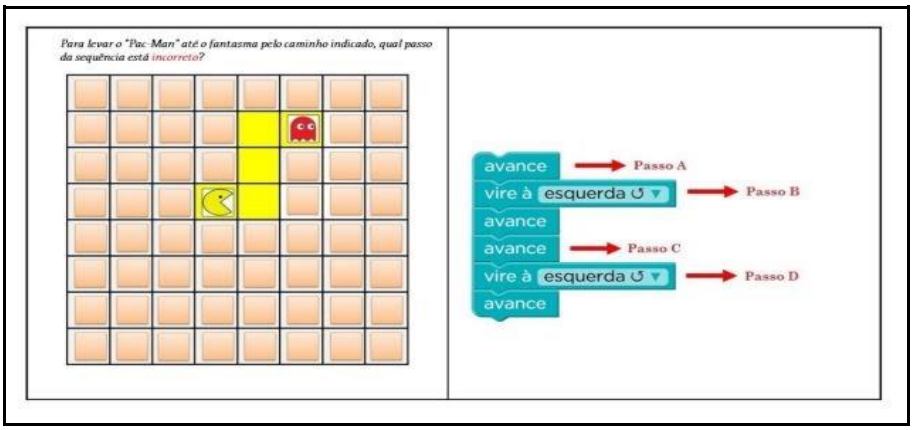
são considerados.

Variável dependente (2): estado afetivo na interação com as atividades do *sertão.bit*.

6.3 Execução

Nesta fase os dados são coletados para serem analisados e avaliados na fase de análise e interpretação. Nesta pesquisa, o quase-experimento ocorreu em dezembro de 2019. Inicialmente, em um estudo preliminar, foi avaliada a adequação do Teste de Pensamento Computacional proposto por Román-González (2016) para o público-alvo investigado, o 5º ano do ensino fundamental. Nove estudantes com idade variando entre 10 e 13 anos estavam presentes, dos quais sete submeteram suas respostas às questões propostas no referido teste. Cada pergunta possui quatro opções de resposta das quais apenas uma é correta. Antes do teste em si, três exemplos são apresentados com suas respectivas respostas e o estudante deve marcá-las no questionário demonstrando entendimento sobre o seu funcionamento. Em seguida, 28 questões que avaliam o pensamento computacional são apresentadas em sete páginas com quatro perguntas em cada uma delas e o estudante deve respondê-las em até 45 minutos. Um exemplo de pergunta é exibida na Figura 26.

Figura 26 – Exemplo de pergunta do Teste de Pensamento Computacional



Fonte: Román-González (2016) – Traduzido por Brackmann (2017)

Durante o estudo piloto alguns estudantes declararam não estar entendendo o que a questão pedia. Outros, demonstraram impaciência, perguntando quantas questões ainda restavam. Embora a sintaxe apresentada

nos exemplos fosse usada também nas questões propostas, havia dificuldade na compreensão dos comandos, tais como os apresentados na Figura 26. Isto pode ter ocorrido devido a falta de conhecimento prévio em linguagem de programação visual como o *Scratch*. Analisando as respostas dadas ao teste, identificou-se também que mesmo os três exemplos apontando a resposta correta, dois deles tiveram respostas incorretas assinaladas pelos estudantes. Por estes motivos decidiu-se optar por outro teste para avaliar o desenvolvimento do pensamento computacional, o Bebras.

Bebras (DAGIENĖ, 2006) é uma desafio internacional que visa promover a Ciência da Computação entre estudantes de todas as idades. A ideia surgiu na Lituânia e atualmente diversos países aderiram à iniciativa. Para o pré e o pós-teste nove questões foram selecionadas, contemplando os pilares do pensamento computacional e estruturadas em diferentes níveis, conforme Quadro 2.

Quadro 2 – Visão geral das questões do pré e pós-teste

QUESTÃO			**PILARES PENSAMENTO COMPUTACIONAL**				
			Decomposição	Generalização	Abstração	Pensamento Algorítmico	Avaliação
FÁCIL	1	Sorvete		X	X		
	2	Pulseira mágica	X	X			
	3	Apenas nove teclas	X			X	
INTERMED	4	Jogo da velha			X	X	
	5	Selecione uma imagem	X			X	
	6	Animação	X	X	X		X
DIFÍCIL	7	Ponto de ônibus	X				X
	8	Campo de flores			X		X
	9	Registro de arte		X	X	X	X

Fonte: Dados da pesquisa

No primeiro encontro com os grupos controle e experimental, a proposta da pesquisa foi apresentada e perguntas foram feitas para identificar o perfil das turmas e seu conhecimento prévio sobre pensamento computacional. Após, foi realizado o pré-teste. Tendo em vista as configurações de cursos que são

ofertados nas UTEC, optou-se por um formato mais lúdico para realização do pré e do pós-teste, buscando garantir a participação do maior número de alunos. Para tanto, fez-se uso do *Plickers*[43], uma ferramenta para administração de testes. Ele possibilita recolher informações dos alunos em tempo real, não sendo necessário que todos tenham celulares ou *tablets*, uma vez que trabalha com cartões impressos que são lidos pelo *tablet* ou *smartphone* do professor. Cada aluno é cadastrado na plataforma e recebe um cartão único. É por meio da posição dos cartões que os alunos mostram ao professor sua resposta para leitura via *app*, dificultando que a resposta de um seja influenciada pela do colega. A Figura 27 mostra um dos momentos em que os cartões estão sendo expostos pelos alunos para leitura de suas respostas em uma atividade.

Figura 27 – Estudantes com seus cartões Plickers

Fonte: Autoria própria

Na etapa de intervenção, os desafios do *sertão.bit* foram trabalhados com ambas as turmas. Para tanto, os livros pop-up foram confeccionados manualmente para distribuição a cada aluno. A Figura 28 demonstra interações dos estudantes com os materiais.

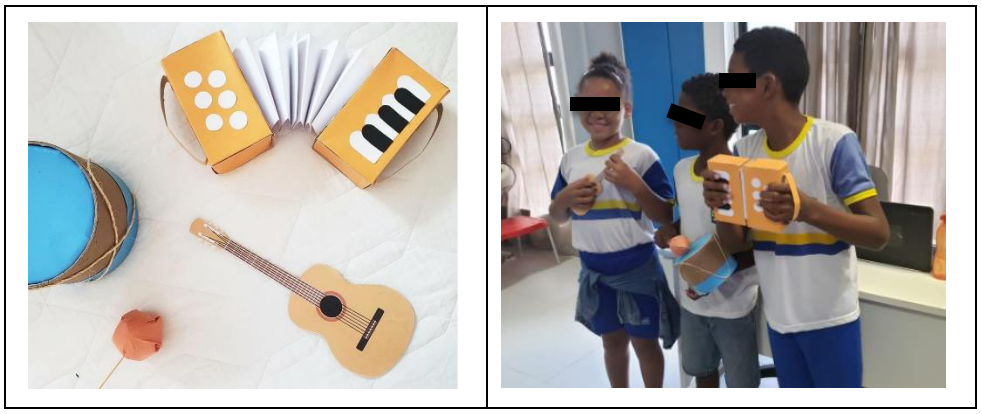
Figura 28 – Estudantes interagindo com o *sertão.bit*

Fonte: Autoria própria

[43] https://www.plickers.com/

No grupo controle, os desafios *Trio desafinado*, *Disputa do xaxado* e *Eu autor* foram modificados para serem executos sem o uso de recursos tecnológicos. A versão plugada do *Trio desafinado* requer que o aluno identifique e corrija o erro de um projeto *Scratch* no qual um trio toca a música *Asa Branca*. Na versão desplugada, a mesma atividade foi proposta, no entanto, os alunos simularam o trio nordestino. Para tanto, três deles se voluntariaram, receberam instrumentos musicais feitos com material de baixo custo (Figura 29) e foram orientados quanto a como interagir com os instrumentos para passar a impressão de erro pelo que toca o tambor, como ocorre no projeto *Scratch*. Sob a perspectiva da cognição incorporada, o nível de incorporação aumentou, uma vez que há uma maior interação com o corpo, se comparada à interação do projeto via computador.

Figura 29 – Versão desplugada do Trio desafinado



Fonte: Autoria própria

Na disputa do xaxado, não se considera que houve uma aumento da incorporação na atividade desplugada, uma vez que em ambas as turmas o tapete foi usado; embora um novo elemento de participação tenha sido inserido. Enquanto que na versão plugada o projeto *Scratch* apresenta quais passos devem ser reproduzidos sobre o tapete; na desplugada, a sequência de passos foi dada pela autora desta tese. Outro dado que merece ser mencionado é sobre o *feedback*. Com a versão plugada, na ocorrência de erro, uma mensagem é exibida da tela do computador. Na desplugada, esse *feedback* é dado pelo professor. A Figura 30 mostra a interação dos alunos com esse desafio em suas duas versões.

Em ambas as turmas, devido a atividades da escola com a aproximação do fim do ano letivo, não foi possível executar o desafio *Eu autor* como inicialmente planejado. Desejava-se que os alunos escolhessem o tema do projeto a ser criado,

dentre as três promessas feitas pelo político a Lampião Júnior. Dado o tempo para operacionalização dessa tarefa, optou-se por um tema a ser implementado por todos nas versões plugada e desplugada: construir poços artesianos. Em ambos os grupos, esse tema orientou a criação das xilogravuras (Figura 31) e projetos.

Figura 30 – Disputa do xaxado. A) desplugada; B) plugada

(A)

(B)

Fonte: Autoria própria

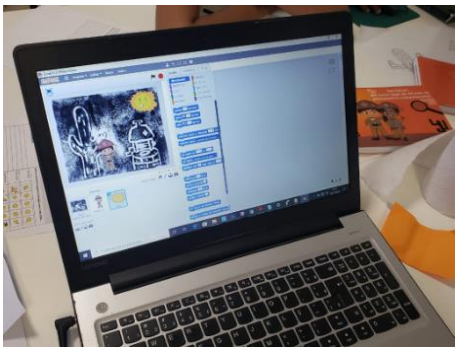
Figura 31 – Estudante criando uma xilogravura

Fonte: Autoria própria

Em *Eu autor*, para os projetos do grupo controle, usou-se como palco um pedaço de isolor onde os elementos e personagens eram adicionados a ele, fixados por um pedaço de palito, tais como o demonstrado na Figura 32A. Os alunos deveriam escrever as instruções necessárias para os eventos ocorrerem, considerando uma lista pré-prefinida de blocos, similar aos do *Scratch*. No grupo experimental, a atividade foi realizada na própria ferramenta (Figura 32B). Considera-se que não houve um aumento do nível de incorporação entre uma

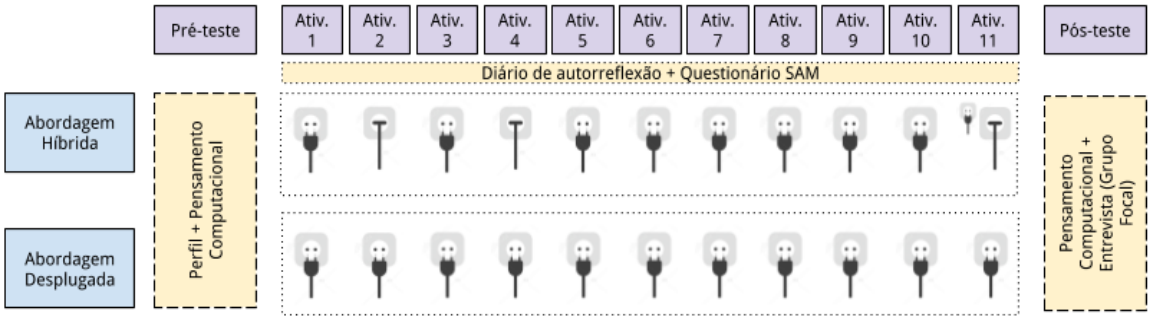
atividade e outra, uma vez que após criar as xilogravuras, ambos usaram as maõs para manipular e criar o projeto proposto.

Figura 32 – Eu autor. A) desplugada e B) plugada

(A)		(B)	
			

A Figura 33 exibe a configuração do experimento, quanto ao tipo de atividade trabalhada e aos instrumentos de coleta de dados usados. Para cada atividade, incluindo os testes, foram reservados 50 minutos, exceto para a 11 que foi executada em duas aulas de 50 minutos. No total, a experiência foi vivenciada em 14 aulas de 50 minutos, distribuídos em quatro encontros por turma. Para cada atividade foi solicitado que os alunos expressassem o que aprenderam, como também sua satisfação na realização da tarefa. O instrumento para coleta desses dados é exemplificado na Figura 34. Ao final, o pós-teste foi aplicado, alterando a ordem, dentro de cada nível, das questões contempladas no pré-teste. Ainda, foi feita uma entrevista em cada turma, em forma de grupo focal, visando captar mais elementos sobre a experiência vivenciada.

Figura 33 – Configuração do experimento



Fonte: Autoria própria

Figura 34 – Diário de autorreflexão e SAM

Fonte: Autoria própria

6.4 Análise e síntese dos resultados

Nesta fase, os dados coletados são analisados, fornecendo conclusões sobre a possibilidade de rejeição das hipóteses nulas. Nesta seção, inicialmente o perfil dos participantes será apresentado seguido dos resultados obtidos com as intervenções didáticas.

6.4.1 Perfil dos participantes

Embora 24 estudantes integrassem cada turma, 19 e 18 participaram de algum momento do experimento e realizaram o pré e o pós-teste nos grupos controle e experimental, respectivamente. Assim, os dados reportados dizem respeito a essa amostra da população.

Em relação à idade, em ambos os grupos variava entre 10 e 12 anos, exceto

um do grupo controle que tinha 14 anos. 52,63% do grupo controle eram meninas, enquanto que no grupo experimental esse percentual era de 22,22%. Sobre a experiência com jogos digitais, 90% afirmaram jogar no grupo controle, e 77,77% no grupo experimental. O jogo *Free Fire* foi fortemente citado pelos alunos. Quando questionados se tinham computadores em casa, 30% e 47,05% dos grupos controle e experimental, respectivamente, reportaram que possui. Nenhum deles reportou experiência prévia com cursos sobre pensamento computacional.

6.4.2 Pensamento computacional

Com vistas a identificar o impacto das abordagens propostas sobre o pensamento computacional, o pré e o pós-teste foi analisado. Nove questões integraram cada teste, sendo três de cada nível de dificuldade: fácil, intermediário e difícil. Às questões do nível fácil, foi atribuído peso três. Às dos níveis intermediário e difícil, pesos 9 e 12, respectivamente. Assim, a nota máxima que os estudantes poderiam obter em cada teste era 81.

A Tabela 1 apresenta as médias obtidas pelos participantes deste estudo em sua avaliação da aprendizagem. Como pode ser observado, o grupo experimental apresentava inicialmente uma média ligeiramente menor que o grupo controle. Após as intervenções didáticas com o *sertão.bit*, ambos os grupos tiveram aumento de desempenho de pensamento computacional. Contudo, o grupo experimental demonstrou um ganho mais expressivo, se comparado ao controle.

Tabela 1 – Resultado do desempenho em pensamento computacional

GRUPOS	**PRÉ-TESTE**		**PÓS-TESTE**	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Grupo Experimental	34,8	15,31	53,7	18,08
Grupo Controle	35,72	17,15	41,45	15,28

Fonte: Dados da pesquisa

Objetivando-se averiguar a significância estatística dos resultados apresentados, verificou-se inicialmente se os grupos são equivalentes usando o teste de *Shapiro-Wilk (*SHAPIRO; FRANCIA, 1972*)*. Os resultados apontam para uma distribuição normal. Desse modo, um teste *t de Student* (ALVES, 2017) foi usado para analisar as hipóteses $H0_1$ e $H1_1$. A hipótese nula afirma que os

resultados obtidos pelo grupo experimental são iguais aos do grupo controle no que diz respeito ao desempenho em pensamento computacional. Todavia, a hipótese alternativa declara que tais resultados são diferentes.

Tendo em vista as médias obtidas pelos estudantes no pós-teste, com o auxílio do MS Excel utilizou-se o *teste t* sobre as duas amostras com nível de significância de 5%. O valor-P resultante foi aproximadamente 0,0423. Desse modo, considerando que ele é inferior a 5%, a hipótese nula é rejeitada e há aceitação da hipótese alternativa. Isto implica dizer que existe relação entre a abordagem híbrida com o uso do *sertão.bit* e a aprendizagem do pensamento computacional.

Ao analisar os diários de autorreflexão dos estudantes, focando nos dados daquelas atividades que foram desplugadas, percebe-se que *a Trio desafinado*, obteve em sua totalidade no grupo experimental, comentários relacionados à apreensão de conceitos computacionais. No grupo controle, embora a maioria deles ser voltado a conteúdo, alguns alunos fizeram comentários associadas à satisfação na realização da tarefa, demonstrando o potencial pedagógico de ambas as propostas.

Na *Disputa do xaxado*, o grupo experimental teceu em maior recorrência comentários associados à satisfação; enquanto que o grupo controle, à aprendizagem de conceitos computacionais. Esses dados dão suporte à modificação das configurações desse desafio, contemplando as duas abordagens conjuntamente.

Na *Eu autor*, tanto aspectos de satisfação quanto de aprendizagem são registrados nos comentários do grupo experimental; embora os primeiros apareçam com mais frequência. O grupo controle, por outro lado, teceu em sua totalidade comentários associados a conceitos computacionais. Esse resultado apoia estudos que defendem a adoção da abordagem desplugada para introduzir conceitos; como também aqueles que veem nas tecnologias características que as tornam especiais no contexto educacional.

6.4.3 Estado afetivo

Como mencionado, o SAM foi usado para averiguar o estado afetivo dos estudantes ao interagir com as atividades propostas no *sertão.bit*. Três categorias

compõem esse questionário: satisfação, motivação e sentimento de controle e cada uma delas pôde ser avaliar por meio de um ícone, onde: o terceiro representava uma resposta neutra do estudante; os dois primeiros da categoria satisfação e motivação representavam sentimentos positivos, como feliz e animado; enquanto que os dois últimos dessas categorias representavam sentimentos como insatisfeito e tranquilo. Na categoria controle, os sentimentos positivos estavam do lado direito, tais como influente. Do lado esquerdo, estavam sentimentos como controlado e temido. Para calcular a média das avaliações dos alunos, atribuiu-se uma nota de um a cinco a cada atividade, onde um representa a nota mais baixa e cinco a mais alta em cada um dos estados afetivos. Os resultados dessa tarefa são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Média geral do estado afetivo

DESAFIOS	**GRUPOS**	
	CONTROLE	EXPERIMENTAL
A pareia da meia	4,38	4,39
Trio desafinado	4,13	4,22
Um poema para Mª Bonitinha	4,27	4,52
Disputa do xaxado	4,7	4,72
Mandacaru matemático	4,39	4,41
Criaturas do mato	4,44	4,44
Rota do cangaço	4,63	4,56
Repartir para achar	4,57	3,89
O labirinto de Lampiãozinho	4,63	4,28
Salvo pelo algoritmo	4,66	4,46
Eu autor	4,86	4,75
MÉDIA GERAL	4,51	4,42

Fonte: Dados da pesquisa

Como pode-se observar, ambos os grupos avaliaram positivamente as atividades realizadas. A *Eu autor* foi a que obteve maior pontuação, tanto na turma desplugada, quanto na que usou a abordagem híbrida. Por outro lado, o *Trio desafinado* foi a que teve menor pontuação no grupo controle; e, no grupo experimental, a *Repartir para achar*. A partir das observações feitas no grupo controle percebeu-se um problema na interação dos instrumentos com os alunos, o que pode ter contribuído para esse desafio ter tido a menor média nessa turma.

Esse problema trata-se da ausência de emissão de sons pelos instrumentos musicais produzidos em papel. O tambor emitia, enquanto que o violão e a safona somente figuravam. Assim, os estudantes que estavam com esses instrumentos, simulavam seus sons com a boca, tornando a atividade mais envolvente.

Analisando os diários do grupo controle para o desafio *Trio desafinado*, como mencionado na seção anterior, a maior parte dos escritos dizem respeito à apreensão de conteúdos computacionais. Assim, embora essa atividade tenha tido o menor resultado afetivo nesse grupo, os alunos puderam aprender conceitos computacionais a partir das interações com os materiais elaborados.

Olhando para os dados SAM do grupo experimental no desafio *Repartir para achar*, percebe-se que as categorias motivação e sentimento de controle foram as menos pontuadas, se comparada à satisfação. Enquanto que esta obteve média 4,33, as outras duas pontuaram em 3,67, cada. Esses dados revelam que essa atividade causou dúvidas nos alunos. E seus relatos confirmam que nenhum deles conseguiu resolver tal atividade.

Ao comparar as médias das atividades que foram desplugadas com suas versões plugadas, percebe-se que a *Trio desafinado* e a *Disputa do xaxado* obtiveram resultados ligeiramente maiores na turma que empregou tecnologias digitais na sua execução. Ao analisar os diários desse grupo, no entanto, fica evidente o quanto a *Disputa do xaxado* foi bem aceita pelo experimental. Comentários como "*Foi muito top. BIS*" (P01); "*Foi muito TOP <3 amei. A melhor aula de todas <3*" (P02) e "*Eu aprendi a dançar um pouquinho do xaxado, foi bem legal e divertido*" (P03) são recorrentes em suas anotações.

A *Eu autor*, por outro lado, foi melhor avaliada pela turma que a executou sem recursos tecnológicos. Este resultado pode apoiar novas práticas de pensamento computacional desplugado, com a justificativa que dependendo das configurações das atividades os estudantes dos anos iniciais do ensino fundamental podem se beneficiar dessa abordagem.

Novamente recorreu-se ao teste *Shapiro-Wilk* para verificar a normalidade dos dados obtidos para mensurar os estados afetivos dos alunos. Uma vez identificada que há uma distribuição normal, o teste *t Student* foi usado para analisar as hipóteses $H0_2$ e $H1_2$. A hipótese nula afirma que os resultados obtidos pelo grupo experimental são iguais aos do grupo controle no que diz respeito ao estado afetivo. Todavia, a hipótese alternativa declara que tais resultados são

diferentes.

O valor-P resultante foi aproximadamente 0,244. Desse modo, considerando um nível de significância de 5%, a hipótese nula foi aceita, implicando dizer que não há diferença estatisticamente significativa quanto ao estado afetivo dos estudantes ao interagirem com atividades totalmente desplugada ou pautadas em uma abordagem híbrida. Ambos os grupos manifestaram satisfação, como demonstrado na Tabela 5.2. É importante considerar, contudo, que a presença da tecnologia na abordagem híbrida não foi explorada na mesma proporção que as atividades desplugadas. Assim, embora tenha-se proposto uma abordagem que faz uso de diferentes estratégias, ela é pautada especialmente no não uso de recursos digitais.

6.4.4 Outras considerações

A partir das entrevistas com os dois grupos focais tentou-se identificar elementos que dessem suporte aos achados reportados. Quanto às características do livro, os alunos teceram comentários sobre Lampião, evidenciando duas características principais: corajoso e aventureiro; embora poucos conhecessem uma versão de sua história antes do estudo realizado. A proposta do *sertão.bit*, para além do pensamento computacional, apoiou, pelo menos, o interesse dos estudantes em buscar e se aprofundar em mais elementos da cultura regional. Houve relatos, por exemplo, de estudantes que não conheciam o xaxado ou outras danças da região; e também aqueles que reportaram já ter visto, mas sem um olhar mais atento, e que demonstraram interesse pelos elementos após o trabalho realizado.

Outro dado que chama a atenção é o relato de dois alunos, sendo um de cada turma, que demonstraram estranheza quanto ao desafio *A pareia da meia*. Ao serem questionados sobre o que mudariam no *sertão.bit*, esse desafio foi por eles citado. À primeira vista a impressão tida foi que eles não tinham conseguido resolvê-lo, mas ao continuar com a entrevista ficou claro que a reação contrária foi pela presença de meias naquele cenário: “*quem é do sertão que usa meia?... como que eles iriam comprar meia?...*”. Aqui o pensamento computacional crítico se releva e, falas como essas, podem ser um gatilho para discussões sobre desafios estruturais da sociedade, podendo também ser explorados pela produção de

mídias digitais.

Também, nas entrevistas buscou-se ouvir deles sobre aspectos associados à colaboração na resolução dos desafios. Quando questionados se conseguiriam resolver todos sozinhos, eles informam que não e apontaram o que mais tiveram dificuldade: *Repartir para achar*. De fato, este desafio tem um nível de dificuldade mais elevado se comparada aos demais, e na versão atual talvez seja mais adequada para um público-alvo um pouco mais velho. Por outro lado o livro como um todo foi bem aceito pelo 5º ano, havendo comentários como "*Eu nunca vi igual*", e a *Disputa do xaxado* estando na preferência desse público.

6.4.5 Percepção da professora

As atividades da turma da manhã foram acompanhadas por uma professora da UTEC que atua no local empregando tecnologias nos processos de ensino e aprendizagem. Ela possui formação em Pedagogia, atua há 14 anos em sala de aula e teceu algumas considerações sobre o *sertão.bit* a partir da prática observada.

Quando questionada sobre como ela explicaria o livro para alguém que não o conhece, pontou "*um livro interessante, colorido, de fácil compreensão para os estudantes e que retrata de forma lúdica e interativa as histórias sertanejas. Além disso, explora conteúdos que vão desde o raciocínio matemático às mais diversas formas de linguagem*". Nesse trecho e em outros, fica evidente sua percepção quanto a aspectos interdisciplinares do livro-jogo proposto, indo além da promoção do pensamento computacional *per si*.

Além disso, embora não tenha formação na área, ela reportou que conseguiria desenvolver as atividades com seus alunos e que a única dificuldade que poderia encontrar seria em relação ao uso de softwares devido aos problemas de rede das escolas. Ainda, considerou a experiência rica e que possibilitou novas ideias para suas práticas pedagógicas. Ao *sertão.bit* sugeriu apenas a construção que materiais, tais como planos de aula, que apoiem o fazer pedagógico de outros docentes.

6.4.6 Implicações

Neste capítulo foram reportados os resultados de um estudo experimental que analisou a abordagem AMPLIFICA$_{((PC))}$ aportada no *sertão.bit* sob duas perspectivas: uma totalmente desplugada e outra híbrida. Ambas demonstraram impactar positivamente sobre a aprendizagem dos alunos, especialmente a abordagem híbrida. Considerando o conjunto de dados coletados e analisados, propõe-se algumas mudanças nas configurações dos desafios, pautadas também pelos aspectos teóricos que sustentam a abordagem proposta:

- A pareia da meia: os manipulativos propostos atingiram seu objetivo. Sugere-se, contudo, que dependendo do ano escolar este desafio seja feito em dupla, pois alguns estudantes reportaram somente o método mais óbvio para combinação dos pares de meia (combinar por cor e tamanho), tendo dificuldade de pensar nos conceitos mais fundamentais do problema proposto;
- Trio desafinado: em caso de novatos, antes de se explorar o projeto do *Scratch*, sugere-se que os estudantes simulem sua execução usando artefados físicos. À medida em que for aprendendo os conceitos computacionais, usar o corpo todo (alto nível de incorporação) pode não ser mais tão necessário quanto antes;
- Um poema para Maria Bonitinha: atendeu aos objetivos;
- Disputa do xaxado: dois aspectos ficaram evidentes com seu uso: aprendizagem e satisfação dos alunos. Para uma melhor experiência em ambas as dimensões, sugere-se iniciar com o formato tecnológico e em um segundo momento abordar os aspectos subjacentes ao projeto com atividades desplugadas. Essas sugestões são indicadas especialmente para os estudantes sem prévio conhecimento na área;
- Mandacaru matemático: atendeu aos objetivos;
- Criaturas do mato: atendeu aos objetivos;
- Rota do cangaço: embora o desafio esteja com uma boa configuração, alguns estudantes tiveram dificuldade de resolvê-lo. Assim, compartilhar o problema com o par pode ser uma boa estratégia;
- Repartir para achar: foi considerada o desafio mais complexo. Sugere-se seu uso em turmas mais avançadas;
- O labirinto de Lampiãozinho: embora tenha sido bem avaliada pelos alunos,

sugere-se explorar níveis mais altos de incorporação nesse desafio, criando cenários de labirinto no chão, por exemplo, para que o estudante siga as trajetórias e avalie sua efetividade com o próprio corpo;

- Salvo pelo algoritmo: atendeu aos objetivos;
- Eu autor: devido a restrições de tempo no calendário escolar, não foi possível validá-lo conforme o planejamento inicial. Contudo, mesmo limitando as possibilidades de abertura para criação de artefatos pelos estudantes, obteve-se resultados satisfatórios.

Os resultados obtidos ainda reforçam a ideia de dispor os materiais para acesso ao público, possibilitando expandir as práticas vivenciadas em novos cenários. Nesse sentido, o site <https://www.falecomrozelma.com/> foi criado e, nele, foi disponibilizado um box contendo o sertão.bit e seus desafios associados, os materiais complementares, como também sugestões para sua implementação em sala de aula.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta tese buscou-se responder à seguinte pergunta de pesquisa: *Como mediar a aprendizagem de decomposição, generalização, abstração, pensamento algorítmico e avaliação no Ensino Fundamental I com vistas ao desenvolvimento do Pensamento Computacional?.* Para tanto, foi proposta a abordagem pedagógica AMPLIFICA$_{((PC))}$ instanciada pelo livro-jogo *sertão.bit*. Ela explora especialmente aspectos da cognição incorporada e da contação de história na promoção do pensamento computacional e pode contribuir para dois grandes problemas apontados na literatura: métodos e materiais didáticos, especialmente em português, que promovam o pensamento computacional para além da programação.

Alinhados aos objetivos, em suma, pode-se citar as seguintes contribuições desta tese:

- Uma abordagem para promoção do pensamento computacional no Ensino Fundamental I que se apoia na cognição incorporada para estender as possibilidades de aprendizagem, ao considerar que ela surge não apenas da mente, mas também por meio das interações físicas e sociais de nossos corpos com o mundo ao nosso redor. A proposta ainda é suportada pela estratégia de contação de histórias, explora diferentes níveis de engajamento das atividades (do uso à criação), considera o contexto cultural como palco para as aprendizagens e sua implementação é pautada em atividades com e sem o uso de tecnologias digitais;
- Um livro-jogo que implementa a abordagem proposta e explora uma narrativa infantil sob diferentes mídias, podendo tornar a experiência de aprendizagem de computação mais envolvente para crianças. O formato pop-up adotado também contribui para esse aspecto. Salienta-se que, das produções brasileiras analisadas sobre pensamento computacional, nenhuma adotou esse formato; apesar de seu potencial para o envolvimento das crianças com materiais educativos. Associada à abordagem, a criação de materiais didáticos é especialmente relevante para a comunidade de Educação em Computação no Brasil, por fornecer apoio às práticas de pensamento computacional na escola, possibilitando avançar com a pesquisa e o ensino no país;

- Análise da abordagem proposta, por meio de um quase-experimento com alunos do 5º ano do Ensino Fundamental; sendo sugerido que sua implementação ocorra por meio de atividades híbridas. Esta contribuição se alinha a estudos recentes que também obtiveram melhores resultados de aprendizagem e satisfação pela implementação de atividades com e sem o uso de recursos tecnológicos. Destaca-se, no entanto, que, este resultado não inviabiliza a implantação das atividades propostas em escolas carentes de recursos tecnológicos, uma vez que boa parte delas pode ser realizada sem esses recursos e os resultados obtidos, em seu formato desplugado, demonstram satisfação no uso pelos estudantes, como também traz impactos positivos sobre seu desempenho de aprendizagem;
- Materiais didáticos para professores, orientando como implementar o pensamento computacional em suas salas de aula a partir do *sertão.bit*. Esta contribuição torna-se ainda mais relevante por apoiar a implementação de currículos de Computação para a educação básica, tais como o proposto pela SBC, que não fornece esse tipo de apoio ao docente;
- Revisões narrativas nos cenários nacional e internacional cobrindo os seguintes temas: efeitos das abordagens plugada e desplugada sobre o pensamento computacional; exploração das estratégias usar-modificar-criar, contação de história e cognição incorporada também aplicadas à promoção de tal habilidade computacional. Esses achados poderão apoiar mais investigações na área.

Em relação às limitações desta pesquisa pode-se citar os possíveis vieses introduzidos no processo de seleção e imprecisões da extração dos dados das revisões de literatura. Além disso, a quantidade de bases de dados analisada pode fornecer uma visão parcial da pesquisa. Para minimizar esse problema, foram escolhidas as principais, tendo em vista suas publicações nas áreas de Educação em Computação e Informática na Educação. No experimento realizado, ao comparar os resultados obtidos pelas táticas desplugada e híbrida, há de se considerar que a híbrida é suportada especialmente por atividades sem o uso do computador. Ainda, pode-se citar o número de participantes e a quantidade de interações realizadas. Assim, em trabalhos futuros pretende-se:

- Replicar o experimento em outros anos escolares, envolvendo um número maior de participantes e iterações;

- Avaliar quais configurações do desafio *Eu autor* são mais favoráveis à aprendizagem de estudantes com e sem experiência na área;
- Tendo em vista a incorporação dos desafios, avaliar como o *sertão.bit* ajuda a promover o pensamento espacial dos estudantes;
- Analisar como a narrativa empregada no *sertão.bit* pode favorecer a aprendizagem de estudantes distantes do contexto cultural explorado.

Face à necessidade de métodos e materiais didáticos para promoção do pensamento computacional, futuras pesquisas podem, a partir das lacunas identificadas nas revisões realizadas, propor novas configurações de estratégias de aprendizagem, assim como táticas de implementação que atendam às necessidades e anseios do público-alvo. Também, um ponto relevante que urge dos resultados diz respeito ao pensamento computacional crítico, pelo qual a Educação em Computação pode caminhar, alinhada à pedagogia crítica, com vistas à justiça social no país.

Por fim, alguns trabalhos foram publicados a partir desta tese. São eles:

- **FRANÇA, R. S.**; TEDESCO, P. C. A. R. . Pensamento Computacional: Panorama dos Grupos de Pesquisa no Brasil. In: XXX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2019, Brasília. Anais do XXX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2019. p. 409-418.
- **FRANÇA, R. S.**; TEDESCO, P. C. A. R. . Sertão.Bit: Um livro-jogo de difusão do pensamento computacional. In: V Workshop de Ensino em Pensamento Computacional, Algoritmos e Programação, 2019, Brasília. Anais dos Workshops do VIII Congresso Brasileiro de Informática na Educação, 2019.
- **FRANÇA, R. S.**; TEDESCO, P. C. A. R. . Pensamento computacional sob a perspectiva de licenciandos em computação. In: XXIII Workshop de Informática na Escola, 2017, Recife. Anais do XXIII Workshop de Informática na Escola, 2017.

Ainda destaca-se a Menção Honrosa recebida no V Workshop de Ensino em Pensamento Computacional, Algoritmos e Programação pelo trabalho intitulado “Sertão.Bit: Um livro-jogo de difusão do pensamento computacional”.

REFERÊNCIAS

ACADEMIA BRASILEIRA DE LITERATURA DE CORDEL. Disponível em <http://www.ablc.com.br/o-cordel/metricas-2/>. Acesso em 30 de set. 2019.

ALICE. Disponível em <https://www.alice.org/>. Acesso em: 24 jan. 2020.

ALMANAQUES PARA POPULARIZAÇÃO DA CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO. Disponível em <http://almanaquesdacomputacao.com.br/gutanunes/publication.html/ > . Acesso em 30 de set. 2019.

ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini; VALENTE, José Armando. Integração currículo e tecnologias e a produção de narrativas digitais. Currículo sem fronteiras, v. 12, n. 3, p. 57-82, 2012.

ALMOSSAWI, A. (2017). Bad Choices. Online edition. October 2017.

ALVES, Januária Cristina. A história de Lampião Júnior e Maria Bonitinha. Bonobo Kids, 2009.

ALVES, Marcelo Correa. Teste t de Student. 2017. Disponível em < http://cmq.esalq.usp.br/wiki/lib/exe/fetch.php?media=publico:syllabvs:lcf5759a:teste_t.pdf>. Acesso em 15 de outubro de 2019.

ANDERSON, Nicole D. A call for computational thinking in undergraduate psychology. Psychology Learning & Teaching, v. 15, n. 3, p. 226-234, 2016.

APP INVENTOR. Disponível em <https://appinventor.mit.edu/>. Acesso em 30 de set. 2019.

ARAUJO, L. G. J.; SANTANA, B. L.; BITTENCOURT, R. A. Computação e Comunidade : Livro do Professor. Feira de Santana: Edição do Autor, 2019. 153p. ISBN 978-65-901321-4-7.

ARIS. Disponível em < https://fielddaylab.org/make/aris/>. Acesso em 30 de set. 2019.

ARROYO, Ivon et al. Wearable learning: multiplayer embodied games for math. In: Proceedings of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play. 2017. p. 205-216.

BAEK, Youngkyun et al. Revisiting Second Graders' Robotics with an Understand/Use-Modify-Create (U 2 MC) Strategy. European Journal of STEM Education, v. 4, n. 1, p. 7, 2019.

BALL, Douglas; TOFEL-GREHL, Colby; SEARLE, Kristin A. Sustaining making in the era of accountability: Stem integration using e-textiles materials in a high school physics class. In: Proceedings of the 7th Annual Conference on Creativity and Fabrication in Education. 2017. p. 1-7.

BANIC, Amy; GAMBOA, Ruben. Visual Design Problem-based Learning in a Virtual Envi-ronment Improves Computational Thinking and Programming Knowledge. In: 2019 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR). IEEE, 2019. p. 1588-1593.

BARBA, L. A. Computational Thinking: I do not think it means what you think it means. 2016. Disponível em < https://lorenabarba.com/blog/computational-thinking-i-do-not-think-it-means-what-you-think-it-means/>. Acesso de 31 de maio de 2019.

BARCELOS, T. S.; SILVEIRA, I. F.. Pensamento computacional e educação matemática: Relações para o ensino de computação na educação básica. In: XX Workshop sobre Educação em Computação, Curitiba. Anais do XX Workshop sobre Educação em Computação. 2012. p. 23.

BARCELOS, Thiago Schumacher. Relações entre o pensamento computacional e a matemática em atividades didáticas de construção de jogos digitais. 2014. Tese de Doutorado. Universidade Cruzeiro do Sul.

BARSALOU, Lawrence W. Grounded cognition: Past, present, and future. Topics in cognitive science, v. 2, n. 4, p. 716-724, 2010.

BBC. Introduction to computational thinking. 2015. Disponível em <https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/zp92mp3/revision/1>. Acesso em 15 jan. 2020.

BEE-BOT. Disponível em <https://www.tts-group.co.uk/bee-bot-programmable-floor-robot/1015268.html>. Acesso em 30 de set. 2019.

BELL, T., WITTEN, I. H., FELLOWS. Ensinando Ciência da Computação sem o uso do computador. Computer Science Unplugged. 2011.

BIDARRA, José; RODRIGUES, Patrícia. Transmedia storytelling as a framework for effective blended learning design. The Envisioning Report for Empowering Universities, n. 2ª, p. 31-33, 2018.

BOMBASAR, James et al. Ferramentas para o ensino-aprendizagem do pensamento computacional: onde está Alan Turing?. In: XXVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. 2015. p. 81.

BORDINI, Adriana et al. Desdobramentos do pensamento computacional no brasil. In: XXVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. 2016. p. 200.

BRACKMANN, Christian et al. Pensamento computacional desplugado: Ensino e avaliação na educação primária espanhola. In: Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação. 2017. p. 982.

BRACKMANN, Christian P. et al. Development of computational thinking skills through unplugged activities in primary school. In: Proceedings of the 12th Workshop on Primary and Secondary Computing Education. 2017. p. 65-72.

BRACKMANN, Christian Puhlmann. Desenvolvimento do Pensamento Computacional através de atividades desplugadas na Educação Básica. 2017. Tese

de Doutorado.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. 2018. Disponível em <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2020.

BRENNAN, Karen; RESNICK, Mitchel. New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In: Proceedings of the 2012 Annual Meeting of the American Educational Research Association, Vancouver, Canada. 2012. p. 25.

BUENO, Carlos. Lauren Ipsum: uma história sobre Ciência da Computação e outras coisas importantes. Novatec, 2016.

CABO, Candido; LANSIQUOT, Reneta D. Integrating creative writing and computational thinking to develop interdisciplinary connections. In: Proceedings of the 2016 ASEE Annual Conference & Exposition. 2016.

CAMPOS A., RODRIGUES M., AMORIM M., SIGNORETTI A. Designing Interactive Tools for Learning in the Digital Age. 2019. In: Reyes-Munoz A., Zheng P., Crawford D., Callaghan V. (eds) EAI International Conference on Technology, Innovation, Entrepreneurship and Education. TIE 2017. Lecture Notes in Electrical Engineering, vol 532. Springer, Cham

CAMPOS, André et al. piBook: Introducing Computational Thinking to Diversified Audiences. In: International Conference on Computer Supported Education. Springer, Cham, 2017a. p. 179-195.

CAMPOS, André MC; SIGNORETTI, Alberto; RODRIGUES, Mário. An Interactive Book Authoring Tool to Introduce Programming Logic in Schools. In: CSEDU (1). 2017b. p. 140-148.

CHANG, Chun-Hao. Does the Learning of Computational Thinking Concepts Interact with the Practice of Digital Curation in Children? A Preliminary Case Study. Journal of Educational Media & Library Sciences, v. 56, n. 1, p. 45-68, 2019.

CIEB – Centro de Inovação para a Educação Brasileira. Currículo de Referência em Tecnologia e Computação: Da Educação Infantil ao Ensino Fundamental. 2018. Disponível em <http://curriculo.cieb.net.br/>. Acesso em: 23 jan. 2020.

CITTÀ, Giuseppe et al. The effects of mental rotation on computational thinking. Computers & Education, v. 141, p. 103613, 2019.

CODE.ORG. Disponível em < https://code.org/ >. Acesso em 30 de set. 2019.

COMPUTAÇÃO FUNDAMENTAL. Disponível em <https://sites.google.com/view/computacaofundamental/>. Acesso em 30 de set. 2019.

COMPUTER SCIENCE UNPLUGGED. Disponível em <https://csunplugged.org/en/>. Acesso em 30 de set. 2019.

CONDE, Miguel Á. et al. Promoting Computational Thinking in K-12 students by applying unplugged methods and robotics. In: Proceedings of the 5th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality. 2017. p. 1-6.

CREMA, Cristiani et al. Computação Desplugada na UDESC Portas Abertas. RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 17, n. 3, 2019.

CS4FN. Computer Science for Fun. Audio Engineering!. Disponível em < http://www.cs4fn.org/music/>. Acesso em 15 jan. 2020.

CS4FN. Computer Science for Fun. Physics and Computer Science. Disponível em <www.cs4fn.org/physics/>. Acesso em 15 jan. 2020.

CSIZMADIA, A., CURZON, P., DORLING M., HUMPHREYS, S., NG, T., SELBY, C., WOOLLARD, J. Computational thinking-A guide for teachers. 2015. Disponível em <https://community.computingatschool.org.uk/resources/2324/single>. Acesso em 15 jan. 2020.

CSTA - Computer Science Teacher Association. CSTA K-12 Computer Science Standards. CSTA Standards Task Force. ACM - Association for Computing Machinery, 2011.

CUBETTO. Disponível em < https://www.primotoys.com/>. Acesso em 30 de set. 2019.

CURZON, P. Colour By Number Pixel Puzzle Picture: Roman Mosaic. 2016.

CURZON, P. Origami Algorithms: Bunny. 2018.

CURZON, P., MCOWAN, P. Famous Computer Scientists Word Search. 2015.

CURZON, P., MCOWAN, P. The Teleporting Robot. 2014.

CURZON, Paul et al. Introducing teachers to computational thinking using unplugged storytelling. In: Proceedings of the 9th workshop in primary and secondary compu-ting education. 2014. p. 89-92.

DAGIENĖ, Valentina et al. Information technology contests--introduction to computer science in an attractive way. Informatics in Education-An International Journal, v. 5, n. 1, p. 37-46, 2006.

DAILY, Shaundra B. et al. Dancing alice: Exploring embodied pedagogical strategies for learning computational thinking. In: Proceedings of the 45th ACM technical symposi-um on Computer science education. 2014. p. 91-96.

DAILY, Shaundra Bryant; EUGENE, Wanda. Preparing the future STEM workforce for di-verse environments. Urban Education, v. 48, n. 5, p. 682-704, 2013.

DEL OLMO, Javier; CÓZAR-GUTIÉRREZ, Ramón; GONZÁLEZ-CALERO, José Antonio. Computational thinking through unplugged activities in early years of Primary Educa-tion. Computers & Education, p. 103832, 2020.

DENNING, Peter J. The profession of IT Beyond computational thinking. Communications of the ACM, v. 52, n. 6, p. 28-30, 2009.

DK PUBLISHING. The Incredible Math Games Book. 2015.

EASTERBROOK, Steve. From Computational Thinking to Systems Thinking: A conceptual toolkit for sustainability computing. In: ICT for Sustainability 2014 (ICT4S-14). Atlantis Press, 2014.

EDWARDS, Michael. Algorithmic composition: computational thinking in music. Communications of the ACM, v. 54, n. 7, p. 58-67, 2011.

FADJO, Cameron Lawrence. Developing computational thinking through grounded embodied cognition. 2012. Tese de Doutorado. Columbia University.

FARIAS, Carina et al. Estimulando o Pensamento Computacional: uma experiência com ScratchJr. In: Anais do Workshop de Informática na Escola. 2019. p. 197.

FEASTER, Yvon et al. Teaching CS unplugged in the high school (with limited success). In: Proceedings of the 16th annual joint conference on Innovation and technology in computer science education. 2011. p. 248-252.

FREUDENTHAL, Eric Andrew et al. MPCT: media propelled computational thinking. In: Proceedings of the 41st ACM technical symposium on Computer science education. 2010. p. 37-41.

GARDELI, Anna; VOSINAKIS, Spyros. The Effect of Tangible Augmented Reality Inter-faces on Teaching Computational Thinking: A Preliminary Study. In: International Con-ference on Interactive Collaborative Learning. Springer, Cham, 2018. p. 673-684.

GIORDANO, Daniela; MAIORANA, Francesco. Use of cutting edge educational tools for an initial programming course. In: 2014 IEEE Global Engineering Education Confer-ence (EDUCON). IEEE, 2014. p. 556-563.

GLENBERG, Arthur M. Embodiment as a unifying perspective for psychology. Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science, v. 1, n. 4, p. 586-596, 2010.

GOMES, T.; TEDESCO, P.. enjoy. et: Um artefato baseado em transmedia storytellling para o ensino de programaçao para crianças. In: XXIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. 2018. p. 1815.

HAMBRUSCH, Susanne et al. A multidisciplinary approach towards computational thinking for science majors. In: Proceedings of the ACM SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education, v. 41, n. 1, p. 183-187, ACM. 2009.

HAMMOND, Thomas C.; OLTMAN, Julia; MANFRA, Meghan M. Geo-Computational Thinking in the Third Grade: Making Computational Thinking Truly" For Everyone, Everywhere". In: Proceedings of ACM SIGSPATIAL International Workshop on Geo-computational Thinking in Education. 2019. p. 1-5.

HAYASHI, Elaine CS et al. Exploring new formats of the Self-Assessment Manikin

in the design with children. In: Proceedings of the 15th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems. 2016. p. 1-10.

HELLO RUBY. Disponível em <http://www.helloruby.com/>. Acesso em 30 de set. 2019.

HERMANS, Felienne; AIVALOGLOU, Efthimia. To scratch or not to scratch? A controlled experiment comparing plugged first and unplugged first programming lessons. In: Proceedings of the 12th workshop on primary and secondary computing education. 2017. p. 49-56.

HSU, Ting-Chia; CHANG, Shao-Chen; HUNG, Yu-Ting. How to learn and how to teach computational thinking: Suggestions based on a review of the literature. Computers & Education, v. 126, p. 296-310, 2018.

ISTE - International Society for Technology in Education; CSTA - Computer Science Teachers Association; NSF - National Science Foundation. Computational thinking: leadership toolkit. First Edition, 2011.

ITO, Mizuko et al. Connected learning: An agenda for research and design. Digital Media and Learning Research Hub, 2013.

JENKINS, H. Transmedia Storytelling 101. 2007. Disponível em <http://henryjenkins.org/blog/2007/03/transmedia_storytelling_101.html>. Acesso em: 27 jan. 2020.

JIANG, Shan; WONG, Gary KW. Assessing primary school students' intrinsic motivation of computational thinking. In: 2017 IEEE 6th International Conference on Teaching, As-sessment, and Learning for Engineering (TALE). IEEE, 2017. p. 469-474.

JOHNSON-GLENBERG, Mina C. et al. Effects of embodied learning and digital platform on the retention of physics content: Centripetal force. Frontiers in psychology, v. 7, p. 1819, 2016.

JONES, E. The Trouble with Computational Thinking. 2011. Disponível em <http://csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/JonesCTOnePager.pdf>. Acesso em 12 dez. 2019.

JUNIOR, Braz Araujo da Silva; DA COSTA CAVALHEIRO, Simone André; FOSS, Luciana. “AUltimaArvore”, exercitando o Pensamento Computacional por meio de um jogo educa-cional baseado em Gramática de Grafos. In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). 2017. p. 735-744.

KAFAI, Y. B. . From computational thinking to computational participation in K-12 education. 2016. Communications of the ACM, 59(8), 26-27

KAFAI, Yasmin; PROCTOR, Chris; LUI, Debora. From Theory Bias to Theory Dialogue: Embracing Cognitive, Situated, and Critical Framings of Computational Thinking in K-12 CS Education. In: Proceedings of the 2019 ACM Conference on International Computing Education Research. 2019. p. 101-109.

KIM, Victoria Herbst. Development of an e-Textile Debugging Module to Increase Computational Thinking among Graduate Education Students. 2019. Tese de Douto-rado. Pepperdine University.

KODU. Disponível em < https://www.kodugamelab.com/> . Acesso em 30 de set. 2019.

KUBICA, Jeremy. Computational fairy tales. Jeremy Kubica, 2012.

KUO, Wei-Chen; HSU, Ting-Chia. Learning Computational Thinking Without a Computer: How Computational Participation Happens in a Computational Thinking Board Game. The Asia-Pacific Education Researcher, v. 29, n. 1, p. 67-83, 2020.

LANSIQUOT, Reneta D.; CABO, Candido. Strategies to integrate writing in problem-solving courses: Promoting learning transfer in an interdisciplinary context. In: Proceedings of the 122nd American Society for Engineering Education Annual Conference. 2015.

LEE, Irene et al. Computational thinking for youth in practice. Acm Inroads, v. 2, n. 1, p. 32-37, 2011.

LEGO MINDSTORMS NXT. Disponível em < https://www.lego.com/pt-br> . Acesso em 30 de set. 2019.

LEIFHEIT, Luzia et al. Programming unplugged: An evaluation of game-based methods for teaching computational thinking in primary school. In: ECGBL 2018 12th European Conference on Game-Based Learning. Academic Conferences and publishing limited, 2018. p. 344.

LÉONARD, Marielle; PETER, Yvan; SECQ, Yann. Patterns and Loops: Early Computa-tional Thinking. In: European Conference on Technology Enhanced Learning. Springer, Cham, 2019. p. 280-293.

LIBESKIND-HADAS, Ran; BUSH, Eliot. A first course in computing with applications to biology. Briefings in bioinformatics, v. 14, n. 5, p. 610-617, 2013.

LIGHTBOT. Disponível em <https://lightbot.com/index.html>. Acesso em 30 de set. 2019.

LITTS, Breanne K. et al. I'm Drowning in Squirrels! How Children Embody and Debug Computational Algorithms Through Designing Mixed Reality Games. In: Proceedings of the 18th ACM International Conference on Interaction Design and Children. 2019. p. 267-273.

LITTS, Breanne K.; LEWIS, Whitney E.; MORTENSEN, Chase K. Engaging youth in computational thinking practices through designing place-based mobile games about local issues. Interactive Learning Environments, p. 1-14, 2019.

LIUKAS, Linda. Hello Ruby: adventures in coding. Macmillan, 2015.

LONATI, Violetta et al. Nothing to fear but fear itself: introducing recursion in lower secondary schools. In: 2017 International Conference on Learning and Teaching in

Com-puting and Engineering (LaTICE). IEEE, 2017. p. 91-98.

LOOI, Chee-Kit et al. Analysis of linkages between an unplugged activity and the development of computational thinking. Computer Science Education, v. 28, n. 3, p. 255-279, 2018.

LUO, Feiya; ANTONENKO, Pavlo D.; DAVIS, E. Christine. Exploring the evolution of two girls' conceptions and practices in computational thinking in science. Computers & Edu-cation, v. 146, p. 103759, 2020.

LYTLE, Nicholas et al. From'Use'to'Choose' Scaffolding CT Curricula and Exploring Stu-dent Choices while Programming (Practical Report). In: Proceedings of the 14th Work-shop in Primary and Secondary Computing Education. 2019a. p. 1-6.

LYTLE, Nicholas et al. Use, Modify, Create: Comparing Computational Thinking Lesson Progressions for STEM Classes. In: Proceedings of the 2019 ACM Conference on In-novation and Technology in Computer Science Education. 2019b. p. 395-401.

MAKEY MAKEY. Disponível em < https://makeymakey.com/>. Acesso 20 jan. 2020.

MALAN, David J.; LEITNER, Henry H. Scratch for budding computer scientists. ACM Sigcse Bulletin, v. 39, n. 1, p. 223-227, 2007.

MARCU, Gabriela et al. Design and evaluation of a computer science and engineering course for middle school girls. In: Proceedings of the 41st ACM technical symposium on Computer science education. 2010. p. 234-238.

MARTINELLI, Suéllen Rodolfo; ZAINA, Luciana Aparecida Martinez; SAKATA, Tiemi Christine. MultiTACT: Uma abordagem para a construç ao de atividades de ensino multi-disciplinares para estimular o Pensamento Computacional no Ensino Fundamental I. In: Anais dos Workshops do VIII Congresso Brasileiro de Informática na Educação. 2019. p. 1063-1072.

MASLOW, Abraham H. The psychology of science a reconnaissance. 1966.

MEDEIROS, Soraya et al. Ensino de algoritmos através de Poesia Compilada e Computação Desplugada: Relato de experiência com alunos de Ensino Fundamental. In: Anais do Workshop de Informática na Escola. 2018. p. 381.

MELCER, Edward F. Exploring the Effects of Physical Embodiment in a Puzzle-Based Educational Programming Game. In: Proceedings of the 2017 ACM SIGCHI Conference on Creativity and Cognition. 2017a. p. 532-538.

MELCER, Edward F. Learning with the body: Understanding the Design Space of Embodied Educational Technology. 2018. Tese de Doutorado. New York University Tandon School of Engineering.

MELCER, Edward. Moving to Learn: Exploring the Impact of Physical Embodiment in Educational Programming Games. In: Proceedings of the 2017 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems. 2017b. p. 301-306.

MELO, Douglas et al. Robô Euroi: Game de estratégia matemática para exercitar o pensamento computacional. In: XXIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. 2018. p. 685.

MERKOURIS, Alexandres; CHORIANOPOULOS, Konstantinos. Programming touch and full-body interaction with a remotely controlled robot in a secondary education STEM course. In: Proceedings of the 22nd Pan-Hellenic Conference on Informatics. 2018. p. 225-229.

MERKOURIS, Alexandros; CHORIANOPOULOS, Konstantinos. Programming embodied interactions with a remotely controlled educational robot. ACM Transactions on Compu-ting Education (TOCE), v. 19, n. 4, p. 1-19, 2019.

MICRO:BIT. Disponível em <https://microbit.org/>. Acesso em 30 de set. 2019.

MILLER, Blanca et al. Unplugged Robotics to Increase K-12 Students' Engineering Inter-est and Attitudes. In: 2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE). IEEE, 2018. p. 1-5.

MORAIS, Emanuela Vitória Dias; SOUZA, Mayara Benício de B. Contribuições e desafios da Computação Desplugada: Um Mapeamento Sistemático. RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 17, n. 1, p. 446-455, 2019.

MORENO, Jesús; ROBLES, Gregorio. Automatic detection of bad programming habits in scratch: A preliminary study. In: 2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings. IEEE, 2014. p. 1-4.

MOVE THE TURTLE. Disponível em <https://movetheturtle.com/>. Acesso em 30 de set. 2019.

NISHIDA, Tomohiro et al. A CS unplugged design pattern. ACM SIGCSE Bulletin, v. 41, n. 1, p. 231-235, 2009.

OLIVEIRA, Diana et al. Uma proposta de ensino-aprendizagem de programação utilizando robótica educativa e storytelling. In: II Congresso Internacional TIC de Educação, Lisboa. 2012. p. 10.

ORTIZ, J. S. B.; MOREIRA, C.; PEREIRA, R.. Aspectos do Contexto Sociocultural dos Alunos estão Presentes nas Pesquisas para Ensinar Pensamento Computacional?. In: Anais dos Workshops do VII Congresso Brasileiro de Informática na Educação. 2018. p. 520-529.

ORTIZ, J. S. B.; PEREIRA, R.. Um mapeamento sistemático sobre as iniciativas para promover o pensamento computacional. In: XXIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. 2018. p. 1093.

PAPERT, S.. Mindstorms; Children, Computers and Powerful Ideas. New York: Basic Book, 1980.

PARHAM-MOCELLO, Jennifer et al. Story Programming: Explaining Computer Science Before Coding. In: Proceedings of the 50th ACM Technical Symposium on Computer Science Education. 2019. p. 379-385.

PEEL, Amanda; SADLER, Troy D.; FRIEDRICHSEN, Patricia. Learning natural selection through computational thinking: Unplugged design of algorithmic explanations. Journal of Research in Science Teaching, v. 56, n. 7, p. 983-1007, 2019.

PENG, Huaishu. Algo. Rhythm: computational thinking through tangible music device. In: Proceedings of the Sixth International Conference on Tangible, Embedded and Embodied Interaction. 2012. p. 401-402.

PESSOA, Francisco Ittalo Ribeiro et al. T-mind: um Aplicativo Gamificado para Estímulo ao Desenvolvimento de Habilidades do Pensamento Computacional. In: XXVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. 2017. p. 645.

PIAGET, J. P. (1962). Play, dreams, and imitation in childhood. New York: Norton.

PIRES, Fernanda et al. Uma análise cognitiva entre a emergência de padrões em narrativas infantis e elementos do pensamento computacional. In: XXIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. 2018. p. 1193.

PLICKERS. Disponível em < https://www.plickers.com/>. Acesso em 30 de set. 2019.

POLLOCK, Lori et al. Infusing Computational Thinking across Disciplines: Reflections & Lessons Learned. In: Proceedings of the 50th ACM Technical Symposium on Computer Science Education. 2019. p. 435-441.

PROCTOR, C., & BLIKSTEIN, P. . How Broad is Computational Thinking? A Longitudinal Study of Practices Shaping Learning in Computer Science. 2018. International Society of the Learning Sciences, Inc.[ISLS].

PROCTOR, Chris. Considering theory in the design of CS education infrastructure: Three framings of computational thinking. In: SPLICE ’19. 2019.

PROGRAMAÊ. Disponível em <http://programae.org.br/> . Acesso em 30 de set. 2019.

PROJETO UNISC INCLUSÃO DIGITAL. Disponível em <http://projetouid.weebly.com/>. Acesso em 30 de set. 2019.

PROTTSMAN, Kiki. My First Coding Book. DK. 2017.

RAMOS, Ana Cláudia. Contação de histórias: um caminho para a formação de leitores. Londrina: UEL - Dissertação de Mestrado. 2011.

REIS, Fernanda de Melo et al. Pensamento computacional: Uma proposta de ensino com estratégias diversificadas para crianças do ensino fundamental. In: Anais do XXIII Workshop de Informática na Escola. 2017. p. 638.

RICH, Kathryn M. et al. Decomposition: A k-8 computational thinking learning trajectory. In: Proceedings of the 2018 ACM Conference on International Computing Education Research. 2018. p. 124-132.

RICH, P. J.; EGAN, G.; ELLSWORTH, J.. A Framework for Decomposition in Computational Thinking. In: Proceedings of the 2019 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education. 2019. p. 416-421.

ROBOTIZEN. Disponível em <https://play.google.com/store/apps/details?id=vn.com.mage.irobot&hl=pt_BR>. Acesso em 20 jan. 2020.

RODRIGUES, Sebastião; ARANHA, Eduardo; SILVA, Thiago Reis. Computação desplugada no ensino de programação: Uma revisão sistemática da literatura. In: XXIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. 2018. p. 417.

RODRIGUEZ, Brandon et al. Assessing computational thinking in CS unplugged activities. In: Proceedings of the 2017 ACM SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education. 2017. p. 501-506.

RODRIGUEZ, Brandon; RADER, Cyndi; CAMP, Tracy. Using student performance to assess CS unplugged activities in a classroom environment. In: proceedings of the 2016 ACM conference on innovation and technology in computer science education. 2016. p. 95-100.

ROPE. Disponível em <http://lite.acad.univali.br/pt/rope-brinquedo-de-programar/>. Acesso em 30 de set. 2019.

ROTHER, Edna Terezinha. Revisão sistemática X revisão narrativa. Acta paulista de enfermagem, v. 20, n. 2, p. v-vi, 2007.

RUN MARCO. Disponível em <https://runmarco.allcancode.com/>. Acesso em 30 de set. 2019.

SÁNCHEZ-MARTÍNEZ, Josefina; ALBALADEJO-ORTEGA, Sergio. Transmedia storytelling and teaching experience in higher education. International Journal of Contemporary Education, v. 1, n. 1, p. 52-63, 2018.

SANTANA, B. L.; ARAUJO, L. G. J.; BITTENCOURT, R. A. Computação e Eu : Livro do Professor. Feira de Santana: Edição do Autor, 2019. 137p. ISBN 978-65-901321-2-3.

SANTANA, B. L.; ARAUJO, L. G. J.; BITTENCOURT, R. A. Computação e Sociedade : Livro do Professor. Feira de Santana: Edição do Autor, 2020. 150p. ISBN 978-65-901321-6-1.

SBC - SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO. Diretrizes para ensino de Computação na Educação Básica. 2019. Disponível em <https://www.sbc.org.br/documentos-da-sbc/send/203-educacao-basica/1220-bncc-em-itinerario-informativo-computacao-2 >. Acesso em: 23 jan. 2020.

SCHNEIDER, M.; J. GERSTING. An Invitation to Computer Science, West Publishing Company, New York, NY, 1995.

SCRATCH FOR SECOND LIFE (S4SL). Disponível em <http://web.mit.edu/~eric_r/Public/S4SL/>. Acesso em: 24 jan. 2020.

SCRATCH. Disponível em <https://scratch.mit.edu/>. Acesso em: 24 jan. 2020.

SEARLE, Kristin A. et al. Connecting space and narrative in Culturally Responsive making in ARIS with Indigenous youth. In: Proceedings of the 7th Annual Conference on Creativity and Fabrication in Education. 2017. p. 1-4.

SELBY, C., WOOLLARD, J. Computational thinking: the developing definition. 2013. Disponível em <https://eprints.soton.ac.uk/356481/>. Acesso em 15 jan. 2020.

SEYMOUR, Papert. Mindstorms; Children, Computers and Powerful Ideas. New York: Basic Book, 1980.

SHADISH , W. R.; COOK, T. D.; CAMPBELL, D. T. Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference. Boston: Houghton Mifflin Company, 2002.

SHAPIRO, Samuel S.; FRANCIA, R. S. An approximate analysis of variance test for normality. Journal of the American Statistical Association, v. 67, n. 337, p. 215-216, 1972.

SILVA, J. A. L.; OLIVEIRA, F. C. S.; MARTINS, D. J. S.. Storytelling e gamificação como estratégia de motivação no ensino de programação com Python e Minecraft. XVI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital, p. 987-990, 2017.

SILVA, Jamille et al. Storytelling e Robótica Educacional: a construção de carros robôs com Arduino e materiais recicláveis. In: Anais do XXIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. 2018. p. 1806-1809.

SILVA, M. F. R. M.; NUNES, V. R. B. Era uma vez no hospital: contação de histórias. Revista intercâmbio, 2014.

SILVA, T. S. C; SILVA, A. S. C.; MELO, J. C. B.. Ensino de Algoritmos a Nível Médio Utilizando Música e Robótica: Uma Abordagem Lúdica. In: Anais do XIX Workshop sobre Educação em Computação. 2011.

SOLEIMANI, Arash et al. A tangible, story-construction process employing spatial, compu-tational-thinking. In: Proceedings of the The 15th International Conference on Interac-tion Design and Children. 2016. p. 157-166.

SOLEIMANI, Arash; HERRO, Danielle; GREEN, Keith Evan. CyberPLAYce—A tangible, interactive learning tool fostering children's computational thinking through storytell-ing. International Journal of Child-Computer Interaction, v. 20, p. 9-23, 2019.

SONG, Jeong Beom. The Effectiveness of an Unplugged Coding Education System that Enables Coding Education without Computers. Universal Journal of Educational Re-search, v. 7, n. 5A, p. 129-137, 2019.

SONIC PI. Disponível em <http://sonic-pi.net/>. Acesso em 15 jan. 2020.

SOUZA, Felipe Faustino de; NUNES, Maria Augusta Silveira Netto. Práticas e resultados obtidos na aplicação do Pensamento Computacional Desplugado no

ensino básico: Um Mapeamento Sistemático. In: XXX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. 2019. p. 289.

SUNG, Woonhee; AHN, Junghyun; BLACK, John B. Introducing computational thinking to young learners: Practicing computational perspectives through embodiment in mathematics education. Technology, Knowledge and Learning, v. 22, n. 3, p. 443-463, 2017.

TASSO, Sergio et al. Hahai: computational thinking in primary schools. In: International Conference on Computational Science and Its Applications. Springer, Cham, 2019. p. 287-298.

THE NEW YORK TIMES. 'Knitting Is Coding' and Yarn Is Programmable in This Physics Lab. 2019. Disponível em <https://www.nytimes.com/2019/05/17/science/math-physics-knitting-matsumoto.html>. Acesso em 30 set. 2019.

TONBULOĞLU, Betül; TONBULOĞLU, İsmail. The Effect of Unplugged Coding Activities on Computational Thinking Skills of Middle School Students. Informatics in Education, v. 18, n. 2, 2019.

TSARAVA, Katerina et al. Cognitive Correlates of Computational Thinking: Evaluation of a Blended Unplugged/Plugged-In Course. In: Proceedings of the 14th Workshop in Primary and Secondary Computing Education. 2019. p. 1-9.

TURING TUMBLE. Disponível em <https://www.turingtumble.com/>. Acesso em 15 jan. 2020.

UNFOLD STUDIO. Disponível em <https://unfold.studio/>. Acesso em 15 jan. 2020.

URRUTIA, Elizabeth K. Morales et al. A first proposal of Pedagogic Conversational Agents to develop Computational Thinking in children. In: Proceedings of the 5th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality. 2017. p. 1-6.

USBORNE PUBLISHING. Brincar e aprender: Computadores e programação. 2015.

VALENTE, José Armando et al. Alan Turing tinha Pensamento Computacional? Reflexões sobre um campo em construção. Tecnologias Sociedade e Conhecimento, Campinas, v. 4, n. 1, 2017.

VALENTE, José Armando. Integração do pensamento computacional no currículo da educação básica: diferentes estratégias usadas e questões de formação de professores e avaliação do aluno. Revista E-curriculum, v. 14, n. 3, p. 864-897, 2016.

VAN SOLINGEN, R.; BERGHOUT, E.. The Goal/Question/Metric Method: a practical guide for quality improvement of software development. London: McGraw-Hill, 1999.

VICARI, R. M; MOREIRA, A.; MENEZES, P. B.; MENEZES, C. S.; NUNES, D.; LIVI, M. A. C. Pensamento computacional: revisão bibliográfica. 2018. Disponível em

<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/197566>. Acesso em: 23 jan. 2020.

VINAYAKUMAR, R.; SOMAN, K. P.; MENON, Pradeep. Digital Storytelling Using Scratch: Engaging Children towards Digital Storytelling. In: 2018 9th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies (ICCCNT). IEEE, 2018. p. 1-6.

VYGOTZKY, L.S. (1978) Mind in Society. New York: Cambridge University Press.

WEISSHAHN, Yuri et al. Representação e Análise de Dados no Quinto Ano do Ensino Fundamental: Proposta de Atividade e Relato de Aplicação. In: Anais do Workshop de Informática na Escola. 2016. p. 201.

WING, Jeannette M. Computational thinking. Communications of the ACM, v. 49, n. 3, p. 33-35, 2006.

XEFTERIS, Stefanos; PALAIGEORGIOU, George. Mixing educational robotics, tangibles and mixed reality environments for the interdisciplinary learning of geography and history. 2019.

XEFTERIS, Stefanos; PALAIGEORGIOU, George; TSORBARI, Areti. A Learning Environment for Geography and History Using Mixed Reality, Tangible Interfaces and Educational Robotics. In: International Conference on Interactive Collaborative Learning. Springer, Cham, 2018. p. 106-117.

YU, Junnan; ROQUE, Ricarose. A review of computational toys and kits for young chil-dren. International Journal of Child-Computer Interaction, 2019.

ZHANG, Yuanlin et al. LP based integration of computing and science education in middle schools. In: Proceedings of the ACM Conference on Global Computing Education. 2019. p. 44-50.

ZHAO, Weinan; SHUTE, Valerie J. Can playing a video game foster computational thinking skills?. Computers & Education, v. 141, p. 103633, 2019.

ZHONG, Baichang; WANG, Qiyun; CHEN, Jie. The impact of social factors on pair programming in a primary school. Computers in Human Behavior, v. 64, p. 423-431, 2016.

APÊNDICE A – CARTA DE APRESENTAÇÃO

À UTEC Alto Santa Terezinha
Att: Ana Paula Andrade

Prezada,

Cumprimentando V. Sª., venho pelo presente documento encaminhar Rozelma Soares de França, aluna regular de Doutorado do Centro de Informática da UFPE, trabalhando sob minha orientação desde o seu mestrado.

Neste momento, Rozelma gostaria de executar um estudo experimental em sua instituição, com o objetivo de estudar o impacto do livro-jogo Sertão.Bit sobre a aprendizagem de Computação em alunos do ensino fundamental, usando abordagens de ensino com e sem o uso do computador.

Maiores detalhes sobre o estudo descrito no plano em anexo.

Se necessitar de maiores informações, por favor, não hesite em me contatar.

Atenciosamente,

Profa. Patrícia Cabral de Azevedo Restelli Tedesco
Prof. Adjunto – Centro de Informática - UFPE

Av. Jornalista Anibal Fernandes, s/n
Cidade Universitária
50.740-560 – Recife/PE

Fone: + 55 81 2126-8430
Fax: + 55 81 2126-8438
Contato: contato@cin.ufpe.br

APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado a participar como voluntário da pesquisa de doutorado de Rozelma Soares de França, da Universidade Federal de Pernambuco, intitulada **sertão.bit: um livro-jogo de difusão do pensamento computacional**, que está sendo realizada sob a orientação da professora Patrícia Tedesco.

O objetivo deste estudo é avaliar o livro-jogo sertão.bit por meio de sua utilização, em sala de aula, verificando seu impacto sobre a aprendizagem de Computação de estudantes no ensino fundamental. De forma complementar, busca identificar a percepção de professores da educação básica visando a melhoria do material produzido. Para tanto, serão coletados dados por meio de questionários e entrevista.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação.

Você não terá nenhum custo para participar. Sua participação é de extrema importância e você tem a liberdade de retirar sua anuência a qualquer momento da pesquisa sem penalização alguma.

Declaro estar ciente sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos e manifesto meu livre consentimento em participar do estudo.

_____, ____ de _____ de 2019.

_____
Assinatura do participante

APÊNDICE C – ROTEIRO ENTREVISTA PROFESSORA

ENTREVISTA PROFESSORA – SERTÃO.BIT

Dados Gerais

Nome:
Idade:
Gênero:
Formação:
Atuação:
Anos de experiência em sala de aula:

1. Descreva sua experiência com tecnologia.
2. O que você entende por pensamento computacional?
3. Você acha que o desenvolvimento do pensamento computacional na escola pode contribuir com a formação dos estudantes? Como?
4. Você conhece materiais que dão suporte ao desenvolvimento do pensamento computacional na educação básica? Se sim, quais? Quais os pontos positivos desses materiais? E negativos?
5. Como você explicaria o *sertão.bit* para alguém que não conhece o livro-jogo?
6. O que você mais gostou no *sertão.bit*? E o que menos gostou?
7. Descreva como o *sertão.bit* deveria ser para você, enquanto professora. Como você gostaria que ele fosse? O que você mudaria?
8. Você acha que conseguiria desenvolver as atividades do livro-jogo com seus alunos?
9. Quais dificuldades poderiam ser encontradas na utilização do *sertão.bit*?
10. O que você achou da experiência de ter observado a aplicação do *sertão.bit*?

APÊNDICE D – ROTEIRO ENTREVISTA GRUPO FOCAL

ROTEIRO ENTREVISTA GRUPO FOCAL – SERTÃO.BIT

Contexto

1. Em que estado você nasceu?
2. Você conhecia a história de Lampião?
3. Quais ritmos musicais você costuma ouvir? E seus pais?
4. Você já conhecia a música Asa Branca de Luiz Gonzaga? Conhece outros artistas como ele? Quais?
5. Você conhece músicas que contam a história do povo do sertão? Quais?
6. Você já tinha visto ou dançado xaxado antes? Conhece outras danças nordestinas? Quais?
7. Você conhece algum personagem do folclore? Quais?

Definição

8. Como você explicaria o *sertão.bit* para alguém que não conhece o livro?
9. Descreva como o *sertão.bit* deveria ser para você. Como você gostaria que ele fosse? O que você mudaria?

Colaboração

1. Você acha que conseguiria desenvolver todas as atividades sozinho? Se conseguisse, seria melhor do que com a ajuda do colega?
2. O que achou de poder participar de atividades com outros colegas de sua turma?

Tecnologia

1. Quais tecnologias você possui em casa? E como você as usa?
    - Probe: Você entende o que é tecnologia da informação e da comunicação? Quanto tempo por dia ou semana? Qual motivo do uso (trabalho da escola, jogos, Redes Sociais)? Usa acompanhado ou sozinho?
2. Qual a importância da tecnologia na sua vida? Por quê?
3. Como a tecnologia contribui para o dia-a-dia sua escola? E como prejudica?

Qual atividade você mais gostou de realizar? E a que menos gostou? Por quê?
O que você achou da experiência de ter participado do *sertão.bit*?