

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
DOUTORADO EM EDUCAÇÃO
LINHA DE PESQUISA: ENSINO, APRENDIZAGEM E
DESENVOLVIMENTO HUMANO**

**ORGANIZAÇÃO DO ENSINO PARA O DESENVOLVIMENTO DO
PENSAMENTO COMPUTACIONAL: UM EXPERIMENTO NA
EDUCAÇÃO BÁSICA**

CARLOS ROBERTO BELETI JUNIOR

**MARINGÁ
2023**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
DOUTORADO EM EDUCAÇÃO
LINHA DE PESQUISA: ENSINO, APRENDIZAGEM E DESENVOLVIMENTO
HUMANO**

**ORGANIZAÇÃO DO ENSINO PARA O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO
COMPUTACIONAL: UM EXPERIMENTO NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

Tese apresentada por CARLOS ROBERTO BELETI JUNIOR, ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Estadual de Maringá, como um dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Educação.

Linha de Pesquisa: ensino, aprendizagem e desenvolvimento humano.

Orientadora:

Prof^a. Dr^a. MARTA SUELI DE FARIA SFORNI

MARINGÁ
2023

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)

B428o

Beleti Junior, Carlos Roberto

Organização do ensino para o desenvolvimento do pensamento computacional : um experimento na educação básica / Carlos Roberto Beleti Junior. -- Maringá, PR, 2023. 303 f.: il. color.

Orientadora: Profa. Dra. Marta Sueli de Faria Sforzi.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Departamento de Teoria e Prática da Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação, 2023.

1. Educação básica. 2. Ensino de computação. 3. Teoria histórico-cultural. 4. Pensamento computacional. I. Sforzi, Marta Sueli de Faria, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes. Departamento de Teoria e Prática da Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação. III. Título.

CDD 23.ed. 372.34

Sintique Raquel Eleutério - CRB 9/1641

CARLOS ROBERTO BELETI JUNIOR

**ORGANIZAÇÃO DO ENSINO PARA O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO
COMPUTACIONAL: UM EXPERIMENTO NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Marta Sueli de Faria Sforzi (Orientadora) – UEM

Prof^a. Dr^a. Maria do Carmo de Sousa – UFSCAR – São Carlos

Prof. Dr. Dante Alves Medeiros Filho – UEM

Prof^a. Dr^a. Linnyer Beatrys Ruiz Aylon – UEM

Prof^a. Dr^a. Giselda Cecília Sercone – UEM

04 DE OUTUBRO DE 2023

Dedico este trabalho ao meu amigo, Alcir Dal Molin (em memória), por sua amizade, carinho, empatia e amor por todos. Apenas memórias boas de todas as conversas, risos, abraços e brindes. Meu eterno amigo e grande pai.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a Deus por ter me abençoado, iluminado e protegido sempre, durante toda a caminhada, desde os estudos para o processo seletivo, passando por todas as etapas e desafios do doutoramento. Vivenciamos uma pandemia, com a perda de pessoas queridas, distanciamento de familiares e amigos, um processo eleitoral extremamente desafiador e incômodo, e Deus esteve sempre ao meu lado.

Agradeço especialmente à minha orientadora, professora doutora Marta Sueli de Faria Sforzi, que desde a primeira conversa relacionada a alteração de orientação no programa me acolheu. Foram muitas conversas, orientações, correções e muito aprendizado. Sem a professora, eu não teria conseguido. Muito obrigado.

Aos professores da banca examinadora, desde a qualificação até a defesa, por todas as considerações e contribuições, que foram de fundamental importância para a elaboração da tese. Professora doutora Maria do Carmo de Sousa, professora doutora Linnyer Beatriz Ruyz Aylon, professora doutora Selma dos Santos Rosa, professora doutora Giselda Cecília Serconek e professor doutor Dante Alves Medeiros Filho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Educação (PPE), da Universidade Estadual de Maringá (UEM), pelos ensinamentos que muito contribuíram para minha formação. Especialmente às professoras Teresa Kazuko Teruya, Eliane Rose Maio, Maria Luisa Furlan Costa e Rosângela Célia Faustino.

Ao ex-secretário Hugo, também do programa, que acompanhou minha caminhada, mesmo à distância, e me auxiliou durante todo o processo.

À Universidade Federal do Paraná (UFPR) – Pró-Reitoria de Gestão de Pessoas e ao Campus da UFPR em Jandaia do Sul, que concederam afastamento integral para minha capacitação durante todo o período do doutoramento.

Aos amigos da UFPR, especialmente aos que colaboraram desde as primeiras conversas, discussões sobre a proposta de pesquisa e incentivo à minha capacitação, Robertino Santiago, Rafael Dal Molin, Bárbara Braz, Raimundo Tostes, Maytê Gouvêa, Alexandre Züge, Adriano Mansanera, Ana Cláudia e Marcelo Valério.

À Carolina Moreira, cofundadora da Brazilians in Tech, pela indicação de referências na área do pensamento computacional, no início da pesquisa.

À família que a UFPR me deu, Maycon, Valquíria, Eloá, Sara e Cléo, por todo apoio, nos momentos mais difíceis, especialmente no âmbito da vida pessoal.

Ao professor Ronaldo Gonçalves, da UEM, por todo apoio e colaboração.

Aos professores e amigos André Verona (UEM), Jéfer Benedett (UFPR – Palotina) e Daniela Eloise Flôr (IFPR – Paranavaí) por toda parceria durante o período de doutoramento.

À prefeitura municipal de Jandaia do Sul, ao Departamento de Educação e Esportes de Jandaia do Sul e ao Rotary Club, especialmente ao companheiro Eduardo Meurer, que apoiaram a realização desta pesquisa.

Aos educadores da Educação Básica, que infelizmente, no Brasil, não tem seu trabalho reconhecido pela sociedade.

À direção, equipe pedagógica, professores e servidores da escola municipal em Jandaia do Sul, onde realizamos o experimento didático.

Aos pais dos alunos que permitiram a participação de seus filhos no experimento, assim como os alunos do 5º ano da escola, que foram os sujeitos da pesquisa experimental.

Aos colegas do Grupo de Estudos e Pesquisas sobre Atividade de Ensino (GEPAE – UEM), pela acolhida desde o primeiro contato nas reuniões do grupo, pela amizade e colaboração durante todo o processo.

Aos colaboradores do “Por dentro do Computador”, que mantiveram o projeto em execução durante todo o período do meu afastamento.

Aos colegas do ecossistema Manna, pela acolhida, participação nas pesquisas e estudos, realização de eventos, parceria e apoio sempre.

Aos meus pais Carlos e Sirley, irmã Vanessa, por todo suporte familiar, pelas orações e força sempre.

À família Guedes pelo apoio e suporte, especialmente nos primeiros anos do processo.

Aos filhotes Whisky e Dico, por todo amor, carinho, companhia e alegria sempre.

Às pessoas que direta ou indiretamente colaboraram durante minha formação, muito obrigado!

Não é possível refazer este país, democratizá-lo, humanizá-lo, torná-lo sério, com adolescentes brincando de matar gente, ofendendo a vida, destruindo o sonho, inviabilizando o amor. Se a educação sozinha não transformar a sociedade, sem ela tampouco a sociedade muda.

Paulo Freire

BELETI JUNIOR, Carlos Roberto. **ORGANIZAÇÃO DO ENSINO PARA O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL: UM EXPERIMENTO NA EDUCAÇÃO BÁSICA**. 303 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Maringá. Orientadora: Prof^a. Dr^a. Marta Sueli de Faria Sforzi. Maringá, 2023.

RESUMO

A presença das tecnologias computacionais no cotidiano tornou necessário o ensino de conhecimentos desse campo na Educação Básica, visando formar o pensamento computacional (PC) – forma de pensamento que permite a compreensão do mundo digital, a análise e a resolução de situações problema com base em conceitos científicos da Ciência da Computação. Diante disso, perguntamos: que ações de ensino favorecem o desenvolvimento do pensamento computacional nos estudantes? Nossa hipótese é a de que uma organização do ensino de conceitos científicos da Computação, amparada por preceitos da Teoria Histórico-Cultural e da Teoria do Ensino Desenvolvimental, pode contribuir para o desenvolvimento do PC. Para testar essa hipótese, realizamos esta pesquisa com o objetivo de analisar o potencial formativo de ações de ensino de conceitos científicos da Computação planejadas com a finalidade de contribuir para o desenvolvimento do pensamento computacional. Para alcançar este objetivo, a pesquisa foi realizada por meio de uma investigação bibliográfica (mapeamento sistemático de literatura, estudos teóricos e pesquisa documental) e um experimento didático. O experimento, teve caráter qualitativo, e foi realizado em uma turma do 5º ano do Ensino Fundamental, durante 80 horas de aula. Para análise dos dados, estabelecemos as seguintes categorias de análise: Computação como sinônimo de objeto da tecnologia digital; Computação como sinônimo de usuário de tecnologia; Ser humano a reboque da máquina; Ser humano movimentando a máquina, e; Compreensão dos fenômenos da cultura digital com base em conceitos computacionais. Por meio da análise do experimento identificamos algumas ações de ensino que contribuíram para o desenvolvimento do PC, a saber: a) apresentação de problemas envolvendo situações cotidianas cuja resolução requer o exercício de habilidades do pensamento computacional; b) utilização de diferentes recursos (materiais, gráficos etc.) para exposição e resolução dos problemas; c) colaboração ativa, por parte dos estudantes, nos processos de análise, síntese e reflexão para a resolução das situações problema; d) orientação aos estudantes, por meio do diálogo mediado pela linguagem científica, na elaboração da síntese via a modelação conjunta do conteúdo; e) estabelecimento da relação entre as habilidades do pensamento computacional e os conceitos científicos que lhe dão suporte, e; f) proposição de novas situações problema, agora envolvendo o conhecimento computacional e que exigem o pensamento mediado pelos conceitos científicos da área. Apesar dos avanços qualitativos observados, identificamos também oscilações de formas do pensamento entre os estudantes, levando-nos a reconhecer que o ensino provocou a gênese do PC, mas que ele terá seu desenvolvimento ao longo do processo de escolarização, se as ações de ensino forem adequadamente organizadas.

Palavras-chave: Teoria Histórico-Cultural. Ensino Desenvolvimental. Ações de Ensino. Ensino de Computação. Pensamento Teórico. Conceitos Científicos.

BELETI JUNIOR, Carlos Roberto. **ORGANIZATION OF EDUCATION FOR THE DEVELOPMENT OF COMPUTATIONAL THINKING: AN EXPERIMENT IN BASIC EDUCATION**. 303 f. Thesis (Doctorate in Education) – State University of Maringá. Supervisor: Marta Sueli de Faria Sforzi. Maringá, 2023.

ABSTRACT

The presence of computational technologies in everyday life has made it necessary to teach knowledge in this field in basic education, aiming to form computational thinking (CT) – a way of thinking that enables understanding the digital world, analyzing and solving problem situations based on scientific concepts of Computer Science. In light of this, we wonder: What teaching actions favor the development of computational thinking in students? Our hypothesis is that an organization of teaching scientific concepts of Computing, supported by precepts of Historical-Cultural Theory and Developmental Teaching Theory, can contribute to the development of CT. Testing this hypothesis, we conducted this research with the aim of analyzing the formative potential of teaching actions on scientific concepts in Computing planned to contribute to the development of computational thinking. To achieve this objective, the research carried out by a bibliographic investigation (systematic mapping of literature, theoretical studies and documentary research) and a didactic experiment. The experiment had a qualitative character and carried out in a 5th-grade class of elementary school, during 80 hours of classes. For data analysis, we established the following analysis categories: Computing as a synonym for the object of digital technology; Computing as a synonym for technology user; Human being in tow of the machine; Human being moving the machine, and; Understanding digital culture phenomena based on computational concepts. Through the analysis of the experiment, we identified some teaching actions that contributed to the development of CT, namely: a) presentation of problems involving everyday situations whose resolution requires the exercise of computational thinking skills; b) use of different resources (materials, graphics, etc.) to present and solve problems; c) active collaboration, on the part of students, in the processes of analysis, synthesis and reflection to resolve problem situations; d) guidance to students, through dialogue mediated by scientific language, in preparing the synthesis through the modeling of the content; e) establishing the relationship between computational thinking skills and the scientific concepts that support them, and; f) proposition of new problem situations, now involving computational knowledge and which require thinking mediated by scientific concepts in the area. Despite the qualitative advances observed, we also identified oscillations in forms of thought among students, leading us to recognize that teaching caused the genesis of CT, but that it will develop throughout the schooling process, if teaching actions are appropriately organized.

Key words: Historical-Cultural Theory. Developmental Teaching. Teaching actions. Computer Science Education. Theoretical Thinking. Scientific Concepts.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Conceitos e subconceitos do padrão da CSTA para o ensino de Computação.....	42
Quadro 2 – Organização dos conceitos da Computação ensinados.....	113
Quadro 3 – Temas e suas descrições, quantidade de alunos e data dos encontros	123
Quadro 4 – Instruções e desenhos	149

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Metodologia da Pesquisa	27
Figura 2 – Processo de análise e composição do <i>corpus documental</i>	29
Figura 3 – Habilidades do Pensamento Computacional.....	64
Figura 4 – Relação entre Hardware, Software e Peopleware.....	67
Figura 5 – Algoritmo de Euclides (máximo divisor comum).....	68
Figura 6 – Relação entre as subáreas da Computação e Algoritmo	69
Figura 7 – Conhecimentos e habilidades para o desenvolvimento do Pensamento Computacional	70
Figura 8 – Percurso para o desenvolvimento do Pensamento Computacional	107
Figura 9 – Ícones para os momentos da aula	113
Figura 10 – Cadernos e crachás dos alunos	115
Figura 11 – Organização dos alunos em grupos.....	125
Figura 12 – Golpes possibilitados por aplicativos.....	131
Figura 13 – Instruções incorretas propostas pelo grupo 5	139
Figura 14 – Cenário base para a construção das instruções da tarefa	144
Figura 15 – Desenhos mais semelhantes	145
Figura 16 – Desenhos com média similaridade.....	146
Figura 17 – Desenhos com menos semelhanças.....	146
Figura 18 – Cenários / paisagens da tarefa.....	147
Figura 19 – Proposição de desenho – Grupo 2.....	160
Figura 20 – Tabuleiro do cenário de hoje	164
Figura 21 – Trajeto do cenário concluído	165
Figura 22 – Possibilidades para o cenário de hoje.....	166
Figura 23 – Algoritmos para somar dois números.....	173
Figura 24 – Algoritmo para somar dois números em pseudocódigo e em blocos ...	176
Figura 25 – Algoritmo para receber o nome, sobrenome e idade de uma pessoa ..	178
Figura 26 – “Cenário de hoje” com personagens da plataforma Code.org.....	179
Figura 27 – Ilustração do formato das instruções.....	180
Figura 28 – Códigos em blocos (a) e em linguagem JavaScript (b)	181
Figura 29 – Alunos programando com os tablets	182
Figura 30 – Demarcação para realização da tarefa “curtir ou não curtir”	192

Figura 31 – Alunos organizados na árvore binária conforme sua preferência musical	193
Figura 32 – Tabelas de organização dos nomes e preferências musicais	194
Figura 33 – Equipamentos e componentes	199
Figura 34 – Ícones ilustrativos dos dispositivos de entrada, armazenamento, processamento e saída	203
Figura 35 – Relação Hardware, Software e Peopeware	206
Figura 36 – Tarefa sobre o funcionamento dos componentes – Hardware	209
Figura 37 – Organização das tarefas em lista de prioridades	216
Figura 38 – Interface de alguns Sistemas Operacionais	219
Figura 39 – Logotipos de alguns Sistemas Operacionais	220
Figura 40 – “cenário de hoje” – paralelismo	223
Figura 41 – “cenário de hoje” – primeira possibilidade	224
Figura 42 – “cenário de hoje” – novas propostas	225
Figura 43 – “cenário de hoje” – propostas finais	226
Figura 44 – Divisão do processamento de dados	229
Figura 45 – Relação computador e núcleos de processamento	231
Figura 46 – Esquema para o processamento de imagens	239
Figura 47 – Qualidade das fotos (unidades de medida)	243
Figura 48 – Representação da atividade de sistemas de numeração	245
Figura 49 – Conversões dos grupos no quadro	248
Figura 50 – Tabelas de conversão (decimal – binário)	248
Figura 51 – Conversões dos grupos (binário – decimal)	249
Figura 52 – Cartela do bingo binário	251
Figura 53 – Tabelas e conversões de alunos	252
Figura 54 – Alunos em atividade – Bingo binário	252
Figura 55 – Personagens do “cenário de hoje”	258
Figura 56 – Imagem de cachorros-robôs existentes	259
Figura 57 – Nuvem de palavras – episódio 1 (a) e episódio 16 (b)	268

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ACM	<i>Association for Computing Machinery</i>
BIT	<i>Binary Digit</i>
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CD	Cultura Digital
CIEB	Centro de Inovação para a Educação Brasileira
CGI.BR	Comitê Gestor da Internet no Brasil
CNE	Conselho Nacional de Educação
CPU	<i>Central Processing Unit</i>
CSforALL	<i>Computer Science for ALL Students</i>
CSTA	<i>Computer Science Teachers Association</i>
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais
FECYT	<i>Fundación Española para la Ciencia y Tecnología</i>
GB	<i>Gigabyte</i>
GEPAE	Grupo de Estudos e Pesquisas sobre Atividade de Ensino
GEPEDI	Grupo de Estudos e Pesquisas em Didática Desenvolvimental e Profissionalização Docente
HD	<i>Hard Disk</i>
IBM	<i>International Business Machines</i>
IEEE-CS	<i>Institute of Electrical and Electronic Engineers - Computer Society</i>
ISTE	<i>International Society for Technology in Education</i>
K-12	<i>K Twelve</i>
KB	<i>Kilobyte</i>
MB	<i>Megabyte</i>
MEC	Ministério da Educação
MSL	Mapeamento Sistemático de Literatura
NAP EDPR	<i>Núcleos de Aprendizajes Prioritarios de Educación Digital, Programación y Robótica</i>
PC	Pensamento Computacional
QRCode	<i>Quick Response Code</i>
RSL	Revisão Sistemática de Literatura
SBC	Sociedade Brasileira de Computação

SECOMU	Seminário de Computação na Universidade
SMS	<i>Short Message Service</i>
SQL	<i>Structured Query Language</i>
SSD	<i>Solid State Drive</i>
TB	<i>Terabyte</i>
TD	Tecnologia Digital
TDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
UEM	Universidade Estadual de Maringá
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UFU	Universidade Federal de Uberlândia
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
USP	Universidade de São Paulo
VAR	<i>Video Assistant Referee</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	19
2. ENSINO DE COMPUTAÇÃO E O PENSAMENTO COMPUTACIONAL.....	33
2.1. Ensino de Computação na Educação Básica.....	34
2.2. Ensino de Computação na Educação Básica no Brasil.....	43
2.3. Conceitos fundamentais da Ciência da Computação	49
2.4. Pensamento Computacional	52
2.4.1. Histórico do Pensamento Computacional.....	52
2.4.2. Definições do Pensamento Computacional.....	54
2.4.3. Estrutura do Pensamento Computacional	57
2.4.4. Iniciativas de desenvolvimento do Pensamento Computacional na Educação Básica	60
2.4.5. E afinal, o que é Pensamento Computacional?.....	62
2.5. Relação entre Computação e o Pensamento Computacional	66
3. A FORMAÇÃO DO PENSAMENTO, ENSINO DESENVOLVIMENTAL E ORGANIZAÇÃO DO ENSINO.....	72
3.1. Desenvolvimento do pensamento e da linguagem.....	74
3.2. Tipos de conceitos e formas de pensamento	79
3.2.1. Estágios de formação de conceitos.....	83
3.2.2. A formação do pensamento teórico.....	87
3.3. Teoria do Ensino Desenvolvimental e a Atividade de Estudo	93
3.4. Organização do ensino.....	100
3.5. Relação entre o Organização do Ensino, Pensamentos Teórico e Computacional	106
4. ORGANIZAÇÃO E ANÁLISE DO EXPERIMENTO DIDÁTICO NO ENSINO DE COMPUTAÇÃO.....	110
4.1. Estruturação do experimento	110
4.2. Experimento Didático, exposição dos dados e categorias de análise	116
4.3. Execução do experimento e análise dos dados	122
4.3.1. Episódio 1 – O que é Computação?.....	124
4.3.2. Episódio 2 – Os perigos na Computação	130
4.3.3. Episódio 3 – Possibilidades da Computação.....	134
4.3.4. Episódio 4 – Primeiro contato com o Algoritmo	137

4.3.5. Episódio 5 – Algoritmo e trabalho conjunto	143
4.3.6. Episódio 6 – Reforçando o conceito de Algoritmo	155
4.3.6.1. Cena 1 – Algoritmo para trocar uma lâmpada.....	157
4.3.6.2. Cena 2 – Algoritmo para fazer um avião de papel	158
4.3.7. Episódio 7 – Algoritmo envolvendo personagens virtuais	164
4.3.8. Episódio 8 – Um novo conceito: Linguagens de Programação	169
4.3.8.1. Cena 1 – Primeiro programa em linguagem de programação.....	169
4.3.8.2. Cena 2 – Enfim programar!	177
4.3.9. Episódio 9 – Relação entre Algoritmos e Linguagens de Programação.....	183
4.3.10. Episódio 10 – Organizando as informações, o conceito de Banco de Dados	187
4.3.11. Episódio 11 – O que podemos tocar – Hardware!.....	198
4.3.12. Episódio 12 – Organização e gerenciamento dos recursos – SO's.....	211
4.3.13. Episódio 13 – Agilizando nossas tarefas – Paralelismo	222
4.3.14. Episódio 14 – Linguagem da máquina – Números binários	234
4.3.14.1. Cena 1 – Unidades de medida – bit, bytes, mega, giga,	234
4.3.14.2. Cena 2 – Sistemas de numeração em movimento – Bingo binário	244
4.3.15. Episódio 15 – Existe máquina inteligente?	254
4.3.16. Episódio 16 – O que é mesmo Computação? Uma nova percepção	265
4.4. Análise geral do desenvolvimento dos estudantes.....	270
4.5. Ações de ensino para o desenvolvimento do pensamento computacional	276
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	281
REFERÊNCIAS.....	291

1. INTRODUÇÃO

Com formação acadêmica majoritariamente na área das Ciências Exatas (bacharel e mestre em Ciência da Computação), nossa atividade profissional trilhou caminhos colocando-nos diante do desafio de pensarmos os processos de ensino e de aprendizagem, nos aproximando, assim, do campo das Ciências Humanas. Ao atuarmos como professor no ensino superior na Universidade Federal do Paraná (UFPR) – Campus Jandaia do Sul, propusemos e coordenamos, de 2014 a 2020, o projeto de extensão “Por dentro do Computador”. Este projeto surgiu com o propósito de “popularizar e difundir conhecimentos básicos, relacionados às máquinas computacionais de uso diário (computadores, tablets e smartphones), para públicos não iniciados” (Beleti Junior *et al.*, 2020b, p. 2). As ações do projeto, realizadas por meio de atividades de divulgação, intervenções em sala de aula e espaços públicos, cursos, oficinas, confecção de materiais didáticos diversos e conteúdos audiovisuais, buscavam levar o conhecimento sobre os conceitos computacionais para um público heterogêneo, sobretudo para a comunidade escolar do município de Jandaia do Sul e região (Beleti Junior *et al.*, 2023).

Com o projeto, veio o desafio de pensar em estratégias de ensino para sujeitos, de modo especial crianças e adolescentes, que não estavam em um curso de graduação e nem em busca de uma formação profissional na área da Computação. A necessidade de compreender as características desses sujeitos, os meios para promover a aprendizagem desse público e a especificidade do conhecimento computacional a ser privilegiado no projeto, nos levou a buscar subsídios teórico-metodológicos na área de ensino.

Reconhecíamos que, apesar de todo planejamento e preparação das atividades proporcionadas ao público-alvo, carecíamos de uma organização curricular que explicitasse conteúdos e encaminhamentos teórico-metodológicos para o ensino de Computação. Além disso, as ações do projeto não consideravam as possibilidades do pensamento computacional em suas ações extensionistas. O reconhecimento desses limites desencadeou a necessidade de estudos que nos ajudassem a compreender as particularidades do ensino de Computação na Educação Básica de modo a orientar nossa atuação pedagógica nessa etapa da escolarização e, por decorrência, também no ensino superior.

Sabemos que a inserção da tecnologia digital nos diversos setores da sociedade tem alterado o modo operacional de processos e serviços, as formas de relacionamento e de vivências das pessoas. Inevitavelmente, artefatos tecnológicos estão presentes em grande parte de atividades produtivas e cotidianas que antes eram realizadas sem o uso de computadores, smartphones e plataformas computacionais.

Por essa razão, de um modo ou de outro, a maior parte da população é usuária de algum tipo de tecnologia digital (CGI.BR, 2021). De maneira geral, grande parte dos conhecimentos para o uso desses artefatos ocorre em espaços não formais de ensino, nas interações entre pessoas, sem a necessidade de uma instrução formal em instituições educativas (Beleti Junior *et al.*, 2020a), o público participante do Projeto “Por dentro do Computador”, fazia parte desse grupo de pessoas.

Todavia, essa aprendizagem, normalmente, limita-se ao aspecto técnico de uso dessas tecnologias, não contemplando a compreensão teórica dos fenômenos que envolvem o mundo digital. Essa compreensão teórica é possibilitada pela aprendizagem de conceitos e não apenas pelo manuseio de artefatos digitais, portanto, requer instrução formal.

Consideramos que tal instrução pode ser obtida na Educação Básica, nível que se ocupa do ensino de conhecimentos, advindos de diversas ciências, que visam possibilitar aos sujeitos a compreensão do mundo em que vivem por meio da tomada de consciência dos fenômenos naturais e sociais em que estão envolvidos. Ao se ensinar, por exemplo, Química na Educação Básica, não se visa a formação especializada dos estudantes, a formação de um técnico em Química, mas propiciar a aprendizagem de conceitos científicos dessa ciência que permitam a eles a compreensão de fenômenos químicos que estão presentes na vida humana, possibilitando que esses fenômenos deixem de ser apenas vivenciados, percebidos e ganhem inteligibilidade por parte dos estudantes.

Esse mesmo entendimento acerca do conhecimento básico para a compreensão dos fenômenos da realidade como conteúdo da Educação Básica deve ser estendido ao ensino de Computação nesse nível de ensino, pois, não se trata de promover uma formação especializada ou uma instrução voltada à formação de melhores usuários da tecnologia, porque essa é uma exigência do mercado de trabalho.

Como parte da Educação Básica, o ensino de Computação deve propiciar conhecimentos que permitam aos estudantes não se limitarem ao uso de artefatos tecnológicos, mas de compreenderem os fenômenos envolvidos na Computação (fenômenos da cultura digital), apropriarem-se do pensamento que coloca em movimento as máquinas e não apenas desenvolver habilidades para utilizá-las.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento orientador da Educação Básica no Brasil, apresentou a Computação e as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) como importantes elementos que, a cada dia, têm estado mais presentes na vida das pessoas (Brasil, 2018). Na BNCC, as dimensões Pensamento Computacional, Mundo Digital e Cultura Digital foram propostas de maneira articulada às competências gerais da Educação Básica.

De modo geral, o Pensamento Computacional está relacionado às capacidades de análise e resolução de problema, por meio de conceitos computacionais; a dimensão Mundo Digital trata da compreensão da manipulação das informações digitais, seja aprendendo sobre dispositivos físicos (hardware) ou sobre sistemas (software), bem como a importância do tratamento dessas informações, e; a dimensão denominada Cultura Digital refere-se ao modo de compreender a vivência em sociedade, com uma postura ética, crítica e responsável, mediante ao uso das TDICs e suas possibilidades (Brasil, 2018).

E, apesar do reconhecimento da importância da Computação e das tecnologias digitais para todas as áreas, somente no ano de 2022, a inserção do ensino de conceitos da área computacional na Educação Básica passou a ser regulamentada. É o que expressa a proposta com as normas para a implementação da Computação na Educação Básica (Brasil, 2022a; Brasil, 2022b), em que são apresentados os conteúdos a serem ensinados ao longo da escolarização.

Até então, tínhamos iniciativas de inserção e divulgação de conceitos de Computação, por meio de projetos de extensão e de divulgação científica, que buscavam aproximar dos alunos, os conceitos computacionais nas etapas da Educação Básica. Essas ações acabaram surgindo com o objetivo de preencher a lacuna de ensinar conteúdos de Computação, porém, de modo não formal, com a realização de intervenções pedagógicas em escolas e colégios. Não que seja um demérito delas, mas não há uma organização curricular a ser seguida por essas iniciativas, comumente proporcionadas por ações extensionistas, por meio de

parcerias entre a instituição escolar e a universidade. Situação que vivenciamos durante a execução do projeto de extensão “Por dentro do Computador”, já citado.

Além de projetos e ações relacionadas ao ensino de Computação, algumas instituições educacionais, já estavam propondo diretrizes, referenciais curriculares, itinerários formativos e até currículos de referência para apoiar o ensino nessa área.

Uma delas é a Sociedade Brasileira de Computação (SBC), entidade que tem buscado orientar e direcionar o ensino de Computação no país, tem colaborado com as discussões na área, por meio da proposição de diretrizes, referenciais curriculares e itinerários formativos para o ensino de Computação na Educação Básica (SBC, 2019; SBC, 2018a; Raabe; Ribeiro, 2017). Para a SBC, o conhecimento dos conceitos computacionais é algo premente na vida das pessoas, tal como conhecimentos de áreas como Matemática, Física, Filosofia, entre outras e, por esse motivo, seu ensino deve ser promovido desde os primeiros anos de escolarização, da Educação Infantil ao Ensino Médio (Raabe; Ribeiro, 2017).

A SBC tem apresentado propostas formativas para todas as etapas da Educação Básica, acompanhando, de modo geral, as orientações constantes na BNCC. Por exemplo, os eixos Pensamento Computacional, Cultura Digital e Mundo Digital, são os mesmos destacados pela BNCC, porém com maior detalhamento quanto às suas definições e formas de implementação. Também, instituições como o Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB) tem colaborado com a proposição de um currículo de referência em tecnologia e Computação para a Educação Infantil e Ensino Fundamental (Raabe; Brackmann; Campos, 2018) e para o Ensino Médio (CIEB, 2020b).

Fora do Brasil, várias são as propostas de inserção da Computação na Educação Básica (The Royal Society, 2012; Hubwieser *et al.*, 2015; Heintz; Mannila; Färnqvist, 2016; CSTA, c2023). Na maioria dessas proposições, uma temática que tem se destacado globalmente, desde sua emersão com Jeannette Wing em meados dos anos 2000, é o pensamento computacional. Segundo ela, “o pensamento computacional envolve a solução de problemas, o projeto de sistemas e a compreensão do comportamento humano, com base nos conceitos fundamentais da Ciência da Computação” (Wing 2006, p. 33, tradução nossa).

A partir de então, diversos foram os trabalhos que se propuseram a investigar a temática, apresentando novas conceituações (CSTA; ISTE, 2011; The Royal Society, 2012; Selby; Woollard, 2013; Shute; Sun; Asbell-Clarke, 2017; SBC, 2018a;

Raabe; Brackmann; Campos, 2018), modelos ou estruturas para o pensamento computacional (Barr; Stephenson, 2011; Brennan; Resnick, 2012; Seiter; Foreman, 2013; Hsu; Chang; Hung, 2018; Palts; Pedaste, 2020), além de pesquisas secundárias investigando trabalhos que propuseram formas para promover seu desenvolvimento (Zhang; Nouri, 2019; Taslibeyaz; Kursun; Karaman, 2020; Tikva; Tambouris, 2021).

Apesar de todas essas pesquisas acerca do desenvolvimento do pensamento computacional, ainda não há um consenso sobre uma definição de seu conceito, nem quanto à sua estrutura. Do mesmo modo, não há um formato de referência para promover seu desenvolvimento e, na literatura vigente, o que tem se destacado é a realização de atividades relacionadas à programação, um dos conceitos teóricos da área da Ciência da Computação, mas que, em nosso entendimento, o pensamento computacional não se restringe a ele. Algumas iniciativas, inclusive, parecem aproximar demasiadamente o conceito de programação da conceituação do pensamento computacional, por vezes abordando-os como conceitos equivalentes.

A área que envolve o desenvolvimento do pensamento computacional carece de conhecimentos pedagógicos, visto que procedimentos metodológicos, orientações didáticas e uma organização do ensino de Computação para a Educação Básica, ainda são escassos, além da falta de apoio às instituições de Ensino Superior no tocante à formação de professores, em cursos de Licenciatura e de formação continuada, por exemplo. Em uma pesquisa (Beleti Junior; Sforini, 2022), em cidades do interior do Paraná, foi constatado que, em um universo de 87 professores e pedagogos que atuam em escolas e colégios, 77% não possuem compreensões adequadas sobre o termo pensamento computacional e 96% não realizaram qualquer capacitação na área da Computação.

Consideramos que, para que o pensamento computacional possa ser desenvolvido, alguns dos conceitos fundamentais da Computação devem ser apropriados, não se restringindo a uma subárea computacional apenas, como por exemplo, a programação, que desponta como um dos conceitos mais abordados em pesquisas sobre o desenvolvimento do pensamento computacional (Beleti Junior; Sforini, 2023; Taslibeyaz; Kursun; Karaman, 2020, Hsu; Chang; Hung, 2018).

Compreendemos ainda que, as orientações para o ensino de Computação voltadas para o desenvolvimento de competências e habilidades, tal como preconizado pela BNCC (Brasil, 2018; Brasil, 2022a), pode resultar em uma

formação para adaptação às exigências mais imediatas do mercado de trabalho e não colaborar com o desenvolvimento de uma forma mais complexa de pensamento, o pensamento por conceitos, desse modo, não contribuindo para o desenvolvimento humano.

Em vista disso, consideramos que fundamentações teóricas que tratam da formação do pensamento humano e, de modo especial, do pensamento teórico, vinculado à apropriação de conceitos científicos, podem oferecer elementos para avançarmos na compreensão do pensamento computacional, como uma particularidade do pensamento teórico em geral. Ou seja, subsídios teóricos do campo da Filosofia e da Psicologia podem colaborar para o avanço nas discussões acerca do pensamento computacional.

E mais, como afirmado anteriormente, se estamos tratando de ensino, para além da particularidade do objeto específico, a Computação, há conhecimentos gerais sobre o ensino e a aprendizagem de conceitos dos quais podemos nos apropriar para pensar, de modo fundamentado, as ações educativas no campo da Computação.

Consideramos que o diálogo com outras áreas de conhecimento pode nos ajudar a avançar na compreensão do que seria pensamento computacional, bem como da caracterização de um ensino que possibilite desenvolvê-lo. Isto porque, ao tratarmos de pensamento computacional, estamos falando de uma forma de pensamento específico, assim, entendemos que o conhecimento produzido por outras ciências já consolidadas que têm como objeto de estudo o desenvolvimento do pensamento humano, como a Psicologia, e a relação do ser humano com o conhecimento, como a Filosofia, permite compreender o pensamento em geral e, por decorrência, nos ajudar a refletir acerca do pensamento computacional em particular.

Além disso, não há, na literatura, uma teoria pedagógica amplamente utilizada no desenvolvimento do pensamento computacional, bem como uma orientação de ensino que promova a aprendizagem de conceitos e o desenvolvimento desse tipo de pensamento nos estudantes, o que aponta para a necessidade de buscar fundamentos também na ciência pedagógica.

Assim, diante da necessidade de organizar um ensino que promova o desenvolvimento do pensamento computacional, da presença de subsídios teóricos do campo da Filosofia e da Psicologia acerca do pensamento teórico e dos

conhecimentos didáticos sobre os processos de ensino e de aprendizagem de conceitos, nos perguntamos: que ações de ensino favorecem o desenvolvimento do pensamento computacional nos estudantes?

Mobilizada por este problema, esta pesquisa teve como objetivo geral analisar o potencial formativo de ações de ensino de conceitos científicos da Computação planejadas com a finalidade de contribuir para o desenvolvimento do pensamento computacional.

Nossa hipótese é a de que uma organização do ensino de conceitos científicos da Computação, amparada por preceitos da Teoria Histórico-Cultural e da Teoria do Ensino Desenvolvimental, pode contribuir para a aprendizagem e a formação do estudante de modo a propiciar o desenvolvimento do pensamento computacional.

Como objetivos específicos da pesquisa, podemos destacar algumas ações que corroborarão para alcançar o objetivo geral:

- Mapear as abordagens do pensamento computacional em pesquisas experimentais encontradas na literatura, relacionadas ao ensino de conceitos de Computação;
- Identificar como alguns países têm proposto o ensino de Computação e o desenvolvimento do pensamento computacional, assim como as iniciativas no Brasil;
- Selecionar dentre os currículos de formação em Ciência da Computação, quais são os conceitos teóricos fundamentais da área e que serão objeto de estudo;
- Analisar contribuições da Teoria Histórico-Cultural e da Teoria do Ensino Desenvolvimental para a organização do ensino de conceitos de Computação e o desenvolvimento do pensamento computacional;
- Desenvolver um experimento didático com um grupo de estudantes da Educação Básica;
- Verificar se houve alterações qualitativas na forma de pensar (capacidade de generalização) e de se expressar, nas crianças, durante a realização das tarefas de estudo.

A pesquisa foi realizada por meio de investigação bibliográfica e pesquisa experimental. A investigação contou com um mapeamento sistemático de literatura (MSL), uma pesquisa documental e estudos teóricos. O MSL¹ (Beleti Junior; Sforini, 2023) foi realizado para analisar como as pesquisas experimentais sobre o pensamento computacional no ensino de conceitos de Computação têm sido desenvolvidas, demonstrar o estado da arte da área da pesquisa e viabilizar possibilidades de investigação. A pesquisa documental foi feita com o propósito de identificar: i) como tem sido realizado o ensino de Computação na Educação Básica; ii) os conceitos fundamentais da Ciência da Computação, e; iii) as pesquisas relacionadas ao pensamento computacional.

Buscamos, por meio dos estudos teóricos, estabelecer uma base conceitual sobre os processos de ensino, de aprendizagem e de desenvolvimento humano. Essa base teórica foi concebida por meio de investigação de autores do campo da Psicologia tais como Vigotski² (2001, 2006, 2010), Vygotski (2014), Vygotsky (1991, 2008) e Leontiev (1960, 1975, 1998, 2004), criadores da Teoria Histórico-Cultural e da Teoria da Atividade, respectivamente, e em Davydov (1982, 1988a, 1988b, 2017), Elkonin (2019a, 2019b), Zankov (1984) e Sforini (2004, 2015a, 2015b, 2017, 2019), entre outros, que se apoiam na Teoria Histórico-Cultural e na Teoria do Ensino Desenvolvimental para apontar encaminhamentos didáticos e procedimentos metodológicos sobre o ensino que propicia a aprendizagem, possibilitando o desenvolvimento humano.

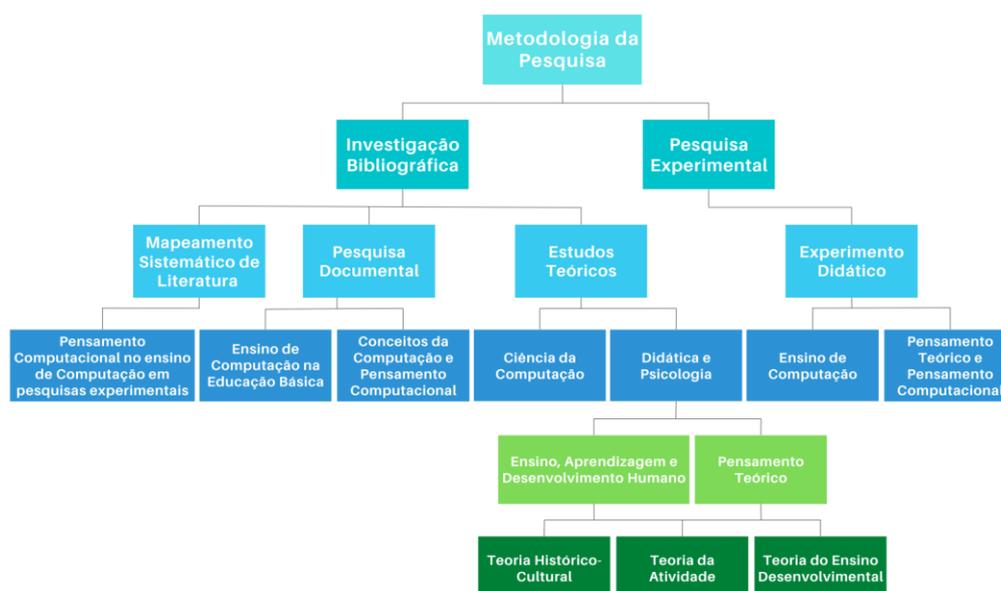
Ainda referente aos estudos teóricos, analisamos qual é objeto de estudo do pensamento computacional, ou seja, os conceitos científicos da Ciência da Computação, pois, além da programação, a área apresenta diversos conceitos de fundamental importância na compreensão do que é a ciência Computação. De maneira geral, podemos destacar, com base em documentos oficiais, tais como diretrizes curriculares e currículos de referências, ao menos quinze áreas de destaque (Beleti Junior; Sforini, 2021) e que podem ser objeto de estudo nas investigações acerca do pensamento computacional.

¹ O Mapeamento Sistemático de Literatura foi realizado no final de 2020 e publicado pela revista Educação em Foco em 2023. Disponível em: <https://revista.uemg.br/index.php/educacaoemfoco/article/view/6623>. Acesso em: 14 jul. 2023.

² A grafia do nome do autor Lev Semenovich Vygotsky pode ser encontrada de algumas formas: Vigotski, Vygotski, Vygotsky, entre outras. Neste trabalho, manteremos a grafia original conforme consta nas obras utilizadas.

A pesquisa experimental, foi realizada por meio de um experimento didático, com 15 alunos do 5º ano do Ensino Fundamental, com carga horária de 80 horas. Buscou identificar, dentre as ações de ensino desenvolvidas, aquelas que favoreceram a aprendizagem de conceitos computacionais, a formação do pensamento teórico, contribuindo para o desenvolvimento do pensamento computacional. A análise do experimento ocorreu por meio do exame de evidências baseadas em mudanças nas formas de pensar (capacidade de generalização) e de se expressar das crianças durante a realização das tarefas de estudo e que foram registradas durante as aulas. Ou seja, temos uma pesquisa de caráter qualitativo, em que os dados foram coletados de maneira sistemática, empiricamente. A Figura 1 ilustra a metodologia de pesquisa deste trabalho.

Figura 1 – Metodologia da Pesquisa



Fonte: Elaboração própria.

Sabemos que o passo inaugural para a proposição de uma investigação científica é a compreensão de como uma área de conhecimento tem sido constituída, desde as primeiras pesquisas realizadas, passando pela definição dos principais conceitos teóricos, chegando ao conhecimento científico elaborado pelos pesquisadores da área. Em outras palavras, a intenção é compreender o que foi produzido pelas pessoas, as necessidades ou adversidades que justifiquem a

continuidade de investigações nesse campo do saber e as possibilidades e lacunas que ainda podem ser exploradas em uma nova pesquisa.

Existem diferentes métodos de investigação do cenário atual de pesquisas em uma determinada área científica e, dentre elas, a revisão de literatura é uma das formas utilizadas na busca, análise e apresentação do estado da arte de uma área do conhecimento, pois investiga os materiais de interesse que estão disponíveis na literatura. Um tipo particular de revisão de literatura, o mapeamento sistemático, segundo Guidelines (2007), “ [...] permite que as evidências em um domínio sejam plotadas em um alto nível de granularidade” (p. 3, tradução nossa) e pode “[...] fornecer uma ampla visão geral de uma área de pesquisa” (p. 44, tradução nossa). Os autores ainda destacam que um MSL apresenta um cenário confiável sobre a temática investigada.

Com um MSL, nos preocupamos em estabelecer uma perspectiva geral sobre a área de pesquisa (Dermeval; Coelho; Bittencourt, 2020), neste caso, o ensino de Computação e o desenvolvimento do pensamento computacional. Ou seja, em um MSL temos uma metodologia organizada (um protocolo definido) com os passos a serem seguidos para alcançarmos um resultado confiável, que pode ser reproduzida, gerando as mesmas respostas por outra pessoa, apenas com a reprodução do protocolo da pesquisa.

Dessa maneira, realizamos um MSL (Beleti Junior; Sforzi, 2023), com o propósito de:

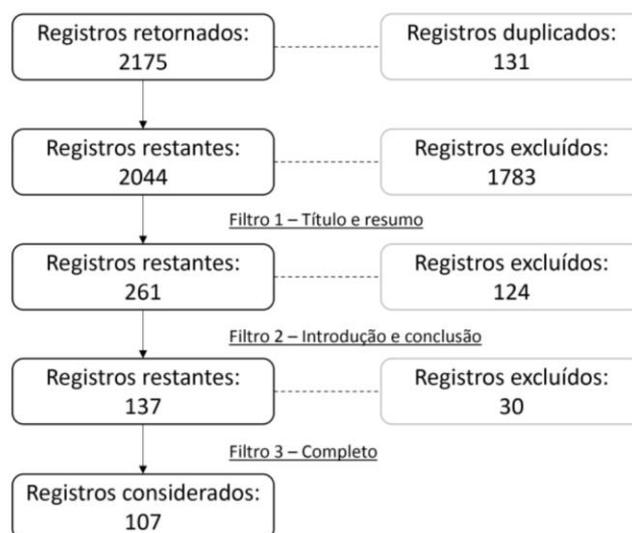
- Identificar como têm sido desenvolvidas as pesquisas experimentais sobre o desenvolvimento do pensamento computacional no ensino de conceitos de Computação, contemplando publicações em língua portuguesa, inglesa e espanhola.

Os questionamentos que orientaram o MSL foram:

- Questão 1 (Q1): Como o pensamento computacional tem sido abordado, no ensino de conceitos de Computação, em pesquisas experimentais?
- Questão 2 (Q2): Quais conceitos de Computação têm sido investigados? Para quais níveis e etapas de ensino?

Com essas questões, propusemos *strings* de busca, estabelecemos critérios de inclusão e exclusão dos trabalhos, e filtros de seleção para cada etapa do mapeamento. Iniciamos o processo com 2.175 registros, removendo arquivos duplicados, realizando a leitura de artigos de acordo com os filtros estabelecidos e, ao final, analisamos 107 trabalhos, integralmente. O processo de análise para a composição do *corpus documental* pode ser visualizado na Figura 2.

Figura 2 – Processo de análise e composição do *corpus documental*



A partir da análise dos trabalhos, os dividimos em categorias, propostas para estruturar os dados de modo a categorizá-los. Para orientar a discussão, organizamos as informações em grupos, visando identificar similaridades entre os trabalhos (Beleti Junior; Sforini, 2023). Os grupos foram:

- Programação como conceito fundamental para o desenvolvimento do pensamento computacional;
- Outros conceitos de Computação utilizados para o desenvolvimento do pensamento computacional;
- Como têm sido realizadas as intervenções experimentais.

Com base nesses grupos, buscamos responder às questões orientadoras do MSL. Quanto aos conceitos de Computação investigados nas pesquisas

experimentais sobre o desenvolvimento do pensamento computacional (primeira parte da Q2),

[...] tivemos a programação como uma das principais áreas da computação, exploradas no desenvolvimento do PC [pensamento computacional]. Ela apareceu como conceito computacional, seja como meio (ferramenta) ou como fim (conceito), em quase 86% dos trabalhos investigados. Consideramos que esse fator pode estar relacionado ao fato de a programação estar presente no ambiente educacional há mais tempo que as demais subáreas da Computação e, conseqüentemente, com diversas possibilidades de ser empregada no ensino, seja na criação de jogos, por meio da robótica ou mesmo em atividades desplugadas (Beleti Junior; Sforini, 2023, p. 33, grifo nosso).

Referente à segunda parte da Q2, quanto aos níveis e etapas de ensino que os experimentos abordaram, constatamos que:

Os níveis estiveram distribuídos, com maior aparição nos Ensinos Superior e Fundamental (anos finais), seguidos pelos anos iniciais do Ensino Fundamental, em menor quantidade no Ensino Médio e menos ainda na Educação Infantil. Vale ressaltar que os trabalhos catalogados como Ensino Superior foram divididos em iniciativas em cursos de bacharelado, formação inicial e formação continuada de professores. Essa divisão ocorreu justamente para verificar se os professores em formação estariam recebendo informações sobre o desenvolvimento do PC [pensamento computacional], visto que eles seriam os responsáveis, por conduzir essa aprendizagem na EB [Educação Básica] (Beleti Junior; Sforini, 2023, p. 34, grifos nossos).

E sobre a maneira como o pensamento computacional tem sido abordado, no ensino de conceitos de Computação, em pesquisas experimentais (Q1),

[...] não identificamos padrão algum quanto ao tempo de duração, modo de controle experimental, metodologia de análise dos dados, instrumentos de coleta de dados e procedimentos estatísticos, e nem relação com os níveis e as etapas de ensino. Além de identificarmos pouco apoio em teorias pedagógicas nas proposições e análises dos processos de ensino e aprendizagem (Beleti Junior; Sforini, 2023, p. 34).

Desse modo, para o experimento didático desta tese, propusemos atividades que abordaram tópicos disciplinares de várias subáreas da Computação, visando fazer com que os alunos se apropriassem de conceitos teóricos dessas subáreas, o que lhes poderia conferir um conhecimento teórico mais amplo no campo

computacional e, desse modo, favorecer o desenvolvimento do pensamento computacional. Tal como destacado por Vigotski (2001), os conceitos não devem ser ensinados isoladamente, para que possam ser instrumentos do pensamento do estudante, é necessário que sejam evidenciadas suas inter-relações em um sistema de conceitos.

Também, mediante o MSL, identificamos que, apesar do rico material produzido, a maior parte dele se mantém na própria área com pouco apoio em teorias psicológicas e pedagógicas nas proposições e análises dos processos de ensino e de aprendizagem. Todavia, esses campos do saber têm objetos de estudo que se aproximam do nosso objeto de investigação, como a Psicologia que estuda o desenvolvimento do psiquismo humano, incluindo o pensamento como uma função psíquica superior e os diferentes tipos de pensamento; e a Didática que se dedica ao estudo dos processos de ensino e de aprendizagem, de modo especial, a aprendizagem de conceitos científicos, presentes nos diversos componentes curriculares.

Dessa maneira, considerando que o diálogo com outras áreas pode fazer avançar a compreensão dos modos de desenvolver o pensamento computacional nas instituições escolares, nesta pesquisa, optamos por contar com a fundamentação teórica desses campos do saber disponibilizada em obras de autores cujo objetivo de formação se aproximam ao assumido nesta tese (Davydov, 1988b; Libâneo, 2004; Vygotsky, 2008; Sforzi, 2019).

Para apresentar os resultados da pesquisa, a presente tese está organizada da seguinte forma: Na seção 1, contemplamos a introdução, contendo a contextualização da escolha pela capacitação na área educacional, a pergunta da pesquisa, o objetivo geral, a hipótese, os objetivos específicos, a metodologia e o mapeamento sistemático de literatura que visou deslindar a área investigada. Na seção 2, apresentamos os resultados da investigação das possibilidades de ensino de Computação na Educação Básica em alguns países, dando destaque para o Brasil. Analisamos ainda a relação do ensino de Computação com o pensamento computacional, além de apresentarmos definições, modelos e propostas de estrutura para o pensamento computacional, disponíveis na literatura. No final da seção, trazemos as habilidades do pensamento computacional, com base nos conceitos científicos da Ciência da Computação. Na seção 3, explanamos sobre a formação do pensamento humano, sua relação com a aprendizagem de conceitos teórico-

científicos e com o desenvolvimento integral das pessoas, com destaque a dois tipos de pensamento: o empírico e o teórico. Analisamos, também, como o pensamento teórico é formado e a relação com a apropriação dos conceitos científicos, no ambiente escolar. Ainda nesta seção, investigamos a articulação entre os fundamentos da Teoria Histórico-Cultural, por meio dos preceitos relacionados ao ensino, à aprendizagem e ao desenvolvimento humano, e a Didática, com os procedimentos metodológicos e modos de organização do ensino, com foco para a Teoria do Ensino Desenvolvimental e para a Atividade de Estudo. No final da seção, estabelecemos a relação entre a organização do ensino e os pensamentos teórico e computacional. Na seção 4, relatamos o percurso do experimento didático no ensino de Computação, apresentando os procedimentos utilizados na organização e execução do experimento didático, bem com os episódios de ensino acompanhados do exercício de análise do pensamento envolvido nas falas e nas ações dos alunos em direção à formação do pensamento computacional. Nessa seção, destacamos ainda as ações de ensino que se mostraram favoráveis ao desenvolvimento do pensamento computacional e os desafios para se organizar um ensino seguindo essa perspectiva de formação. Na seção 5, apresentamos as considerações finais do trabalho.

2. ENSINO DE COMPUTAÇÃO E O PENSAMENTO COMPUTACIONAL

Na introdução desta pesquisa destacamos que os conhecimentos da área da Computação são de fundamental importância para os diversos setores da sociedade e para a vida cotidiana. Apesar de, nos milhares de anos passados, a vida em coletividade ter ocorrido sem a necessidade de aparatos eletrônicos, as transformações sociais fizeram com que novas possibilidades emergissem em todas as áreas, relacionadas diretamente às demandas advindas dessas mudanças.

Com isso, surge também a necessidade da compreensão dos conceitos imbricados às tecnologias, pois mesmo sem a exigência de um conhecimento técnico para fazer uso de um aparelho tecnológico ou de uma plataforma digital, a compreensão sobre seu uso e suas possibilidades é primordial na vida em sociedade hoje. Os aplicativos digitais, disponíveis nos smartphones, como redes sociais ou programas bancários, por exemplo, ao possibilitar o compartilhamento de informações entre as pessoas e a realização de serviços, também oportunizaram o compartilhamento de nossos dados pessoais, além da ocorrência de embustes, que tem acontecido com maior frequência a cada dia.

Dessa maneira, a compreensão dos conceitos fundamentais de Computação e de tecnologias digitais pode oportunizar o entendimento dos fenômenos envolvendo essas tecnologias (fenômenos da cultura digital), não limitando o conhecimento das pessoas apenas aos aspectos operacionais que são necessários aos usuários desses artefatos. Como já afirmamos, na legislação educacional brasileira, foi recentemente aprovada as Normas sobre Computação na Educação Básica (Brasil, 2022a), como complemento à BNCC (Brasil, 2018), com a proposição dos conteúdos a serem ensinados desde a Educação Infantil até o Ensino Médio.

Também na Base, o conceito de pensamento computacional aparece como uma capacidade de “[...] compreender, analisar, definir, modelar, resolver, comparar e automatizar problemas e suas soluções, de forma metódica e sistemática, por meio do desenvolvimento de algoritmos” (Brasil, 2018, p. 474). Na BNCC, as informações acerca do pensamento computacional não vão além de uma modesta definição do conceito, sua relação com algoritmos, fluxogramas, resolução de problemas e a área da Matemática.

Procurando elementos para avançar nessa discussão, esta seção se propõe a investigar as proposições de ensino de Computação na Educação Básica, no Brasil e em alguns países no mundo, bem como sua relação com o pensamento computacional. São apresentadas as definições, modelos e propostas de estrutura para essa forma de pensamento, dispostas na literatura. Os conceitos científicos da Ciência da Computação também serão objetos de análise, visto que são a base para propiciar o desenvolvimento do pensamento computacional.

2.1. Ensino de Computação na Educação Básica

O ensino de Computação é uma preocupação vigente em vários países pelo mundo. Assim como em outras áreas do conhecimento, o ensino desse campo originou-se na Educação Superior, para posteriormente expandir para as etapas da Educação Básica. O primeiro curso de graduação na área ocorreu na Universidade de Cambridge, no Reino Unido, na década de 50 (Ahmed, 2013). Nos Estados Unidos, apesar da realização de alguns cursos relacionados à área da Computação na Universidade de Columbia em parceria com a International Business Machines (IBM), no final da década de 1940, e da criação da Association for Computing Machinery (ACM) em 1947, foi apenas nos anos 1960 que o país ofertou seu primeiro curso de graduação em Computação (Shallit, 1995; IBM, 2011).

De maneira similar, ocorreu em outros países, primeiramente com a criação de cursos de graduação e até mesmo pós-graduação na área da Computação para, anos depois, iniciar o ensino de Computação na Educação Básica. E, ao mencionarmos o ensino de conceitos de Computação, consideramos os conteúdos disciplinares da área, com maior enfoque às disciplinas ou subáreas presentes no currículo do curso de bacharelado em Ciência da Computação.

É comum encontrarmos, na literatura, os termos “ensino de Computação” e “pensamento computacional” como sendo sinônimos, e até aproximações do pensamento computacional com subáreas específicas da área, por exemplo, como a programação. Porém, em nosso entendimento, trata-se de termos distintos e com diferentes concepções. O ensino de Computação é o ato de ensinar os conceitos ou os fundamentos da área, seja qual for a faixa etária do aprendiz. O pensamento computacional, de maneira geral, pode ser compreendido como uma forma de pensamento humano que se utiliza dos fundamentos da Computação para colaborar

na resolução de tarefas e problemas, ou seja, é necessário se apropriar dos conceitos essenciais da Computação para desenvolver o pensamento computacional.

Na busca por informações referentes a como tem ocorrido o ensino de Computação em outros países, além do MSL publicado (Beleti Junior; Sforini, 2023), pesquisamos em bases de dados e repositórios por trabalhos e documentos que nos apontassem como organizações governamentais e instituições educacionais têm inserido o ensino de Computação na Educação Básica. As informações que dispomos se limitam aos dados encontrados nessas fontes e, portanto, pode haver políticas e práticas no ensino de Computação em outros locais que, por não terem sido divulgadas nessas fontes, não tivemos acesso. Essas informações serão apresentadas durante essa subseção.

Brackmann *et al.* (2020) trouxeram importantes contribuições ao mapear as iniciativas de determinados países e, por intermédio de sua pesquisa, encontramos informações de outros autores e documentos oficiais de algumas dessas nações. Na Alemanha, o ensino de Computação está proposto como disciplina não obrigatória, em áreas computacionais, como “[...] orientação a objetos (codificação), modelagem entidade-relacionamento, autômatos, modelagem algorítmica, interação homem-máquina, privacidade, segurança, arquitetura de computadores, computabilidade, eficiência e questões sociais” (Brinda; Puhlmann; Schulte³, 2009 *apud* Brackmann *et al.*, 2020, p. 31). No país, ainda existe um referencial de ensino para o final do Ensino Fundamental, organizado em conteúdos (informação e dados, algoritmos, linguagens e autômatos, sistemas de informática, informática, homem e sociedade) e processos (modelagem e implementação, raciocínio e avaliação, estrutura e inter-relacionamento, comunicação e cooperação, representação e interpretação). Um fator fundamental, na Alemanha, é a importância atribuída à capacitação adequada dos professores na área.

A Argentina tem foco no ensino obrigatório de robótica por meio da programação integrada ao currículo. Os Núcleos de Aprendizagens Prioritárias de Educação Digital, Programação e Robótica (NAP EDPR, do espanhol *Núcleos de Aprendizajes Prioritarios de Educación Digital, Programación y Robótica*) estabeleceram as diretrizes para o ensino de robótica e programação para a

³ BRINDA, T.; PUHLMANN, H.; SCHULTE, C. Bridging ICT and CS: educational standards for computer science in lower secondary education. **Proceedings [...]** New York: ACM, 2009. p. 288-292.

Educação Básica. Segundo as orientações, a educação digital pretende possibilitar o desenvolvimento de projetos relacionados às necessidades da comunidade local, nos campos educacional, econômico e sociocultural (Argentina, 2019).

A Austrália divide o ensino de Computação em duas áreas, no Ensino Fundamental: Design e Tecnologias, e Tecnologias Digitais. A primeira área relaciona os conhecimentos referentes ao impacto, uso e desenvolvimento das tecnologias em uma variedade de contextos. A segunda preocupa-se com os componentes digitais (hardware, software e redes) e com a representação e estruturação dos dados. No Ensino Médio, não há diretriz para o ensino de Computação no país (Acara, 2021).

Os Estados Unidos, desde o final do ano de 2015, possui lei federal que apoia o ensino de Ciência da Computação como disciplina regular na Educação Básica, porém, não especifica a forma como deve ser implementada nas escolas. Nesse país, mais da metade dos estados têm a possibilidade de reaproveitar a Computação como outra disciplina curricular (Brackmann *et al.*, 2020). Visando colaborar com esse cenário, a Associação de Professores de Ciência da Computação (CSTA, do inglês *Computer Science Teachers Association*) publicou um documento direcionador para o ensino de Computação na Educação Básica (K-12) no país, descrito como “[...] um conjunto básico de objetivos de aprendizagem projetados para fornecer a base para um currículo de Ciência da Computação completo e sua implementação” (CSTA, c2023, p. 3, tradução nossa). O documento traz a definição de conceitos e práticas para o ensino de Computação e orientações para utilizá-los durante os anos escolares da Educação Básica (CSTA, c2023).

Na França, as escolas começaram a receber, desde 2015, de maneira gradual, aulas de programação (fundamentos de linguagens de programação e desenvolvimento de aplicativos) como atividades extraclasse. Além da importância da utilização de tecnologias nas demais disciplinas e do conhecimento em lógica, o governo francês tinha o objetivo de levar o acesso à tecnologia para todos os alunos, realizando uma inclusão social e digital (Brackmann *et al.*, 2020).

A Finlândia apresentou o Koodiaapinen – um guia do professor para o ensino de codificação (com significado do Finlandês “Código Alfabeta”), foi uma iniciativa que incluiu a programação como parte do currículo nacional, desde 2016. O país disponibiliza esse guia, composto por uma plataforma de cursos online e ferramentas, em que os professores das diversas áreas realizam capacitação em

programação. Dessa maneira, um professor de Matemática, pode ser capaz de orientar seus alunos a criarem programas relacionados à área por meio de programação (Koodiaapinen, 2016).

Na Grécia, desde o terceiro ano do Ensino Fundamental, as crianças têm aulas de Computação (desenvolvimento de aplicativos em ambientes de programação), além de atividades relacionadas à compreensão de uso e de como são constituídas as máquinas computacionais. Nos anos subsequentes, os alunos começam a desenvolver aplicativos, visando a solução de problemas. Há a possibilidade da escolha, pelo aluno, de sete áreas de interesse tais como: aprofundamento na alfabetização digital; processamento de texto, imagens e arquivos; uso e criação de gráfico; programação; busca e apresentação de informações; comunicação pela internet e computadores na vida cotidiana. Dos 12 aos 14 anos, as aulas tornam-se obrigatórias, em quatro áreas: aprofundamento em hardware de computadores; uso avançado de interfaces gráficas do usuário em sistemas operacionais; busca, processamento e apresentação de dados em aplicativos e internet; uso de computadores para a vivência pessoal. Com 15 anos, o pensamento algorítmico, programação e utilização da internet para apresentações e desenvolvimento de projetos, são as áreas de ensino. Nos anos finais da Educação Básica, os alunos aprofundam seus conhecimentos na disciplina tecnologia e, caso haja interesse na área computacional, os conceitos da Ciência da Computação tornam-se obrigatórios (Brackmann *et al.*, 2020).

O Reino Unido oferecia a possibilidade de todos os alunos aprenderem os conceitos relacionados às Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), mas, de maneira geral, os conhecimentos acabavam resumidos aos programas usuais de escritório (processadores de texto, planilhas eletrônicas, editores de apresentação, entre outros). Após uma revisão no currículo do país, a disciplina de Computação foi inserida como obrigatória na Educação Básica (Brackmann *et al.*, 2020). Nessa revisão, identificou-se a “[...] necessidade de melhorar a compreensão nas escolas sobre a natureza e o escopo da Computação”, mostrando que “[...] a Ciência da Computação é uma disciplina acadêmica rigorosa de grande importância para as carreiras futuras de muitos alunos” (The Royal Society, 2012, p. 5, tradução nossa). O documento, organizado pela Royal Society, reforçou a ideia da Ciência da Computação como uma disciplina, diferenciando-a da Tecnologia da Informação e da Alfabetização Digital. Além disso, teceu apontamentos sobre a necessidade de

ensinar efetivamente os conceitos fundamentais da área da Computação, oportunizando aos alunos desenvolver uma forma de pensamento, relacionada aos conceitos da Ciência da Computação (The Royal Society, 2012).

Na Nova Zelândia, especialmente na região de Canterbury, local em que diversas empresas de desenvolvimento de software estão sediadas, tem-se um interessante cenário para o ensino de Ciência da Computação, com uma disciplina inserida no currículo escolar, apesar de estar nos anos finais do Ensino Médio (Webb *et al.*, 2017). Tem sido investigada a possibilidade de inserir o ensino de Computação desde o primeiro ano obrigatório da escola regular, além do apoio ao desenvolvimento profissional dos professores. Importantes iniciativas de disseminação do ensino de Computação são originárias no país, tal como o Computer Science Unplugged (Bell; Witten; Fellows, 2011), projeto que tem o objetivo de promover a Ciência da Computação para os jovens, sem a necessidade da utilização de máquinas computacionais, ou seja, ensinar os princípios da Computação, independentemente de hardware ou software. Outra proposição interessante é o livro online Computer Science Field Guide (Bell, 2013), um material que visa orientar professores e alunos no ensino e aprendizagem de Computação.

Em seu trabalho, Lemos e Freitas (2017) elencaram alguns países de língua espanhola que apresentaram iniciativas de ensino de Ciência da Computação na Educação Básica. No México, houve o desenvolvimento de um livro didático pela Universidade Nacional Autónoma do México, com alguns conceitos que podem ser ensinados para as crianças no Ensino Básico, com o objetivo de introduzir os conceitos da área para os alunos. Não há informação sobre a utilização desse material na escola.

Na Espanha, segundo levantamento de Google e da FECYT (*Fundación Española para la Ciencia y Tecnología*) (Educación, 2016), há o ensino de Ciência da Computação (competências digitais) no Ensino Básico em alguns centros educacionais, mas ainda não foi incluído no currículo escolar de maneira obrigatória. Nesse mesmo documento (Educación, 2016), há uma tabela que reúne a forma de inserção da Ciência da Computação em 18 países da União Europeia, mostrando que, dentre esses países, apenas Eslováquia e Reino Unido têm a obrigatoriedade do ensino de Computação desde a educação primária, passando pela secundária, até o Ensino Médio. Portugal, França e Chipre com a obrigatoriedade na educação secundária e no Ensino Médio. Bulgária, República Tcheca, Dinamarca, Grécia e

Hungria têm a obrigatoriedade na Educação Secundária ou no Ensino Médio, com os demais países elencados (Áustria, Estônia, Irlanda, Itália, Lituânia, Malta, Polônia) ocorrendo de maneira opcional. Não localizamos detalhes sobre disciplinas ou currículos escolares desses países nesse documento.

Na Costa Rica, um acordo público-privado, facultado pela Unesco, criou o Programa Nacional de Informática Educativa, que tem o objetivo de fazer com que os alunos conheçam e utilizem ferramentas digitais para fortalecer as habilidades, contribuindo para o aprendizado e a produção de conhecimento (Fundacion Omar Dengo, c2023). Esse programa oferece a possibilidade de quatro propostas diferentes em centros educacionais: Informática Educacional e Pensamento Computacional; Apropriação Tecnológica para a Aprendizagem com Tecnologias Móveis; Empreendedorismo e Inovação; Empregabilidade para a indústria 4.0 e os empregos do futuro.

O programa Enlaces, no Chile, foi criado com o objetivo de melhorar a qualidade educacional por meio da informática e do desenvolvimento de uma cultura digital. Prevê o ensino da Computação de maneira transversal nas escolas primárias e secundárias, oferecendo oficinas de programação e robótica de maneira esporádica, nos anos em que recebe apoio do Ministério da Educação (Jara; Hepp, 2016).

No Uruguai, o Plano Ceibal, uma iniciativa nacional de educação tem oferecido dispositivos digitais para alunos e fornecido acesso à internet, desde 2007. A partir do ano de 2010, alunos e professores têm sido apoiados a utilizar tecnologias em algumas escolas do ensino primário. O Plano tem criado Laboratórios de Tecnologias Digitais, visando incentivar o ensino de programação e robótica. Em 2018, o Ceibal ofereceu um curso de treinamento em tecnologias digitais, que contou com mais de 28.000 professores matriculados (Oliveira, 2022).

Israel é um país com certa tradição no ensino de programação e Ciência da Computação, oferecendo desde os anos 1970 disciplinas eletivas em linguagem Basic e Logo. O país apresenta uma disciplina de Computação, porém de maneira não obrigatória (Oliveira, 2022).

A China, segundo Oliveira (2022), em 2017, teve a inclusão do pensamento computacional no currículo do país como disciplina obrigatória na Educação Básica. Os chineses têm promovido o ensino de programação pois têm indicações que esse aprendizado colabora com o pensamento matemático dos alunos.

Provavelmente, outros países apresentam iniciativas governamentais para incluir o ensino de Computação na Educação Básica, mas não encontramos informações oficiais disponibilizadas por esses órgãos ou em trabalhos na literatura.

Projetos e iniciativas de incentivo ao ensino de Computação para crianças e adolescentes, com caráter não governamental ou privado também estão disponíveis em sites e plataformas originárias em diferentes países, alguns com colaborações internacionais.

É o caso da European Schoolnet, uma rede educacional europeia, que conta com 33 Ministérios da Educação de países europeus que desenvolve projetos em cinco temáticas, relacionadas à Educação (European Schoolnet, 2017). Em uma das áreas, a Cidadania Digital, a rede está preocupada em ensinar os jovens e as crianças sobre as possibilidades, limites e perigos das tecnologias digitais. As diretrizes da Cidadania Digital estão relacionadas a: uso seguro e responsável de tecnologia online, segurança e responsabilidade online, alfabetização digital, vida digital ativa e criativa, competências digitais para o trabalho e a vida, codificação e pensamento computacional (European Schoolnet, 2017).

O direito à Educação em Computação para todas as crianças é o propósito da Computing At School, associação que tem o objetivo de contribuir para a inserção da Computação nas escolas primárias e secundárias do Reino Unido e, para isso, oferece apoio, produz materiais e propicia cursos para a formação de professores na área da Computação (Computing at School, 2021). A instituição considera o pensamento computacional como centro do novo currículo para o país, apresentando uma estrutura conceitual para a temática (Csizmadia *et al.*, 2015).

A iniciativa Computer Science for ALL Students (CSforALL, em português Ciência da Computação para todos) é um projeto que conecta provedores, escolas e cidades, pesquisadores, professores e financiadores, todos com o objetivo de levar a Computação para todas as crianças nos Estados Unidos (CSforALL, 2021). Por meio de uma plataforma, o projeto busca conectar os interessados em apoiar a capacitação em Ciência da Computação de todos os alunos americanos, desde a Educação Infantil, até o Ensino Médio, fornecendo a eles a possibilidade de adquirirem as habilidades para o desenvolvimento do pensamento computacional, e se tornarem ativos nessa sociedade cada vez mais tecnológica. Sua plataforma oferece a possibilidade de buscar conteúdos de Computação, divididos por conceitos (Algoritmos e Programação; Sistemas Computacionais; Dados e Análise;

Impactos da Computação; Redes e Internet) e subconceitos (Algoritmos; Controle; Cultura; Dispositivos; Modularidade; Desenvolvimento do Programa; Segurança, Lei e Ética; Interações Sociais; Variáveis; Visualização e Transformação) na área, além das etapas e níveis escolares desejados (CSforALL, 2021).

O Code.org, uma organização sem fins lucrativos, que tem o objetivo de disseminar o acesso à Computação para todas as pessoas, especialmente crianças e jovens, foi lançado em 2013, nos Estados Unidos. Desde então, tem disponibilizado cursos e projetos na área da Computação, incentivando e auxiliando na formação de professores e apoiando a inclusão da área como disciplina escolar. Uma das ações organizadas pela instituição é a hora do código⁴, que ocorre em todo o mundo, anualmente, e visa disseminar projetos na área da Computação. A plataforma disponibiliza tutoriais com atividades no campo computacional e qualquer pessoa pode participar ou mesmo organizar a ação em sua localidade (Code.org, 2021).

A Computer Science Teachers Association compreende que a Ciência da Computação apresenta dificuldades para ser entendida, e tem buscado apoiar professores que têm interesse em ensinar Computação. Também é uma organização sediada nos Estados Unidos e liderada por professores do Ensino Fundamental e Médio. Em 2017, lançaram os padrões de Ciência da Computação CSTA K-12 (CSTA, c2023), visando definir objetivos de aprendizagem, fornecendo uma base para a constituição de um currículo de Ciência da Computação. O padrão apresenta conceitos, subconceitos e práticas para o Ensino de Computação. As práticas são (CSTA, c2023, p. 3, tradução nossa):

1. Promover uma cultura de computação inclusiva;
2. Estimular a colaboração em torno da computação;
3. Reconhecer e definir problemas computacionais;
4. Desenvolver e utilizar as abstrações;
5. Criar artefatos computacionais;
6. Testar e refinar artefatos computacionais;
7. Estimular a comunicação sobre computação.

⁴ Disponível em: <https://hourofcode.com/>. Acesso em: 10 out. 2023.

Os conceitos e subconceitos podem ser visualizados no Quadro 1.

Quadro 1 – Conceitos e subconceitos do padrão da CSTA para o ensino de Computação

Conceitos	Subconceitos
Sistema de Computação	Dispositivos
	Hardware e Software
	Solução de Problemas
Redes e a Internet	Comunicação e Organização de Rede
	Cyber segurança
Análise de Dados	Armazenamento
	Coleta, Visualização e Transformação
	Inferência e Modelos
Algoritmos e Programação	Algoritmos
	Variáveis
	Controle
	Modularidade
	Desenvolvimento de Programa
Impactos da Computação	Cultura
	Interação Social
	Segurança, Lei e Ética

Fonte: Adaptado de CSTA (c2023).

Outra instituição, a International Society for Technology in Education (ISTE, em português - Sociedade Internacional de Tecnologia em Educação), se dedica a apoiar e dar suporte para o uso de tecnologia para inovar o ensino e a aprendizagem na educação escolar. Eles elaboraram um documento padrão para orientar o desenvolvimento do pensamento computacional que, mais tarde, em colaboração com a CSTA, foi aperfeiçoado e originou uma das definições operacionais para o pensamento computacional (CSTA; ISTE, 2011). Essa e demais definições serão abordadas na subseção 2.4.

Alinhado aos padrões estabelecidos pela CSTA e pela ISTE, o projeto Google for Education oferece um currículo para o ensino de Ciência da Computação (CS First), que visa capacitar professores na área para trabalharem com ferramentas e recursos, e atrair jovens para aprender conceitos de Computação, mais

especificamente sobre programação. O projeto oferece vídeos e materiais de amparo, disponíveis em sua plataforma, em que o professor pode navegar e aprender os conceitos, criar turmas e, então, disseminar o ensino na área. A plataforma ainda possibilita que um aluno conheça e explore possibilidades de aprender programação, sem a necessidade de um professor ou tutor (CS First, 2021).

De maneira geral, os projetos de governo de outros países, como nos países citados, e as iniciativas de organizações sociais internacionais são fundamentais para o movimento de inserção do ensino dos conceitos de Computação na Educação Básica, e servem como referência para que os órgãos governamentais responsáveis, instituições e entidades educacionais, no Brasil, também avancem nessa discussão. A próxima subseção aponta as iniciativas de ensino de Computação na Educação Básica originárias no país.

2.2. Ensino de Computação na Educação Básica no Brasil

Assim como ocorreu em outros países, no Brasil, antes da proposição do ensino de Computação na Educação Básica, foi na Educação Superior que surgiram os primeiros cursos da área. Duas foram as instituições pioneiras na oferta do curso de Ciência da Computação, a Universidade Federal da Bahia (UFBA) e a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), ambas no ano de 1969 (Cabral *et al.*, 2008).

Na época, a principal preocupação era a formação de pessoas com capacidade para lidar com as máquinas computacionais, que estavam sendo criadas em todo o mundo. No início dos anos 1970, o governo federal brasileiro tinha o interesse de tornar o país independente na área computacional e apoiou diversos projetos de desenvolvimento tecnológico, majoritariamente desenvolvidos nas universidades públicas (Cabral *et al.*, 2008). Em 1978, durante o Seminário de Computação na Universidade (SECOMU), um evento que reunia profissionais da área computacional das instituições de Ensino Superior, a Sociedade Brasileira de Computação (SBC) foi criada, como “[...] sociedade científica, sem fins lucrativos, para manter viva e unida uma comunidade acadêmica que tinha interesses no ensino e na pesquisa na área da Computação, bem como na política industrial de Informática e no exercício profissional” (Cabral *et al.*, 2008, p. 17).

Essa instituição, que centraliza as discussões sobre o ensino de Computação no Brasil, tem desenvolvido documentos relacionados à temática tais como os referenciais de formação para todos os cursos da área da Computação na Educação Superior (Zorzo *et al.*, 2017), os referenciais de formação em Computação para a Educação Básica (Raabe; Ribeiro, 2017), as diretrizes para o ensino de Computação na Educação Básica (Ribeiro *et al.*, 2019), os itinerários formativos de Computação também para a Educação Básica (SBC, 2019), além de participar ativamente das discussões relacionadas à inserção do ensino de Computação desde a Educação Básica. Especialmente quanto a essa, após a divulgação da versão final da BNCC, na época, a SBC publicou uma nota técnica (SBC, 2018b), manifestando seu descontentamento e tecendo críticas quanto à maneira com que as habilidades relacionadas à Computação haviam sido inseridas na Base.

Mesmo não tendo sido atendida pelo Conselho Nacional de Educação (CNE) e Ministério da Educação (MEC) durante as audiências públicas que discutiram a inserção do ensino de Computação na BNCC durante as proposições iniciais da Base, a SBC continua dialogando com professores, pesquisadores e especialistas das áreas da Computação e da Educação, sobre o modo de como inserir a temática computacional na Educação Básica.

O avanço mais recente nesse embrolho, foi a aprovação das Normas sobre Computação na Educação Básica pelo Conselho Nacional de Educação, documento que contou com a participação da SBC em sua elaboração, e que propôs a Computação como complemento a BNCC, inserindo então, os conhecimentos da área ao currículo educacional do país (Brasil, 2022a; Brasil, 2022b). O documento contempla as competências e as habilidades da Computação para todas as etapas da Educação Básica. Foi estruturado conforme os três eixos (Pensamento Computacional, Mundo Digital e Cultura Digital), com a proposição dos objetivos de aprendizagem e exemplos para a Educação Infantil; objetos de conhecimento, habilidades, explicação e exemplos para cada habilidade no Ensino Fundamental, e; competências específicas, habilidades, explicação e exemplos para cada habilidade proposta para o Ensino Médio.

Outra organização que tem se preocupado em dialogar com a sociedade sobre a importância das TICs para o ensino na Educação Básica, é o Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB). A instituição tem desenvolvido materiais para colaborar com a inserção das tecnologias na Educação, tais como o

currículo de referência em Tecnologia e Computação para a Educação Infantil e Ensino Fundamental (Raabe; Brackmann; Campos, 2018), o currículo de referência – Itinerário formativo em Tecnologia e Computação para o Ensino Médio (CIEB, 2020a), o currículo de referência para a Educação Profissional Técnica de Nível Médio em Tecnologia e Computação (CIEB, 2020b), as competências digitais na formação inicial de professores (Araripe; Lins, 2020).

Em especial, os currículos de referência para a Educação Infantil e Ensino Fundamental (Raabe; Brackmann; Campos, 2018) e para o Ensino Médio (CIEB, 2020a), estão disponíveis em formato online, na plataforma da CIEB⁵. Para todas as etapas da Educação Básica, o currículo apresenta eixos (Cultura Digital – CD, Tecnologia Digital – TD e Pensamento Computacional – PC) e conceitos (CD: Letramento Digital, Cidadania Digital, Tecnologia e Sociedade; TD: Representação de Dados, Hardware e Software, Comunicação e Redes; PC: Abstração, Algoritmos, Decomposição, Reconhecimento de Padrões). Outra facilidade relacionada ao formato digital do currículo é quanto ao acesso a links e materiais online. Para o Ensino Médio, devido à especificidade dessa etapa educacional, os conteúdos são divididos pelos eixos (CD, PC e TD) e por unidades curriculares (essenciais e eletivas).

Iniciativas de pesquisadores brasileiros também têm produzido materiais de apoio ao ensino de Computação na Educação Básica. Bittencourt, Santana e Araujo (2021) desenvolveram um currículo de Computação para o Ensino Fundamental – Anos Finais, acompanhado de livros didáticos – nas versões para professor e para aluno –, e materiais de apoio para cada ano escolar. O currículo foi baseado nos referenciais da CSTA (CSTA, c2023) e tem diferentes bases teóricas sobre aprendizagem, tais como currículo em espiral, aprendizagem significativa, construcionismo e contextualização da aprendizagem de Computação. O currículo está organizado em cinco eixos de aprendizagem: pensamento computacional; práticas de computação e programação; colaboração; computadores e dispositivos de comunicação, e; impactos comunitários, globais e éticos, com os respectivos objetivos (Bittencourt; Santana; Araujo, 2021, p. 669):

⁵ Disponível em: <https://curriculo.cieb.net.br/curriculo>. Acesso em: 13 nov. 2021.

- Pensamento Computacional: Analisar e desenvolver soluções para problemas que podem ser resolvidos computacionalmente;
- Práticas de Computação e Programação: Utilizar ferramentas computacionais, incluindo a exploração e o uso da programação de computadores;
- Colaboração: Conhecer e explorar a natureza colaborativa da Computação;
- Computadores e Dispositivos de Comunicação: Entender os elementos dos computadores e dispositivos de comunicação modernos, além de empregar dispositivos e mídias nas atividades de aprendizagem;
- Impactos Comunitários, Globais e Éticos: Compreender os impactos que a tecnologia pode ter na vida das pessoas e agir de forma responsável e ética ao usar computadores e dispositivos tecnológicos.

Conforme destacado, no currículo, os eixos Pensamento Computacional e Práticas de Computação e Programação têm maior destaque na formação ao longo dos anos, chegando a 41,35% e 30,56%, respectivamente, sendo trabalhado o uso de ferramentas computacionais e o incentivo ao uso da programação como meio para solucionar atividades do cotidiano. Em cada eixo, para cada ano, estão presentes os objetivos de aprendizagem, que são apresentados por meio de temas distintos (computação e eu – sexto ano; computação e comunidade – sétimo ano; computação e sociedade – oitavo ano; computação e mundo – nono ano). Para cada ano, os temas estão divididos em unidades temáticas, que investigam diferentes assuntos e exploram conceitos computacionais.

Além dos projetos e iniciativas para a inserção do ensino de Computação na Educação Básica, no Brasil, o principal documento normativo referente a esse nível de escolarização, a BNCC, apresentou informações relacionadas às TDICs, visando inserir elementos da Computação e Tecnologia na Base. Desde as competências gerais, como na primeira, apontou a necessidade de “Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e **digital** para entender e explicar a realidade [...]” (Brasil, 2018, p. 9, grifo nosso), seguindo para a competência dois, em que destacou a importância de “[...] investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções

(**inclusive tecnológicas**) com base nos conhecimentos das diferentes áreas” (Brasil, 2018, p. 9, grifo nosso), e na quinta competência, onde deixou explícito a relevância de: “**Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação** de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais [...]” (Brasil, 2018, p. 9, grifo nosso).

Ao explicar sobre as Tecnologias Digitais e a Computação, a Base deixou marcada a importância dessas temáticas nas tarefas e ações presentes no cotidiano das pessoas e especialmente dos jovens. Segundo ela, é necessário

[...] garantir aos jovens aprendizagens para atuar em uma sociedade em constante mudança, prepará-los para profissões que ainda não existem, para usar tecnologias que ainda não foram inventadas e para resolver problemas que ainda não conhecemos. Certamente, grande parte das futuras profissões envolverá, direta ou indiretamente, computação e tecnologias digitais (Brasil, 2018, p. 473).

A BNCC ainda tematizou as dimensões que caracterizam a Computação e as Tecnologias Digitais, quanto aos conhecimentos, habilidades, atitudes e valores. Três foram as dimensões (Brasil, 2018, p. 474):

- **Pensamento Computacional:** envolve as capacidades de compreender, analisar, definir, modelar, resolver, comparar e automatizar problemas e suas soluções, de forma metódica e sistemática, por meio do desenvolvimento de algoritmos;
- **Mundo Digital:** envolve as aprendizagens relativas às formas de processar, transmitir e distribuir a informação de maneira segura e confiável em diferentes artefatos digitais – tanto físicos (computadores, celulares, tablets etc.) como virtuais (internet, redes sociais e nuvens de dados, entre outros) –, compreendendo a importância contemporânea de codificar, armazenar e proteger a informação;
- **Cultura Digital:** envolve aprendizagens voltadas à participação mais consciente e democrática por meio das tecnologias digitais, o que supõe a compreensão dos impactos da revolução digital e dos avanços do mundo digital na sociedade contemporânea, a construção de uma atitude crítica, ética e responsável em relação à multiplicidade de ofertas midiáticas e

digitais, aos usos possíveis das diferentes tecnologias e aos conteúdos por elas veiculados e, também, à fluência no uso da tecnologia digital para expressão de soluções e manifestações culturais de forma contextualizada e crítica.

De fato, a BNCC apresentou alguns apontamentos sobre a inserção da Computação e das Tecnologias Digitais na Educação Básica, porém, partindo da não definição do que seriam as Tecnologias Digitais e utilizando-a, de modo geral, para referir-se à utilização ou não de um aparato tecnológico como suporte em determinadas habilidades, nos parece limitado, dentro das possibilidades que a área da Computação pode oferecer.

Evidente que, o uso de plataformas, sistemas e tecnologias digitais pode colaborar no ensino de conteúdos de todas as áreas do conhecimento e, desse modo, ser uma ferramenta de auxílio à aprendizagem, por meio de simulações, representações visuais e gráficas. Mas, isso não seria o aspecto central na Computação, sobretudo se a considerarmos como uma área de conhecimento em si, com conceitos teóricos a serem apropriados e com possibilidades de permitir que o aluno seja um sujeito ativo na reflexão e análise dos fenômenos da cultura digital, bem como no desenvolvimento de soluções computacionais, não apenas como um mero consumidor de tecnologia.

Para além dessa discordância, sobre a forma com que os conceitos da Computação podem ser inseridos na Educação Básica, diversos são os apontamentos realizados pela SBC, demonstrando equívocos em descrições referentes à área computacional, conforme nota técnica da Sociedade (SBC, 2018b). Apesar disso, a SBC continua elaborando orientações e diretrizes para o ensino de Computação para todos os níveis e etapas educacionais, no Brasil. Participou, por exemplo, da construção das normas para a implementação da Computação na Educação Básica (Brasil, 2022a; Brasil, 2022b), documento que apresenta conceitos a serem ensinados durante a escolarização.

Além disso, nos parece fundamental compreender os conceitos essenciais de uma ciência que tem sido investigada e, por vezes, considerada como a base para a formação de profissões do futuro, a Ciência da Computação. Isso sem destacar a vivência cotidiana, cada vez mais acompanhada por conceitos, terminologias e tecnologias correlatas à área. Mas, quais são esses conceitos essenciais? Visando

deslindar as subáreas da Ciência da Computação, a próxima subseção destaca os conceitos fundamentais da área.

2.3. Conceitos fundamentais da Ciência da Computação

Conforme apontado anteriormente, a SBC é a instituição direcionadora do ensino de Computação nos níveis e etapas da Educação no Brasil. Além de diretrizes para a Educação Básica, promove as discussões referentes aos cursos de formação na área da Computação, na Educação Superior. Entre as possibilidades de cursos na área, segundo os referenciais de formação para os cursos de graduação (Zorzo *et al.*, 2017), o bacharelado em Ciência da Computação é um dos cursos que têm a Computação como atividade fim e visa a “[...] formação de recursos humanos para o desenvolvimento científico e tecnológico da Computação” (Cabral *et al.*, 2008, p. 26). Segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de graduação na área da Computação (Brasil, 2016), o egresso do curso de bacharelado em Ciência da Computação deve ser habilitado a

[...] construir aplicativos de propósito geral, ferramentas e infraestrutura de software de sistemas de computação e de sistemas embarcados, gerar conhecimento científico e inovação e que os incentivem a estender suas competências à medida que a área se desenvolve (Brasil, 2016, p. 2).

Em outros termos, seria o profissional com uma visão abrangente dentro dos cursos da área da Computação. Por essa razão, nos propomos a investigar os conceitos teóricos abordados no curso de bacharelado em Ciência da Computação, visto que eles podem sinalizar o que é essencial para a formação do pensamento computacional. Pois, conforme Jeannette Wing mencionou em sua primeira publicação sobre esse tipo de pensamento, ele “[...] envolve a resolução de problemas, projeção de sistemas, e compreensão do comportamento humano, através da extração de conceitos fundamentais da Ciência da Computação” (Wing, 2006, p. 33, tradução nossa).

Torna-se, então, necessário investigarmos os conhecimentos essenciais da Ciência da Computação, seus conceitos científicos, para analisarmos como eles podem contribuir na formação do pensamento computacional, pois a apropriação dos conceitos científicos e o desenvolvimento do pensamento formam uma unidade.

Dessa maneira, realizamos uma investigação acerca dos conceitos basilares da Ciência da Computação, examinando obras, pesquisas e documentos orientadores que direcionam a proposição dos currículos do curso no Brasil. O livro “Ciência da Computação: uma visão abrangente” (Brookshear, 2013), mostra um panorama geral da área, mencionando os componentes teóricos da Ciência da Computação como “ferramentas abstratas”: Arquitetura de Máquina (Arquitetura de Computadores), Sistemas Operacionais, Redes de Computadores, Algoritmos, Linguagens de Programação, Engenharia de Software, Estruturas de Dados, Manipulação de Arquivos, Banco de Dados, Inteligência Artificial e Teoria da Computação.

Um documento internacional de referência para currículos de Computação é o relatório de currículos de Computação da Association for Computing Machinery (ACM) e do Institute of Electrical and Electronic Engineers - Computer Society (IEEE-CS) (ACM; IEEE, 2020). Desde a década de 1980, a ACM e a IEEE-CS têm trabalhado no estabelecimento de orientações para os cursos da área da Computação, por meio de relatórios e diretrizes curriculares. O relatório mais atual (ACM; IEEE, 2020), pela primeira vez, foi desenvolvido com base nas competências desejadas para os egressos de cada um dos cursos da área. Ele englobou em um mesmo documento, sete cursos de Computação, incluindo o curso de Ciência da Computação.

No Brasil, a SBC tem conduzido as discussões sobre os referenciais para os cursos de graduação da área da Computação. Com base nas orientações da entidade, foram criadas as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para Cursos de Graduação em Computação (Brasil, 2016). Os referenciais de formação para os cursos de graduação em Computação (Rocha *et al.*, 2005), especificamente os referentes aos cursos de Ciência da Computação e Engenharia de Computação apresentaram os núcleos base para a formação dos cursos. Esses referenciais destacaram as matérias da área da Computação por meio de dois núcleos, a saber: Fundamentos da Computação e Tecnologia da Computação.

Já os referenciais mais atuais (Zorzo *et al.*, 2017), apesar de terem sido elaborados por meio de eixos de formação, competências e conteúdos, também apresentam os conceitos fundamentais da área da Computação. Em cada eixo de formação e sua respectiva competência, foram destacadas as competências derivadas, que apresentam os conteúdos que devem ser trabalhados para que o

estudante do curso obtenha os conhecimentos necessários em cada eixo de formação. Os conteúdos, apesar de não serem sinônimos de disciplinas, podem ser associados, visto que uma disciplina pode abordar mais de um conteúdo. Dessa maneira, os conceitos, neste referencial, são similares às subáreas da Computação.

Por meio da análise desses documentos, buscamos identificar similaridades quanto às subáreas, conceitos ou fundamentos do curso de bacharelado em Ciência da Computação. Nessa busca, destacamos ao menos 15 subáreas como sendo fundamentais para o curso (Beleti Junior; Sforini, 2021):

- Algoritmos e Estrutura de Dados;
- Análise de Algoritmos;
- Arquitetura e Organização de Computadores;
- Banco de Dados;
- Computação Gráfica;
- Computação Paralela e Distribuída;
- Engenharia de Software;
- Inteligência Artificial;
- Interação Humano-Computador;
- Linguagens de Programação;
- Redes de Computadores;
- Segurança de Sistemas Computacionais;
- Sistemas Operacionais;
- Teoria da Computação;
- Teoria dos Grafos.

Todos esses tópicos são da área da Computação, visto que o curso é composto ainda por conceitos de áreas como Matemática, Física, Eletrônica e Contexto Social e Profissional (Zorzo *et al.*, 2017). Temos, portanto, ao menos 15 conceitos da área computacional que podem ter seus conceitos teóricos explorados, o que é fundamental para propiciar a formação do pensamento teórico.

Pressupomos, até o momento, que o pensamento teórico pode ser um modo geral para outras formas do pensamento humano, entre elas, o pensamento computacional (Beleti Junior; Sforini, 2021). E antes de investigarmos sobre o

pensamento teórico, destacaremos como a literatura tem compreendido o pensamento computacional.

2.4. Pensamento Computacional

Como visto até aqui, a literatura vigente está pujante quando a temática é o pensamento computacional. Várias são as publicações que têm proposto definições e modelos para essa forma de pensamento, além de trabalhos que apontam como desenvolvê-lo por meio de materiais didáticos, utilizando-se ou não de tecnologia, e propostas para avaliar o seu desenvolvimento em alunos em alguns níveis e etapas educacionais. Ainda assim, na literatura, não há um consenso de uma definição amplamente aceita.

Para colaborar com as discussões na área, antes de trazer o que a literatura tem proposto como definição e modelo para o pensamento computacional, investigaremos qual sua origem histórica, pois o estudo histórico de um objeto, permite compreender a necessidade humana de sua criação, ajudando a reconhecer qual é a sua essência.

2.4.1. Histórico do Pensamento Computacional

O pensamento computacional esteve relacionado a ideias como a solução de problemas matemáticos, descrito por George Polya em 1945, e a “algoritmização”, mencionada por Alan Perlis e Herbs, no início da década de 1960. Mais tarde, em 1974, aproximou-se a uma abordagem algorítmica por Donald Knuth e, em 1979, descrita por Edsger Dijkstra como relativa a hábitos computacionais da mente (Denning, 2017).

Mas o termo “pensamento computacional” parece ter sido mencionado pela primeira vez por Seymour Papert, em seu livro *Mindstorms*, publicado em 1980, definindo-o como “[...] uma habilidade mental que as crianças desenvolvem ao praticar programação” (Denning, 2017, p. 35, tradução nossa). Papert junto a seus colaboradores, realizaram experimentos relacionados à movimentação de um robô, programado por meio da linguagem Logo. Os experimentos de Papert, mais relacionados à programação e à robótica, não buscaram definir o conceito de

pensamento computacional, mas sim fundamentar a teoria construcionista, amparada teoricamente no construtivismo de Piaget (Navarro, 2021).

Ainda nos anos 1980, Ken Wilson e outros pesquisadores tentaram utilizar a temática para promover a difusão da Ciência da Computação, argumentando que problemas com alto grau de dificuldade poderiam ser solucionados utilizando-se de técnicas e máquinas computacionais. O termo “pensamento computacional” foi novamente utilizado como “[...] os processos de pensamento em fazer projetos científicos computacionais, testes e uso de modelos computacionais para fazer descobertas e avançar a ciência” (Denning, 2017, p. 35, tradução nossa).

Na época, a ideia de difundir a Ciência da Computação estava atrelada à possibilidade de utilizar máquinas computacionais para auxiliar nas pesquisas em todas as áreas. O conceito do pensamento computacional pode ter sido, então, a forma de aproximar uma ciência exata das demais áreas do conhecimento.

Talvez, essa ideia tenha colaborado para a temática voltar a circular entre os meios acadêmicos de maneira abrangente, após a publicação de Jeannette Wing, em 2006 (Wing, 2006). A autora definiu o pensamento computacional como “[...] uma habilidade fundamental para todos, não somente para cientistas da Computação” (Wing 2006, p. 33, tradução nossa). Com esse viés, de tornar a Ciência da Computação mais “popular”, a autora movimentou o cenário educacional impulsionando a realização de pesquisas sobre ensino de Computação por todo o mundo, nas diversas áreas do conhecimento, níveis e etapas educacionais.

A partir dos anos 2000, com a popularização dos computadores e na década seguinte, dos celulares, smartphones e tablets, a importância do conhecimento ao menos sobre utilização de tais equipamentos, fez com que a Computação se aproximasse das pessoas, em todos os campos do saber. Na Educação, não foi diferente e, apesar dos questionamentos acerca da pertinência da utilização da tecnologia em sala de aula, o conceito de pensamento computacional tornou-se presente no contexto escolar.

Kaminski, Klüber e Boscarioli (2021) destacaram a relação do pensamento computacional com a inserção das tecnologias digitais de informação e comunicação na Educação, as diversas abordagens, presentes na história da Informática na Educação, em outras palavras, com as tentativas de inserir a Computação no contexto escolar. Mas antes de aprofundarmos a discussão sobre o pensamento

computacional e sua inserção na escola, temos que compreender suas definições e propostas de estruturação.

2.4.2. Definições do Pensamento Computacional

A partir da publicação de Wing (2006), diversos foram os trabalhos que buscaram compreender a temática, além de preencher as lacunas deixadas pela autora em sua obra inicial. Em 2008, Wing voltou a escrever sobre o pensamento computacional, como

[...] um tipo de pensamento analítico. Ele compartilha com o pensamento matemático as maneiras gerais pelas quais podemos abordar a solução de um problema. Ele compartilha com o pensamento da engenharia as maneiras gerais em que podemos abordar o projeto e a avaliar um sistema grande e complexo que opera dentro das restrições do mundo real. Ele compartilha com o pensamento científico as maneiras gerais pelas quais podemos abordar a compreensão da computabilidade, da inteligência, da mente e do comportamento humano (Wing, 2008, p. 3717, tradução nossa).

A própria autora, em colaboração com Jan Cuny e Larry Snyder, voltou a defini-lo como “[...] processos de pensamento envolvidos na formulação de problemas e suas soluções de modo que elas sejam representadas de forma que possam ser efetivamente realizadas por um agente de processamento de informações” (Wing, 2014, n.p., tradução nossa).

Além de Wing, outros autores continuaram a contribuir com a temática, trazendo para a discussão propostas de definição mais elaboradas. Bundy (2007) mostrou sua preocupação com o impacto do pensamento computacional em outros tipos de pensamento, aproximando-o da “[...] capacidade que a computação fornece para investigar novos tipos de questões” (Bundy, 2007, p. 3, tradução nossa).

Al Aho definiu o pensamento computacional como

[...] os processos de pensamento envolvidos na formulação de problemas, de forma que suas soluções possam ser representadas como etapas e algoritmos computacionais. Uma parte importante deste processo é encontrar modelos apropriados de computação com os quais formular o problema e derivar suas soluções (Aho, 2012, p. 1, tradução nossa).

Selby e Woollard (2013) propuseram uma definição para o pensamento computacional, com base nos termos consensuais sobre a temática na literatura. Para os autores, o pensamento computacional “[...] é uma abordagem focada na resolução de problemas, incorporando processos de pensamento que utilizam abstração, decomposição, design algorítmico, avaliação e generalizações” (Selby; Woollard, 2013, p. 5, tradução nossa). Também relacionando o pensamento computacional com a resolução de problemas, Shute, Sun e Asbell-Clarke (2017) definiram o pensamento computacional como “[...] a base conceitual necessária para resolver problemas de forma eficaz e eficiente (ou seja, algorítmicamente, com ou sem o auxílio de computadores) com soluções que são reutilizáveis em diferentes contextos” (Shute; Sun; Asbell-Clarke, 2017, p. 151, tradução nossa).

Em seu trabalho, Brackmann (2017) propôs uma definição que faz referência aos conceitos fundamentais da Computação e sobre as capacidades criativa, crítica e estratégica do homem. Para ele,

[...] o Pensamento Computacional é uma distinta capacidade criativa, crítica e estratégica humana de saber utilizar os fundamentos da Computação, nas mais diversas áreas do conhecimento, com a finalidade de identificar e resolver problemas, de maneira individual ou colaborativa, através de passos claros, de tal forma que uma pessoa ou uma máquina possam executá-los eficazmente (Brackmann, 2017, p. 31).

Em uma revisão de literatura, Fantinati e Santos Rosa (2021), conceituaram o pensamento computacional como uma forma de pensamento que tem origem na Ciência da Computação que, “[...] quando aplicado por meio de estratégias, recursos e ferramentas computacionais ou não, pode contribuir para o desenvolvimento de habilidades, como o pensamento lógico, algorítmico e crítico, com vistas à resolução de situações-problema”, nos diversos ambientes sociais (Fantinati; Santos Rosa, 2021, p. 135).

Algumas instituições educacionais também investigaram a temática e propuseram definições para o pensamento computacional, tal como no trabalho colaborativo entre a CSTA e a ISTE, em que uma definição operacional para o conceito foi proposta, considerando-o como um processo de resolução de problemas que inclui e não se limita às seguintes características: formulação de problemas, permitindo o uso de computadores e ferramentas; organização, análise e

representação de dados de forma lógica, tal como modelos e simulações; automatização de soluções por meio do pensamento algorítmico; identificação, análise e implementação de soluções da forma mais eficiente e eficaz, considerando-se recursos; generalização e transferência desse processo de resolução de problemas para as diversas possibilidades problemáticas (CSTA; ISTE, 2011, tradução nossa).

Com uma definição de caráter mais geral, a Royal Society, importante organização científica, propôs uma definição para o pensamento computacional como “[...] o processo de reconhecer aspectos da computação no mundo que nos rodeia e de aplicar ferramentas e técnicas da Ciência da Computação para entender e raciocinar sobre sistemas e processos naturais e artificiais” (The Royal Society, 2012, p. 29, tradução nossa).

No Brasil, a BNCC, apresenta o pensamento computacional como uma das dimensões que caracterizam a Computação e as tecnologias digitais, apontando que o pensamento computacional “[...] envolve as capacidades de compreender, analisar, definir, modelar, resolver, comparar e automatizar problemas e suas soluções, de forma metódica e sistemática, por meio do desenvolvimento de algoritmos” (Brasil, 2018, p. 474). Mesmo sem maiores detalhes de como promovê-lo nas etapas educacionais e dentro de uma perspectiva de formação com mais foco na formação de habilidades e competências do que na aprendizagem de conceitos científicos, e que visa a promoção do desenvolvimento integral dos estudantes, há que se reconhecer que a inclusão do pensamento computacional, nesse documento orientador da Educação Básica, foi significativa para a área.

Visando colaborar com os encaminhamentos do pensamento computacional para a Educação Básica, a SBC conceituou o pensamento computacional 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, 2018a, p. 5). Também no país, o CIEB apresentou, em seus currículos de referência para a Educação Básica, uma definição para o pensamento computacional explicando que ele “[...] compreende sistematizar, representar, analisar e resolver problemas. Tem sido considerado como um dos pilares fundamentais do intelecto humano, ao lado de leitura, escrita e aritmética [...]” (Raabe; Brackmann; Campos, 2018, p. 19).

Outras iniciativas realizaram investigações sobre o pensamento computacional, tal como Vicari, Moreira e Menezes (2018, p. 9), que disseram que ele “[...] está diretamente relacionado e seu desenvolvimento é concomitante com o da Ciência da Computação, mas sua proposta, como metodologia, pode ser utilizada em várias áreas do conhecimento”. Os autores também afirmaram que o pensamento computacional “[...] precisa estar no mesmo nível da leitura, da escrita e da aritmética” (p. 10).

Medeiros, Martins e Madeira (2020), em um material voltado para a compreensão do conceito e com atividades para as crianças e família, especialmente durante a pandemia da COVID-19, definiram o pensamento computacional como

[...] um conjunto de técnicas da Ciência da Computação que podem ser aplicadas à resolução de problemas nas diversas áreas do conhecimento. Ele tem sido apontado pela comunidade científica como uma metodologia inovadora que permite estimular o desenvolvimento de habilidades importantes para o século XXI (Medeiros; Martins; Madeira, 2020, p. 5).

Bittencourt, Santana e Araujo (2021), em iniciativa que desenvolveu livros didáticos para o ensino de Computação no Ensino Fundamental, trouxeram o pensamento computacional como um de seus eixos de aprendizagem, conceituando-o como uma forma de “[...] analisar e desenvolver soluções para problemas que podem ser resolvidos computacionalmente” (p. 670).

Além de todas essas definições, pesquisadores buscaram propor estruturas e modelos para o desenvolvimento do pensamento computacional. Algumas propostas e estratégias são apresentadas na subseção a seguir.

2.4.3. Estrutura do Pensamento Computacional

Como estrutura ou modelos para o desenvolvimento do pensamento computacional, diversas foram as propostas encontradas na literatura. Barr e Stephenson (2011), com base nos resultados preliminares do projeto conduzido pela CSTA e pela ISTE, forneceram um modelo estruturado que identificou conceitos e recursos do pensamento computacional, além da forma de como incorporá-lo nas áreas da Ciência da Computação, Matemática, Ciências, Estudos Sociais e

Linguagem e Artes. Os conceitos e capacidades do pensamento computacional por eles adotados foram: coleta, análise e representação de dados, decomposição, abstração, algoritmos e procedimentos, automação e paralelização.

Um modelo para o pensamento computacional, envolvendo as dimensões de conceitos, práticas e perspectivas, com exemplos de aplicação por meio do Scratch, foi proposto por Brennan e Resnick (2012). O trabalho destaca elementos do pensamento computacional divididos de acordo com as dimensões: conceitos, práticas e perspectivas. Na dimensão conceitos: sequências, loops, paralelismo, eventos, condicionais, operadores e dados; nas práticas: ser incremental e iterativo, testar e depurar, reutilizar e remixar, abstrair e modularizar, e; nas perspectivas: se expressar, se conectar e questionar.

Voltado para as séries iniciais e com base na implementação de projetos Scratch, Seiter e Foreman (2013) propuseram um modelo de progressão do pensamento computacional por meio do nível de habilidade dos seguintes elementos: algoritmos, decomposição de problemas, paralelização, abstração e representação de dados.

O modelo proposto por Selby e Woollard (2013), elaborado com base em elementos consensuais do pensamento computacional em trabalhos da literatura, considera os processos de pensamento como capacidades de pensar em: abstrações, em termos de decomposição, algoritmicamente, em termos de avaliação e de generalização.

Uma estrutura para o pensamento computacional como um processo de solução de problemas foi apresentado por Kalelioglu, Gulbahar e Kukul (2016) contendo os seguintes elementos: abstração, decomposição, coleta, representação e análise de dados, reconhecimento de padrões, conceituação e representação de dados, raciocínio matemático, construção de paralelização, algoritmos e procedimentos, automação, modelagem e simulações, testes e depuração, generalização.

Uma estrutura conceitual que expressa as habilidades do pensamento computacional foi elaborada por Angeli *et al.* (2016), contendo os seguintes elementos: abstração, generalização, decomposição, pensamento algorítmico e depuração. Essa estrutura se aproximou do modelo elaborado por Shute, Sun e Asbell-Clarke (2017), que categorizaram os elementos pensamento computacional em: decomposição, abstração, algoritmos, depuração, iteração e generalização. A

principal diferença entre os dois modelos foi a inclusão da iteração, além da distinção entre as facetas abstração e algoritmos. Repenning, Basawapatna e Escherle (2016) propuseram um modelo que divide o processo do pensamento computacional em três estágios que contemplam elementos básicos: formulação do problema (abstração), expressão da solução (automação) e execução e avaliação (teste e depuração).

Além de propor uma definição para o termo, Brackmann (2017), por meio da investigação da literatura, identificou quatro pilares para o pensamento computacional, a saber: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos. Essa estrutura é aceita por diversos pesquisadores da área, instituições que promovem cursos sobre o pensamento computacional, tal como o MEC, por meio de sua plataforma AVAMEC⁶, além de organizações que oferecem materiais para promover o desenvolvimento do pensamento computacional (Raabe; Brackmann; Campos, 2018).

Hsu, Chang e Hung (2018) fizeram uma proposta de uma taxonomia para o pensamento computacional baseada na definição e nos processos descritos por Wing (2006), com a inserção de novos elementos, totalizando 19 processos do pensamento computacional: abstração, projeto de algoritmo, decomposição, reconhecimento de padrões, coleta, representação e análise de dados, automação, paralelização, generalização, simulação, transformação, lógica condicional, conexão a outros campos, visualização, detecção e correção de erros, eficiência e desempenho, modelagem e solução de problemas.

Outra proposta de definição e modelo para o pensamento computacional, baseada em trabalhos desde 2006 até 2017, por meio de uma revisão sistemática de literatura (RSL), foi o de Palts e Pedastes (2020). Eles analisaram 65 trabalhos presentes no *corpus documental* de sua RSL e consideraram seis grupos de dimensões (elementos) do pensamento computacional, identificando características frente à definição inicial de Wing (2006). Com base na análise das pesquisas, os autores elaboraram um novo modelo para o desenvolvimento do pensamento computacional, que conta com três fases compostas por 10 habilidades: 1) Definição do problema (formulação, abstração, reformulação, decomposição); 2) Resolução do

⁶ Disponível em: <https://avamec.mec.gov.br/>. Acesso em: 25 fev. 2022.

problema (coleta e análise de dados, projeto de algoritmos, paralelização e iteração, automação), e; 3) Análise da solução (generalização, testes e avaliação).

Dessa maneira, temos, além das diversas propostas de definição para o pensamento computacional, inúmeras estruturas na literatura, buscando conceituá-lo, porém, conforme também já ressaltado por Valente (2019), encontrar uma definição para o pensamento computacional, que tenha uma aceitação geral para a comunidade que pesquisa sobre a temática é extremamente difícil. O autor investigou essa temática e constatou que as definições e características do pensamento computacional estão cercadas pela resolução de problemas com o amparo da tecnologia digital.

Nesse ponto, com relação ao uso de tecnologias digitais, consideramos que o pensamento computacional vai além da utilização de aparatos tecnológicos, podendo ser desenvolvido, inclusive, sem o uso de tecnologias. E antes de discorrermos sobre nossa compreensão sobre a definição, estrutura e características do pensamento computacional, destacaremos sua relação com a temática ensino de Computação e como ele tem sido apresentado e desenvolvido em iniciativas na Educação Básica, especialmente no Brasil.

2.4.4. Iniciativas de desenvolvimento do Pensamento Computacional na Educação Básica

Em função das diversas definições e propostas de estrutura para o pensamento computacional, pesquisadores têm buscado várias maneiras de desenvolver o pensamento computacional em iniciativas na Educação Básica. Alguns apoiam a ideia de que o ensino de Computação, bem como o desenvolvimento do pensamento computacional poderia ser um componente curricular da Educação Básica (SBC, 2018b), outros sustentam que deve ser um elemento transversal aos demais componentes curriculares, como previsto na BNCC (Brasil, 2018). De fato, o que tem ocorrido nas iniciativas de inserção do pensamento computacional na Educação Básica, é a introdução de atividades relacionadas a áreas da Computação, tal como a programação, por exemplo.

A descrição das subáreas da Computação ou objetos do conhecimento da área podem ser encontrados em documentos orientadores (SBC, 2019; SBC, 2018a; Raabe; Ribeiro, 2017), havendo proposição de materiais e atividades em propostas

curriculares (Raabe; Brackmann; Campos, 2018; CIEB, 2020a), além de livros didáticos disponíveis na área (Bittencourt; Santana; Araujo, 2021). Há diversos trabalhos que relatam experimentos relacionados ao ensino de Computação e desenvolvimento do pensamento computacional na Educação Básica, o que possibilita a realização de mapeamentos dessas iniciativas (Grebogy; Santos; Castilho, 2021; Silva; Nunes, 2021) e, dentre as subáreas da Computação, o destaque ainda se mantém em programação. Há revisões de literatura realizadas especialmente sobre essa temática (Zhang; Nouri, 2019; Tikva; Tambouris, 2021).

O mapeamento sistemático de literatura por nós realizado (Beleti Junior; Sforini, 2023), catalogou 107 pesquisas experimentais no desenvolvimento do pensamento computacional no ensino de conceitos de Computação, em que 92 delas realizaram atividades relacionadas à programação seja como meio (instrumento) ou fim (práticas de ensino) e que buscavam promover habilidades do pensamento computacional. Ou seja, temos essa subárea sendo bastante utilizada nas atividades relacionadas ao pensamento computacional.

De modo geral, encontramos na literatura, pesquisas experimentais que utilizam software ou plataformas de programação, tais como Scratch, em que tarefas são realizadas ou jogos são criados utilizando-se de programação por blocos. Nessas pesquisas, os alunos experimentam plataformas e são avaliadas por meio de testes comparativos (pré e pós testes), questionários, observação e entrevista, buscando-se verificar se habilidades relacionadas ao pensamento computacional foram desenvolvidas (Beleti Junior; Sforini, 2023).

Compreendemos que todas as iniciativas são válidas e, certamente, contribuem para as pesquisas relacionadas ao pensamento computacional, mas, assim como destacamos, consideramos ínfimas as propostas que envolvem outros conceitos da Computação, uma área que apresenta diversos tópicos disciplinares, muitos deles de fundamental importância para a Computação e, conseqüentemente, para o desenvolvimento do pensamento computacional. Conforme destacado anteriormente, temos ao menos 15 subáreas da Ciência da Computação que poderiam ter seus conceitos científicos investigados, visando compreender os fundamentos de cada subárea, componente essencial para propiciar a formação do pensamento teórico.

Dessa maneira, consideramos intrínseca a relação entre o ensino de Computação, o pensamento computacional e a Ciência da Computação. Esta última

sendo a área de conhecimento que compreende subáreas ou conceitos fundamentais para a formação de um sujeito com as habilidades da área. Conforme descrito nas diretrizes curriculares nacionais para os cursos de graduação em Computação (Brasil, 2016, p. 10), “[...] os cientistas da computação são responsáveis pelo desenvolvimento científico (teorias, métodos, linguagens, modelos, entre outras) e tecnológico da Computação”, além de saber “[...] fazer uso da interdisciplinaridade, na medida em que conseguem combinar ciências, dando a elas um tratamento computacional”. O pensamento computacional surge então com uma forma de pensamento humano, que se utiliza dos conceitos fundamentais da Ciência da Computação visando colaborar na resolução de tarefas e problemas, nas mais diversas áreas do conhecimento. E o ensino de Computação é o ato de ensinar esses conceitos, pois é por meio da apropriação deles que as pessoas podem promover o desenvolvimento do pensamento computacional. A próxima subseção esclarece, enfim, o que, ao nosso ver, seria o pensamento computacional.

2.4.5. E afinal, o que é Pensamento Computacional?

Com base nas investigações realizadas, consideramos que o conceito de pensamento computacional tenha sido proposto para aproximar a área da Computação do campo educacional e, mesmo sem uma proposição concreta de sua conceituação e estrutura amplamente aceita na literatura, tornou-se um conceito conhecido nas diversas áreas do conhecimento, apesar de, muitas vezes ser aproximado ao conceito de programação e estar relacionado à utilização de tecnologia.

Quanto à sua definição, compreendemos que o **pensamento computacional** é uma forma de pensamento que inclui a análise e a síntese do objeto de estudo, e a resolução de tarefas ou problemas nas diversas áreas do conhecimento, estruturado com base em conceitos da Ciência da Computação. Assim, o estudante precisa se apropriar desses conceitos para tê-los como instrumentos mediadores na sua relação com a tecnologia digital. Ou seja, para que uma pessoa tenha condições de desenvolver o pensamento computacional, precisa ter conhecimentos na área da Computação, não necessariamente em nível de um curso de graduação, mas que possibilite transitar adequadamente pelos conceitos científicos (teóricos) da Ciência da Computação durante a análise e a síntese, e a realização de tarefas de estudo,

conforme proposições de Elkonin (2019b) e Davydov (1988b)⁷, o que lhe daria condições de generalizar e realizar essas ações, posteriormente em espaços não escolares.

Na subseção 2.3 apresentamos uma proposição de subáreas da Ciência da Computação, a saber: Algoritmos e Estrutura de Dados; Análise de Algoritmos; Arquitetura e Organização de Computadores; Banco de Dados; Computação Gráfica; Computação Paralela e Distribuída; Engenharia de Software; Inteligência Artificial; Interação Humano-Computador; Linguagens de Programação; Redes de Computadores; Segurança de Sistemas Computacionais; Sistemas Operacionais; Teoria da Computação; Teoria dos Grafos. O conhecimento teórico sobre essas subáreas é, portanto, fundamental para o desenvolvimento do pensamento computacional, ou seja, ao se deparar com uma tarefa, seja qual for a área, pensar, tendo como suporte os conceitos teóricos da Computação é essencial para sua resolução.

Desenvolver as habilidades, propicia condições para a promoção do pensamento computacional que considera ainda, a necessidade da apropriação dos conceitos teóricos da área da Computação. Quando mencionamos o termo habilidade, nos referimos às capacidades sobre a realização de ações que, quando internalizadas (conscientizadas), tornam-se operações, conforme exposto por Leontiev (2004). Para ele “[...] enquanto uma ação é determinada pelo seu fim, uma operação depende das condições em que é dado esse fim” (Leontiev, 2004, p. 204).

Por exemplo, um professor acostumado a ministrar aulas presenciais, que, agora, precisa realizar aulas remotas, ou seja, tem isso como seu objetivo, deve empenhar-se em atividades, algumas postas como ações e outras como operações. Para as operações, pode-se citar a organização dos conceitos a serem expostos aos alunos, atividade já conscientizada, visto que esse processo é similar ao realizado nas aulas presenciais, pois também se utilizava de apresentações de slides para apresentar o conteúdo.

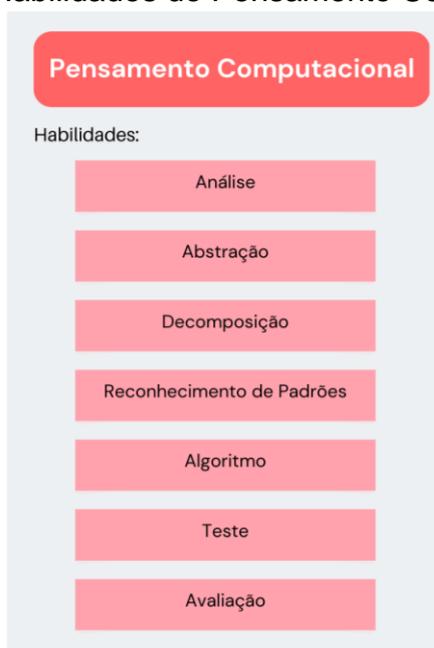
Quanto às ações, pode-se mencionar a configuração da plataforma online, a organização da apresentação e ambiente com os alunos por meio de duas telas (monitores), o ajuste de câmera e microfone, entre outras, que estão sendo realizadas pela primeira vez. Tais ações podem se tornar operações caso o

⁷ Tais proposições são apresentadas na Seção 3.

professor habitue-se a realizá-las periodicamente, conscientizando-as, de modo a se tornarem práticas automatizadas. Já para professores familiarizados a ministrar aulas em formato remoto, trata-se de operações.

Dessa maneira, as habilidades propostas nesta pesquisa devem ser desenvolvidas de modo a se tornarem operações durante a realização de tarefas ou resolução de problemas para possibilitar a gênese do pensamento computacional. A Figura 3 ilustra as habilidades elencadas neste trabalho.

Figura 3 – Habilidades do Pensamento Computacional



Fonte: Elaboração própria.

A habilidade de **Análise** corresponde ao processo de examinar as propriedades da tarefa proposta, a qual deve ser realizada, de acordo com um resultado esperado, considerando as informações disponíveis. Por exemplo, ao investigar a solução de uma equação do segundo grau, espera-se ter como informações disponíveis, os valores dos coeficientes. O resultado esperado da tarefa pode ser: duas raízes reais e distintas; duas raízes reais e de mesmo valor, ou; não existir raiz real.

A **Abstração** vincula-se ao processo de analisar as informações da tarefa, focando apenas no que de fato é relevante para sua resolução, ou seja, nas propriedades essenciais. Quando temos a tarefa de encontrar o trajeto entre duas cidades com menor custo, por exemplo, utilizando de um programa de mapeamento,

focamos em informações como: se há pedágios no caminho e se é o trajeto mais curto; e não nos atemos a informações como: por quais cidades passaremos no caminho, se a estrada é totalmente asfaltada e se possui pista dupla. Isso porque, estamos preocupados com o menor custo durante o trajeto, o que muda caso a tarefa seja encontrar a melhor condição de estrada.

A habilidade de **Decomposição** refere-se ao ato de dividir uma tarefa em tarefas menores ou decompô-las, visando facilitar a realização ou compreensão individual de cada uma para, na sequência, realizar a junção de todas, para a composição do resultado final da tarefa. Realizamos essa ação em atividades do cotidiano domiciliar, de maneira geral, como lavar roupas, em que separamos peças por cores ou por características similares, para então realizarmos a lavagem das porções ou partes separadas. Ao final da lavagem de todas as partes, temos o resultado, que é a lavagem de todas as peças de roupa.

O **Reconhecimento de padrões** pode ser descrito com a observação de similaridades entre tarefas que já ocorreram e novas tarefas que precisam ser realizadas. Com a identificação de padrões existentes, a realização de novas tarefas pode ser facilitada. Em um problema matemático, como o citado anteriormente, referente à investigação da solução de equações do segundo grau, após a resolução das raízes de uma equação, é possível reconhecer similaridades para encontrar as raízes de outras equações que são distintas, mas que apresentam estrutura semelhante, ou seja, a variável x e os coeficientes (quadrático, linear e constante).

Algoritmo, como uma habilidade do pensamento computacional, trata-se de uma lista de instruções que devem ser seguidas visando resolver uma tarefa ou solucionar um problema. Existem várias formas de se criar um algoritmo, sendo a descrição narrativa, possivelmente, a mais inteligível por pessoas sem conhecimentos na área. Seria a utilização de uma linguagem natural (língua portuguesa, por exemplo) em que são descritos os passos a serem seguidos para a realização da tarefa. Há ainda formatos mais elaborados e que necessitam de níveis de compreensão, tal como os fluxogramas – utilização de símbolos gráficos pré-definidos que especificam as instruções a serem seguidas, e; os pseudocódigos – representação das instruções por meio de regras definidas, sintaxe e semântica próprias (Ascencio; Campos, 2008).

O **Teste** é a habilidade em que os passos do algoritmo são seguidos e verifica-se se a tarefa foi realizada. Consiste em executar a sequência de passos do

algoritmo, investigando se os resultados atingidos foram os esperados. Por exemplo, na tarefa de encontrar a solução de equações de segundo grau, ao executar um algoritmo para tal, espera-se três resultados possíveis, tal como apresentado na habilidade de Análise.

A habilidade de **Avaliação** corresponde à investigação da resolução de toda a tarefa, verificando se todas as habilidades foram desenvolvidas, com o resultado final esperado e correto. Não se trata de uma habilidade que é desenvolvida para finalizar a tarefa, mas sim, que deve ser colocada em prática durante todo o processo.

Com as habilidades do pensamento computacional estabelecidas e com os conceitos essenciais da Ciência da Computação expostos, resta-nos investigar como podem estar relacionados, visto que, participar de situações de ensino de conceitos científicos de uma área de conhecimento, nem sempre significa a formação do desenvolvimento do pensamento nessa mesma área. Deve haver uma organização do ensino que, além de propiciar o contato com conceitos científicos, possibilite o aluno a se apropriar deles de modo a formar um pensamento que não se restrinja ao empirismo, mas que o permita operar de maneira teórica com os fenômenos associados ao conceito científico.

Conforme explicado por Davydov (1988b), “[...] o pensamento que se realiza com ajuda das abstrações e generalizações de caráter lógico-formal somente leva a formar os chamados conceitos empíricos” (p. 107), visto que tais “[...] abstrações e generalizações lógico-formais não expressam a especificidade dos conceitos científicos estritamente teóricos” (p. 108). Em outras palavras, para que a assimilação de conceitos teóricos da Computação possa propiciar o desenvolvimento do pensamento computacional, deve-se assegurar abstrações e generalizações teóricas, por meio de ações de ensino devidamente organizadas.

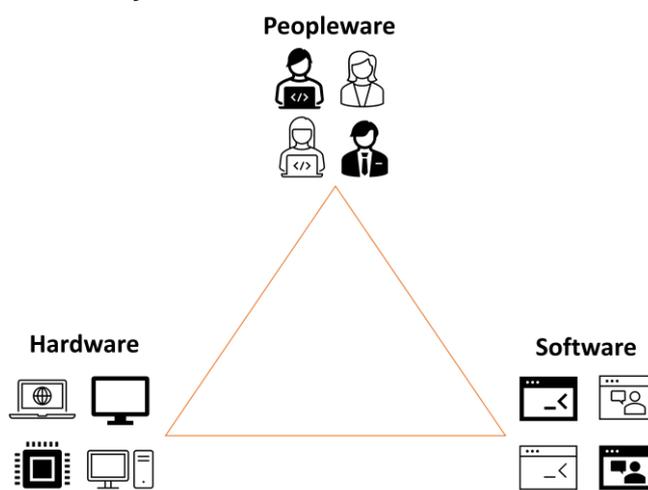
2.5. Relação entre Computação e o Pensamento Computacional

A área da Computação, desde sua origem, quando era chamada de Informática, foi sempre acompanhada por máquinas de calcular. Essas máquinas conseguiram substituir o trabalho de inúmeras pessoas, realizando centenas de cálculos por segundo. No entanto, todo o trabalho realizado pelas máquinas ou computadores, só foram possibilitados por meio da programação realizada pelo ser

humano. Temos, portanto, uma tríade, formada pela máquina concreta (hardware), a programação (software) e pelas pessoas (peopleware).

O hardware é a parte física, ou a construção mecânica e eletrônica da máquina, ou seja, a arquitetura responsável que interliga todos os componentes e que suporta a transmissão de energia. O software é a parte lógica, responsável por todas as instruções que a máquina executará, em outras palavras, só é possível haver Computação se a máquina for programada. Peopleware é o indivíduo responsável por criar, implementar e colocar em uso hardware e software, de modo a possibilitar o desenvolvimento de Computação. A Figura 4 ilustra essa relação.

Figura 4 – Relação entre Hardware, Software e Peopleware



Fonte: Elaboração própria.

Desse modo, pensar no conceito nuclear da Ciência da Computação é pensar no componente lógico que fornece as instruções para a máquina, ou seja, o software. Porém, o conceito de software é bem abrangente pois pode estar relacionado desde a um Sistema Operacional, de grande porte, até a um aplicativo de smartphone ou mesmo um conjunto de programas desenvolvidos para algum propósito.

De modo geral, um software é implementado por meio de uma linguagem de programação, que é compreendida por um compilador (interpretador) de um computador, ou seja, as instruções implementadas pelo ser humano por meio de uma linguagem de programação são executadas pela máquina, daí surge o termo programação, que pode ser definido como uma sequência de instruções escritas por meio de uma linguagem de programação e executada em uma máquina.

No entanto, tais instruções podem ser representadas sem a necessidade de uma linguagem de programação, chegando à terminologia algoritmo, que, segundo Brookshear (2013), pode ser definido como “[...] um conjunto de passos que definem a forma como uma tarefa é executada” (p. 2). Segundo o autor, o estudo dos algoritmos se originou na Matemática, com o objetivo de “[...] descobrir um conjunto único de diretrizes que descrevessem como todos os problemas de um determinado tipo poderiam ser resolvidos” (Brookshear, 2013, p. 2). Um exemplo de algoritmo matemático pode ser o algoritmo de Euclides, que realiza o cálculo do máximo divisor comum de dois inteiros positivos. A Figura 5 ilustra tal algoritmo matemático.

Figura 5 – Algoritmo de Euclides (máximo divisor comum)

<p>Descrição: Este algoritmo pressupõe que sejam fornecidos dois inteiros positivos e calcula o seu máximo divisor comum.</p> <p>Procedimento:</p> <p>Passo 1. Atribuir, inicialmente, a M e N os valores correspondentes ao maior e menor dos dois números inteiros positivos fornecidos, respectivamente.</p> <p>Passo 2. Dividir M por N, e chamar de R o resto da divisão.</p> <p>Passo 3. Se R não for 0, atribua a M o valor de N, a N o valor de R e retorne ao passo 2; caso contrário, o máximo divisor comum será o valor atual de N.</p>
--

Fonte: Brookshear (2013).

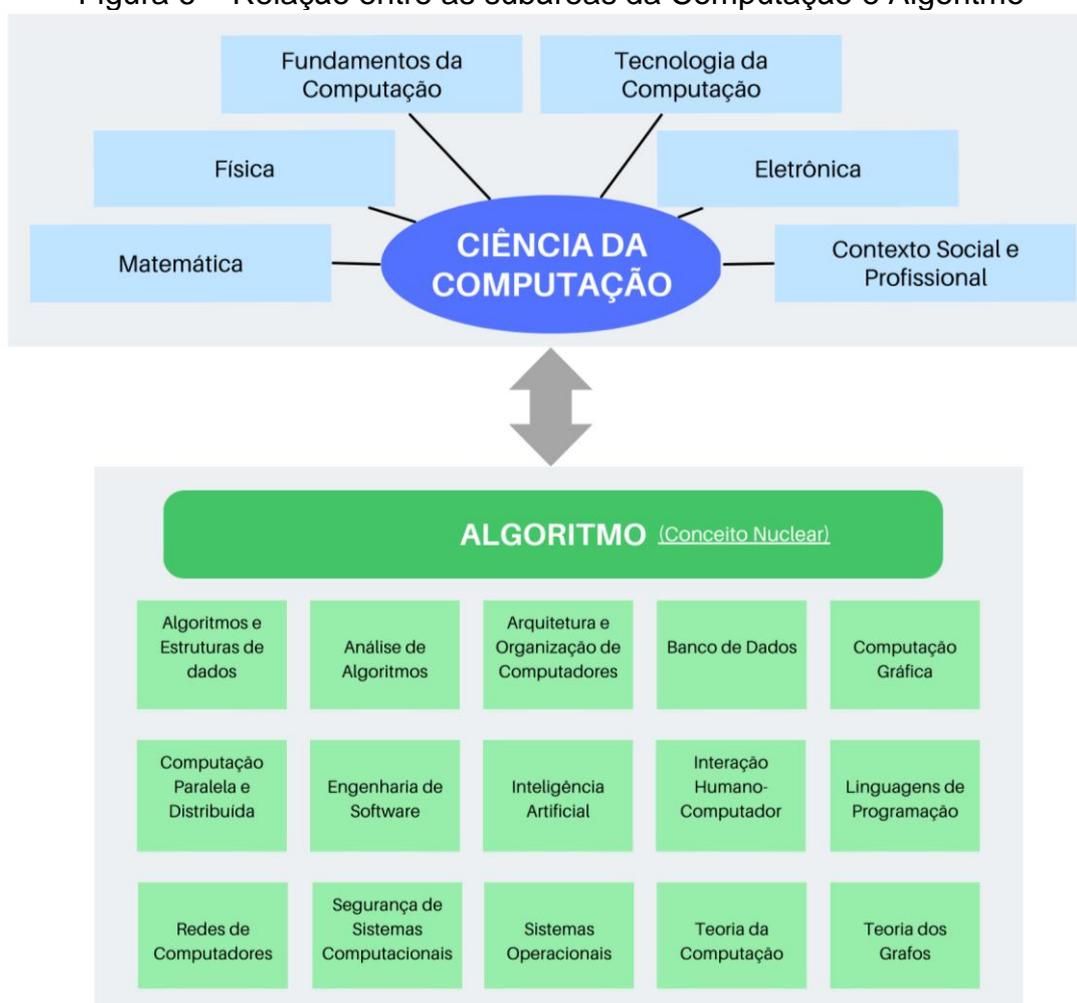
Além desse, vários são os algoritmos matemáticos, bem como os usados em demais áreas e até mesmo no cotidiano, pois conforme descrito por Ferrari e Cechinel (2008, p. 15), “[...] um algoritmo pode ser definido como uma sequência finita de passos (instruções) para resolver um determinado problema”. Ou seja, para um problema ou uma tarefa qualquer, pode haver um algoritmo para solucioná-lo. Um exemplo recorrente quando se explicita o conceito de algoritmo é uma receita de bolo, pois nela temos instruções finitas que devem ser seguidas sequencialmente para que o resultado seja gerado corretamente, o bolo produzido.

Dessa maneira, o conceito central ou nuclear da Ciência da Computação é o Algoritmo, pois, por meio dele, as demais subáreas podem ser implementadas. Todos os fundamentos da Ciência da Computação apresentados na subseção 2.3, necessitam que algoritmos sejam implementados em determinada linguagem de

programação para que seus conceitos possam ser aplicados às devidas necessidades. Por exemplo, para que uma aplicação que realiza o mapeamento de cidades e localidades esteja funcional, um programa (algoritmo escrito em uma linguagem de programação) deve ter sido implementado utilizando-se dos conceitos da subárea da Computação, a Teoria dos Grafos, entre outros, que são utilizados para compor essa aplicação.

A fim de demonstrar a relação entre as subáreas da Ciência da Computação, junto a seu conceito nuclear, foi produzida a Figura 6.

Figura 6 – Relação entre as subáreas da Computação e Algoritmo



Fonte: Elaboração própria.

Na parte superior da Figura 6 podemos visualizar seis núcleos base para a formação do curso de Ciência da Computação, segundo o Currículo de Referência da SBC para Cursos de Graduação em bacharelado em Ciência da Computação e

Engenharia de Computação (Rocha *et al.*, 2005). Cada núcleo possui uma série de conteúdos de interesse para o curso e, especificamente para o curso de Ciência da Computação, os núcleos Fundamentos da Computação e Tecnologia da Computação, são os que apresentam os conceitos da parte computacional do curso e deles foram retiradas conteúdos da área, que também estavam presentes nos documentos e materiais consultados, referentes ao curso de Ciência da Computação, conforme descrito na subseção 2.3, a saber: referenciais de formação para cursos de graduação em Computação da SBC (Zorzo *et al.*, 2017); livro “Ciência da Computação: uma visão abrangente” (Brookshear, 2013), e; relatório de currículos de Computação da ACM e do IEEE-CS (ACM; IEEE, 2020).

Com base na investigação histórica do conceito e com a análise desses documentos, chegamos ao conceito de Algoritmo como conceito central ou nuclear da Ciência da Computação que é o fundamento das subáreas computacionais. Desse modo, a parte inferior da Figura 6, ilustra as principais subáreas computacionais que possuem estreita relação com o conceito de Algoritmo.

Consideramos, assim como apresentado na subseção anterior, que o pensamento computacional possui habilidades a serem formadas pelos alunos para que ocorra o seu desenvolvimento; e a base conceitual para tal são as principais subáreas da Computação, ou seja, os conceitos teóricos da área. A Figura 7 apresenta os conhecimentos (conceitos teóricos) e as habilidades para o desenvolvimento do pensamento computacional.

Figura 7 – Conhecimentos e habilidades para o desenvolvimento do Pensamento Computacional



Fonte: Elaboração própria.

A apropriação dos conceitos teóricos das principais subáreas da Ciência da Computação é a base para, diante de problemas ou tarefas, seja qual for a área, termos maiores possibilidades de resolução, utilizando-se das habilidades do pensamento computacional. Destarte, para possibilitar uma Educação que promova esse desenvolvimento nos alunos, é necessário estruturar ações de ensino dos conceitos científicos da Computação, que contam com procedimentos metodológicos e uma sequência lógica em sua realização.

Tais ações, devem propiciar aos alunos, o desenvolvimento de uma forma de pensamento que tem sua formação possibilitada pela apropriação dos conceitos científicos da área, por meio de um ensino desenvolvente. Tal modo de ensino pode ser propiciado pela realização de tarefas de estudo (componente fundamental da Atividade de Estudo) pelo aluno, com a formação de um modo de pensar (modo de ação) frente a situações-problema.

Portanto, na Computação, área em estudo nesta pesquisa, o pensamento computacional tem seu desenvolvimento favorecido por meio da apropriação dos conceitos teóricos da Ciência da Computação. Tais conceitos são o conteúdo da Atividade de Estudo, e objeto da ação mental dos alunos no processo educativo, mediante a realização de tarefas de estudo, conforme apontado por Elkonin (2019b) e Davydov (1988b).

A estrutura e o modo de formação da Atividade de Estudo serão apresentados ao final da próxima seção, assim como o trajeto a ser percorrido, para que o pensamento computacional tenha seu desenvolvimento propiciado. Antes, porém, faz-se necessário voltar nossa atenção para a função psíquica superior que está em pauta desde as primeiras páginas desta pesquisa, o pensamento.

Compreender a função que o pensamento de modo geral exerce no psiquismo humano, como ele é formado e suas diferenças qualitativas na apreensão da realidade é fundamental para estabelecermos a relação com a especificidade do pensamento que estamos tratando, nesta pesquisa, o pensamento computacional. Temas que serão tratados na próxima seção.

3. A FORMAÇÃO DO PENSAMENTO, ENSINO DESENVOLVIMENTAL E ORGANIZAÇÃO DO ENSINO

Desde o início desta tese estamos nos referindo ao pensamento computacional, ou seja, um tipo específico de pensamento. Mas como entender a particularidade dessa função psíquica no contexto da Computação sem a compreensão do que seja o pensamento de modo geral? Essa compreensão não se alcança se nos mantivermos no próprio campo da Computação, faz-se necessário o diálogo com outras ciências que têm o psiquismo humano como objeto de estudo para, então, fazermos o movimento do geral para o particular e vice-versa.

A formação e o desenvolvimento do pensamento é um objeto que vem sendo investigado há tempos por psicólogos e estudiosos da área. Além de proposições teóricas, relacionadas às demais funções mentais, pesquisas experimentais têm sido realizadas visando compreender como ocorre o desenvolvimento do pensamento humano.

Dessa maneira, consideramos essencial, analisar as produções de autores que se dedicaram a pesquisar esse fenômeno, tais como Vigotski (2001), Vygotsky (2008), Luria (1991), no campo psicológico, Kopnin (1978), no campo filosófico e Davydov (1982, 1988b), no campo educacional.

Destarte, esta seção discorre sobre a formação pensamento humano, sua relação com a aprendizagem de conceitos teórico-científicos e com o desenvolvimento integral das pessoas. No estudo acerca do pensamento, serão destacados os tipos de pensamento empírico e teórico, visto que a educação escolar tem papel decisivo na promoção do movimento entre os dois tipos de pensamento, visando a superação do pensamento empírico pelo pensamento teórico.

Temos ainda, a formação do pensamento teórico e a relação com a apropriação dos conceitos científicos no ambiente escolar como alvos de análise, pois a compreensão dessa relação é fundamental para se pensar a organização do ensino em todas as áreas de conhecimento, inclusive da Computação.

Quanto ao ambiente escolar, com a escola como instituição onde ocorre o ensino sistematizado, deve oportunizar as condições necessárias para que o aluno possa tomar conhecimento dos conteúdos historicamente produzidos, que fazem

parte dos variados campos disciplinares, por meio da apropriação dos conceitos científicos que possibilitam a formação do pensamento teórico.

Para que ocorra essa apropriação com esse potencial formativo, deve haver uma organização do ensino que tenha essa finalidade e que seja iniciada já nos primeiros anos de escolarização. Nessa organização, currículos escolares, materiais didáticos e fundamentações teóricas devem estar articulados, pois dão a direção e a materialidade ao planejamento das atividades pedagógicas. E, apesar dos materiais existentes no campo da pesquisa, as práticas docentes em sala de aula, em algumas áreas do conhecimento, carecem de orientações didático-metodológicas no tocante ao ensino de conceitos na escola. Em outras palavras, necessitam de formas de organizar os conteúdos teóricos, de modo a propiciar um ensino que possibilite a aprendizagem e promova o desenvolvimento integral dos alunos.

Desse modo, conhecimentos acerca do ensino promotor do desenvolvimento nos quais o professor possa se apoiar para planejar, organizar e executar as atividades docentes são prementes. Nesse ensejo, a Teoria Histórico-Cultural, por meio dos preceitos relacionados ao ensino, aprendizagem e desenvolvimento humano, e a Didática, com os procedimentos metodológicos e modos de organização do ensino, podem contribuir significativamente. Ou seja, compreender a relação entre a Teoria Histórico-Cultural e a Didática, no contexto do ensino de conceitos científicos é de fundamental importância para que o professor possa propiciar condições para a aprendizagem e o desenvolvimento dos alunos.

Sobre a articulação entre a Teoria Histórico-Cultural e a Didática, incipiente até o início desse século no Brasil (Sforni, 2015b), conta agora com uma vasta produção brasileira e com traduções de obras de autores soviéticos⁸. Dessa articulação, alguns conceitos merecem destaque e serão tratados nessa seção, como: Teoria do Ensino Desenvolvimental e Atividade de Estudo. Esses conceitos nos ajudam a pensar a organização do ensino, o que será também abordado nesta seção.

⁸ O Grupo de Estudos e Pesquisas em Didática Desenvolvimental e Profissionalização Docente (Gepedi), vinculado à Universidade Federal de Uberlândia (UFU) tem realizado a tradução de textos da área para a língua portuguesa, tais como Davydov (2017); Elkonin (2019a, 2019b, 2017); Repkin (2019).

Ao final, buscamos deslindar a relação fundamental entre o pensamento empírico e o pensamento teórico, e a organização do ensino, e como se encontram vinculados ao desenvolvimento do pensamento computacional.

3.1. Desenvolvimento do pensamento e da linguagem

O pensamento é uma função psíquica que, em conjunto com outras funções como sensação, percepção, memória, imaginação, atenção, linguagem e sentimento, permite ao ser humano a formação da imagem subjetiva da realidade objetiva, ou seja, forma o psiquismo humano por meio da qual cada pessoa se orienta no mundo.

Cada uma dessas funções psíquicas têm um papel na formação da imagem subjetiva da realidade, mas, nesta subseção, destacaremos o papel do pensamento na constituição do psiquismo humano. Todavia, é importante não perder de vista que essa função não se desenvolve e nem atua de forma isolada, mas num sistema interfuncional, ou seja, na relação com as demais funções. Conforme apontado por Kopnin (1978, p. 140), “[...] o pensamento é um meio de atitude racional do homem em face da realidade por criar ideias cuja realização prática constitui um passo no sentido da criação de um mundo condizente com a essência e a necessidade do ser do homem”. Em outras palavras, é uma forma de, mentalmente, representar possibilidades que podem ser implementadas na vida real.

Para o autor, “[...] o pensamento é o reflexo da realidade sob a forma de abstrações. O pensamento é um modo de conhecimento da realidade objetiva pelo homem. Por isto, o que é característico do conhecimento em geral também é próprio do pensamento” (Kopnin, 1978, p. 121). Ou seja, o desenvolvimento do pensamento está relacionado ao processo de produção e a apropriação de conhecimentos.

No que diz respeito à produção, ela é fruto da atividade que o homem vem realizando desde que tivemos registros de sua vivência coletiva, o trabalho. Cada nova criação está relacionada às necessidades humanas e advém de conhecimentos desenvolvidos por gerações anteriores, podendo ser produções materiais ou intelectuais (Leontiev, 2004).

As criações materiais são as ferramentas físicas produzidas pelo homem para uso em suas atividades. As intelectuais são as ideias e conceitos que acompanham a produção da cultura material que são também ferramentas, mas que atuam não no

plano físico, mas mental, são ferramentas do pensamento. A cultura intelectual se objetiva nas diversas formas de linguagem e é compartilhada por meio da comunicação entre os homens, inicialmente durante a realização de atividades coletivas, posteriormente por meio de situações formais para a transmissão dessa cultura, ou seja, em contexto escolar.

A relação entre as necessidades humanas, a produção dessa cultura material e intelectual e o pensamento é exposta por Kopnin (1978), ao apontar que

[...] no pensamento o homem se propõe a determinados fins, que têm significado objetivo e são produto das necessidades práticas. Visando a determinados fins, o homem coloca e resolve o problema da relação da essência do pensamento com a realidade objetiva. Deste modo realiza-se a verificação material dos resultados do pensamento, elucida-se até que ponto concretizou-se o fim colocado diante do pensamento. Enquanto atividade intelectual do homem, o pensamento atua como ideal em relação ao objeto nele refletido. A imagem cognitiva e o objeto nela refletido constituem a unidade dos contrários (Kopnin, 1978, p. 130).

Em outros termos, diante de determinadas necessidades, os meios para atendê-las transformam-se em problemas a serem resolvidos pelo ser humano, a idealização de uma solução é função do pensamento. Todavia, essa ideia prévia (ou prévia ideação), nas palavras de Marx (Lessa; Tonet, 2008), não é fruto de uma criação aleatória, mas da imagem do objeto que pode produzir o resultado esperado na solução do problema. A verificação do resultado é também função do pensamento que estabelece a relação entre o idealizado e a resolução do problema.

Para Kopnin (1978, p. 127), “[...] o pensamento não pode ser outra coisa senão uma imagem subjetiva do mundo objetivo”, e seu desenvolvimento “[...] leva à substituição de uma imagem cognitiva por outra, à transição do desconhecimento ao conhecimento, do conhecimento superficial e unilateral do objeto ao conhecimento profundo e multilateral”.

E para que o pensamento possa ser externalizado, ou seja, para que a imagem subjetiva de determinado objeto possa ser compartilhada, precisamos de modos de comunicação. Uma maneira de comunicação de ideias é por meio da língua, que, segundo Luria (1991), tem a palavra como unidade fundamental. Para ele, “[...] cada palavra da linguagem humana significa um objeto, indica-o, gera em nós a imagem de um objeto” (Luria, 1991, p. 18). Ou seja, diante de uma

determinada palavra, subjetivamente o ser humano realiza a sua associação com a imagem de objetos ou fenômenos a ela correspondentes.

Desse modo, a palavra apresenta-se como importante ferramenta para representar o pensamento humano, tendo ela duas funções principais. A primeira é justamente a função representativa, ou seja, representar algo, assim, o homem pode, mediante a palavra, pensar em um determinado objeto, mesmo sem ter contato físico com ele. A segunda, conhecida como significado da palavra, é o que permite que os objetos sejam analisados, diferenciados e categorizados em um termo, sendo um meio de abstração e generalização (Luria, 1991).

Nessa mesma direção, Vigotski (2001) afirma que a palavra não se refere apenas a um objeto isolado, mas sim a um grupo ou classe de objetos. Por isso,

[...] cada palavra é uma generalização latente, toda palavra já generaliza e, em termos psicológicos, é antes de tudo uma generalização. Mas a generalização, como é fácil perceber, é um excepcional ato verbal do pensamento, ato esse que reflete a realidade de modo inteiramente diverso daquele como esta é refletida nas sensações e percepções imediatas (Vigotski, 2001, p. 9).

O autor ainda destaca a importância do significado da palavra, apontando-o como a unidade que “[...] contém propriedades inerentes ao pensamento verbalizado como uma totalidade” (Vigotski, 2001, p. 8).

Desse modo, temos que a palavra sem seu significado não passa de um “som vazio”, não sendo relacionada ao pensamento. Ou seja, o significado da palavra “[...] é ao mesmo tempo linguagem e pensamento porque é uma unidade do pensamento verbalizado” (Vigotski, 2001, p. 10).

Por mais que haja divergências de linhas teóricas entre alguns autores, quanto às raízes genéticas do pensamento e da linguagem, um fator, segundo Vigotski (2001), é incontestável: “[...] o desenvolvimento do pensamento e da linguagem depende dos instrumentos de pensamento e da experiência sociocultural da criança” (p. 149).

Sabemos que a experiência sociocultural ocorre por meio da vivência em sociedade e, especialmente, para as crianças de tenra idade, com o contato junto aos adultos. A formação das palavras, quando criança, está diretamente relacionada ao “[...] processo de assimilação da linguagem do adulto” (Luria, 1991, p. 31),

mesmo sem necessariamente dominar a referência material da palavra. Para a criança, no início, a palavra está dentro de um contexto, tal como um gesto do adulto, apontando para um objeto que a representa. Depois de um certo tempo é que a palavra começa a significar um objeto mencionado, independentemente de uma situação que o envolve.

Conforme sinalizado por Luria (1991, p. 33), “[...] no final do segundo ano de desenvolvimento normal muda esse caráter difuso das palavras” nas crianças e elas começam a se interessar, por volta dos 3 a 4 anos de idade, pela construção das palavras, mantendo ainda as características concretas do objeto. Após essa idade, as crianças começam a compreender a ligação entre palavra e um conceito (o sistema de generalizações), requalificando o seu pensamento.

Para Luria (1991),

[...] é natural que esse sistema de relações semânticas, implícito na palavra que expressa um conceito, permita ao pensamento movimentar-se em muitos sentidos, que são determinados pela ‘amplitude’ e a ‘profundidade’ desse sistema de relações. Por isto a **palavra que forma conceito pode ser considerada, com todo fundamento, o mais importante mecanismo que serve de base ao movimento do pensamento** (Luria, 1991, p. 36, grifos nossos).

A relação entre palavra e pensamento pode ser compreendida como “[...] um processo em desenvolvimento, que passa por uma série de fases e estágios, sofrendo todas as mudanças que, por todos os seus traços essenciais podem ser suscitadas pelo desenvolvimento no verdadeiro sentido desta palavra” (Vigotski, 2001, p. 409). Tal relação é evidenciada por Martins (2016), ao apontar que

[...] graças à linguagem, a imagem sensorial conquista representação sob a forma de palavra e ela, ao sintetizar a representação do objeto em suas expressões materiais e, igualmente, sua representação sob a forma de generalização, descortina as possibilidades para o desenvolvimento do pensamento (Martins, 2016, p. 1574).

Para Luria (1991, p. 38), “[...] nas diferentes etapas de desenvolvimento, o sistema de processos psicológicos, latentes na palavra, não é o mesmo e o conceito, suscitado na palavra, é realizado por diferentes processos psicológicos”. Como exemplo o autor apresenta a palavra “mercearia” e os diferentes processos psicológicos suscitados por ela em pessoas em faixas etárias distintas, essa palavra

[...] suscita na criança de idade pré-escolar várias emoções ('pão quente', 'bombons gostosos'), na criança em idade escolar, uma situação prática direta (tipo de casa comercial, balconistas, prateleiras com mercadorias, estabelecimento, compradores que entram e saem), provocando na pessoa adulta e bem-preparada os conceitos de 'produção' e 'distribuição', às vezes o conceito de 'sistema capitalista e socialista', etc. (Luria, 1991, p. 37).

Em outros termos, há uma evolução nas relações semânticas suscitadas pelas palavras. Se o pensamento tem a função de estabelecer a relação entre os objetos e fenômenos e seus significados, é possível reconhecer que a imagem subjetiva desse tipo de estabelecimento comercial é alterada pelas novas significações adquiridas, ou seja, há outra qualidade de pensamento.

Apesar de a referência material (mercearia) ser a mesma para todos, os significados estabelecidos são outros. Há um salto qualitativo no pensamento que supera as relações imediatas captadas pelos sentidos (alimentos, prateleiras, vendedores, etc.) e passa a operar com base em um sistema de relações conceituais que o tornam mais amplo e profundo (comércio, lucro, capital, etc.). Podemos considerar que é uma nova e superior qualidade do pensamento, por permitir maior movimento entre essas abstrações e a realidade concreta, que conta com diferentes meios de circulação da mercadoria, diferentes na aparência, mas regidas pelos mesmos princípios dentro do atual modo de produção.

No exemplo apresentado por Luria, está expressa a afirmação de Vigotski (2001) “[...] de que os significados das palavras se desenvolvem” (p. 399), sendo essa, segundo o autor, a principal descoberta na teoria do pensamento e da linguagem.

Luria (1991, p. 38) aponta que foi Vigotski quem propôs “[...] uma profunda relação entre a estrutura do significado da palavra (conceito) e a estrutura da consciência”, propondo a tese de que

[...] nas etapas sucessivas do desenvolvimento, a consciência do homem é realizada por conceitos e que tem estrutura semântica (direto-figurada ou lógico-verbal) e por uma correlação diferente de processos psíquicos (percepções, memorizações, pensamento verbal abstrato), correlação essa que muda nas diferentes etapas de desenvolvimento intelectual da criança (Luria, 1991, p. 38).

O autor se preocupa ainda, com a importância de que a relação entre “[...] componentes direto-figurativos (práticos) e lógico-verbais, que muda nas etapas

sucessivas do desenvolvimento, não permanece a mesma em conceitos diferentes” (Luria, 1991, p. 38). Isso fica evidente no exemplo apresentado por Luria (1991), em que a palavra “mercearia” tem para a criança pequena uma estrutura de significados assentados na imagem empírica, sensorial (relação direto-figurada), ela requer processos psíquicos como a percepção e a memorização associada a experiências já vividas; a mesma palavra para o adulto, com boa formação, vincula-se a significações lógico-verbais, realizadas por meio do pensamento verbal abstrato.

O autor aponta dois tipos diferentes de conceitos, os conceitos comuns (cadeira, mesa, prato, cachorro), assimilados pela criança no processo de experiência prática e, portanto, como posição predominante das relações direto-figuradas, e os conceitos científicos, que a criança assimila no processo de aprendizagem na escola (Luria, 1991).

Esses conceitos (comuns e científicos) podem estar relacionados com duas formas de pensamento, o empírico e o teórico, no entanto, mesmo os conceitos científicos podem ser ensinados de modo que mobilizem apenas o pensamento empírico. Assim, é fundamental investigarmos tanto as inter-relações entre eles, como as formas de possibilitar seu desenvolvimento pelas crianças. A próxima subseção apresenta os dois tipos de conceitos, associados às formas de pensamento.

3.2. Tipos de conceitos e formas de pensamento

Conforme descrito anteriormente, há dois tipos distintos de conceitos, os conceitos comuns ou cotidianos, e os conceitos científicos ou teóricos. Sabemos que, assim como exposto por Vygotsky (2008), “um conceito é mais do que a soma de certas conexões associativas formadas pela memória, é mais do que um simples hábito mental; é um ato real e complexo do pensamento [...]” (p. 104), razão pela qual, o desenvolvimento do pensamento humano só pode ser compreendido em sua articulação com a aprendizagem de conceitos.

Como já vimos, a significação de um conceito, é um ato de generalização, todavia, o significado não é apropriado integralmente e de modo imediato pelas pessoas. Ele evolui ao longo da vida dos seres humanos, a depender das interações formativas nas quais estão inseridos, promovendo o seu desenvolvimento psíquico. Para que o significado de uma palavra se modifique, todas as “[...] funções

intelectuais: atenção deliberada, memória lógica, abstração, capacidade para comparar e diferenciar” (Vygotsky, 2008, p. 104) são requeridas, o que evidencia o movimento interfuncional do psiquismo e deixa bem distante a ideia de que a aprendizagem de conceitos requer apenas a memorização de significados verbais.

Para Vygotsky (2008), “[...] os conceitos se formam e se desenvolvem sob condições internas e externas totalmente diferentes, dependendo do fato de se originarem do aprendizado em sala de aula ou da experiência pessoal da criança” (p. 108).

Os conceitos comuns, também chamados espontâneos ou cotidianos, são formados pelas crianças por meio de suas relações com objetos e fenômenos (experiências e sentimentos pessoais), sem a necessidade de um processo sistematizado de ensino. Esses conceitos “[...] são generalizações vagas e simplificadas de algo, marcadas por associações espontâneas de cunho empírico. Tanto o processo de formação quanto o uso desse conceito têm um caráter inconsciente e não intencional” (Serconek, 2018, p. 62).

Aos olhos de Davydov (1982),

[...] os conceitos espontâneos nascem quando a criança encontra coisas reais e seus atributos concretos, entre os quais - após um longo confronto - encontra certas características semelhantes que cataloga através da palavra em uma determinada classe de objetos (forma o ‘conceito’, ou mais exatamente, a ‘noção geral’) (Davydov, 1982, p. 220, tradução nossa).

Em outras palavras, a criança, apesar de compreender a relação da palavra (conceito) com o objeto físico, não o consegue associar a objetos similares ao conceito, nem a ocorrência de fenômenos envolvendo esses objetos. Por exemplo, a criança pequena, ao ouvir a pronúncia da palavra “animal”, tende a associá-la a gato, cachorro, vacas, normalmente com animais mamíferos com os quais já interagiu presencial ou virtualmente, em imagens ou filmes.

De modo diferente, os conceitos científicos não são formados na interação direta com os objetos e fenômenos e nem de modo espontâneo nas relações cotidianas com outras pessoas, tendo o ensino dirigido e intencional um papel fundamental em sua aquisição. Isto porque não se trata de uma relação direta entre a palavra e uma referência material, como ocorre com os conceitos cotidianos, mas

de uma relação entre conceitos e desses com os objetos e fenômenos. Para Vygotsky (2008),

[...] a própria noção de conceito científico implica uma certa posição relativamente aos outros conceitos, isto é, um lugar num sistema de conceitos. Defendemos que os rudimentos da sistematização começam por entrar no espírito da criança através do contato que esta estabelece com os conceitos científicos, sendo depois transferidos para os conceitos quotidianos, alterando toda a sua estrutura psicológica de cima até baixo (Vygotsky, 2008, p. 116).

Dessa maneira, a apropriação desses conceitos passa por um processo sistematizado de ensino, o qual possibilita o estabelecimento de relações lógicas por meio de um sistema de conceitos vinculados entre si que permite a compreensão dos fenômenos para além da sua aparência imediata.

A guisa de elucidação, no exemplo anterior, referente ao contato da criança com a palavra “animal”, caso a criança tenha tido contato com os conceitos científicos sobre o aspecto lógico-histórico do conceito, poderia relacioná-lo à necessidade humana de conhecer os animais para domesticá-los, proteger-se daqueles que podem oferecer perigo, transformá-los em fonte de alimentação etc. Poderão compreender que os seres humanos analisaram os diferentes tipos existentes, como vivem, como se reproduzem e assim, fizeram classificações de acordo com determinadas características e essas classificações foram se alterando e complexificando ao longo da história, à medida que mais conhecimento foi produzido sobre os animais. Serão capazes de reconhecer os animais como parte dos seres vivos, incluindo não apenas grandes animais, mas também os seres humanos, insetos, peixes, aves etc. Poderão ainda compreender as diferenças e as relações entre os animais, os vegetais e minerais, entre outras possibilidades que ampliam as relações estabelecidas entre a palavra animal e o seu significado.

Kopnin (1978) investigou a correlação entre esses aspectos, apontando o histórico como o processo de transformação do objeto desde sua criação e suas modificações, e o lógico como sendo a maneira com que o pensamento reproduz o processo histórico. Nas palavras dele,

[...] o histórico atua como objeto do pensamento, o reflexo do histórico, como conteúdo. O pensamento visa à reprodução do processo histórico real em toda a sua objetividade; complexidade e contrariedade. O lógico é o meio através do qual o pensamento

realiza essa tarefa, mas é o reflexo do histórico em forma teórica, vale dizer, é a reprodução da essência do objeto e da história do seu desenvolvimento no sistema de abstrações. O histórico é primário em relação ao lógico, a lógica reflete os principais períodos da história (Kopnin, 1978, p. 183-184).

O autor argumenta ainda sobre a importância do lógico e do histórico como aspectos essenciais na “[...] compreensão do processo de movimento do pensamento, da criação da teoria científica” (Kopnin, 1978, p. 186).

Nos estudos de Vygotsky sobre os conceitos científicos e os cotidianos, ele afirma que embora esses conceitos “[...] se desenvolvam em direções opostas, os dois processos estão intimamente relacionados”, isto porque é necessário que “[...] o desenvolvimento de um conceito espontâneo tenha alcançado um certo nível para que a criança possa absorver um conceito científico correlato” (Vygotsky, 2008, p. 135).

Os dois tipos de conceitos formam-se mediante movimentos de aprendizagem opostos. Segundo Ilienkov (2006),

[...] o concreto não é apenas a integridade de uma coisa ou fenômeno, mas também a integridade dos vínculos e relações da coisa ou fenômeno com outras coisas e fenômenos, de suas concatenações naturais com as condições em que existem. A árvore, por exemplo, é concreta não só porque constitui uma unidade de aspectos e propriedades, mas também porque constitui um todo indissolúvel com as condições de sua existência: com o solo, o clima, o ar etc (Ilienkov, 2006, p. 152, tradução nossa).

Sobre a compreensão do concreto, por meio do movimento do pensamento, Serconek (2018) afirma que ele não estaria limitado

[...] a uma ação empírica e imediata ou a uma visão externa e superficial do objeto: é o conhecimento dos aspectos essenciais do objeto, de suas conexões internas, que fundamenta a relação entre o singular e o universal numa relação mediada (Serconek, 2018, p. 104).

Essa mediação é feita pelos conceitos ou sistema conceitual, ou seja, por abstrações produzidas pelos seres humanos ao longo da história ao buscar compreender e intervir em aspectos específicos da realidade objetiva.

Essas abstrações só ganham vida quando articuladas novamente ao todo, ao concreto. Ilienkov (2006) teceu apontamentos sobre o abstrato, definindo-o como

[...] uma parte de um todo, dele extraído e isolado de todo nexos e interação com os demais aspectos e relações do todo. É esse traço essencial que faz da abstração o oposto do concreto. Assim, por exemplo, o elétron é uma abstração em relação ao corpo complexo, pois constitui apenas uma parte deste, do qual o separamos mentalmente para compreender um fenômeno concreto complexo. O monopólio também é uma abstração em relação ao imperialismo como um conjunto concreto de propriedades e qualidades, uma abstração artificialmente removida desse conjunto para o mesmo propósito (Ilienkov, 2006, p. 152-153, tradução nossa).

Complementando essas ideias, Serconek (2018) argumenta que “[...] o abstrato se apresenta como o processo que desvela e reflete as propriedades que constituem a essência do objeto e as leis que o regem. A abstração tem a tarefa de reproduzir o objeto em toda sua múltipla concreticidade” (p. 204).

De acordo com Vigotski (2001), esse processo é marcado por mudanças na estrutura de generalização e, para compreender essa linha de formação dos conceitos e do tipo de pensamento a eles vinculados, necessitamos entender essas estruturas que se manifestam em diferentes estágios do desenvolvimento do pensamento.

3.2.1. Estágios de formação de conceitos

Uma proposta de formação de conceitos foi elaborada por Vigotski (2001), que analisou e propôs etapas com base na formação de conceitos, por meio da investigação de como as estruturas de generalização das pessoas evoluem no decorrer da vida. Essa periodização compreende três estágios, a saber: pensamento sincrético, pensamento por complexos e pensamento por conceito, com divisões em fases, dentro dos estágios.

O primeiro estágio, pensamento sincrético, é caracterizado pela indefinição do significado das palavras (Martins, 2016), possui três fases e tende a ocorrer nos anos iniciais da vida da criança. Segundo Vigotski (2001), a fase inicial está relacionada à escolha das crianças, de maneiras aleatórias, por meio de tentativa e erro. Como elucidação, em um brinquedo de encaixar formas geométricas, após o adulto pronunciar uma palavra e indicar sua relação com um objeto, círculo de cor azul, por exemplo, para a criança era indiferente, pois ela ainda não fazia associação, pegando qualquer peça e tentando encaixar no brinquedo.

A segunda fase é marcada por uma organização espacial e temporal dos objetos, de acordo com sua percepção. Agora, no brinquedo de encaixe, a criança percebe que a estrela e o triângulo são diferentes do círculo e do objeto em formato oval, mas ainda não estabelece relação entre a forma do objeto e a palavra (significado). Na terceira fase, a percepção da criança estabelece as primeiras relações entre a imagem sincrética e o conceito. Nesse momento, quando um adulto diz para a criança pegar o quadrado para encaixar no brinquedo, ela vai direto ao objeto mencionado.

O pensamento por complexos é o segundo estágio no desenvolvimento dos conceitos, marcado pela “[...] formação de vínculos, ao estabelecimento de relações entre diferentes impressões concretas, à unificação e à generalização de objetos particulares, ao ordenamento e à sistematização de toda a experiência da criança” (Vigotski, 2001, p. 178), e se divide em cinco etapas.

A primeira delas, complexo associativo, refere-se ao estabelecimento de qualquer vínculo entre objetos observados pela criança de acordo com traços perceptíveis comuns, por meio de relações associativas, seja cor, tamanho, forma, entre outros. À guisa de elucidação, quando a criança pega um controle remoto e o leva ao ouvido, como se fosse um telefone celular, temos a ocorrência dessa associação. O pensamento complexo por coleção, segunda etapa, não abandona o relacionamento associativo, mas evolui com o estabelecimento de uma nova ordem de relação entre os objetos, descobrindo que os objetos não possuem os mesmos atributos (Martins, 2016). Ou seja, a criança compreende que os objetos celular e controle, servem para atividades distintas, mesmo que, utilizados como objetos similares em atividades guia realizadas anteriormente pela criança, por exemplo, nos jogos simbólicos.

Na etapa seguinte, do pensamento complexo por cadeia, “[...] ocorre uma união dinâmica e sequencial em que cada objeto é incluído na cadeia em virtude de qualquer atributo associativo de caráter perceptivo-figurativo concreto” (Martins, 2016, p. 1582). Como elucidação, se um adulto se veste com um traje social para ir trabalhar diariamente, quando coloca essa mesma roupa para ir para outro lugar, em um final de semana, por exemplo, pode ser questionado pela criança se vai trabalhar. Ou seja, nessa etapa temos um encadeamento por meio das percepções da criança.

A quarta etapa, dos complexos difusos, compreende a combinação, ainda de modo associativo dos objetos tornando-se “[...] difuso, indefinido, diluído, confuso, dando como resultado um complexo que combina através dos vínculos difusos e indefinidos os grupos diretamente concretos de imagens ou objetos” (Vigotski, 2001, p. 188). Nessa etapa, temos generalizações difusas formadas pelas crianças, por exemplo, quando elas explicam fenômenos sem uma lógica formal estabelecida, mas por suas relações desenvolvidas por meio de fatos mal compreendidos. Uma criança, ao explicar que as árvores grandes são as estruturas ou pilares que não deixam o céu cair, e que, por conta disso, não se pode cortar árvores, por exemplo, reúne informações sobre dois acontecimentos relacionados de modo difuso, que não possuem relação direta. Por vezes, essa forma de pensamento pode ser interpretada como imaginação “fértil” da criança, conforme explicado por Martins (2016), mas não tem qualquer relacionamento com essa função psíquica.

O pensamento por pseudoconceitos, etapa final do pensamento por complexos, refere-se a uma generalização, pela criança, de um conceito semelhante ao utilizado pelo adulto, mas diferente do conceito real em sua essência (Vigotski, 2001). A criança pode se utilizar do conceito pronunciado pelo adulto, mas não tem esse conceito apropriado, pois ao solicitarmos que explique o conceito, possivelmente irá iniciar sua argumentação por um “por exemplo” ou com base na sua relação empírica que o conceito representa (Martins, 2016). Nessa etapa, temos equivalências funcionais, ou seja, a palavra se encaixa na situação correta, permite a comunicação entre a criança e o adulto, mas os significados diferem (ou seja, a estrutura de generalização é diferente para um e para o outro).

Após o pensamento por complexos, temos o terceiro estágio do desenvolvimento, o pensamento por conceitos, que se torna “[...] o guia das transformações mais decisivas do psiquismo e, por conseguinte, da personalidade do indivíduo” (Martins, 2016, p. 1583). Quanto à formação desse pensamento, Vigotski (2001), ressalta a importância da qualidade de vida e da educação, em razão das possibilidades de apropriação cultural e da diferenciação da formação entre conceitos espontâneos e conceitos científicos, propiciados pela escolarização. Uma pessoa desenvolve o pensamento por conceitos no momento em que se apropria do conceito e consegue compreender um fenômeno com base em fundamentos teóricos. No fenômeno da formação da chuva, por exemplo, ao pensar por conceito, uma pessoa consegue explicar e exemplificar todo o processo, desde a

precipitação da água no estado líquido, as correntes de ar quente e frio, a umidade do ar, a mudança de temperatura, bem como os demais elementos que envolvem tal fenômeno. Ou seja, a relação entre a palavra e o fenômeno deixa de ser imediata e empírica e passa a ser baseada em um sistema de conceitos, formando no sujeito uma nova imagem subjetiva da realidade objetiva.

Observamos ainda que as habilidades do desenvolvimento do pensamento, não estão intrinsecamente relacionadas aos períodos etários das pessoas, visto que, mesmo adultos podem relacionar os fenômenos com base no pensamento por complexos, quando realizam associações entre fenômenos com base em dados imediatos e aparentes. Se em uma sala de aula, crianças com mau desempenho escolar forem criadas pelos avós e, com isso, adultos concluírem que o desempenho na escola está associado ao modelo de família de cada estudante, temos um exemplo de pensamento por complexo (pseudoconceitos), em que há uma associação feita apenas com um dado, aquele mais aparente, e se faz a generalização com base nele.

Outros autores, também postularam proposições distintas sobre o desenvolvimento do pensamento tal como Leontiev (1978), que baseou seus estudos analisando a realização da atividade, como categoria de análise, o que não invalida as proposições de Vigotski (2001), mas que se complementam, na compreensão de que

[...] o pensamento desponta, desde as suas origens, produzido pela atividade humana, pela evolução dos meios que a amparam – e nisso se incluem os instrumentos psíquicos, os signos, corroborando a formação da complexa consciência humana, manifesta na condição de imagem subjetivada da realidade objetiva, logicamente ordenada e maximamente fidedigna ao que reflete. Por certo, esse processo atende a um extenso percurso de formação, mas apenas ele torna possível a conquista do pensamento abstrato por superação do pensamento sensomotor, único e básico nas origens da vida, tanto como fenômeno filogenético quanto ontogenético (Martins, 2016, p. 1585).

Desse modo, o processo de desenvolvimento humano diz respeito, dentre outros elementos – seja no nível filo ou ontogenético, ao desenvolvimento do pensamento (acompanhado das demais funções mentais), que ocorre tanto pelas experiências sensoriais da vivência – pensamento empírico, mas, especialmente,

com base na formação de conceitos científicos propiciados pela aprendizagem escolar, o pensamento teórico.

3.2.2. A formação do pensamento teórico

O pensamento, conforme afirmado anteriormente, é a função por meio da qual se estabelece a relação entre objetos e fenômenos e seus significados, unificando-os em algo inteligível, é fruto de uma necessidade gestada em alguma atividade. “Todo pensamento tem um movimento, um fluxo, um desdobramento, em suma, o pensamento cumpre alguma função, executa algum trabalho, resolve alguma tarefa” (Vigotski, 2001, p. 409).

Essas relações podem ser estabelecidas de modo imediato, amparadas nas impressões sensoriais e relações causa-efeito, captadas por meio dessas impressões, que é o percurso formativo do pensamento empírico. Já o pensamento teórico, conforme apontado por Davydov (1988b), “[...] tem seu conteúdo peculiar que é a área dos fenômenos objetivamente inter-relacionados, que conformam um sistema integral, sem o qual e fora do qual, estes fenômenos só podem ser objeto de exame empírico” (p. 75). E, apesar de parecer que o pensamento empírico é uma forma de pensamento de menor valor, não sendo basilar em um processo de ensino sistematizado, ele tem relevância no percurso da formação do pensamento teórico, em direção à aprendizagem e ao desenvolvimento das crianças.

O problema em relação ao pensamento empírico não diz respeito a sua existência, mas a um ensino que se mantém nele, acreditando que em determinada etapa do desenvolvimento, de modo natural, as pessoas chegarão a pensar teoricamente. No tocante ao ensino escolar, tal como assentado por Davydov (1988b),

[...] o conteúdo e os métodos do ensino primário vigentes se orientam predominantemente à formação, nos escolares dos primeiros graus, das bases da consciência e do pensamento empíricos, caminho importante, mas não o mais efetivo na atualidade, para o desenvolvimento psíquico das crianças (Davydov, 1988b, p. 59).

É justamente em oposição a esse conteúdo e métodos de ensino que formam o pensamento empírico que se situa a produção de Davydov, considerando ser a escolarização, fundamental para superação dessa forma de pensamento, em

direção ao desenvolvimento do pensamento teórico, que tem sua formação vinculada à aprendizagem dos conceitos científicos.

Compreendemos que a formação dos conceitos implica contemplar movimentos do pensamento entre o concreto e o abstrato. A relação entre o concreto e o abstrato no pensamento, diferencia-se na formação dos conceitos cotidianos e científicos. Ao mencionar a diferenciação realizada por Davydov (1982) quanto aos conceitos cotidianos e científicos, Serconek (2018) os relacionam aos movimentos dos pensamentos empírico e teórico, respectivamente. Os conceitos

[...] cotidianos têm um conteúdo empírico e, no pensamento, imprimem apenas o movimento de redução do concreto ao abstrato. Já os científicos, têm um conteúdo teórico e, no pensamento, exigem um duplo movimento: redução do concreto ao abstrato e ascensão do abstrato ao concreto (Serconek, 2018, p. 62).

Destarte, a formação do pensamento empírico, conforme explicado por Davydov (1988b), apresenta algumas particularidades, como a possibilidade de as pessoas diferenciarem e classificarem classes de objetos, por meio da observação e percepção, formando representações gerais tanto sobre objetos, como fenômenos associados. Para o desenvolvimento dessa forma de pensamento,

[...] são características a formação e utilização das palavras-denominações que permitem dar à experiência sensorial a forma de universalidade abstrata. Graças a essa forma se pode generalizar a experiência nos juízos, utilizá-la nos raciocínios. Tal universalidade, baseada no princípio da repetibilidade abstrata, constitui uma das particularidades do pensamento empírico. Este se constitui como forma transformada e expressada verbalmente da atividade dos órgãos dos sentidos, enlaçada com a vida real; é o derivado direto da atividade objetual-sensorial das pessoas (Davydov, 1988b, p. 72).

Davydov (1988b), porém, não estabelece uma relação direta entre conceitos científicos e o pensamento teórico, pois ao analisar os materiais de ensino russos, constatou conteúdos e métodos que levavam a formação das bases da consciência e do pensamento empíricos, ao invés de privilegiar a formação do pensamento teórico. Ele identificou que as orientações didáticas dirigidas aos professores vinculavam o ensino de conceitos científicos a procedimentos que levavam à formação do pensamento empírico e não teórico.

Conforme assinalado por Davydov (2017), o pensamento empírico (racionalista discursivo) foi a forma de pensamento propiciada pela educação russa, com “[...] um caráter classificador e catalogador, que garante a orientação da pessoa no sistema de conhecimentos acumulados referentes às particularidades e características externas de objetos e fenômenos” (Davydov, 2017, p. 212). Tal pensamento correspondia às necessidades de um sistema voltado ao mercado, tendo o homem apenas como objeto para realizar tarefas práticas no trabalho, sem necessitar de uma formação científica e cultural. Trata-se de um pensamento suficiente para as tarefas do dia a dia, porém insatisfatório para a compreensão de fenômenos em profundidade, ou seja, pela mediação da ciência.

Visando suprir essa insuficiência e oferecer uma educação fundamentada no materialismo histórico-dialético, Davydov (2017) propôs que a formação das crianças ocorresse, “[...] desde as primeiras séries, nas bases do pensamento teórico” (p. 218), com objetivo de superar o pensamento empírico, em direção a uma educação que desenvolvesse as capacidades psíquicas das crianças, de modo especial, o pensamento teórico.

Essa preocupação de Davydov (2017) justifica-se pelo fato de o pensamento conceitual não ser algo que se forma rapidamente e em um dado momento da vida, ele é resultado de um longo processo que tem sua gênese já na primeira infância, propiciado por um aprendizado desenvolvvente.

Para Sforni (2019, p. 11), a aprendizagem é “[...] propiciada pela educação escolar, tem papel decisivo na formação dos sujeitos, possibilitando a tomada de consciência e o desenvolvimento do pensamento teórico”. Ainda segundo a autora,

[...] o desenvolvimento do pensamento teórico, apoia-se na lógica dialética e está vinculado a um processo pelo qual se revela a essência e desenvolvimento dos objetos de conhecimento e, com isso, leva a aquisição de métodos e estratégias cognitivas gerais de cada ciência, de modo que a realidade objetiva ganhe inteligibilidade. Isso pressupõe o movimento de ascensão do abstrato ao concreto (Sforni, 2019, p. 13).

A formação do pensamento teórico, antevê também, um processo de redução do concreto ao abstrato, conforme explicado por Serconek (2018),

[...] como ponto de partida, o concreto (prática) tem um caráter obscuro, desordenado, desconexo, superficial; guarda em si o

essencial e o acessório, o universal e o singular, o necessário e o prescindível, que precisam ser desvelados sob a orientação do professor. As abstrações, inicialmente elementares, expressam as primeiras relações simples construídas sobre o objeto; por meio da análise e do encontro do que é nuclear, reduzem-se suas diferenças e destaca-se sua essência. Nesse primeiro movimento, o pensamento sofre um processo de redução do concreto ao abstrato. À medida que se integram e se associam novos elementos teóricos, que refletem contradições internas do objeto, é possível que se planeje e se aja sobre ele; por consequência as abstrações tornam-se teóricas. Como ponto de chegada (que pode ser temporário), por meio de novas e constantes abstrações, o concreto (prática) passa a ter um caráter ordenado, integrado, conexo, amplo, multilateral. Nesse segundo movimento, o pensamento ascende do abstrato ao concreto (Serconek, 2018, p. 104).

Ou seja, temos dois procedimentos ocorrendo para a formação do pensamento teórico, que se iniciam de uma compreensão de fenômenos particulares, buscando seus traços essenciais (redução do concreto ao abstrato), em um movimento descendente, caminhando de situações particulares para o conceito geral. Já o procedimento de ascensão do abstrato ao concreto, ocorre na assimilação do conceito, que pode ser empregado na compreensão de fenômenos diversos, avançando do conceito para diversas situações particulares.

Apesar de haver esses dois processos, o ponto de chegada da aprendizagem é a ascensão do abstrato ao concreto. Conforme apontado por Davydov,

[...] embora os dois processos (“a redução” e “a ascensão”) se encontrem unidos, o processo governante é a ascensão, que expressa a natureza do pensamento teórico. O movimento para o concreto, como finalidade principal, determina os procedimentos da atividade do pensamento, dentro dos quais a “redução” aparece apenas como momento subordinado, como meio para o alcance desta finalidade (Davydov, 1988a, p. 83).

Em suma, nessa trajetória, teríamos o concreto como sendo as coisas do mundo (fenômenos), inicialmente percebidas de modo desarticulado ou articulado de modo superficial, que passam pela abstração (sistema de conceitos) e retornam ao concreto (pensado), tendo modificado o sujeito que, com base nas abstrações, enxerga o concreto de outra forma, pois estabelece relações entre os fenômenos não imediatos, mediadas pelos conceitos teóricos.

De maneira geral, Navarro (2021), definiu o pensamento teórico como um

[...] movimento de apropriação de um conceito, considerando todos os aspectos históricos, políticos, éticos, sociais e culturais que proporciona ao sujeito a capacidade de se mover entre o concreto e o abstrato, assim como de generalizar situações teóricas de aprendizagem (Navarro, 2021, p. 20).

Seria esse então o processo para o desenvolvimento do pensamento teórico, por meio da apropriação dos conceitos teórico/científicos e, apesar de termos citado brevemente o ambiente escolar como meio para essa ocorrência, como sinalizado por Davydov (1988b), nem sempre a escolarização exerce esse papel. Problema que traz para as pesquisas, no campo educacional, a necessidade de investigar procedimentos de ensino que tenham o potencial de criar as condições para a formação do pensamento teórico nos estudantes.

O próprio autor destaca que

[...] o descobrimento das leis da educação que exerce uma influência sobre o desenvolvimento, da educação que é a forma ativa de realização do desenvolvimento, constitui um dos problemas mais difíceis, porém um dos mais importantes ao se tratar da organização da escola futura (Davydov, 2017, p. 219).

E na busca para compreender esse fenômeno, da relação entre a escolarização e a formação do pensamento teórico, Davydov e Elkonin supervisionaram pesquisas em escolas experimentais russas, no final da década de 1960. Segundo Davydov (1988b), o objetivo das pesquisas foi a confirmação de que o ensino escolar tinha fundamental importância no desenvolvimento mental das crianças.

A hipótese das pesquisas era “[...] de que as bases da consciência e do pensamento teórico são formadas nos escolares durante a assimilação dos conhecimentos e habilidades no processo da atividade de aprendizagem” (Davydov, 1988b, p. 108). A equipe que conduziu as pesquisas desenvolveu currículos experimentais para algumas áreas do conhecimento e elaborou um novo método de ensino orientado pela resolução de tarefas de estudo. Os resultados dos experimentos, nas distintas áreas do conhecimento, revelaram a superioridade dos alunos que assimilaram os conceitos científicos investigados por meio da realização das tarefas de estudo (Davydov, 1988b).

Além dessas pesquisas experimentais que resultaram no sistema didático Elkonin-Davidov-Repkin (Puentes; Cardoso; Amorim, 2017), outros pesquisadores

propuseram sistemas de aprendizagem desenvolvimentais, especialmente na Rússia (Puentes; Longarezi, 2020), também investigando, de modo geral, a formação do pensamento teórico, por meio da apropriação de conceitos científicos, em experimentos com escolares.

No Brasil, autores têm realizado pesquisas dedicadas a esse tipo de investigação (Libâneo; Freitas, 2019; Libâneo, 2016; Libâneo, 2004; Freitas; Libâneo, 2019), além dos trabalhos desenvolvidos em grupos de pesquisa como o GEPAPe-USP – Grupo de Estudos e Pesquisas sobre a Atividade Pedagógica (Moura; Araujo; Serrão, 2018; Cedro; Moretti; Moraes, 2018), o GEPEDI-UFU – Grupo de Estudos e Pesquisas em Didática Desenvolvimental e Profissionalização Docente (Puentes; Mello, 2019; Longarezi; Puentes, 2017) e o GEPAE-UEM - Grupo de Estudos e Pesquisa sobre Atividade de Ensino (Santos; Sforini, 2022; Santos, 2021; Serconek; Sforini, 2021; Sforini, 2019; Serconek, 2018; Belieri, 2017).

Todos esses trabalhos, desenvolvidos desde o final dos anos de 1960, e com suas temáticas ainda em investigação, em alguns países, têm pesquisado a formação do pensamento teórico, por meio da apropriação dos conceitos científicos, se articulando e colocando em movimento uma teoria de ensino e aprendizagem que preza o desenvolvimento humano, por meio de um processo educativo adequado a essa finalidade formativa. Além disso, encaminhamentos didáticos ou práticas educacionais que viabilizem a formação do pensamento teórico na escola também têm sido alvo de investigação.

Segundo Sforini (2015a),

[...] para levar à formação do pensamento teórico, é preciso que o ensino de conceitos científicos esteja assentado em procedimentos didáticos voltados para a apropriação do conceito como atividade mental, o que em muito se diferencia do modelo de ensino conceitual próprio da tradição escolar e materializado em livros didáticos e apostilas. Organizar o ensino nessa perspectiva é, portanto, um grande desafio já que implica trilhar caminhos ainda pouco conhecidos (Sforini, 2015a, p. 377).

Ao encontro dessa premissa, Davydov mencionou a importância da organização do ensino pelo professor, visando fazer com que o aluno, mediante a atividade de estudo, consiga formar um pensamento teórico-científico, por meio da investigação do aspecto nuclear do conceito, utilizando-o na análise e solução de

problemas específicos da realidade que podem ser entendidos pela mediação dos conceitos em estudo (Libâneo; Freitas, 2013).

Desse modo, as questões relacionadas à organização e encaminhamentos didáticos, bem como ações de estudo, que têm como fator essencial, o desenvolvimento do pensamento teórico, tem sido alvo de investigação, pois apesar de pesquisas estarem analisando essas questões tanto em conhecimentos gerais sobre o ensino (Cedro; Moretti; Moraes, 2018; Davydov, 2017; Libâneo; Freitas, 2013; Sforini, 2017; Sforini, 2015a), assim como em algumas áreas do conhecimento fora do país, como Língua e Literatura Russas, Matemática e Artes Plásticas (Davydov, 1988b), e também no Brasil, além de pesquisas realizadas por outros grupos de pesquisa, no GEPAE foram desenvolvidas investigações experimentais nas áreas de Língua Portuguesa (Santos, 2021; Cavaleiro, 2009), Matemática (Serconek, 2018; Rodrigues, 2006), Filosofia (Belieri, 2017), Ciências (Zocoler, 2019), Arte (Oliveira, 2013), História (Pinheiro, 2016), Educação Física (Santos; Sforini, 2022), entre outras, e demais áreas como a Ciência da Computação carecem dessa investigação. Todavia, os conhecimentos já produzidos por essas investigações acerca da organização do ensino podem nos auxiliar a pensar o ensino de conceitos da Ciência da Computação. Esses conhecimentos serão tratados na próxima subseção.

3.3. Teoria do Ensino Desenvolvimental e a Atividade de Estudo

A Teoria do Ensino Desenvolvimental tem como objeto de discussão a apropriação dos conceitos científicos e o desenvolvimento do pensamento teórico via educação escolar. Amparada nos preceitos da Teoria Histórico-Cultural de que a aprendizagem de conceitos científicos requalifica o pensamento humano, busca analisar a atividade humana que permite a apropriação desses conceitos de modo que o pensamento dos estudantes seja, aos poucos, alterado pela aprendizagem conceitual.

Quanto às atividades humanas, o homem, ao longo de sua vida, passa por diferentes tipos de atividades. Quando criança, por exemplo, temos a comunicação emocional direta adulto-criança, a atividade objetual manipulatória, a atividade lúdica, a atividade de jogos de papéis. Ao adentrar a escola, a atividade principal torna-se a atividade de estudo. Na adolescência, temos como atividade principal a

comunicação íntima pessoal entre os jovens. Ao se tornar adulto, o trabalho é caracterizado como uma atividade fundamental. Dessa maneira o termo atividade pode ser descrito como os processos “[...] psicologicamente caracterizados pelo fato de aquilo para que tendem no seu conjunto (o seu objeto) coincidir sempre com o elemento objetivo que incita o paciente a uma dada atividade, isto é, com o motivo” (Leontiev, 2004, p. 315).

Fundamentado em Leontiev, Elkonin (2017), ao elaborar a periodização do desenvolvimento com base nas atividades dominantes⁹ de cada etapa e período da vida, considerou a atividade de estudo como a principal para o desenvolvimento humano a partir do ingresso da criança no Ensino Fundamental, devido ao conteúdo e a forma da aprendizagem que ocorre na instituição escolar. Para Davydov (1988b, p. 164) “[...] a natureza desenvolvimental da atividade de estudo no período escolar está vinculada ao fato de que o conteúdo da atividade acadêmica é o conhecimento teórico”.

De modo a destacar a diferença entre as atividades, Davydov (1988b) realiza uma importante distinção entre os termos “aprendizagem” e “atividade de estudo”, visto que o primeiro diz respeito aos vários tipos de assimilação que ocorrem desde as primeiras interações do bebê com o adulto, que podem ocorrer em diversos lugares e tipos de atividades, como em brincadeiras, na prática de jogos, no trabalho, entre outros. E o segundo termo se refere a uma atividade específica realizada pela criança na escola para apropriação de conhecimentos teóricos. O autor ainda detalha que,

[...] a atividade de estudo [baseada na escola] tem um conteúdo e uma estrutura especiais e deve ser diferenciada de outros tipos de atividade que as crianças realizam tanto nos anos iniciais da escolarização quanto em outros momentos na vida (por exemplo, da atividade lúdica, da atividade sócio-organizacional, da atividade relacionada ao trabalho, por exemplo) (Davydov, 1988b, p. 158-159).

Conforme mencionado, temos a escola como instituição responsável pelo desenvolvimento da Atividade de Estudo. Sobre a relação da entrada da criança nesse novo ambiente, Davydov (1988b) aponta diversas transformações na vivência dos alunos, e sublinha a principal delas, a atividade de assimilação dos conteúdos

⁹ Em alguns referenciais, a “atividade dominante” é traduzida como “atividade guia” ou “atividade principal”.

historicamente produzidos pela humanidade, de modo sistematizado, relacionados ao pensamento teórico, ao qual nomeia de Atividade de Estudo.

Ao diferenciar a Atividade de Estudo de outras atividades, Repkin (2014) expõe que

[...] qualquer outro tipo de atividade é voltada para a obtenção de resultados externos. Na atividade de pesquisa, por exemplo, é importante obter novas descobertas (caso contrário, a atividade perde sentido). O mesmo vale para a atividade lúdica. A criança não brinca para se tornar mais inteligente. A tarefa consiste em um objetivo externo: reproduzir, com a maior precisão possível, o sistema das relações humanas [...]. Na atividade de estudo, o objetivo é bem diferente. Nesse caso, tanto o objetivo como o resultado não são um produto externo, mas uma mudança dentro de si mesmo como sujeito da atividade. Em outras palavras, a atividade de estudo deve ser entendida como atividade para a autotransformação do sujeito (Repkin, 2014, p. 88).

Atividade de Estudo trata-se de um processo de formação cognitivo-afetiva, ao longo da escolaridade, dentro de sala de aula, em que o aluno, se apropria de conceitos científicos e se transforma, dominando modos de ação que envolvem tais conceitos.

O componente fundamental da Atividade de Estudo é a tarefa de estudo, que não é idêntica a uma tarefa prática. A guisa de elucidação, na realização de uma tarefa prática, o aluno modifica o objeto da sua atividade e, durante a solução de uma tarefa de estudo, além de o aluno modificar o objeto, acontece a principal transformação, que é a do próprio sujeito da ação, no caso, o aluno. Tem-se o objetivo da tarefa de estudo alcançado quando ocasiona no aluno, as mudanças esperadas (Elkonin, 2019b), ou seja, no seu pensamento, pois significa que outras relações com o objeto ou fenômeno foram estabelecidas.

A criança, nos primeiros anos de escolarização, considera os elementos presentes nos materiais didáticos como simples objetos de interação, e não como “[...] meios de se aprender um modo de ação” (Elkonin, 2019b, p. 153). Por exemplo, quando nas aulas de língua materna se pede que ela escreva um bilhete, ela age com o texto como se estivesse resolvendo uma atividade prática, enviar um bilhete a alguém, e não como se estivesse aprendendo um modo de ação próprio desse gênero textual, ou seja, uma ação que objetiva modificar o seu modo de compreender textos. O mesmo ocorre quando um problema matemático exige a

soma ou a subtração de determinados objetos, a criança tende a pensar na resolução do problema específico, dos objetos representados e não que esteja aprendendo um modo geral de lidar com quantidades. Em outras palavras, ela não compreende que não se trata apenas de uma tarefa prática e particular, mas sim uma ação que objetiva modificar seu modo de pensar diante de situações da realidade objetiva. Percepção que deve ser modificada ao longo do processo de escolarização à medida que o ensino vai enfatizando os modos de ação presentes nas tarefas e não apenas na realização de uma tarefa específica.

De acordo com as proposições de Elkonin (2019b), a Atividade de Estudo apresenta a seguinte composição: 1) tarefa de estudo, com seu conteúdo, relacionada ao modo de ação a assimilar; 2) ação de estudo, que consiste na formação do modo de ação a assimilar e a execução do modelo didático; 3) ação de controle, que seria a comparação da ação executada com o modelo, e; 4) ação de avaliação do grau de cognição de alterações no próprio sujeito.

A tarefa de estudo seria a forma de efetivar a Atividade de Estudo, pois

[...] expressa o conteúdo e a forma no ensino, sendo organizada pelo professor, a partir de um problema de aprendizagem, problema este que busca a reprodução do movimento lógico-histórico do conceito, de modo que o aluno consiga se apropriar das ações mentais que estão à sua base (Mendonça, 2019, p. 111).

Em outras palavras, um problema de aprendizagem (situação problema) pode ser utilizado para desencadear uma tarefa de estudo ao mobilizar o aluno com o objetivo de fazer com que ele, por meio de sua resolução com base nos conceitos científicos, compreenda o modo como foi solucionado, criando o modo geral de ação. Temos como objetivo da tarefa de estudo, “[...] cujo conteúdo é o modo de ação” (Elkonin, 2019b, p. 154), formar o modo de ação no aluno, por meio da resolução de tarefas, fazendo com que eles assimilem esse modo.

Um modo de ação é “[...] uma ação particular com um dado material que se destina à discriminação do mesmo de tal forma que todas as habilidades consequentes são definidas durante a sua execução” (Elkonin, 2019b, p. 154), tendo a resolução da tarefa de estudo como um meio para desenvolver nos alunos modos de ação que possam ser aplicados a várias situações. O autor destaca ainda que, a compreensão do modo de ação, facilita a assimilação da tarefa como um todo. Ou seja, apropriar-se do modo de ação é fundamental para os alunos.

Para Repkin (2019), “[...] o objetivo da atividade de estudo, a tarefa de estudo, é o domínio não apenas dos modos de ação, mas dos fundamentos teóricos que sustentam os modos de ação, isto é, o domínio dos princípios de ação” (p. 226). Ao dizermos que “hoje aprenderemos uma operação matemática”, estamos apontando o conteúdo da aula para os alunos, mas o que eles deveriam compreender, é qual o objetivo de aprender uma nova operação matemática, formulando o modo de ação desse aprendizado.

Ao falar sobre a aprendizagem de um modo de ação na tarefa de estudo, Davydov (1988b) reforça que essa aprendizagem

[...] se diferencia substantivamente das diversas tarefas particulares de um ou outro tipo. Ao lidar com tarefas particulares, as crianças vão dominando também os procedimentos particulares de sua solução e só o treinamento lhes permite dominar certo procedimento geral de solução destas tarefas. A assimilação deste procedimento é feita por meio da passagem do pensamento do particular para o geral. Por outro lado, quando resolvem a tarefa de aprendizagem, eles dominam inicialmente o procedimento geral de solução de tarefas particulares (Davydov, 1988b, p. 171).

Um componente da tarefa de estudo é a ação de estudo, que se inicia a partir do momento de identificação de um modelo, visando assimilar o modo objetivo da ação. De maneira geral, o modelo pode ser a forma com que o professor realiza a explicação e executa ações de uma determinada atividade, com o acompanhamento, pela criança, do caminho percorrido pelo professor, reproduzindo suas ações, pois a assimilação só é possibilitada pela reprodução. Para que o modelo do modo de ação possa ser reproduzido, é necessário haver “[...] igualdade entre o conteúdo objetivo que foi utilizado para criar o modelo e o conteúdo dentro do qual o mesmo está sendo reproduzido” (Elkonin, 2019b, p. 155).

Se realizarmos uma tarefa, criando então um modelo de ação para a resolução de tal, temos que propor tarefas semelhantes para que os alunos possam solucionar, podendo comparar com o modelo apresentado. Essa ação é denominada por Elkonin (2019b) como “ação de controle” da tarefa de estudo, a qual “[...] consiste na comparação entre a visão prévia da atividade reproduzida pela criança e seu resultado com o modelo” (p. 155). Segundo o autor, todo modelo do modo de ação tem pontos de apoio, ou seja, locais em que a coerência do modo de ação pode ser verificada.

Nesse mesmo sentido, a respeito das ações de controle, Davydov (1988b) explica que elas consistem

[...] em determinar a correspondência entre outras ações de aprendizagem e as condições e exigências da tarefa de aprendizagem. Permite aos alunos, ao mudar a composição operacional das ações, descobrir sua conexão com umas e outras peculiaridades dos dados da tarefa a ser resolvida e do resultado a ser alcançado. O monitoramento então assegura a plenitude na composição operacional das ações e a forma correta de sua execução (Davydov, 1988b, p. 176).

Conforme exemplo mencionado por Elkonin (2019b), em uma operação de adição, o modo de ação do professor, que se torna modelo, é a decomposição do segundo número da adição entre dois números, quando sua soma ultrapassar 10. Ao invés de contar os elementos da soma continuamente, temos que isolar um dos valores e decompô-lo, de modo a criar uma condição em que uma de suas partes, somado ao outro valor, dê o resultado 10. No exemplo da soma “7+8”, mantemos o valor 7 e decomparamos o 8 em 3 e 5, ou seja, “7+3” que resulta em 10. Com essa ação, temos a criação do modelo do modo de ação. O objetivo principal dessa tarefa não é o resultado da soma, mas sim, a criação de seu modo de ação. O ponto de apoio da ação de controle é a formação do número 10, em decorrência da decomposição do segundo termo somado ao primeiro.

Ainda no mesmo exemplo, se em uma nova adição “6+9”, o aluno realizar a simples soma, contando os valores continuamente, ao invés de decompor o segundo termo, conforme modelo do modo de ação, o aluno realizou a tarefa prática, mas não a tarefa de estudo, não desenvolvendo, conseqüentemente, seu modo de ação.

O último componente da Atividade de Estudo é a “avaliação”, pelo estudante, do grau de assimilação, em que ele verifica se a tarefa foi solucionada, se conseguiu assimilar o modo de ação, conseguindo aplicá-lo novamente na resolução de tarefas similares (Elkonin, 2019b). O que vai ao encontro das proposições de Davydov (1988b), sobre a ação de avaliação, quando explica que se trata da verificação sobre o que foi assimilado pela criança, investigando se o modo de ação foi compreendido, visando analisar se as tarefas de aprendizagem foram solucionadas. O autor aproxima essa etapa de análise pelos alunos, da reflexão, que “[...] é uma qualidade tão fundamental da consciência humana, que torna possível a realização da

atividade de estudo e seus componentes (particularmente o monitoramento e a avaliação)” (Davydov, 1988b, p. 176).

Repkin (2014), apesar de não especificar claramente uma estrutura para Atividade de Estudo, de maneira geral, tem seus preceitos de acordo com as proposições de Elkonin. Tarefas e ações de estudo, ações de controle e avaliação também estão no bojo dos apontamentos de Repkin, que acrescenta características de atenção voluntária do aluno, além de destacar que a ação de verificar se existem diferenças “[...] entre o plano da ação e sua concepção sobre as reais condições da ação”, pode provocar a criação de uma situação problema. Sobre isso, o autor aponta que “[...] torna-se uma situação problema – um problema no sentido de que os modos de ação disponíveis são inadequados e não há outros. Em outras palavras, novos modos de ação são necessários” (Repkin, 2014, p. 95).

Para Davydov (1988b),

[...] os conhecimentos teóricos, que formam o conteúdo da atividade de estudo, também constituem a necessidade da atividade de estudo. Como se sabe, a atividade humana corresponde a determinada necessidade; as ações, correspondem aos motivos. Na formação dos escolares de menor idade, é da necessidade da atividade de estudo que deriva sua concretização na diversidade de motivos que exigem das crianças a realização de ações de aprendizagem. Os motivos das ações de aprendizagem impulsionam os escolares a assimilar os procedimentos de reprodução dos conhecimentos teóricos (Davydov, 1988b, p. 170).

Segundo o autor, quando os alunos realizam ações de estudo, estão compreendendo as formas de reprodução de conceitos, imagens, valores e normas, assimilando, assim, o conteúdo desses conhecimentos teóricos e, dessa forma, estimulando os motivos para compreender os modos de reprodução desses conhecimentos por meio de ações de estudo, sob orientação da resolução de tarefas de estudo (Davydov, 1988b).

Davydov (1988b, p. 173), apresenta seis ações de estudo a serem realizadas. São elas:

- transformação dos dados da tarefa a fim de revelar a relação universal do objeto estudado;
- modelação da relação diferenciada em forma objetivada, gráfica ou por meio de letras;
- transformação do modelo da relação para estudar suas propriedades em “forma pura”;

- construção do sistema de tarefas particulares que podem ser resolvidas por um procedimento geral;
- controle da realização das ações anteriores;
- avaliação da assimilação do procedimento geral como resultado da solução da tarefa de aprendizagem dada.

Sobre as ações de estudo, o autor assinala a relevância de serem realizadas coletivamente pelos alunos, com suporte do professor. As ações promovem o desenvolvimento das ações mentais de análise, síntese, planejamento de ação e reflexão, e serão consideradas no experimento didático desta pesquisa.

Davydov (1988b), destaca ainda, que as soluções das tarefas propostas em grupo, podem colaborar na assimilação dos modos de ação individuais. A importância atribuída ao trabalho conjunto, coletivo, vincula-se à preocupação das escolas soviéticas com a formação da personalidade dos estudantes, opondo-se à personalidade individualista e competitiva presente na cultura capitalista.

Outro fator assinalado por Davydov (1988b) é a importância da orientação do professor, desde o início do processo de realização das tarefas de estudos pelos alunos, por meio das ações, permitindo que se forme, nos alunos, a Atividade de Estudo. Ou seja, o autor destaca o papel docente na orientação dos alunos em direção à capacidade de aprender, de modo autônomo.

Elkonin (2019b) também ressalta sobre o papel do professor em todo esse processo, pois considera que o acompanhamento e orientação docente são essenciais para o desenvolvimento do aluno. O professor é responsável por verificar se todas as etapas da tarefa de estudo foram adequadamente cumpridas e se foi formada, no aluno, a Atividade de Estudo, de modo independente e consciente, sendo organizada por ele mesmo, em autoeducação.

3.4. Organização do ensino

Diferentemente da aprendizagem que ocorre em situações cotidianas, a aprendizagem de conceitos teóricos requer uma ação dirigida e intencional, voltada exclusivamente para esse fim, ou seja, o ensino. Os modos de organizar o ensino mudaram ao longo da história da Educação e, em um mesmo período histórico, eles podem ser muito diferentes entre si, resultando em formações que também se distinguem. Vygotsky (1991, p. 61) afirma que “[...] o aprendizado adequadamente organizado resulta em desenvolvimento”. Ou seja, nem todo modo de organização

do ensino resulta necessariamente em desenvolvimento. Repkin (2014) destaca a necessidade da organização do processo de aprendizagem e menciona que, caso o processo de estudo seja adequadamente organizado, o conhecimento teórico se torna acessível aos alunos. Em outras palavras, a educação escolar nem sempre garante a apropriação do conhecimento teórico, isso depende de como é organizado o ensino.

Para que tenha esse potencial formativo, em primeiro lugar é necessário que esse seja considerado o objetivo primordial da educação escolar. Se o objetivo da escolarização for formar habilidades e competências necessárias ao mercado de trabalho, como aprender a trabalhar em grupo, ter resiliência, aprender a aprender, resolver problemas cotidianos, dentre outras, evidentemente o que se considera uma aprendizagem “adequadamente organizada” diferencia-se.

Temos a concepção da Educação como processo responsável pelo desenvolvimento do psiquismo humano, o que ocorre pela apropriação da cultura produzida historicamente pela humanidade. Especificamente, à educação escolar cabe o ensino de parte dessa cultura: a sistematizada pelas diferentes ciências, pela filosofia e pela arte. Assim, não visa apenas desenvolver habilidades e competências que são requeridas em determinados momentos pelo mercado de trabalho, mas formar integralmente o ser humano.

Portanto, os métodos de ensino e os conteúdos considerados fundamentais estão vinculados à formação almejada, que, por sua vez, é uma expressão da sociedade que se deseja formar. Por essa razão, por tantas vezes fazemos questão de enfatizar que os encaminhamentos didáticos produzidos no interior da Teoria do Ensino Desenvolvimental estão vinculados ao que seus proponentes identificaram como “adequadamente organizado” para a formação do pensamento teórico.

Trilhando essa perspectiva de formação, Davydov (2017) tratou de alguns pressupostos didáticos que devem ser seguidos na estruturação do trabalho escolar. Para ele, (1) os conceitos científicos devem ser assimilados por meio da investigação de suas condições de origem, mostrando que os conceitos são formados pelo estudante e não transmitidos de modo pronto do professor para o estudante; (2) os conceitos de caráter geral e abstrato devem ser assimilados antes dos conceitos particulares e concretos; (3) os alunos devem compreender, com o estudo das fontes objeto-materiais, a conexão do conteúdo e estrutura do campo dos conceitos (por exemplo, para os conceitos da matemática, a conexão geral são

as grandezas); (4) tal conexão deve ser realizada por meio de objetos, gráficos ou símbolos visando permitir o estudo de suas propriedades; (5) é necessário formar nos alunos ações de caráter objetual, possibilitando que compreendam as propriedades e conexões dos conceitos científicos, e; (6) as ações objetais devem ser passadas à sua realização no plano mental.

Em seus estudos sobre a interação entre Didática e a Teoria Histórico-Cultural, Sforzi (2015a), com base em várias pesquisas experimentais sobre o ensino de conceitos em contexto escolar, sistematizou algumas ações que durante esses experimentos mostraram-se favoráveis à aprendizagem de conceitos. Essas ações estão ligadas a princípios que estão na base da perspectiva de formação assumida pela Teoria Histórico-Cultural, pela Teoria da Atividade e pela Teoria do Ensino Desenvolvimental. Esses princípios e as respectivas ações, sinalizam aspectos a serem levados em consideração nos momentos de “[...] planejamento, execução e avaliação do ensino” (Sforzi, 2015a, p. 381).

O “princípio do ensino que desenvolve” consiste em se considerar o nível de desenvolvimento atual do aluno a fim de delinear ações que o leve para seu desenvolvimento próximo, levando em conta o aprendizado individual de cada aluno, mas também o conhecimento coletivo da turma, trabalhando para atender as duas situações. De acordo com Vigotski (2010), nível de desenvolvimento atual refere-se ao desenvolvimento já alcançado pelo aluno, resultado do conjunto de conteúdos apropriados, por meio dos quais ele consegue realizar tarefas de modo autônomo. Já a zona de desenvolvimento próximo, pode ser caracterizada pelas tarefas ou problemas que o aluno ainda não consegue realizar ou solucionar sozinho, mas que, com a ajuda de outra pessoa, consegue resolver.

O “princípio do caráter ativo da aprendizagem”, remete a ideia já exposta nesta tese de que o aluno é sujeito do processo de aprendizagem e não objeto da ação do professor, isso significa que o aluno deve participar ativamente da aula e, com a colaboração do professor, assimilar o conceito e não apenas decorar palavras sem significado; para isso, o seu envolvimento em situações problema relativas a fenômenos cotidianos correlatos ao conceito da aprendizagem é um meio de torná-lo ativo no processo de abstração e generalização (Sforzi, 2015a).

O aluno ter consciência acerca do conteúdo da aprendizagem é o aspecto do “princípio do caráter consciente” que prevê a manutenção do foco da aprendizagem no conteúdo central do ensino, podendo-se valer de situações contextualizantes,

mas mantendo a atenção do aluno sobre o problema teórico a ser resolvido (Sforni, 2015a). Como já afirmado, a criança tende a considerar que está resolvendo uma tarefa específica e a realiza sem que aprenda o modo de ação que a permite generalizar o que foi objeto de ensino. Neste sentido, o princípio do caráter consciente vincula-se à necessidade de explicitação por parte do professor e dos próprios estudantes da razão das ações e não apenas a sua execução.

O “princípio da unidade entre o plano material (ou materializado) e o verbal” vincula-se à criação de situações problematizadoras que são mais próximas ao plano material visando desencadear a aprendizagem buscando a “[...] interação entre o plano material (fenômenos ou objetos), ou representações dele (ilustrações, mapas, filmes, maquetes, etc.), e o plano mental (atuação com as abstrações)” (Sforni, 2015a, p. 389-390). A presença da linguagem, textos científicos e modelos, são fundamentais para o movimento entre as ações no plano material (ou materializado) e as ações no plano mental, que é a ação mediada pelo conceito.

No “princípio da ação mediada pelo conceito”, chegar à ação mental mediada pelo conceito é a finalidade do ensino, mas para compreender a materialidade dos conceitos e que servem como instrumento da atividade humana é fundamental que o objeto da aprendizagem seja analisado quanto ao seu aspecto lógico-histórico. A história do objeto em sua relação com as necessidades que visa atender, permite a identificação do que lhe é nuclear. Guiando-se por esse princípio, a verificação se está havendo ou houve a apropriação do conceito não se mantém na verificação da explicitação verbal do conceito pelo aluno, nem na execução correta de uma ou outra ação demonstrada pelo professor, mas na capacidade de, diante de novas situações apresentadas, o aluno ser capaz de analisá-las com base nos conceitos que foram objetos de ensino (Sforni, 2015a).

Para Sforni (2015a, p. 387), “[...] a necessidade e o motivo para aprender um determinado conteúdo não existem a priori no aluno, são criados no decorrer da atividade”. Quer dizer, deve-se criar condições para que surja a necessidade de aprendizagem no estudante e, com isso, o motivo de aprender. Na criação dessas necessidades há que se levar em consideração o que é nuclear no conceito, as particularidades dos estudantes quanto às suas experiências e seus níveis de desenvolvimento.

Leontiev (1975) explica que os motivos “[...] são determinados pelo sentido que tem para a criança a tarefa dada, a situação dada” (p. 238), e com o surgimento

do motivo, o sujeito desenvolve uma disposição para realizar uma ação. O autor diferencia dois tipos de motivos, em “apenas compreendidos” e “realmente eficazes” ou “que agem realmente” (Leontiev, 1960). Os primeiros estão relacionados aos motivos que são gerados de modo externo, pela imposição de outras pessoas, portanto, não sendo eficientes. Os motivos “realmente eficazes”, são os motivos relacionados ao interesse que surge da própria pessoa, ou seja, que fazem com que ela realize ações que levarão a alcançar algo importante para si. Quando relaciona os motivos à atividade de ensino, o autor destaca que

[...] apesar da importância dos motivos-estímulo [apenas compreendidos], a tarefa pedagógica consiste em criar motivos gerais significativos [que agem realmente], que não apenas incitem a agir, mas também deem um sentido específico ao que se faz (Leontiev, 1960, p. 349, tradução nossa, grifo nosso).

Repkin (2014) chama esses motivos de internos, que são gerados pela atividade em si e, externos, não formados pela atividade. Ele cita, como exemplo de motivo externo, um aluno que estuda apenas para tirar nota na prova ou ser aprovado em um exame. Todavia, a aprendizagem ocorre movida por motivos internos, por exemplo, a apropriação de determinado conteúdo, a necessidade de aprender algo novo. E assevera: “[...] se não há motivo interno, nenhum interesse em seu produto, logo não há nenhum objetivo” (Repkin, 2014, p. 92).

Complementar aos princípios apresentados, Sforni (2017) ofereceu mais elementos para colaborar com a organização do ensino, estruturando as ações, decorrentes dos princípios citados anteriormente, em um percurso didático do professor quanto às ações a serem previstas no planejamento de ensino. Para a autora, o “Ponto de partida” para o planejamento deve ser “[...] a análise do objeto e do sujeito da aprendizagem e dos processos afetivos-cognitivos a serem mobilizados” (Sforni, 2017, p. 92), ou seja, analisar o conceito ou sistema conceitual a ser ensinado como instrumento das ações humanas, articulando aos fenômenos que podem ser compreendidos com base nele. Com foco nos aspectos lógico-históricos do conceito, analisar o sujeito da aprendizagem estimando os níveis de desenvolvimento atual e próximo, analisar tarefas de estudo que levarão à apropriação do conceito científico, contemplando a criação de motivos e o movimento entre o abstrato e o concreto.

Após a análise do conteúdo, do sujeito e da forma, é o momento de definir as ações de ensino. Em “Planejando as ações”, a autora reforça o que havia descrito nos princípios orientadores (Sforni, 2015a), quanto à passagem das ações externas, no plano material, para ações internas, no plano mental, por meio da junção entre as linguagens científica e do aluno. Retoma a importância do uso de textos científicos e clássicos referentes ao conteúdo, a modelação e a elaboração das problematizações, com base em seu conceito central (Sforni, 2017).

Por fim, quanto à “Avaliação”, a autora defende que ela não seja centrada na definição verbal por parte do estudante, “[...] mas na sua capacidade de uso do conteúdo como mediador na explicação de novos objetos e fenômenos da realidade objetiva” (Sforni, 2017, p. 94). Ou seja, propõe que se apresente ao estudante uma nova situação que requer a abstração formada no processo de estudo como mediadora na resolução da nova situação, evidenciando a presença do conceito como ação mental, como um modo de ação formado na atividade de estudo.

Um ponto que merece destaque, e que antecede a atuação do professor, é sua formação, o que, sem dúvida, requer o conhecimento acerca do conteúdo que ensina. Porém, para além disso, se o ensino de conceitos científicos é fundamental na formação dos sujeitos, na formação do professor é imprescindível a apropriação de conceitos sobre a atividade de ensino e de aprendizagem.

Sforni (2019) lembra que “[...] o ensino de conceitos teóricos-científicos é comum a todos os professores, independentemente da área de conhecimento em que atuam” (p. 15), portanto, conhecimentos sobre o ensino desse tipo de conceitos devem fazer parte do conteúdo básico para a atuação docente. O que torna necessário tanto o conhecimento de uma didática geral, quanto da área específica em que atua. Segundo a autora, “[...] a didática geral não elimina a importância da didática específica, nem a didática específica dispensa a necessidade da didática geral” (Sforni, 2019, p. 16).

Dessa maneira, expusemos os conhecimentos gerais sobre o pensamento teórico e sobre a organização do ensino, que sinalizam alguns caminhos e possibilidades, mas eles não tratam especificamente sobre a Computação, pensamento computacional e a organização do ensino dessa área. Dessa forma, na trilha desses conhecimentos já produzidos, precisamos avançar investigando ações de ensino de conceitos teóricos da Ciência da Computação, que tenham o potencial de contribuir para o desenvolvimento do pensamento computacional. Para isso, a

realização de um experimento didático no ensino de conceitos de Computação pode ser o caminho apropriado. Mas, antes de procedermos mostrando como o experimento foi realizado, cabe a explanação de como foi possível organizar uma forma de ensinar conceitos computacionais aproximando duas formas de pensamento: teórico e computacional. A próxima subseção se encarrega disso.

3.5. Relação entre o Organização do Ensino, Pensamentos Teórico e Computacional

Depois de investigarmos sobre a formação do pensamento teórico e sobre a estrutura do pensamento computacional, sua relação com os conceitos teóricos da Computação e sua forma de desenvolvimento, precisamos estabelecer a relação entre o pensamento teórico e o pensamento computacional na organização do ensino. Mas, conforme averiguado por meio de um mapeamento sistemático de literatura realizado (Beleti Junior; Sforini, 2023), tal relação não foi discutida em outros trabalhos na literatura, o que nos inquietou, afinal, estamos, em princípio, falando de uma mesma função psíquica: o pensamento.

Como já exposto, o pensamento teórico é uma forma geral de pensamento que é mediado por conceitos teóricos de diferentes áreas do conhecimento. Quando esse pensamento é mediado por conceitos do campo da Ciência da Computação, temos o pensamento computacional.

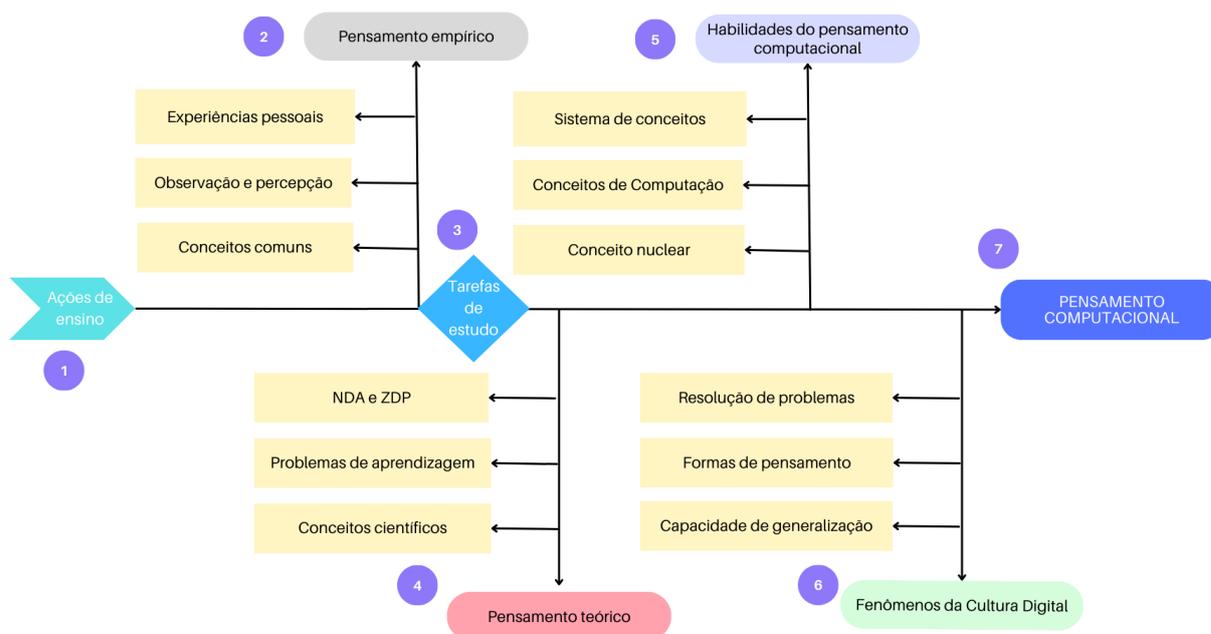
Neste sentido, a produção da Psicologia e da Didática sobre a formação do pensamento teórico, pode oferecer elementos para a compreensão acerca da formação do pensamento computacional e auxiliar-nos a encontrar modos de organização do ensino de conceitos de Computação que permitam a formação desse pensamento.

Partimos do princípio de que, a apropriação dos conceitos científicos é premissa base para a formação do pensamento teórico, seja qual for a área de conhecimento do objeto de estudo. Em nosso caso, a apropriação de conceitos científicos da Ciência da Computação são o fundamento para possibilitar o pensamento teórico na área computacional. Conforme apontado em publicação antecedente (Beleti Junior; Sforini, 2021), compreendemos o pensamento teórico como um modo geral de pensamento que pode, a depender dos mediadores utilizados, ser denominado de pensamento matemático, geográfico, filosófico,

histórico, dentre outros, sendo o pensamento computacional aquele que conta com mediadores da Ciência da Computação para compreender e atuar sobre os fenômenos da cultura digital.

Assim, consideramos que o pensamento computacional pode ser desenvolvido por intermédio da apropriação de conceitos da Computação. Também apontamos em subseções pregressas neste trabalho, algumas subáreas fundamentais da Computação. E, para que haja condições para o desenvolvimento do pensamento computacional, estabelecemos um trajeto a ser percorrido pelo sujeito da aprendizagem em direção a esse desenvolvimento. O esquema ilustrado na Figura 8 nos auxilia na compreensão desse trajeto.

Figura 8 – Percurso para o desenvolvimento do Pensamento Computacional



Fonte: Elaboração própria.

Conforme a Figura 8, para que ocorra a assimilação de conceitos científicos, deve haver ações de ensino (1) que favoreçam essa apropriação, por meio da superação do pensamento empírico (2), seus conhecimentos advindos de experiências pessoais, por meio da vivência, observação e percepções particulares, ou seja, a compreensão de conceitos cotidianos; em direção ao pensamento teórico.

Para tal, devemos compreender os níveis de desenvolvimento dos alunos (atual e próximo), visando propor tarefas de estudo (3) adequadas, por meio de situações problematizadoras (situações problema, problemas de aprendizagem),

para fazer com eles se apropriem de conceitos científicos, alcançando o nível do pensamento teórico (4).

Além da apropriação dos conceitos computacionais, deve haver a compreensão de que há um conceito nuclear na Computação e que os demais estão relacionados em um sistema de conceitos, presentes em diversos fenômenos e situações cotidianas. Com os conceitos científicos da Computação apropriados, o aluno é capaz de atuar com as habilidades do pensamento computacional (5), a saber: Análise, Abstração, Decomposição, Reconhecimento de Padrões, Algoritmos, Teste e Avaliação (conceituadas na subseção 2.4.5); propondo possibilidades para solucionar situações problema.

Por meio da análise desse cenário de resolução de problemas, atuar com conceitos computacionais, valendo-se de habilidades do pensamento computacional, para mediar situações e fenômenos. Com isso, podemos constatar a evolução na forma de pensamento dos alunos, observando se houve indícios de desenvolvimento do seu pensamento, que significam novos níveis de generalização, compreendendo fenômenos da cultura digital (6) que envolvem os conceitos computacionais apropriados.

Caso haja indícios, consideramos ter possibilitado aos estudantes a gênese do pensamento computacional (7), visto que, para se chegar à formação ou ao desenvolvimento do pensamento computacional há um processo gradativo, de continuidades e rupturas, que deve ser considerado na organização do ensino.

Desse modo, conforme apontado em Beleti Junior e Sforzi (2023), reforçamos nossa percepção de que o desenvolvimento do pensamento computacional deve ser alvo de investigações e estudos experimentais com maior tempo de duração e abordando diversos conceitos da Computação, visto que, não consideramos ser possível a apropriação de conceitos científicos da Computação em curtos espaços de tempo, quiçá o desenvolvimento de uma forma de pensamento, tal como o computacional, explorando-se somente um conceito da área, como por exemplo, apenas a programação.

Nossa percepção, de modo algum, desconsidera as inúmeras e frutuosas pesquisas no campo da Educação e da Computação, nos níveis e nas etapas educacionais, voltadas ao estudo do pensamento computacional, ao contrário, amplia as possibilidades de pesquisa, contemplando novos conhecimentos de

campos do saber como a Didática, Teoria Histórico-Cultural e Teoria do Ensino Desenvolvimental.

Com esse arcabouço, passamos a discutir, na próxima seção, como o experimento foi planejado, organizado e executado, bem como a forma com que os dados foram coletados e analisados, realçando as ações de ensino promovidas durante as aulas.

4. ORGANIZAÇÃO E ANÁLISE DO EXPERIMENTO DIDÁTICO NO ENSINO DE COMPUTAÇÃO

A investigação de modos de organização do ensino, bem como o acompanhamento de seu impacto na aprendizagem dos alunos tem sido alvo de trabalhos desenvolvidos em pesquisas do Grupo de Estudos e Pesquisa sobre Atividade de Ensino – GEPAE, da Universidade Estadual de Maringá – UEM. Esse grupo, ao qual fazemos parte, é formado por estudantes, professores e pesquisadores de diversas áreas do conhecimento, realizando pesquisas em diferentes campos do saber, níveis e etapas de escolarização.

Conforme Sforzi (2015a), considerando que as pesquisas do grupo têm se situado no campo educacional, sendo “[...] movidas pela necessidade de investigar procedimentos didáticos que favoreçam a aprendizagem e o desenvolvimento dos estudantes, utilizamos o procedimento metodológico denominado de experimento didático” (p. 380), nesta pesquisa, organizamos um experimento didático com base em algumas das subáreas ou conceitos elementares da Ciência da Computação que foram elencadas na subseção 2.3. Com essas, planejamos tarefas de estudo, visando ensinar seus conceitos científicos, visto que, com o período disponível para a realização desta pesquisa, seria improvável investigarmos todas as subáreas, o que pode ocorrer em estudos posteriores.

Detalhamos, nesta seção, os conceitos ensinados aos alunos, os encontros realizados, os episódios selecionados dentre todos os encontros, além das categorias estabelecidas para a análise dos dados. Expomos, ao final, uma síntese do processo de desenvolvimento do pensamento dos alunos, rumo à gênese do pensamento computacional e destacamos as ações de ensino que se mostraram favoráveis ao desenvolvimento do pensamento computacional.

4.1. Estruturação do experimento

Em nosso experimento, visamos investigar quais ações de ensino de conceitos de Computação podem favorecer o desenvolvimento do pensamento computacional, por meio de um experimento didático com duração de 80 horas, visto que, grande parte das intervenções propostas, neste campo, são realizadas em um

curto período de tempo e, em geral, envolvendo poucas subáreas da Ciência da Computação, especialmente, programação.

Para amparar didática e metodologicamente nosso experimento, realizamos uma investigação em atividades e materiais disponíveis na literatura, bem como em referenciais da área para o ensino de Computação na Educação Básica, mais especificamente, para o 5º ano do Ensino Fundamental, público-alvo do experimento.

Após a aprovação pelo comitê de ética da Universidade Estadual de Maringá, foi iniciado o experimento, em uma escola municipal da cidade de Jandaia do Sul, que atende alunos da Educação Infantil (Pré-escola) e Ensino Fundamental (1º ao 5º anos), todos em período integral. No período da manhã, ocorrem as aulas regulares obrigatórias e, no período da tarde, as oficinas de Português, Matemática, Inglês, Espanhol, Dança / Artes Marciais e Esporte. Do ponto de vista da instituição escolar, o experimento constituiu-se em mais uma oficina oferecida aos estudantes, chamada de oficina de Computação e robótica.

O experimento ocorreu em dois dias da semana (quinta-feira e sexta-feira), das 13:30 às 15:45, com quinze minutos de intervalo. Os sujeitos do experimento foram alunos do 5º ano do Ensino Fundamental (faixa etária entre 10 e 12 anos de idade), regularmente matriculados, em 2022. No decorrer do experimento, houve algumas transferências (três alunos foram para outras escolas e dois vieram para esta), restando 15 alunos participantes da investigação. As intervenções foram realizadas no contraturno de seus horários regulares, na escola em questão, sendo conduzidas inteiramente pelo pesquisador principal desta pesquisa.

Propusemos atividades relacionadas aos conceitos científicos da Ciência da Computação, conteúdos geralmente não abordados na Educação Básica de maneira disciplinar. Foram utilizadas metodologias desplugadas (que não fazem uso de artefatos tecnológicos), bem como com dispositivos e com plataformas computacionais. O experimento foi conduzido de modo a investigar, dentre as ações de ensino promovidas com o grupo de alunos, aquelas que favoreceriam o desenvolvimento do pensamento computacional, por meio da apropriação dos conceitos científicos da Computação e a formação do pensamento teórico.

O espaço para realização do experimento foi uma sala de aula, equipada com projetor, quadro branco e lousa digital. A sala possuía ainda equipamentos como notebooks, tablets e kits de eletrônica, os quais ficavam armazenados em um

armário, além de uma impressora 3D. Todos os equipamentos estiveram sempre à disposição do pesquisador.

Visando conhecer a rotina dos alunos e ambientá-los com as câmeras de vídeo e gravadores de áudio, estivemos presentes em duas aulas ministradas pela professora regente, observando a realização das atividades durante oficinas no período da tarde. Na primeira dessas observações, nos apresentamos rapidamente e explicamos, de maneira geral, como ocorreria o experimento. Aproveitamos essas observações para realizar testes de som e imagem com câmeras e gravadores.

Para análise das manifestações (falas, impressões e produções) dos alunos sobre os conceitos ensinados, todas as aulas foram gravadas em áudio e vídeo, bem como produções escritas e audiovisuais coletadas. Esses materiais tiveram o objetivo de auxiliar a identificação da aprendizagem dos estudantes e o desenvolvimento do pensamento computacional em processo, durante o experimento.

Como os sujeitos da pesquisa tinham idade inferior a 18 anos, requisitamos a autorização dos pais para a participação no experimento, direito de imagem e para divulgação dos dados obtidos, conforme preconizado pelo comitê de ética¹⁰. Ressaltamos que a participação dos alunos foi voluntária e as informações provenientes da pesquisa utilizadas somente para seus fins, sendo tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, preservando a identidade dos alunos. A referência aos sujeitos da pesquisa ocorreu por meio de nomes fictícios.

Propusemos uma organização das subáreas ou conceitos da Computação a serem ensinados durante o experimento, junto às cargas horárias (C.H.) para cada tema. Ao total, foram abordados 10 temas durante os encontros do experimento. O Quadro 2 ilustra essa organização.

Dentre as subáreas ou conceitos elencados da Ciência da Computação (subseção 2.3), os temas foram selecionados dada a relevância que seus conceitos teóricos apresentam não apenas para a Computação, mas em diversos fenômenos da vida em sociedade, tais como, relações pessoais (redes sociais), aplicativos de transporte, saúde, comunicação, entretenimento (vídeos e músicas), de previsão do tempo, aplicações bancárias, entre diversas outras que fazem parte do cotidiano das

¹⁰ Dados da aprovação pelo comitê de ética (número 52836621.3.0000.0104).

peças, especialmente quanto ao entorno da vida dos alunos participantes do experimento.

Quadro 2 – Organização dos conceitos da Computação ensinados

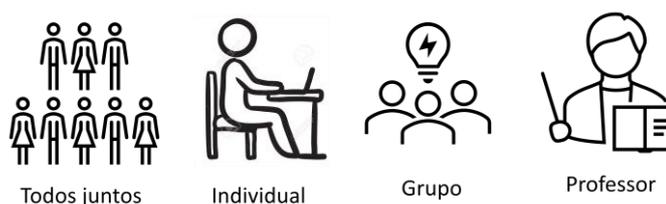
Nº	Tema	C.H.
001	História e conceitos da Computação	14
002	Algoritmo e Linguagens de Programação	14
003	Banco de Dados	6
004	Redes de Computadores	6
005	Segurança de Sistemas	10
006	Arquitetura e Organização de Computadores	6
007	Sistemas Operacionais	6
008	Computação Paralela e Distribuída	6
009	Sistemas de Numeração (Representação de dados)	4
010	Inteligência Artificial	8

Fonte: Elaboração própria.

Buscamos levar os estudantes à percepção de que os conceitos teóricos dos temas escolhidos estão presentes no dia a dia das pessoas, nas diversas áreas, por meio da realização de tarefas de estudo, sem informar, inicialmente, que se tratava desse ou daquele conteúdo. Apenas ao finalizarem as tarefas de estudo, os conceitos teóricos eram revelados, bem como o modo em que poderiam ser utilizados na área computacional, estando presentes em alguns fenômenos, para auxiliar na resolução de tarefas diversas.

Além da exposição de cada aula, buscamos promover nos alunos, por meio da criação de uma identificação visual para diferentes instantes da aula, a formação de uma prática habitual de atuação em nossos encontros. Esses momentos foram criados, de acordo com as possibilidades de atuação das crianças, seja na realização de tarefas individuais ou de forma coletiva, durante a Atividade de Estudo (Davydov, 1988b). Os momentos foram representados por ícones, os quais podem ser visualizados na Figura 9.

Figura 9 – Ícones para os momentos da aula



Fonte: Elaboração própria.

Após a explicação do significado de cada ícone, os alunos seriam capazes de identificar a maneira de interação, sendo: i) Todos juntos – tarefa a ser realizada ou tema a ser discutido com todos os alunos da classe; ii) Individual – tarefa a ser realizada individualmente; iii) Grupo – tarefa a ser realizada em grupos formados por dois a três alunos (dependendo da quantidade de alunos em sala), e; iv) Professor – momento de explicação pelo professor.

Para a constituição dos momentos em grupo, que inicialmente eram formados por afinidade entre os alunos, após quatro encontros, foi instituída uma separação por sorteio, em que, cada aluno, retirava um número que representava seu grupo naquele dia. Esse modo de dividi-los foi necessário, visto que havia, entre os alunos nos primeiros encontros, uma certa hostilidade em participar junto a determinadas crianças. Além disso, também é objeto de ensino escolar habituá-los a trabalhar em grupo, quando se pretende a formação do pensamento teórico. Tal como apontado por Davydov (1988a), ao afirmar que os procedimentos coletivos são requisitos para o desenvolvimento do pensamento teórico.

Todas as informações, figuras, ilustrações, modelos e vídeos foram apresentados por meio de projeção, visando facilitar a compreensão dos alunos, permitindo que cada um registrasse como fosse conveniente. As perguntas propostas, por exemplo, foram sempre apresentadas em tela, lidas pelo pesquisador e pelos alunos, e permaneciam expostas por alguns minutos para que pudessem anotar em seus cadernos, caso desejassem. Para responderem aos questionamentos, possibilitamos, além da escrita em seus cadernos individuais ou em grupo, a realização de desenho com sua respectiva explicação, tanto de forma escrita nos cadernos, quanto para o pesquisador, de maneira oral.

Como forma de registrar as ações dos alunos durante a realização das tarefas, disponibilizamos cadernos individuais (capa cor vermelha) e cadernos para os grupos (capa com coloração verde), que a cada aula tinham a possibilidade de ser compostos por alunos distintos, devido a separação por sorteio. A Figura 10 ilustra os cadernos, junto às identificações pessoais dos alunos (crachás). Quanto à elaboração de crachá, visamos incentivar a participação dos alunos nas aulas, ação que, em nossa análise, fez com que se sentissem mais pertencentes à turma, mobilizando-os ainda mais.

Figura 10 – Cadernos e crachás dos alunos



Fonte: Elaboração própria.

Sobre o formato de execução das aulas, organizamos momentos específicos, as situações problematizadoras (situações problema), identificadas como: “dúvida de hoje”, “cenário de hoje”, “desafio do dia” e “dúvida do professor”. Tais proposições, de maneira geral, foram elaboradas com base no conceito de tarefa de estudo, “[...] componente mais importante da Atividade de Estudo”, segundo Elkonin (2019b, p. 153). Em nosso experimento, estruturamos as tarefas de estudo por meio de questionamentos ou situações problema que ocorreram em momentos particulares da aula, com a realização da análise desses problemas pelos alunos, seja individualmente, em grupo ou com a participação de todos, em conjunto.

Em geral, a “dúvida de hoje” trata-se de uma indagação de cunho mais amplo e o “cenário de hoje” se apresenta como um caso mais específico, os dois, dentro do contexto investigado. O “desafio do dia”, é uma tarefa, proposta aos alunos, geralmente após a realização de outras tarefas de estudo, com caráter similar, para verificar se os alunos estão estabelecendo um modo geral de ação (Elkonin, 2019b). E a “dúvida do professor”, trata-se de um questionamento que visa retomar os conceitos abordados durante a aula, por meio da reflexão, geralmente realizada de modo individual pelos alunos, com registros escritos nos cadernos pessoais.

Ainda quanto ao modo de operação da aula, destacamos que, no início de cada encontro, realizaríamos uma breve revisão do que havia sido estudado na aula anterior, pois além de lembrar todos os presentes sobre os conteúdos ensinados, possibilitaríamos aos alunos faltantes, nos encontros precedentes, o contato com tais informações.

Para cada aula, preparamos então tarefas de estudo, que compreenderam ações e tarefas particulares a serem realizadas pelos alunos, com a finalidade de formar neles um modo geral de ação e com isso possibilitá-los a realizar tarefas distintas, mas que envolvessem os mesmos conceitos teóricos.

4.2. Experimento Didático, exposição dos dados e categorias de análise

O experimento didático proposto, nesta pesquisa, teve suas bases teóricas alicerçadas na Teoria Histórico-Cultural e na Teoria do Ensino Desenvolvimental, bem como nos conceitos científicos da Ciência da Computação. O experimento foi orientado pelos princípios do experimento formativo de Zankov (1984) e Davydov (1988b), previamente anunciado no método genético experimental de Vygotsky (Sforni, 2015a). Para Zankov,

[...] é característico do experimento, como método científico geral, a mudança sistemática das condições de observação do fenômeno e suas relações com outros fenômenos, com os quais se expressa a ação ativa sobre o objeto de estudo. A aplicação do experimento na pesquisa científica permite estudar as relações de determinadas facetas do processo e encontrar as causas que condicionam a necessidade do aparecimento de determinado fenômeno. Assim, o experimento permite evidenciar as leis da esfera da realidade em estudo (Zankov, 1984, p. 21, tradução nossa).

Com o experimento, podemos investigar todo o processo de ensino e de aprendizagem, desde o planejamento, por parte do professor, das ações de estudo, até a compreensão dos fenômenos que constituem os conceitos científicos em estudo, por parte dos alunos.

Temos, portanto, um método que requer participação ativa do professor, organizando, planejando e desenvolvendo as tarefas de estudo, bem como o envolvimento do estudante na realização das ações de estudo. Para Davydov,

[...] o método do experimento formativo tem como característica a intervenção ativa do pesquisador nos processos mentais que ele estuda. Neste aspecto, difere substancialmente do experimento de constatação que enfoca só o estado, já formado e presente de uma formação mental particular. A realização do experimento formativo pressupõe a projeção e modelação do conteúdo de novas formações mentais a serem constituídas, dos meios psicológicos e pedagógicos e das vias de sua formação. Na investigação dos caminhos para

realizar esta projeção (modelo) no processo do trabalho de aprendizagem cognitiva com as crianças, pode-se estudar também as condições e as leis de origem, de gênese das novas formações mentais correspondentes (Davydov, 1988b, p. 107).

O pesquisador realiza o planejamento das tarefas a serem desenvolvidas pelos alunos, visando investigar suas formações mentais durante a resolução delas, que promovem a formação da Atividade de Estudo. Em pesquisas supervisionadas por Davydov e Elkonin, foram desenvolvidos materiais ou guias metodológicos que orientam as atividades dos professores. Esses materiais apresentam “tarefas de aprendizagem cuja resolução, com o uso dos correspondentes materiais didáticos, permite aos alunos, sob a orientação do professor, assimilar os conhecimentos e habilidades por meio da realização de ações de aprendizagem” (Davydov, 1988b, p. 108).

As tarefas de estudo devem ser planejadas pelo professor e realizadas pelos alunos, com base nos conceitos científicos a serem apropriados, com a orientação docente. Dessa maneira, a organização dos procedimentos didáticos tem fundamental importância, visto que se trata de um método que busca promover a aprendizagem e o desenvolvimento dos alunos.

A exposição dos dados do experimento foi organizada por meio da seleção de episódios de ensino, visando evidenciar a ocorrência de alterações na formação do pensamento e desenvolvimento dos alunos. Segundo Carvalho (1996), o termo episódio de ensino se refere

[...] àquele momento em que fica evidente a situação que queremos investigar. Essa situação, que se relaciona com perguntas do investigador, pode ser, por exemplo, a dos alunos levantando hipóteses num problema aberto, a fala dos alunos após uma pergunta desestruturadora, a discussão de um texto histórico, os tipos de perguntas que os professores fazem para os seus alunos, os momentos das discussões em grupo onde os alunos debatem as suas concepções, ou o conjunto de ações que desencadeia os processos de busca da resposta do problema a ser pesquisado (Carvalho, 1996, p. 6).

Para Moura (2004), os episódios podem ser representados por meio de falas, frases escritas, gestos e atitudes dos sujeitos dentro de uma determinada cena, não sendo definidos por ações ordenadas. O autor destaca que, mesmo que a ação de um sujeito participante da atividade não gere impacto instantâneo em outra pessoa

do seu grupo, “[...] esse impacto poderá estar revelado em um outro momento em que o sujeito foi solicitado a utilizar-se de algum conhecimento para participar de uma ação no coletivo” (Moura, 2004, p. 276). Em outras palavras, temos os episódios de ensino como um conjunto de cenas retiradas do experimento, selecionados para evidenciar a relação entre as ações de ensino de conceitos de Computação e mudanças ou permanências na forma de pensamento dos alunos.

Optamos por selecionar episódios (Moura, 1992) em busca dos momentos que possibilitaram identificar indicadores de mudança na qualidade do pensamento dos alunos. Visamos identificar ações de ensino que possivelmente influenciaram a formação do pensamento, as capacidades de abstração e generalização teóricas dos alunos.

Para acompanhar o processo de desenvolvimento do pensamento dos alunos provocado pelas ações de ensino, propusemos categorias de análise que se aproximam da ideia das unidades conceituais de análise que, segundo Nascimento (2010), “[...] contribuem para que apreendamos a essência de um conjunto de dados, a unidade que a caracteriza” (p. 123).

As categorias de análise foram criadas após o desenvolvimento de uma parte do experimento, à medida em que observávamos mudanças no repertório linguístico dos alunos para se referirem aos objetos e processos do campo computacional. Como nossa intenção era a de analisar a relação entre as ações de ensino realizadas e o desenvolvimento do pensamento dos estudantes, consideramos que essas mudanças no repertório linguístico merecia uma análise atenta da nossa parte, tendo em vista a relação entre palavra e pensamento exposta por Vigotski (2001) e por Luria (1991).

Consideramos que o acompanhamento do desenvolvimento do pensamento poderia ocorrer via análise das mudanças nas formas de representação dos fenômenos da Computação pelos estudantes. Para Martins (2016, p. 1574), se a palavra “[...] ao sintetizar a representação do objeto em suas expressões materiais e, igualmente, sua representação sob a forma de generalização, descortina as possibilidades para o desenvolvimento do pensamento”, analisar a evolução nas relações semânticas suscitadas pela palavra Computação, por exemplo, poderia sinalizar desenvolvimento do pensamento dos estudantes.

Nos primeiros encontros com os estudantes, observamos que a palavra Computação suscitava neles a imagem do computador em si e de uma capacidade

“mágica” deste equipamento ser “inteligente”. Esse nível de pensamento foi, portanto, o nosso ponto de partida para acompanhar o processo de formação de novas relações semânticas que chegasse até a compreensão de alguns fenômenos da cultura digital com base em conceitos computacionais, ou seja, de compreender a Computação como uma ação humana e os meios utilizados para instruir a máquina a realizar as ações planejadas.

A mudança de um pensamento figurado direto (computação como sinônimo do equipamento computador) para um pensamento mediado por conceitos computacionais não ocorre de modo imediato, mas por um processo em que novas estruturas de generalização vão se formando. Consideramos que as categorias de análise deveriam nos ajudar a captar esse movimento, portanto elas foram estabelecidas com base nas relações semânticas evidenciadas pelos estudantes e que foram se alterando durante o experimento.

Desse modo, as categorias de análise que nos ajudaram a analisar o movimento do pensamento dos estudantes foram: Computação como sinônimo de objeto da tecnologia digital; Computação como sinônimo de usuário de tecnologia; Ser humano a reboque da máquina; Ser humano movimentando a máquina, e; Compreensão dos fenômenos da cultura digital com base em conceitos computacionais.

Essas categorias permitiram captar um processo gradativo de significações por parte dos estudantes, das mais simples às mais complexas. As primeiras categorias estavam vinculadas a significações de Computação mais sensoriais, voltadas aos aspectos mais aparentes dos objetos, até significações mais teóricas dos processos computacionais.

Não esperávamos o máximo desenvolvimento do pensamento computacional nesse momento da escolarização, mas o desenvolvimento possível considerando o nível de desenvolvimento dos sujeitos da pesquisa, que evidenciavam, inicialmente, uma relação eminentemente empírica com a tecnologia digital e que teriam seus primeiros contatos com as abstrações teóricas desse campo.

A primeira categoria, nominada “**computação como sinônimo de objeto da tecnologia digital**”, refere-se a uma forma de pensamento que não estabelece relação direta da palavra com o significado do objeto. A título de exemplificação, ao ouvir a pronúncia da palavra “computação”, o aluno tende a associá-la a palavras homófonas, como computador, mesmo sem compreender qualquer relação entre

elas, ou a relacionar a equipamento físicos, com os quais ouviu falar, por meio de histórias, imagens ou filmes, ou que teve relação ou vivência concretas, tais como máquinas computacionais de familiares, de pessoas próximas ou ambientes de convívio, como a escola. Esse modo de pensar, aproxima-se de duas formas de pensamento, conforme explicado por Vigotski (2001), as etapas finais do pensamento sincrético e início do pensamento por complexos. No sincrético, em que há indícios de organização dos objetos no tempo e no espaço, por meio da percepção imediata, com os alunos não tendo compreensão do significado da palavra relacionada a um objeto. E no pensamento por complexo associativo, em que há conexão entre traços comuns de objetos, tais como forma, dimensão, cor, entre outros, sem maiores detalhes (Martins, 2016).

A categoria de análise **“computação como sinônimo de usuário de tecnologia”** está relacionada a um pensamento que traz a Computação representada não apenas no equipamento, mas em atividades que podem ser realizadas com o advento de máquinas computacionais. Por exemplo, ao inserirmos os alunos em um ambiente de mercado e dialogar sobre o uso do computador para auxiliar a conferência dos produtos, ou em um estabelecimento que utiliza máquina de cartão como forma de pagamento, o aluno acaba por relacionar o computador e a máquina como algo que facilita a vivência humana, auxiliando na realização de diversas atividades. Ele tem a compreensão sobre as funcionalidades de objetos que possuem atributos funcionais semelhantes, mesmo não tendo características físicas idênticas. Essas características rememoram o pensamento complexo por coleção e por cadeia, de acordo com as definições de Vigotski (2001). Relativo ao complexo por coleção, pois se fundamenta “[...] em relações cujo princípio atende à complementariedade funcional” (Martins, 2016, p. 1582), em que os objetos analisados não têm os mesmos atributos. Quanto ao complexo por cadeia, que relaciona uma união dinâmica e em sequência determinada por qualquer atributo associativo, de caráter perceptivo-figurativo (Martins, 2016).

A terceira categoria, **“ser humano a reboque da máquina”**, refere-se a compreensão de que uma máquina computacional possui “inteligência” por si só, ou seja, que um computador (dispositivo físico), consegue realizar tudo que é necessário em uma determinada tarefa, sem a necessidade da interferência humana. Por exemplo, ao disputar uma partida de xadrez de modo virtual, a criança tem a percepção de que o próprio computador está realizando as jogadas, ou seja,

não compreende que houve previamente a programação e configuração da máquina por pessoas com conhecimento para tal. Nessa forma de pensamento, a máquina parece ter autonomia e o ser humano é quem se adapta e segue os comandos dos equipamentos. Podemos associar esse modo de pensar como próximo ao pensamento complexo difuso, exposto por Vigotski (2001), pois há o entendimento equivocado de que a máquina possui inteligência, devido ao estabelecimento de relações imediatas que levam a generalizações incorretas.

O “**ser humano movimentando a máquina**”, como quarta categoria de análise, tem relação com a compreensão de que as máquinas computacionais, sejam computadores, smartphones, tablets, entre outros aparatos tecnológicos, precisam ser projetados e programados para realizarem as tarefas a eles destinadas. Em outras palavras, as máquinas “têm vida” devido à atuação humana que as desenvolve e programa. A guisa de elucidação, a compreensão de que um filme, uma música ou um produto que são sugeridos em sites e plataformas virtuais, devido ao perfil de consumo de cada pessoa, está relacionado a um sistema computacional. Compreender o funcionamento geral deste sistema, mesmo sem se apropriar dos conceitos teóricos presentes no mesmo, é uma forma de pensamento por pseudoconceitos. O aluno é capaz de entender o funcionamento dos aplicativos computacionais, por exemplo, sobre a relação da análise das preferências dos usuários na sugestão de produtos e propagandas, com o perfil de cada pessoa, mas não consegue explicar conceitualmente, caso seja inquirido. Segundo Martins (2016), apoiada em Vigotski (2001), temos generalizações produzidas pelo pensamento que excedem os limites do pensamento visual e prático (difuso), além de generalizações de pseudoconceitos, semelhantes ao próprio conceito.

A quinta categoria, “**compreensão dos fenômenos da cultura digital com base em conceitos computacionais**”, diz respeito a uma forma de pensamento acerca de fenômenos que envolvem a tecnologia digital, compreendendo-os com base em conceitos teóricos da Computação. No exemplo que elucidou a categoria anterior, apesar de as pessoas saberem que acontece a recomendação de um filme, uma música ou um produto, com base no seu perfil de consumo, podem não ter conhecimento sobre como isso ocorre, por quais meios isso se torna possível, assim, não são capazes de compreender o fenômeno por meio de fundamentos teóricos. Para que esse fenômeno ganhe inteligibilidade é necessário a apropriação de um sistema de conceitos próprios da Ciência da Computação. No exemplo das

recomendações, precisamos nos apropriar de conhecimentos sobre lógica (Algoritmo) e Linguagens de Programação em que foram desenvolvidos o aplicativo ou a plataforma, bem como a organização dos dados por meio de Banco de Dados e as técnicas de Inteligência Artificial, para compreendermos o fenômeno (sistema de recomendações). Essa apropriação é necessária para formar nos alunos o pensamento por conceitos, permitindo-lhes que realizem generalizações em diversas situações envolvendo fenômenos proporcionados por tecnologias digitais. Segundo Martins (2016), é nessa fase que “[...] o pensamento alcança as possibilidades para operar por meio dos conceitos propriamente ditos, isto é, atinge seu mais alto grau de abstração” (p. 1583).

Conforme afirmado anteriormente, não buscamos o mais alto grau de abstração do pensamento computacional nessa etapa da escolarização, mas com base na apropriação das primeiras abstrações desse campo, possibilitar aos estudantes a gênese dessa forma de pensamento.

Nosso olhar voltou-se para a identificação das ações de ensino que tinham o potencial de levar os estudantes a superarem as relações imediatas captadas pelos sentidos pela operação mental com base em um sistema de relações conceituais que tornam mais ampla e profunda a compreensão dos fenômenos da cultura digital.

A próxima subseção expõe e analisa os dados coletados em momentos de execução do experimento, separados em episódios de ensino.

4.3. Execução do experimento e análise dos dados

Conforme organização dos conceitos científicos da Ciência da Computação investigados, apresentamos tarefas de estudo a serem realizadas pelos alunos. Durante a realização das tarefas nos primeiros encontros, constatamos manifestações que sinalizaram indícios de modos de pensamento que nos permitiram criar as categorias de análise expostas anteriormente.

Não necessariamente, expressões do pensamento dos alunos com indícios de formação do pensamento em uma categoria de análise ocorreu em uma mesma aula, ou de modo linear, com a superação das formas de pensamento, de acordo com a sequência das aulas, pois sabemos que essas transformações não ocorrem de maneira simples e de modo sequencial.

Para analisar o desenvolvimento dos modos de pensamento dos alunos, foram extraídos alguns episódios, dentro dos encontros realizados durante o experimento. O Quadro 3, expõe os temas, a quantidade de alunos, número, data e descrição dos objetivos do tema.

Quadro 3 – Temas e suas descrições, quantidade de alunos e data dos encontros (continua)

Tema	Encontro Nº / Data		Qtde	Objetivos do tema
001	01	05/05/2022	14	Compreender as necessidades que levaram os seres humanos a criarem as máquinas computacionais e identificar os conceitos científicos da Computação utilizados em ações cotidianas.
	02	12/05/2022	11	
	03	19/05/2022	7	
	04	20/05/2022	11	
	05	26/05/2022	15	
	06	02/06/2022	14	
	07	03/06/2022	13	
002	08	09/06/2022	10	Apropriar-se do conceito de Algoritmo, possibilidades de utilização e formas de construí-lo. Reconhecer como os algoritmos estão relacionados à Computação e as possibilidades de utilização de Linguagens de Programação, transformando-os em programas, bem como sua necessidade para as diversas áreas.
	09	10/06/2022	10	
	10	23/06/2022	13	
	11	01/07/2022	11	
	12	07/07/2022	12	
*	*	04/08/2022	13	Compreender à relação entre os conceitos (Algoritmos e Linguagens de Programação), possibilitada pelas ações de ensino junto a utilização de aparatos tecnológicos, como os tablets e de plataformas digitais.
	*	05/08/2022	11	
	*	11/08/2022	10	
	13	12/08/2022	10	
	14	25/08/2022	14	
003	15	26/08/2022	14	Apropriar-se do conceito de Banco de Dados, as aplicações e programas em que é utilizado, reconhecendo a importância desse conceito teórico em atividades do cotidiano.
	16	01/09/2022	15	
	17	02/09/2022	15	
004	18	08/09/2022	14	Apropriar-se do conceito de Redes de Computadores, sua importância para a interconexão entre os dispositivos por todo o mundo, compartilhamento de informações, redes sociais e todas as aplicações que fazem uso desse conceito teórico.
	19	09/09/2022	13	
	20	15/09/2022	14	
005	21	16/09/2022	14	Apropriar-se do conceito de Segurança de Sistemas, as aplicações e softwares em que é utilizado, reconhecendo a importância desse conceito teórico em atividades do cotidiano, especialmente envolvendo riscos de golpes e embustes pela internet.
	22	22/09/2022	15	
	23	23/09/2022	14	
	24	29/09/2022	15	
	25	30/09/2022	12	
006	26	06/10/2022	13	Apropriar-se do conceito de Arquitetura e Organização de Computadores, sua importância para o projeto e desenvolvimento de máquinas computacionais, tais como computadores, smartphones, tablets, entre outros dispositivos físicos.
	27	07/10/2022	12	
	28	20/10/2022	10	

Quadro 3 – Temas e suas descrições, quantidade de alunos e data dos encontros (conclusão)

007	29	21/10/2022	9	Apropriar-se do conceito de Sistemas Operacionais, as aplicações em que é utilizado, reconhecendo a importância desse conceito teórico em atividades do cotidiano, especialmente na organização e gerenciamento dos recursos durante a execução de programas.
	30	27/10/2022	15	
	31	03/11/2022	13	
008	32	04/11/2022	11	Apropriar-se do conceito de Computação Paralela e Distribuída, às aplicações em que é utilizado, reconhecendo a importância desse conceito teórico em atividades do cotidiano, ressaltando seu uso visando otimizar a execução de rotinas e programas.
	33	10/11/2022	13	
	34	11/11/2022	12	
009	35	17/11/2022	15	Apropriar-se do conceito de Sistemas de Numeração (Decimal e Binário), visando ensinar o modo de representação das informações e dados nos sistemas computacionais.
	36	18/11/2022	14	
010	37	24/11/2022	12	Apropriar-se do conceito de Inteligência Artificial, as aplicações em que é utilizado, reconhecendo a importância desse conceito teórico em atividades do cotidiano, ressaltando a relevância e crescimento de discussão de seu conceito nas diversas áreas da sociedade.
	38	25/11/2022	14	
	39	01/12/2022	13	
	40	02/12/2022	12	

* Aulas para revisão conceitual, após período de férias dos alunos, sem horas contabilizadas no experimento.

Fonte: Elaboração própria.

Tomamos para análise episódios dos encontros de número: 02 e 03 (episódio 1), 05 (episódio 2), 06 (episódio 3), 07 (episódio 4), 08 (episódio 5), 09 (episódio 6), 10 (episódio 6 – cenas 1 e 2), 11 (episódio 7), 12 (episódio 8 – cenas 1 e 2), 14 (episódio 9), 15 e 16 (episódio 10), 27, 28 e parte do 29 (episódio 11), 30 e 31 (episódio 12), 33 (episódio 13), 35 e 36 (episódio 14), 38 e 39 (episódio 15) e 40 (episódio 16). Tais episódios foram selecionados pois foram os momentos em que evidenciamos a ocorrência de alterações na formação do pensamento e desenvolvimento dos alunos.

4.3.1. Episódio 1 – O que é Computação?

O primeiro episódio investigou a compreensão inicial dos alunos quanto ao conceito Computação. Dividimos os alunos em grupos para permitir que dialogassem sobre a “dúvida de hoje”: “O que é Computação?”. A Figura 11 ilustra a composição dos alunos em grupos.

Figura 11 – Organização dos alunos em grupos



Fonte: Elaboração própria.

Como os alunos estavam com dúvidas em como responder à pergunta, os orientamos para que pensassem, por exemplo, em como o computador teria ajudado as pessoas, onde ele poderia ajudar. Após alguns minutos, verificamos o que cada grupo havia respondido, no caderno, e as respostas foram lidas pelos alunos de cada grupo, frente a toda a turma, obtendo as seguintes respostas:

- Grupo 1 (Dri, Rafa, Tati): Tecnologia, aula de computador, mexer com tecnologia, tecnologias legais, computador, celular, tablet, Apple, câmera, chip, impressora 3D, televisão, Iphone, projetor, lousa digital.
- Grupo 2 (Vini, Biel, Bru): Um serviço, um trabalho, montar computador.
- Grupo 3 (Manu, Nanda, Edu): Computador, celular, notebook, tablet, projetor, impressora 3D.
- Grupo 4 (Juli, Mari, Yuri): Desenhos (mesa, computador, celular, tablet, impressora, câmera), trabalho.
- Grupo 5 (Bia, Henri): Mexer no computador, fazer trabalho e pesquisa. Desenho (jogando no tablet).

Observamos que os grupos responderam ao questionamento com foco nos equipamentos da própria sala, além de dispositivos de uso no dia a dia, se referindo, de maneira geral, a conhecimentos cotidianos, com a exposição de respostas que não relacionavam objeto e significado, carentes de um conhecimento sobre a

temática discutida. O que nos apontou a concepção de Computação **como sinônimo de objeto da tecnologia digital**, mais especificamente, similar ao pensamento sincrético (Vigotski, 2001).

Destacamos nesta primeira divisão em grupos que houve desconforto por parte de alguns alunos na formação dos coletivos, inclusive com manifestações orais de oposição a inclusão de alguns colegas no grupo, as quais foram prontamente coibidas pelo pesquisador. Observamos ainda, por meio dos registros nos cadernos dos grupos que, ao invés de dialogar entre si, alguns alunos expuseram suas ideias de maneira separada, escrevendo seu nome e na frente, sua respectiva manifestação, com os demais do grupo realizando a mesma ação. Apesar de agrupados, a tarefa foi realizada individualmente. O que parece sinalizar que o trabalho coletivo não era algo habitual em suas vivências. Essa indicação nos fez pensar que, além do planejamento das atividades e ações em sala, deveríamos ensiná-los a trabalhar em grupo, de forma conjunta, coordenada e colaborativa, visto que as ações coletivas são necessárias para o desenvolvimento do pensamento no nível teórico (Davydov, 1988a).

Na sequência, continuamos a dialogar com os alunos, comparando as respostas de cada grupo, analisando semelhanças e diferenças em suas proposições. Mencionamos possibilidades de se realizar Computação mesmo sem a utilização de equipamentos. Explicamos então, que o ato de realizar um cálculo, de computar algo, poderia ser considerado Computação, o que foi comprovado por meio de uma definição advinda do dicionário¹¹ e apresentada na tela para os alunos. Na sequência, valendo-nos da projeção, ilustramos figuras de pessoas (mulheres) realizando cálculos nos anos 1890, na universidade de Harvard, definindo tais como “computadores humanos”. O que apontou que, mesmo antes da criação dos computadores ou mesmo qualquer outro equipamento, havia pessoas realizando Computação.

Dando prosseguimento, exibimos alguns filmes (estrelas além do tempo¹², o jogo da imitação¹³) que retrataram essa realidade, em que homens e mulheres

¹¹ Dicionário Michaelis online. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/>. Acesso em: 10 abr. 2022.

¹² Estrelas além do tempo. Direção: Theodore Melfi. EUA: 20th Century FOX, CCE, 2016. 1 filme (2h07min), sonoro, dublado, color., 16 mm.

¹³ O jogo da imitação. Direção: Morten Tyldum. Reino Unido / EUA: The Weinstein Company, 2014. 1 filme (1h55min), sonoro, dublado, color., 16 mm.

atuavam como “computadores”, realizando cálculos de fundamental importância para episódios históricos da humanidade, tais como o fim da segunda guerra mundial e a jornada do homem à lua.

Na sequência, os alunos tiveram que realizar uma reflexão individual, respondendo a “dúvida do professor” e registrando em seus cadernos pessoais, o significado para a palavra Computação. Como resultado dessa tarefa, obtivemos anotações tais como:

- (Bru) É trabalho, um equipamento trabalhador, é imprimir coisas, pesquisar coisas, mandar mensagem.
- (Juli) Mexer em celular, usar câmera, dados para celular e computador.
- (Bia) Mexer no computador, fazer trabalho, pesquisa.
- (Mari) Para mim, computação é ato de pesquisa, cálculo em algum aparelho, e também trabalho, onde se utiliza computadores, mas não se usa só para isso, também é utilizado para estudar, jogar, conversar e etc.
- (Manu) Computador, celular, câmera, impressora 3D, televisão, tablet.
- (Nanda) É um trabalho de computação de imprimir coisas, pesquisas servem para trabalho, enviar mensagens para as pessoas e várias outras coisas.
- (Henri) É colocar dados no celular, no computador como o exemplo de um filme baseado na vida real, porque mulheres trabalhavam para a Nasa como computadores humanos calculando como fazer um foguete espacial com cálculos a distância, a subida.
- (Yuri) É um trabalho, é estudo, é um aviso.
- (Dri) Desenho de “um homem mexendo no computador, fazendo um robô”.
- (Vini) É trabalho, celular, computador, televisão.
- (Rafa) Tecnologia, chip, memória, dados cheios, fios para funcionar o computador, escanear, trabalho difícil de conseguir.
- (Biel) Desenho de “homem no computador fazendo registro para trabalhar”.
- (Tati) Desenho de “tablet, celular, computador e televisão”.

Com esses registros, notamos alguns alunos com uma argumentação lógica sem embasamento científico, manifestando um pensamento empírico, outros com exposições com um pouco mais de coerência, baseando-se no trajeto lógico-histórico exposto pelo pesquisador, pois houve a ocorrência de algumas frases estruturadas que mencionaram aspectos da exposição feita. Ou seja, mesmo percorrendo um caminho histórico relacionado à temática, promovendo discussão entre os alunos, com a exposição de ilustrações e exemplos, e com a proposição de definições conceituais, apenas Mari expressou indícios de ter compreendido a Computação como um conceito, ao citar “computação é ato de pesquisa, cálculo”, mas sem maiores aprofundamentos.

Entendemos que contemplar o aspecto lógico-histórico no ensino não significa contar para os estudantes a história de um conceito ou de uma área de conhecimento, como acabamos fazendo nos primeiros encontros, todavia, considerando que esses alunos já nasceram inseridos em uma sociedade com tecnologias digitais, o que os leva a naturalizar a sua presença em nossa cultura, sentimos a necessidade de contemplar o aspecto histórico de forma explícita e não apenas inserido em situações que levassem os estudantes a reconhecer a necessidade que deu origem à Computação.

Analisamos então, o nível de desenvolvimento dos alunos tanto em relação aos conhecimentos acerca do tema principal, a Computação, quanto do comportamento deles frente a proposição de tarefas de estudo. Conforme apontado por Sforzi (2017), um dos pontos iniciais para o planejamento das atividades compreende a análise do sujeito da aprendizagem, ou seja, da investigação do nível de desenvolvimento (atual e próximo) dos alunos.

Dessa maneira, constatamos, por meio da observação das manifestações dos alunos, sejam verbais ou textuais, que eles não possuíam conhecimentos sobre a área da Computação em geral, pois em indagações simples sobre o que seria Computação, por exemplo, acabaram por mencionar apenas aparatos eletrônicos (computador, celular, projetor) – a maioria disponível na própria sala de aula. Observamos apenas alguns conceitos cotidianos formados nos alunos, o que remete ao pensamento empírico deles, limitado às características dos objetos, em seus traços visuais, assim como explica Davydov (1982). Conforme destacado por Vygotsky (2008), às crianças explicam coisas e objetos por meio dos atributos físicos, sem se preocupar com o significado da palavra frente ao objeto.

Além disso, mencionaram palavras relacionadas à área, mas sem expressar uma compreensão sobre o significado direto e a relação com a Computação, além de possibilidades de atividades a serem realizadas por meio dos computadores (jogar, fazer trabalho, ter aula online). Conforme proposição de Vigotski (2001), sobre o desenvolvimento do pensamento, identificamos manifestações com traços do pensamento sincrético e por complexo (coleção e cadeia), o que, segundo nossas categorias de análise, significa o estabelecimento de uma relação empírica com os fenômenos da tecnologia digital (fenômenos da cultura digital), assentada em uma percepção direta dos fenômenos, tratando a **computação como sinônimo de objeto de tecnologia digital e como sinônimo de usuário de tecnologia**.

Além disso, devido às questões sobre relacionamento pessoal entre os alunos, e das dificuldades de promovermos o trabalho em grupo, com manifestações individuais, mesmo estando reunidos com os colegas e com a possibilidade da troca e compartilhamento de ideias, notamos que o trabalho coletivo não era uma prática dos alunos da turma.

Outra observação quanto ao comportamento dos alunos foi em relação aos indícios do desenvolvimento de suas funções psíquicas, pois ao passo que alguns alunos estavam atentos às proposições das tarefas e questionamentos do pesquisador, promovendo indagações sobre detalhes dos cenários estabelecidos, outros sequer prestavam atenção nos enunciados e particularidades das tarefas. O que nos apontou que há diferenças no desenvolvimento cognitivo dos alunos, e que há a necessidade de propor tarefas que criem neles motivos de estudo. Conforme apontado por alguns autores (Leontiev, 1975; Davydov, 1982; Repkin, 2014; Sforni, 2017), o motivo gera o interesse no sujeito e têm importância fundamental nos processos de aprendizagem e de desenvolvimento.

Com a análise desse episódio, percebemos a necessidade da atuação do professor, tanto no planejamento quanto na condução de ações de ensino, especialmente no início de um experimento, com um formato de aula distinto do que estavam habituados, fazendo-os trabalhar em coletivo, frente a situações problema diferentes do que estavam acostumados. Destacamos então a necessidade de: conhecer o nível de desenvolvimento dos alunos em geral, bem como suas compreensões pessoais; estimular e conduzir o trabalho colaborativo entre eles; propor situações problema que os façam pensar, analisar, discutir e oferecer soluções conjuntamente.

Observamos, por meio do estabelecimento do nível de desenvolvimento dos alunos, que a compreensão deles dos fenômenos da cultura digital era limitada. Decidimos então ensinar conceitos científicos da Computação, para que os estudantes pudessem compreender temáticas relacionadas a fenômenos da cultura digital, presentes em diversos segmentos da sociedade e em aplicações digitais de ampla utilização, tanto pelos alunos, como pelas pessoas de modo geral.

4.3.2. Episódio 2 – Os perigos na Computação

Nesse tópico, expomos um episódio do experimento que analisou alguns fenômenos envolvendo tecnologias digitais do cotidiano dos alunos, ao explorar possibilidades de ocorrência de golpes, oportunistas pela utilização de plataformas e aplicativos que foram desenvolvidos para o uso em máquinas computacionais. Ilustramos e discutimos com os alunos algumas possibilidades utilizadas para enganar as pessoas, por meio da utilização de ferramentas e aplicativos de uso em geral, tais como pelo envio de mensagens de texto (SMS, em inglês, *Short Message Service*), pelo aplicativo WhatsApp e em redes sociais como Instagram.

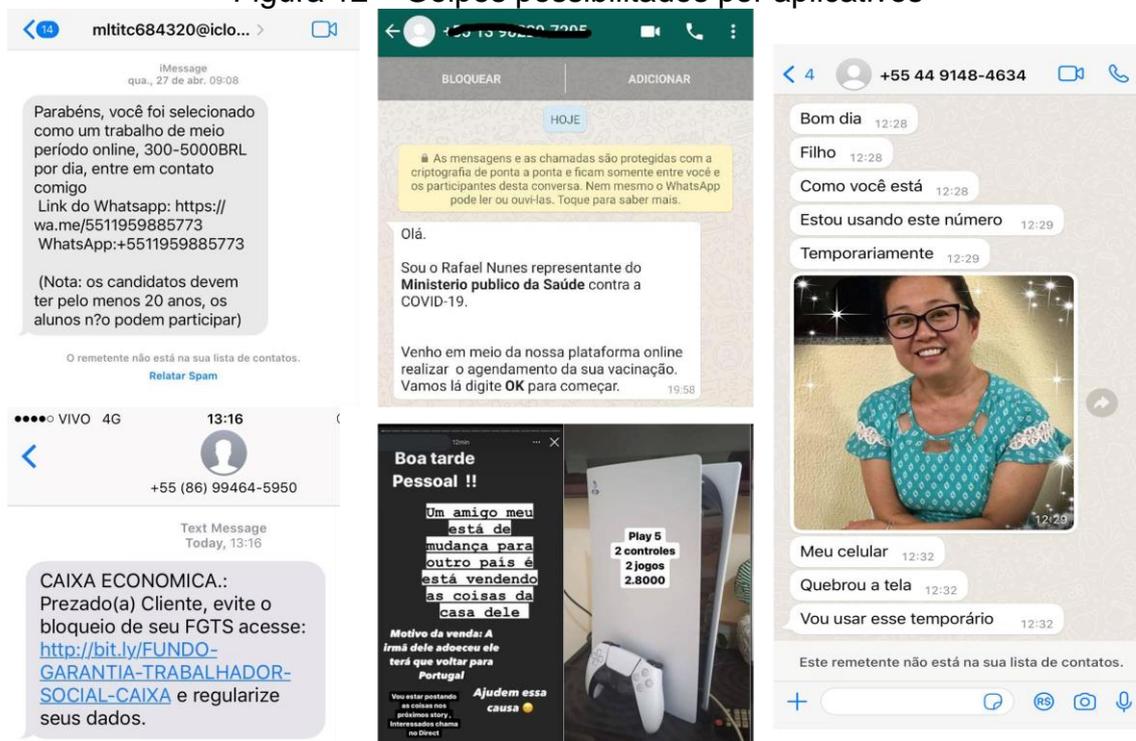
Na Figura 12, ilustramos a experiência do próprio pesquisador, em uma situação que recebeu mensagens pelo WhatsApp, com um golpista tentando se passar por sua mãe, enviando, inclusive, foto dela. Isso, de envolver pessoas conhecidas na situação, pareceu envolver os alunos de modo mais efetivo, gerando um sentido neles, conforme apontado por Leontiev (1975), mobilizando-os, pois, a tarefa ou situação passou a ter realmente um sentido afetivo, emocional.

Durante a explicação desses tipos de golpes, alguns alunos se manifestaram, revelando suas experiências pessoais e de pessoas próximas:

- Yuri: Eu caí nesse golpe aí (referindo-se às mensagens, SMS, com ofertas de trabalho e salários);
- Vini: Minha mãe recebeu mensagem que tinha ganhado um carro e cinquenta mil, e daí ela ligou no número e era tudo mentira;
- Bia: Eu quase caí nesse daí e outro que falava que tinha ganhado um celular e eu não entrei;
- Biel: Eu ficava mexendo no celular da minha mãe e aparecia um montão de mensagens dessa daí, e eu nunca abri;

- Isa: A minha irmã caiu em um golpe que tinha ganhado um celular;
- Henri: O amigo do meu primo tomou um golpe e teve que mudar conta, mudar número e tudo, porque tomou golpe no Free Fire (um jogo online).

Figura 12 – Golpes possibilitados por aplicativos



Fonte: Elaboração própria.

Observamos que todas as falas foram referentes a possíveis acontecimentos pessoais ou com familiares próximos, mas, analisando-as, suspeitamos que algumas das falas foram fictícias, criadas apenas para interagir durante o encontro.

Prosseguimos comentando sobre os tipos de golpes, mostrando a tentativa de golpe sobre a vacinação da Covid-19 (ilustrada na Figura 12), sobre os 6 dígitos da autenticação em dois fatores do WhatsApp e perguntamos o que eles podem fazer com esses 6 dígitos, com a aluna Nanda respondendo instantaneamente: “Hackear”. Confirmamos e prosseguimos explicando sobre esse código de acesso que permitia acessar as contas no aplicativo: “se alguém pedir esse código, podemos mandar?”. Obtendo a resposta em coro: “não!”.

Propusemos, então, que os alunos realizassem uma reflexão individual e expusessem em seus cadernos pessoais, o que haviam compreendido sobre os perigos da Computação, respondendo a “dúvida do professor”: “Quais coisas boas a

Computação trouxe para nossas vidas? Quais os perigos que a Computação pode trazer, se não tomarmos cuidado?”. E obtivemos os seguintes registros:

- (Juli) Ruim porque ela pode hackear e trazer maus contatos para nosso celular e boa porque ela ajuda nas pesquisas, em trabalho e nos cálculos.
- (Biel) Trouxe cura para as doenças, contra o COVID-19, para salvar pessoas e idosos; é ruim porque trouxe golpes e ser hackeado.
- (Bru) Coisas boas porque pode nos ajudar no trabalho, no estudo, na chamada online, a comprar coisas; coisas ruins porque pode hackear nossos aplicativos, golpes de internet, também falar coisas nada a ver.
- (Yuri) Trouxe jogos, aula online, aplicativos, tecnologia nas câmeras de segurança; golpes e perigo na internet, perigo nos jogos.
- (Mari) Os perigos que a computação trouxe é golpe, como mandar mensagens falando para mandar o número ou o endereço para roubar, também podem hackear para você perder tudo, também golpe tipo falar que você ganha algo e quando vê é golpe, postar fotos falando que está vendendo e ser golpe, mas nos ajuda para fazer pesquisa e trabalhos; Desenho (golpe no Instagram, “vende-se vídeo game”).
- (Nanda) Coisas boas foram os aplicativos, Cortana, Youtube, Siri, Instagram, Google, aulas online, jogos e etc.; os perigos são os golpes, segurança, etc.
- (Rafa) Se a gente não tomar cuidado, pode ser hackeado pelo saiba mais.
- (Tati) É boa para minha vida porque eu posso estudar e também para os mercados; é ruim porque dá trote, hackea o tablet, computador, celular.
- (Bia) Ajuda nas pesquisas e no trabalho, e não é boa porque faz trote e pegadinhas nas pessoas.
- (Henri) Ruim por causa dos hackers, por causa dos golpes; é bom porque ajuda nas tarefas e na medicina.
- (Manu) Computação ajuda em pesquisar, no trabalho, na escola; a computação é ruim porque tem muitas pessoas que passam trotes.
- (Vini) Celular é útil para trabalho, WhatsApp e Youtube.

- (Isa) É boa porque ajuda na medicina, nas pesquisas, relacionamentos com o mundo, nas comprar online; é ruim porque pode dar vírus, hackear a sua conta e os seus dados pessoais.

Juli, Bru, Tati, Bia, Manu, Vini e Isa comentaram sobre alguns temas apresentados em encontros anteriores, como os benefícios que a Computação trouxe auxiliando no trabalho, nos estudos, em pesquisar informações, na medicina, estabelecendo relação da Computação em sentido amplo, em atividades cotidianas.

Biel mencionou especificamente sobre trazer cura para doenças, citando a Covid-19, relacionando a Computação às pesquisas sobre o desenvolvimento das vacinas, evidenciando, mesmo que de modo geral, a relação entre a ciência e a tecnologia.

Praticamente todos os alunos mencionaram sobre os golpes e perigos da internet, visto que foi a temática geral em debate. A resposta da Mari chamou atenção, pois pareceu ter se envolvido de um modo mais pessoal com o conteúdo e sua atenção focou-se mais nos pontos negativos sobre os golpes, quase nem mencionando pontos positivos. A sua redação mais fluída e explicativa mostra o seu envolvimento com o tema. O que se revela no fato de, apesar de citar os vários tipos de golpes que foram mencionados durante o diálogo em sala de aula, ela desenhou não o desvio de dinheiro de uma conta bancária, mas algo em que crianças e adolescentes estão mais sujeitos a serem vítimas, a venda de um videogame. Ou seja, ela estabeleceu uma relação do tema que tratava de golpes em geral, com a situação particular que ela mesma poderia vivenciar, manifestando, uma forma de generalização.

Rafa escreveu sobre o perigo de ser hackeado pelo “saiba mais” (um link comumente encontrado em mensagens que visam fazer com que a pessoa clique desejando ter mais informações), ou seja, fez uma associação direta da palavra com a possibilidade de golpe. Provavelmente Rafa tenha vivenciado situações de acesso a essas mensagens fraudulentas, pois não houve menção ao “saiba mais” durante a discussão em sala. Também foi uma maneira de generalizar a situação geral, de ser hackeado, por um modo específico, o link mencionado.

Esse episódio também colaborou para que pudéssemos compreender melhor o nível de desenvolvimento dos alunos. Notamos que, situações envolvendo pessoas reais, como no caso, a mãe do pesquisador, pareceu mobilizá-los de modo

mais efetivo, assim como aplicativos que eram conhecidos por eles. Fatos que podem impactar o planejamento e condução das ações de ensino. No episódio, observamos o envolvimento dos alunos na análise e discussão das situações cotidianas, pensamento empírico, sinalizando a compreensão da **computação como sinônimo de objeto de tecnologia digital e como sinônimo de usuário de tecnologia**.

4.3.3. Episódio 3 – Possibilidades da Computação

Analisamos, neste episódio, como os alunos compreendiam as possibilidades da Computação frente às necessidades humanas e se eles entendiam que o conhecimento tem movimento, que novas necessidades geram novos conhecimentos que permitem a produção de instrumentos que podem modificar a vida humana, tornando-a diferente do que vivenciamos hoje.

Com os alunos em grupo, propusemos a “dúvida de hoje” para que dialogassem e respondessem:

1. É possível existir robôs inteligentes e com sentimentos?
2. Teremos viagens turísticas para a lua e planetas?
3. Conseguiremos criar órgãos do corpo humano?

Com os seguintes posicionamentos verbais, registrados no caderno de grupo, que foram lidos para toda a turma:

- Grupo 1 (Bia e Mari): 1) Sim, sobre poder sentir saudade e chorar por já ter carinho pela pessoa; 2) Eu e a Bia achamos que sim, porque a computação é inteligente e é capaz de levar pessoas para a lua e para outros planetas; 3) Talvez não, porque não dá para uma máquina fazer uma parte humana e talvez sim porque dá para pegar parte humana, pôr numa máquina e misturar tudo e virar um coração.
- Grupo 2 (Biel e Edu): 1) Sim, porque se dá muito amor e carinho ele fica com sentimentos.
- Grupo 3 (Manu, Bru e Tati): 1) Acho que sim, porque ele tem inteligência artificial; 3) Acho que sim, porque nós podemos fazer cérebros.

- Grupo 4 (Ruti, Isa e Juli): 1) Sim, porque tem Alexa e outras coisas; 2) Nós achamos que sim, porque em milhares de anos terá; 3) Nós achamos que só se for com impressão 3D.
- Grupo 5 (Rafa, Henri e Yuri): 1) Não, porque é um robô muito inteligente; 2) Sim por causa do computador fomos para a lua, por causa do foguete; 3) Sim porque pode fazer um coração artificial.

Nas manifestações dos grupos, observamos relacionamentos entre máquinas, inteligência e sentimentos, características humanas, mas que, aos olhos dos alunos, poderiam acontecer. Por exemplo, ao responderem a primeira pergunta, os quatro primeiros grupos responderam positivamente. Os Grupos 1 e 2, pareceram entender que as máquinas poderiam ter sentimento, como sendo uma característica delas e não das pessoas. O Grupo 3 expôs sobre inteligência artificial, e o Grupo 4 relacionando a Alexa como um dispositivo inteligente. Ou seja, temos um pensamento que se aproxima, segundo Vigotski (2001), ao pensamento complexo difuso, pois tentam explicar a relação entre a inteligência e os sentimentos, características humanas, ao comportamento de máquinas, sem uma lógica formal estabelecida, mas em razão de relações desenvolvidas por meio de fatos mal compreendidos, por exemplo, a ocorrência dessas características humanas em máquinas que são representadas em filmes. Um modo de compreender a Computação estando o **ser humano a reboque da máquina**.

Nessa forma de pensamento, a máquina parece ter autonomia e o ser humano é quem se adapta e segue os comandos dos equipamentos. É como se eles pudessem realizar tarefas, sem a necessidade da interferência humana. Não há, ainda, por parte dos alunos a compreensão de que a “inteligência” não está nesses instrumentos físicos, mas nos seres humanos que os criam e os programam. O mesmo modo de pensamento foi verificado com o Grupo 1, ao responder a segunda pergunta, dizendo que o computador tinha inteligência.

Quanto ao terceiro questionamento, os Grupos 3, 4 e 5, afirmaram ser possível criar órgãos humanos, por meio de impressão 3D, podendo fazer cérebro e coração artificiais. O aluno Henri, mencionou ainda sobre esta questão: “Acho que sim professor, porque já tiraram o coração de um porco e colocaram em um homem”. Fato esse que realmente havia acontecido, no início do ano de 2022, nos

Estados Unidos, quer dizer, o aluno associou o acontecimento efetivo a uma possibilidade futura.

Ainda nesse episódio, propusemos a “dúvida do professor”, a ser realizada individualmente, por meio da reflexão sobre os limites da Computação: “O que a Computação não seria capaz de criar?” e “O computador tem inteligência?”. As respostas individuais foram:

- (Bia) Infinito porque pode fazer muitas coisas; tem inteligência porque a pessoa é muito inteligente.
- (Mari) Infinito, por ter inteligência suficiente para ir até muito para frente e criar muitas coisas, porque a pessoa que mexe é inteligente; o computador tem inteligência porque fez carros que se movem sozinhos, faz coisas e objetos, também máquinas e robôs.
- (Biel) A computação tem inteligência, porque se a pessoa for muito inteligente, dá para criar um computador com inteligência artificial.
- (Manu) O computador tem inteligência; a pessoa que faz a computação é inteligente, por isso a computação tem inteligência; eu acho que a computação não tem fim.
- (Bru) Se você ficar muito no computador, você pode ficar viciado; o computador não tem inteligência, porque não faz o maior sentido do mundo o computador vir inteligente.
- (Tati) O computador não tem inteligência porque tem que ligar ele primeiro; eu acho que o limite da computação vai até o fim.
- (Ruti) Eu acho que não pode acabar, porque os homens podem ter mais inteligência artificial.
- (Isa) Eu acho que tem limite; o computador tem inteligência.
- (Rafa) O computador e o cara têm que saber mexer ou senão mexe em coisa errada; o computador não é inteligente, o cara é.
- (Henri) Os limites da computação são reviver pessoas, fazer robôs com sentimentos, ir para o infinito, criar animais novos, criar água com sabores de uva, limão e laranja.
- (Yuri) Não conseguiu criar coração, um dia consegue; O computador não tem inteligência porque ele precisa da gente.

Ao analisarmos as sínteses individualmente, observamos diferentes modos de pensar sobre as possibilidades e limites da Computação. Alguns alunos (Tati, Ruti) com manifestações confusas; outros (Henri) misturando percepções, citando o fato de reviver pessoas e construir robôs com sentimentos, ao mesmo tempo que propôs a criação de animais e tipos de água.

A maioria dos alunos (Bia, Mari, Biel, Manu) associou a inteligência como atributo tanto da máquina quanto do ser humano, mesclando então a percepção de quem detém inteligência. As falas “o computador não é inteligente, o cara é” (Rafa) e “O computador não tem inteligência porque ele precisa da gente” (Yuri) revelam indícios de desenvolvimento no processo de pensamento, mesmo que de modo pontual, ao mencionarem o fato de que os computadores não possuem inteligência, e sim, as pessoas que os constroem. Esses alunos evidenciaram a compreensão, mesmo que ainda incipiente, de que há um **ser humano movimentando a máquina**, ou seja, que ela não é algo autônomo com inteligência própria.

De modo geral, os alunos ainda não tinham a compreensão de como as pessoas projetavam e programavam máquinas, robôs e aparatos tecnológicos, para que tais dispositivos pudessem realizar as tarefas para as quais tinham sido criados. Tal compreensão só pode ser adquirida com a aprendizagem de conceitos computacionais. Mas não basta transmitir de modo mecânico esses conceitos por meio de definições verbais, é necessária a proposição de tarefas que coloque os alunos em processo de pensamento, para que possam analisar e propor soluções para situações problema que envolvem conceitos teóricos da Computação.

Nos primeiros encontros com os estudantes, observamos que eles lidavam com o mundo concreto que era permeado por tecnologias digitais, sabiam nomeá-las, faziam uso de algumas, estavam atentos ao que a mídia mostrava sobre o tema, mas, esse concreto imediato era percebido por meio de uma visão caótica, com elementos isolados e pouca delimitação acerca do que era real e o que era fantasia. Organizar essa visão é papel da escolarização.

4.3.4. Episódio 4 – Primeiro contato com o Algoritmo

Para que os alunos compreendessem que tanto as partes físicas (hardware) quanto às lógicas (software) são criações humanas, realizadas por meio dos conceitos científicos da Computação, sabíamos que não bastava apenas

informarmos isso a eles, era necessário pensar em ações de ensino que colocassem os alunos diante da necessidade de programar, ou seja, colocá-los em atividade que requer ações de programação. A intenção era que eles percebessem a existência da relação “ser humano – programação – máquina” e para levá-los a compreender que é a inteligência humana que projeta e programa as máquinas computacionais.

Separamos os alunos em grupos, por meio da realização de sorteio e os apresentamos a situação problema, por meio da “dúvida de hoje”: “Como realizar uma tarefa sem saber exatamente como ela deve ser executada?”.

Sabendo que a pergunta exposta desse modo exigia um nível de abstração que não estava ainda no nível de desenvolvimento dos estudantes, oferecemos, inicialmente, aos alunos uma situação em que teriam de realizar uma tarefa específica: organizar instruções para o preparo de um bolo. Para tal, expusemos os ingredientes tanto da massa, quanto da cobertura e, na sequência, entregamos nove instruções referentes ao preparo, a saber:

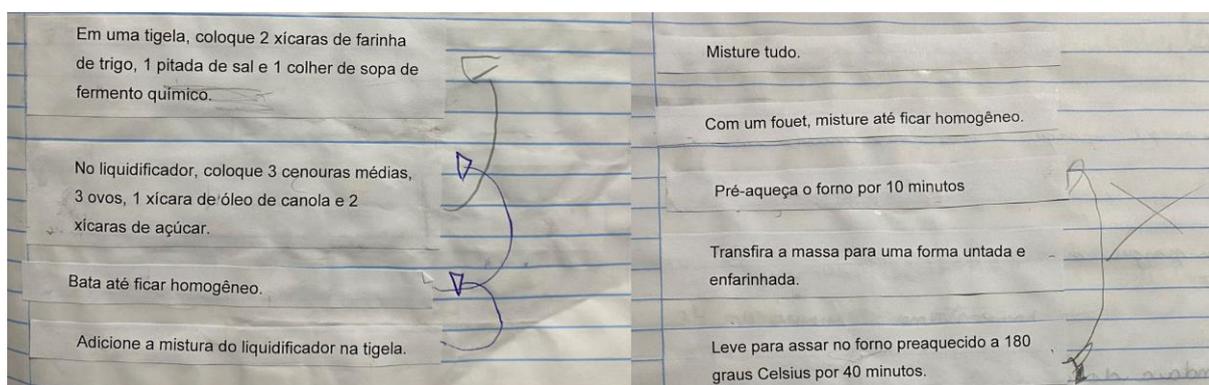
- No liquidificador, coloque 3 cenouras médias, 3 ovos, 1 xícara de óleo de canola e 2 xícaras de açúcar.
- Bata até ficar homogêneo.
- Em uma tigela, coloque 2 xícaras de farinha de trigo, 1 pitada de sal e 1 colher de sopa de fermento químico.
- Misture tudo.
- Adicione a mistura do liquidificador na tigela.
- Com um *fouet*, misture até ficar homogêneo.
- Transfira a massa para uma forma untada e enfarinhada.
- Pré-aqueça o forno por 10 minutos.
- Leve para assar no forno preaquecido a 180 graus Celsius por 40 minutos.

Essas instruções estavam separadas, cada uma em um pedaço de papel, ou seja, entregamos aos alunos as instruções fora da ordem exposta na receita, para que eles analisassem e as colocassem em sequência, de modo a conseguir preparar a massa do bolo. Solicitamos que fizessem a colagem, nos cadernos de grupo, das instruções ordenadas de acordo com o definido pelo grupo.

Alguns grupos rapidamente, mesmo sem uma leitura atenciosa e uma análise em conjunto, colaram as instruções nos cadernos, especialmente aqueles que mencionaram já ter feito ou acompanhado o preparo de um bolo. Após todos os grupos finalizarem, pedimos que realizassem a leitura de como haviam estruturado suas instruções. Ao passo que cada grupo narrava a sequência das instruções, dialogávamos com o restante da sala e anotávamos possíveis equívocos. Ao final das leituras, verificamos que, apenas o grupo que havia informado nunca ter feito ou acompanhado a preparação de um bolo (Grupo 2 – Edu e Yuri), colocou todas as instruções em ordem, de acordo com a receita original¹⁴.

O grupo que manifestou já saber realizar a tarefa (Grupo 5 – Nanda e Bru), acabou não conseguindo ordenar corretamente, como podemos observar na Figura 13. Orientamos que apontassem com setas, os posicionamentos corretos das instruções que foram coladas fora de ordem, de acordo com o modelo.

Figura 13 – Instruções incorretas propostas pelo grupo 5



Fonte: Caderno do grupo.

Apesar de ser uma tarefa relacionada à culinária, foi proposta por envolver a organização de instruções para que, mesmo quem nunca tivesse acesso a esse tipo de atividade, fosse capaz de realizar a leitura e analisar logicamente as instruções, colocando-as em ordem. Ou seja, desde já, tratava-se de uma ação para destacar a importância da ordenação das instruções, mesmo que ainda não computacionais, que, se não estivessem devidamente apresentadas, poderiam dificultar ou até

¹⁴ Disponível em: <https://receitas.globo.com/bolo-de-cenoura-de-liquidificador-4e80cb6a8811965be7003c43.ghtml>. Acesso em: 07 jun. 2022.

impossibilita a realização de uma tarefa, ou a execução de um programa computacional, por exemplo.

As instruções 2 e 4, foram confundidas nos 4 grupos que não conseguiram ordenar corretamente as instruções, colocando o “misture tudo” como segunda ação e “bata até ficar homogêneo” como quarta ação. Apesar de, aparentemente, ser uma troca aceitável, se analisarmos logicamente, percebemos que os verbos “bater” e “misturar”, apesar de indicar, nessa situação, a junção de ingredientes, podem ser diferenciados devido às condições presentes nas instruções anteriores a eles.

Compreendemos que, ingredientes dentro de um liquidificador e dentro de uma tigela, possivelmente serão misturados, porém, bater os ingredientes da tigela não seria algo normal, visto que ela não dispõe de mecanismos que possibilitem bater algo e todos os ingredientes citados no comando anterior eram sólidos (farinha, sal e fermento), o que torna mais viável misturar do que bater. Já o liquidificador, tem a finalidade de juntar ingredientes, por meio de recursos mecânicos, motor e lâmina. Em outras palavras, com a análise das duas possibilidades, as combinações “liquidificador-bater” e “tigela-misturar”, são mais apropriadas para essa situação e, conseqüentemente, deveriam estar em sequência na organização das instruções.

Destacamos às experiências vivenciadas por eles, pois, os grupos em que alguém havia praticado ou auxiliado na tarefa, manifestaram verbalmente esse saber, não se atentando as instruções em si, deixando-se levar pela memória da experiência pessoal, não dirigindo a atenção para a ordenação das instruções. Já o grupo em que nenhum dos alunos tinha tido qualquer vivência relacionada ao preparo de um bolo (Grupo 2), levou mais tempo analisando e dialogando sobre as possibilidades de ordenar as instruções, solicitando em vários momentos, o auxílio do pesquisador. Nesses momentos, pedíamos que realizassem a leitura com atenção, analisando as possíveis combinações entre as instruções, uma após a outra, verificando quais tinham melhor associação lógica. De modo inconsciente por parte dos alunos, estávamos propondo a eles o exercício de ações mentais que possuíam similaridades às habilidades desejadas para o desenvolvimento do pensamento computacional, tais como Análise e Abstração (subseção 2.4.5).

Uma situação em particular, que esperávamos que ocorreria, foi quanto ao desconhecimento dos alunos sobre o objeto *fouet*, presente em uma das instruções de preparo da massa. A dúvida surgiu ao verificarmos as instruções do Grupo 5, pois

ao perguntarmos o que era essa palavra, as alunas (Bru e Nanda) do grupo responderam que não sabiam, então questionamos como poderiam ter ordenado as instruções sem saber o que significava a palavra. Compartilhamos então com todos:

- Pesquisador: Vocês sabem o que é um *fouet*?
- Tati e Manu: Sim.
- Pesquisador: O que é então?
- Manu: Aquele negócio da bateadeira lá.
- Pesquisador: Quem já viu um *fouet*? Com Tati levantando o braço e Manu dizendo já ter visto.
- Edu: Eu nem sei o que é isso.
- Bru: Eu nem sabia o que era isso.

Ao projetarmos a imagem de um *fouet* na tela e na sequência apresentarmos o objeto fisicamente para os alunos, tivemos as manifestações:

- Edu: Ah, é esse “baguio”.
- Manu: É, esse daí, eu já vi.
- Pesquisador: Para que serve esse objeto?
- Rafa e Edu: Para bater bolo (quase que de imediato e juntos – risos em toda a turma).
- Nanda: Para bater.
- Pesquisador: Então é para bater ou para misturar?
- Mari e Tati: Misturar.

Observamos que todos os grupos estavam ordenando a instrução com a palavra *fouet*, apesar de não saber o significado dela. Conforme apontado por Luria (1991), conhecer o objeto e o seu significado é de fundamental importância, pois por meio da palavra, as pessoas realizam associações subjetivas à imagem de objetos. No caso específico, a compreensão da palavra poderia auxiliar na dúvida sobre a diferença entre bater e misturar, apontada anteriormente.

Na sequência, entregamos aos alunos cinco instruções relativas ao preparo da cobertura, em que tiveram que realizar a mesma dinâmica, organizar as

instruções. Notamos, de imediato, maior análise das instruções entre os grupos, antes de organizar e colar no caderno. As instruções apresentadas foram:

- Em uma panela, coloque 5 colheres de sopa de açúcar, 3 colheres de sopa de chocolate em pó, 2 colheres de sopa de leite e 2 colheres de sopa de manteiga sem sal.
- Mexa e deixe cozinhar até levantar fervura.
- Assim que a mistura soltar do fundo, está pronta a cobertura.
- Espere o bolo esfriar e derrame a calda ainda quente sobre ele.
- Espalhe a cobertura e deixe esfriar antes de servir.

Verificamos que haviam concluído a tarefa e, com a leitura dos resultados de cada grupo, observamos que todos organizaram as instruções de forma correta.

Com a intenção de mais uma vez chamar a atenção dos alunos para a necessidade de observar uma sequência lógica de ações, realizamos outra tarefa semelhante por meio do “desafio do dia”: “Como se inicia o nosso dia, desde o momento em que acordamos, até chegar à escola?”. E para responder a esse problema, oferecemos aos alunos doze instruções, as quais deveriam ser ordenadas, conforme uma lógica adequada: Acordar; Desligar o despertador; Agradecer pela noite e pela vida; Levantar-se da cama; Arrumar a cama; Tomar banho; Colocar uniforme; Tomar café da manhã; Escovar os dentes; Colocar o calçado; Pegar a mochila com os materiais; Ir para a escola.

Como a tarefa anterior era análoga a essa, percebemos todos os grupos dialogando e discutindo enfaticamente, antes de propor a organização das instruções. Explicamos que, embora pudesse haver outra forma de realizar tais tarefas, era necessário que analisassem a lista de instruções propostas, e não a forma de realizá-las particularmente. Como resultado, em geral, obtivemos sequências de instruções devidamente ordenadas, seguindo uma lógica adequada, com poucas incoerências.

Essas duas tarefas de estudo fizeram com que os alunos colocassem o pensamento em movimento visando compreender a importância da ordenação das instruções em uma sequência determinada. Porém, até esse momento não tínhamos feito nenhuma menção ao termo algoritmo. Visamos com essas tarefas colocá-los

em situação que requer do pensamento a ordenação de instruções, para posteriormente explicitarmos o conceito de algoritmo (conteúdo previsto).

O fato de não mencionarmos para os alunos o conceito pronto ou com foco na palavra algoritmo, foi uma ação de ensino que colocou em movimento o pensamento deles a respeito do modo geral de construção de algoritmos, como ação material, para, posteriormente, ser verbalizada no plano da linguagem e, para que, na sequência, pudesse ser interiorizada para o plano mental. Tal processo, conforme destacado por Galperine, exposto na obra de Leontiev (2004), é fundamental para a apropriação do conceito e é gradativo, partindo da ação no plano material com tarefas que envolvem operações exteriores com objetos e permite que a criança consiga executá-las sozinha. No segundo estágio, as crianças passam a operar no plano da linguagem, verbalizando sem a necessidade dos objetos exteriores, tornando-se “[...] uma ação teórica: trata-se agora de uma ação com palavras, com conceitos verbais. Essa transformação [...] automatiza-se progressivamente” (Leontiev, 2004, p. 350). Na última etapa, a ação é interiorizada para o plano mental, transformando-se em uma linguagem interna com imagens e representações mentais, constituindo-se de fato no pensamento (Sforni, 2004).

4.3.5. Episódio 5 – Algoritmo e trabalho conjunto

Analisamos, neste episódio, as tarefas de estudo realizadas visando fazer com que os alunos compreendessem a importância da ordenação de instruções, na realização de determinadas tarefas, explorando o conceito de Algoritmo. Nossa intenção não era a de que os estudantes soubessem definir o que é algoritmo, mas que percebessem a presença do algoritmo em situações cotidianas, para, posteriormente, compreenderem a centralidade dele no campo da Computação.

Iniciamos o encontro propondo o “cenário de hoje”, que era constituído pela seguinte situação problema: “Estamos vendo uma paisagem e precisamos passar as informações necessárias para que os colegas, que não estão enxergando o cenário, possam desenhar e pintar, de acordo com nossas informações. Como fazer isso?”. E para fazer com que os alunos entendessem a forma de realizar a tarefa, propusemos um exemplo prático, que foi feito por toda a turma, de modo individual. A tarefa exemplificada foi o desenho e a pintura de um cenário (Figura 14).

Figura 14 – Cenário base para a construção das instruções da tarefa



Fonte: Adaptado de Pinterest¹⁵.

A Figura 14 não foi mostrada aos estudantes, mas eles deveriam realizar o desenho e a pintura seguindo instruções que foram gradativamente ditadas e mostradas em tela pelo pesquisador:

1. Desenhar uma casa, com uma porta mais à direita e duas janelas mais à esquerda, em cima.
2. A casa tem telhado e chaminé.
3. Em cada lado da casa, tem uma cerca baixinha.
4. Atrás de cada cerca tem uma árvore.
5. Na frente da casa tem um cachorrinho.
6. Tem um sol em cima, do lado direito.
7. As folhas das árvores têm cor verde.
8. Tem duas nuvens, em cima, uma sobre a casa e outra mais à esquerda.
9. O telhado da casa, a porta e a chaminé têm cor vermelha.
10. As paredes são bege claro e as janelas azul claro com as bordas cinza.
11. O caule das árvores e a cerca são marrons.
12. As nuvens têm cor branca com as bordas azul e o sol é amarelo.
13. O cachorrinho é bege com manchas marrons no rosto, corpo e no rabo.

¹⁵ Disponível em: <https://www.pinterest.pt/pin/699746860834463625/>. Acesso em: 27 ago. 2022.

Depois de anunciar todas as instruções e cada aluno ter feito o seu desenho, revelamos a eles o cenário, ouvindo falas como: “Ohhhhh”, “a minha ficou igualzinha” (Manu), “até que ficou parecido” (Mari), “é duas cercas? (Tati)”, “essa cerca aí você chama de baixinha professor? (risos)” (Yuri), “Oh My God” (Bru), entre outras. De maneira geral, grande parte das ilustrações ficaram semelhantes à imagem matriz. Optamos por juntar os desenhos dos alunos que tiveram similaridades entre si, e de acordo com a figura original. As Figura 15, Figura 16 e Figura 17 mostram as produções dos alunos.

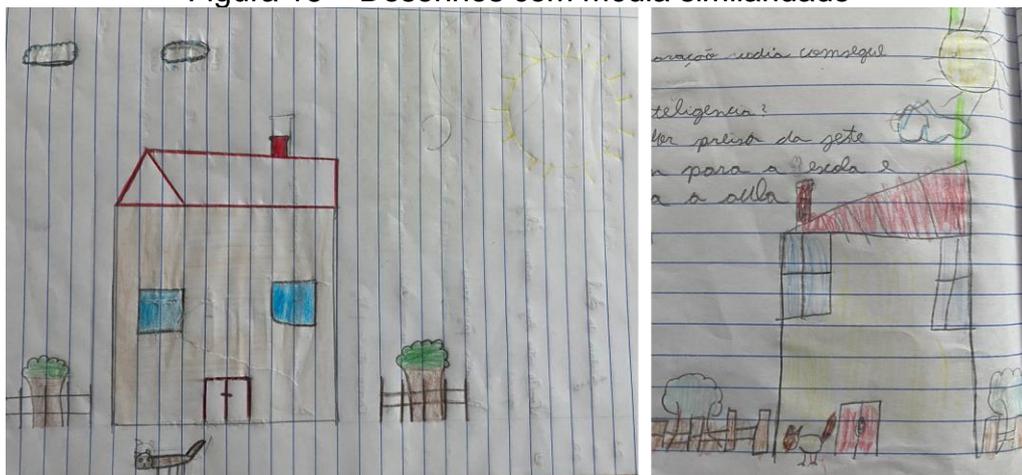
Os desenhos da Figura 15 (Bru, Mari, Vini e Manu), foram representações mais próximas à figura original, de acordo com as instruções apresentadas, pelo fato de considerar características de espaço, lateralidade e quantidade de elementos. As ilustrações agrupadas na Figura 16 (Edu e Yuri), tiveram atributos essenciais, como posicionamento das janelas não considerados, mas mantiveram a quantidade de objetos da imagem original. Os desenhos da Figura 17 (Isa, Juli, Nanda e Tati), não consideraram as características essenciais apontadas nas instruções da tarefa, com a falta ou excesso na quantidade de objetos, bem como o posicionamento deles.

Figura 15 – Desenhos mais semelhantes



Fonte: Cadernos dos alunos.

Figura 16 – Desenhos com média similaridade



Fonte: Cadernos dos alunos.

Figura 17 – Desenhos com menos semelhanças



Fonte: Cadernos dos alunos.

Dando sequência, comentamos sobre as características principais, apresentadas nas instruções da tarefa, ressaltando a importância da atenção na interpretação dos enunciados de problemas e tarefas, visto que, analisar os dados e

informações e abstrair os pontos fundamentais dos cenários apresentados, é primordial para solucionar situações problema.

Após esses apontamentos, retornamos então para a análise do “cenário de hoje”, proposto no início do encontro: “Estamos vendo uma paisagem e precisamos passar as informações necessárias para que os colegas, que não estão enxergando tal paisagem, para que eles possam desenhar e pintar, de acordo com nossas informações. Como fazer isso?”.

Dividimos os alunos em grupos e entregamos uma imagem para um dos integrantes do grupo e o outro colega não tinha acesso a ela. O aluno com a ilustração em mãos deveria escrever instruções para que o outro as interpretasse e as seguisse, produzindo como resultado, o desenho do cenário correspondente. Foram cinco paisagens distintas, conforme apresentadas na Figura 18.

Figura 18 – Cenários / paisagens da tarefa



Fonte: Retirado de Vecteezy¹⁶, Canva¹⁷ e Myloview¹⁸.

De posse das paisagens, os alunos tiveram algumas dúvidas sobre o que deveriam fazer e, após esclarecimentos por parte do pesquisador, começaram a pensar em como poderiam transcrever por escrito o que estava na imagem, por meio de instruções. Os incentivamos a observar os detalhes do cenário; dizendo para separar a paisagem em partes, objetos, pessoas, animais; ir escrevendo, com

¹⁶ Disponível em: www.vecteezy.com/. Acesso em: 27 ago. 2022.

¹⁷ Disponível em: <https://www.canva.com/>. Acesso em: 27 ago. 2022.

¹⁸ Disponível em: <https://myloview.com.br/>. Acesso em: 27 ago. 2022.

instruções simples e organizadas; notando o posicionamento no cenário, as orientações dos lados direito e esquerdo, em frente e ao fundo, conforme haviam realizado no desenho do cenário anterior. Inconscientemente para os alunos, os fizemos praticar habilidades do pensamento computacional, respectivamente, Abstração, Decomposição, Algoritmo e Reconhecimento de padrões. Observamos que os alunos não tinham noção de posicionamento no espaço, nos questionando sobre qual era o lado direito e qual o lado esquerdo.

Os alunos começaram a escrever instruções para que seu colega de grupo, na sequência, pudesse desenhar e pintar. Um dos alunos (Yuri) em poucos minutos fechou o caderno com as instruções e afirmou ter finalizado, o que claramente não havia acontecido, pois o tempo que levou para a realização da tarefa era insuficiente para elaborar as instruções do cenário cheio de detalhes que tinha em mãos. Pedimos que escrevesse mais informações sobre a imagem, novamente reforçando para que pontuasse objetos, animais, pessoas, além do posicionamento deles na paisagem. Alguns alunos (Bru, Juli, Yuri) solicitaram auxílio diversas vezes com relação ao posicionamento dos objetos, perguntando qual dos lados era o direito e qual era o esquerdo.

Essa tarefa proposta, buscou atuar no nível de desenvolvimento próximo dos alunos (Vigotski, 2010), pois contou com a orientação do professor para realizá-la, desenvolvendo neles as funções psíquicas, principalmente, atenção, pensamento e linguagem. A necessidade de atuar em conjunto, fazendo uma tarefa que, na sequência seria analisado por seu par, sendo avaliado ao final pelo pesquisador, foi algo que os mobilizou, pois eles viram sentido no ato de realizar cada ação prevista. Conforme apontado por Leontiev (1975), a atribuição de sentido à ação, cria disposição para efetuar-la.

Após alguns minutos, os alunos responsáveis por escrever as instruções sobre o cenário finalizaram sua tarefa, prosseguindo para o momento dos seus colegas de grupo desenharem conforme instruído na sequência dos passos a serem seguidos. Edu, do grupo 1, responsável por desenhar conforme instruções do seu colega (Yuri), após alguns instantes analisando as instruções, disse: “não dá, não tem jeito”. Yuri, então, tentou explicar o que havia escrito nas instruções, e foi repreendido por nós, pois o objetivo era seguir as instruções escritas no caderno.

Observamos que alguns alunos não conseguiam compreender inclusive a grafia do seu colega (Manu não compreendeu o escrito por Bru e Vini não

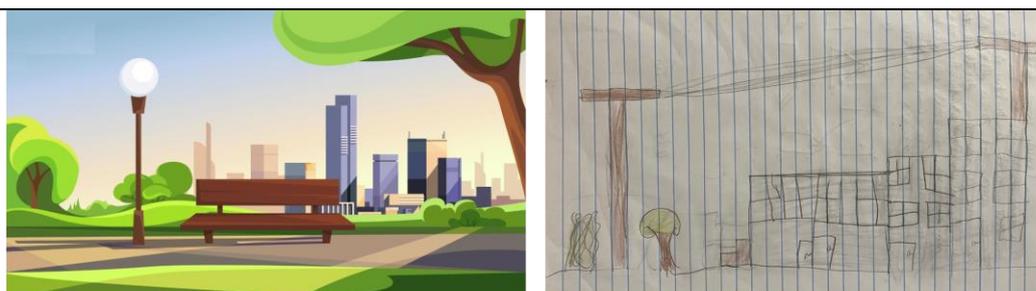
compreendeu o escrito por Juli). Solicitamos que os autores realizassem a leitura das palavras que não haviam sido entendidas, sem acrescentar mais nada sobre as instruções.

Após finalizarem seus desenhos, solicitamos que todos procedessem com a leitura de suas instruções e apresentassem o resultado do que foi produzido para toda a turma. Ilustramos, no Quadro 4, as instruções de cada grupo, especificadas por um dos alunos e, seu respectivo desenho, produzido pelo outro aluno do grupo.

Quadro 4 – Instruções e desenhos
(continua)



Grupo 1 (Edu e Yuri): Carteiro do lado esquerdo, cachorro no meio, banco na direita, dois morros, um na esquerda e outro na direita, uma árvore no meio, nuvens na esquerda e direita, 3 pássaros do lado esquerdo e 2 pássaros do lado direito, cachorro bege com marrom.



Grupo 2 (Vini e Juli): 1) Paisagem tem um poste do lado esquerdo e do lado tem um banco; 2) atrás do banco tem 4 prédios e mais para esquerda tem 9 prédios; 3) Mais para o lado direito do poste tem uma árvore; 4) tem uma rua mais para frente do banco e mais para frente da rua tem mato; 5) mais para a esquerda tem outras árvores; 6) o banco, tronco e o cano do poste são marrons; 7) as folhas das árvores e as matas do chão são verdes; 8) os prédios são cinza e a rua também.

Quadro 4 – Instruções e desenhos
(continua)

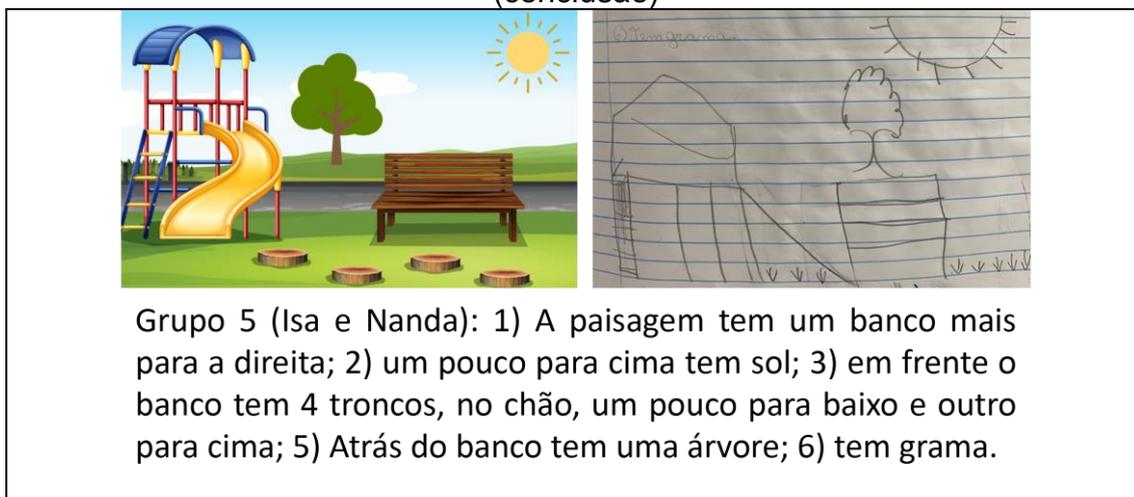


Grupo 3 (Mari e Tati): Paisagem é um barco e tem uma fita rosa; do lado direito tem dois peixinhos amarelos com a calda laranja e do lado direito também tem uma árvore; no meio tem um monte de flor branca com a bolinha amarela; a vela do barco é branca e a parte debaixo da vela é marrom; no meio tem duas pedras, tem uma fita na ponta de cima e o barco está no rio e o rio é azul.



Grupo 4 (Bru e Manu): 1) A paisagem tem céu e estrelas; 2) tem 1 montanha e uma está meio tampada; 3) tem 2 árvores, um esquerdo e uma no fundo; 4) tem uma cabana na frente e uma atrás; 5) tem uma fogueira com madeiras; 6) no céu, a cor é preta, e a estrela é branca; 7) as montanhas tem branco em cima e cinza meio preto no final; 8) as árvores tem tronco marrom e as folhas são verdes; 9) a cabana da frente tem azul e a cabana do fundo tem amarelo; 10) a fogueira e o fogo são laranja e meio amarelo, e os troncos são marrom.

Quadro 4 – Instruções e desenhos
(conclusão)



Fonte: Cadernos dos alunos.

Após a comparação entre as instruções e os desenhos, alguns alunos tentaram explicar o que quiseram apontar com as instruções ao seu colega de grupo, com alguns diálogos, inclusive provocados pelo pesquisador.

- Pesquisador: Nanda, por que você não informou as cores que deveriam ser usadas no desenho?
- Nanda: Porque esqueci (risos).
- Mari: Professor, (o meu) está igualzinho” (referindo-se ao que ao desenho que ela fez no Grupo 4, mas em tom de brincadeira);
- Manu: Era mais fácil eu ter escrito as instruções e você ter desenhado (exclamou para Bru);
- Edu (Grupo 1): Yuri, por que você não escreveu mais coisas? Você acha que eu ia entender isso (mostrando as instruções feitas por Yuri); O cachorro não está no meio, como você escreveu!

Edu, então, pediu que fossem trocados os papéis para ele mostrar à Yuri como poderia escrever corretamente as instruções. Como não havíamos pensado nessa possibilidade, não fizemos essa inversão dos papéis.

Todavia, refletindo posteriormente, essa seria uma ação importante e poderia ter sido contemplada na aula, pois provavelmente as instruções elaboradas por aqueles que as receberam no primeiro momento, teria uma qualidade superior tendo

em vista que tinham vivenciado o problema de receber instruções pouco claras e com baixo poder de orientar as próprias ações.

A vivência do problema, levou-os a reconhecer a necessidade de uma linguagem clara que comunique as instruções de modo lógico e objetivo. Nas palavras de Leontiev (1975) a atividade surge após a percepção de uma necessidade. Portanto, a ação de escrever instruções poderia vir a ser uma necessidade para esse grupo de alunos. Certamente, teriam mais atenção a um processo de instrução que seguissem uma lógica (de cima para baixo ou vice e versa; da direita para a esquerda ou o contrário) e maior detalhamento dos itens a serem representados (tamanho, cor, localização etc.). Talvez essa possibilidade pudesse ajudar a reforçar a importância do detalhamento e ordenamento de instruções, que são fundamentais na Computação, ao se desenvolver um algoritmo ou um programa, por exemplo.

Conforme desenhos e instruções de cada grupo, observamos que todos os alunos responsáveis por escrever as instruções, tiveram dificuldade de iniciar a escrita, pois estavam olhando a imagem como um todo. Notamos que, apesar da análise da situação (desenhos), os alunos não tinham um modo de ação para realizar a tarefa, representando, notadamente, não terem domínio de habilidades como a Análise, Abstração, Decomposição e Reconhecimento de padrões, por exemplo, que fazem parte do pensamento computacional.

Interessante destacar que, três dos grupos, registraram as instruções numerando-as, indicando uma sequência ordenada a ser seguida por seu colega. Além disso, em quatro dos grupos, houve a indicação de cores de alguns elementos e detalhes da paisagem.

Prosseguimos, reforçando a necessidade de escrever as instruções de maneira mais completa e com maior detalhamento possível, valendo-se da noção de espaço, das direções, dos tamanhos, quantidades, lateralidade, profundidade, bem como a coloração de cada parte dos objetos. Explanamos sobre cada uma dessas noções, por meio da indicação de espaço e pontos nos cenários apresentados, apontando os lados direito e esquerdo, partes das paisagens mais a frente e mais ao fundo, a questão da quantidade de objetos e a proximidade entre eles. Ou seja, indicamos aos alunos modos de ação para análise e resolução de tarefas com esse formato, buscando explorar tanto os conceitos fundamentais relacionados a

Algoritmo, quanto às habilidades do pensamento computacional, mesmo sem mencionar especificamente sobre.

Ao final do encontro, propusemos um último questionamento com a intenção de chegarmos a uma síntese:

- Pesquisador: O que foi parecido em todas as tarefas que realizamos, na receita de bolo, na descrição do momento em que acordamos até irmos para a escola e na paisagem a ser desenhada e pintada?
- Yuri: Passar instruções (respondeu quase que de imediato);
- Pesquisador: Isso mesmo! Em todas as tarefas tiveram, além de simples instruções, uma sequência ordenadas, com início, meio e fim, e caso estivessem escritas corretamente, qualquer pessoa que as seguisse, conseguiria solucionar uma tarefa ou resolver um problema. Por exemplo, o que faltou para os desenhos ficarem melhor?
- Vini: Tudo! (risos de toda a turma);
- Yuri: Escrever melhor as instruções;
- Pesquisador: Isso, então, o que tivemos em comum em todas as tarefas?
- Mari: Fazer instruções.

Mari e Yuri parecem ter compreendido as relações entre as tarefas de estudo realizadas anteriormente com a palavra “instrução” como o que as unifica e deixa organizada a informação, aproximando da definição de Algoritmo.

Notamos que uma ação de ensino essencial durante a realização dessas tarefas foi a condução do diálogo com alunos pelo professor, pois os questionamentos foram orientando o processo de pensamento dos alunos de modo a fazê-los chegar até a compreensão que almejávamos. Como já afirmado, a intenção não era a de expor diretamente a definição de algoritmo aos alunos, tampouco que eles construíssem espontaneamente o conceito, somente por terem realizados tarefas que necessitassem da utilização do algoritmo. A intenção era a de que, por meio do diálogo voltado ao que era essencial na realização da tarefa, fôssemos levando os estudantes a tomar consciência da própria ação realizada.

O processo de passagem das ações externas, as ações no plano da linguagem, até chegar às ações no plano mental é explicado por Leontiev (2005), apresentando como exemplo a aprendizagem de conceitos matemáticos:

O ensino da aritmética não deve começar, portanto, com a generalização, mas com a formação ativa na criança de ações com objetos externos e, paralelamente, com o movimento e o inventário destes. Posteriormente, estas ações externas transformam-se em linguagem ("contar em voz alta"), abreviam-se e adquirem por fim o caráter de ações internas ("contar mentalmente"), que se automatizam na forma de simples atos associativos. Todavia, por detrás destes, ocultam-se agora as ações completas sobre objetos, ações anteriormente organizadas por nós (Leontiev, 2005, p.102).

Dessa maneira, por meio do trajeto percorrido durante as tarefas propostas nesse encontro, expusemos aos alunos, ainda não de forma verbal, mas em suas ações externas (ler, escrever, desenhar) e internas (pensar na criação de passos para executar uma tarefa ou encontrar a solução para alcançar um objetivo), a concepção de Algoritmo. Se o pensamento é a função psíquica que tem como papel o estabelecimento de relação entre as coisas, ao observarmos os estudantes em atividade, identificamos as várias relações que eles precisaram levar em consideração para poder pensar e expor uma sequência de passos a serem executadas por outra pessoa.

Como nenhuma função psíquica atua sozinha, mas em sintonia com outras, observamos também que essas atividades mobilizaram intensamente a atenção e a imaginação dos estudantes. A definição do que é algoritmo poderia ser apresentada de imediato aos estudantes, porém, provavelmente não os levaria a estabelecer essas relações no pensamento, nem mesmo mobilizar outras funções psíquicas, por essa razão, levar os estudantes a pensarem algorítmicamente foi o foco das ações de ensino, mais do que apresentar de modo verbal a definição de algoritmo. Nas palavras de Leontiev (2005, p. 102, grifo nosso),

[...] para aprender conceitos, generalizações, conhecimentos, a criança deve formar ações mentais adequadas [...] Inicialmente, [essas ações] assumem a forma de ações externas que os adultos formam na criança, e só depois se transformam em ações mentais internas.

Somente após essas primeiras ações, expusemos aos alunos que uma “[...] sequência de passos que deve ser seguida para a realização de uma tarefa” (Ascencio; Campos, 2008, p. 2), era a definição formal de Algoritmo, uma das subáreas da Computação, de fundamental importância em todas as produções na área, desde os aplicativos, plataformas, programas e sistemas computacionais. Afirmamos que se tratava de uma palavra fundamental para compreendermos tudo que é desenvolvido na área da Computação, exemplificando por meio dos aplicativos que eles têm contato diariamente.

Interessante destacarmos que, nessas tarefas de estudo referentes ao conceito científico Algoritmo, buscamos propor situações particulares, visando evidenciar seus traços essenciais, o que, na formação do pensamento teórico, envolve a redução do concreto ao abstrato, em um processo descendente, que parte de situações particulares e caminha em direção ao conceito geral. Após esse momento, o outro processo envolvido na formação do pensamento teórico, o ascendente, que se inicia com o conceito abstrato e é aplicado na compreensão de fenômenos diversos, avançando do conceito para diversas situações particulares deve ser propiciado. O movimento do abstrato ao concreto deve ser provocado por meio de novas ações de ensino do conceito de Algoritmo, o que é relatado no episódio subsequente.

Mesmo que os alunos tenham se aproximado em suas ações externas e internas do conceito de Algoritmo, evidentemente, um caminho ainda há para que esse conceito seja de fato apropriado, seja no próprio experimento ou ao longo de toda a formação deles. Provavelmente, nesse momento inicial, as relações semânticas suscitadas pela palavra “Algoritmo” estão se estruturando nesses estudantes, mas ainda em uma estrutura de significados assentada na imagem empírica, sensorial (receita de bolo, instrução para desenho etc.), associada à experiência vivida; ela ainda não está vinculada a significações lógico-verbais, realizadas por meio do pensamento verbal abstrato.

4.3.6. Episódio 6 – Reforçando o conceito de Algoritmo

Nesse episódio, buscamos colocar os alunos em processo de pensamento com o conceito de Algoritmo, por meio de situações problema, que ressaltassem o que é comum entre as tarefas diferentes presentes nos problemas já apresentados e

em novos, mesmo que na aparência sejam bastantes distintos. Iniciamos o encontro propondo aos alunos a “dúvida do professor”: “Por que é importante ter uma sequência de instruções ordenadas ou um Algoritmo para as tarefas que vamos realizar?” Importante destacar que passamos a utilizar o termo Algoritmo na comunicação com os estudantes. De maneira individual, em seus cadernos, pedimos que fizessem uma reflexão e se expressassem por escrito. Obtivemos as seguintes respostas:

- (Henri) Para não errar as coisas do dia a dia.
- (Biel) Prestar atenção em cada receita para não errar.
- (Juli) Para não fazer nada errado, porque senão você erra e depois tem que fazer tudo de novo a tarefa.
- (Mari) Para não fazer errado, fazer tudo certo sem erro, sem dar nada errado.
- (Manu) Para não fazer errado, para fazer o bolo certo, para não ficar murcho, para ele crescer.
- (Rafa) Porque é perigoso o bolo sair queimado, por isso tem que ter a sequência.
- (Bru) Porque você fica mais esperto e inteligente, prestando atenção.
- (Isa) Porque se não sairia tudo errado.
- (Edu) Para não fazer errado.
- (Yuri) Para fazer certo ou dará errado.
- (Vini) Porque senão dá errado as atividades.

Com tais apontamentos, verificamos que, de fato, a palavra algoritmo estava em uma estrutura de significados assentada na imagem empírica, sensorial associada à experiência vivida. A tarefa com a receita foi a que mais marcou os estudantes, sendo mencionada de modo explícita por Biel, Manu e Rafa. O “não fazer errado” pode estar também relacionado às demais tarefas, mas parece estar associado às situações particulares presentes nas tarefas realizadas e não a uma generalização. As próximas cenas desse episódio relatam como propusemos tarefas aos alunos para colocar seu pensamento em movimento, possibilitando a ascensão, do abstrato ao concreto, em direção à formação do pensamento teórico.

4.3.6.1. Cena 1 – Algoritmo para trocar uma lâmpada

Dividimos os alunos em grupos e apresentamos uma situação problema, por meio da “dúvida de hoje”: “Como podemos realizar a troca de uma lâmpada, mesmo sem nunca termos feito isso?”. O que gerou um diálogo:

- Pesquisador: Alguém aqui já trocou uma lâmpada?
- Henri: Eu sei trocar lâmpada!
- Pesquisador: E já viram alguém trocando uma lâmpada?
- Henri: Eu já troquei.
- Yuri: Eu também já troco!
- Vini: Professor, quando queima na minha casa, eu que troco.

Entregamos instruções relativas ao modo de atuação para realizar a tarefa de trocar uma lâmpada. Foram onze instruções embaralhadas que deveriam ser organizadas sequencialmente, de modo a fazer com que alguém, que nunca tivesse trocado uma lâmpada, conseguisse realizar essa ação. Solicitamos que dialogassem entre os grupos e propusessem uma resposta para a tarefa. As instruções foram:

- Comprar uma lâmpada nova.
- Pegar uma escada.
- Posicionar a escada embaixo da lâmpada queimada.
- Subir na escada com a lâmpada nova em uma bolsa.
- Girar a lâmpada queimada no sentido anti-horário e retirar do bocal.
- Colocar a lâmpada queimada na bolsa.
- Colocar a lâmpada nova no bocal e girar no sentido horário.
- Descer da escada.
- Testar o funcionamento da lâmpada acionando o interruptor.
- Guardar a escada.
- Jogar a lâmpada velha no lixo indicado.

Ao terem sinalizado o final da tarefa, solicitamos que fizessem a leitura da sequência das instruções propostas por cada grupo. Ao passo que realizavam a

leitura, os demais alunos comentavam possíveis divergências entre suas soluções, mas cada grupo defendia sua solução proposta argumentando que, caso fossem realizar a tarefa, seria de acordo com as instruções por eles apresentadas.

De maneira geral, todos os grupos estruturaram as instruções em uma sequência aceitável, porém, nenhum deles as organizou com total precisão, de acordo com a solução modelo. Algumas alterações no posicionamento foram até justificáveis, como, por exemplo, “Testar funcionamento da lâmpada acionando o interruptor” como última das instruções, porém, outras, tais como “Jogar a lâmpada velha no lixo indicado” ainda estando em cima da escada ou “Colocar a lâmpada nova no bocal e girar no sentido horário” antes de subir na escada e antes de retirar a lâmpada queimada, são posicionamentos inaceitáveis das instruções, pois dificultariam ou inviabilizariam a realização da tarefa. Tais manifestações só foram percebidas pelos alunos com a explicação do pesquisador.

Reforçamos sobre a importância na organização e sequenciamento das instruções, da análise da situação como um todo, com foco nas informações relevantes, observando similaridades em tarefas já realizadas e a correta organização das instruções. Ou seja, mesmo que inconscientemente para os alunos, para a realização das tarefas, eles precisaram fazer uso de habilidades do pensamento computacional, respectivamente, Análise, Abstração, Reconhecimento de Padrões e Algoritmo.

Exemplificamos também, por meio de um cenário que estava no cotidiano dos alunos, a construção de um imóvel, no caso, salas de aula que estavam sendo edificadas dentro da escola, atividade em que, temos passos a serem seguidos de acordo com uma ordenação. Não se pode construir primeiramente o telhado, deve-se alicerçar a fundação, na sequência paredes e apenas ao final, a cobertura.

4.3.6.2. Cena 2 – Algoritmo para fazer um avião de papel

Com os alunos em grupo, propusemos o “desafio do dia”: “O professor Beleti precisa fazer um avião de papel, mas ele não sabe como fazer para que o avião consiga voar. Quais as instruções ou os passos que ele deve seguir para conseguir criar esse avião?”

Entregamos uma folha de papel A4 para cada grupo, permitindo que realizassem dobraduras no papel como auxílio a proposição do conjunto de

instruções. Um dos alunos exclamou já ter feito um avião de papel (Biel) e, desse modo, saberia como efetuar a tarefa. O grupo formado por esse aluno começou, então, a escrever as instruções, enquanto os demais investigavam como seria melhor proceder, por meio da experimentação de dobraduras. Como a maioria dos grupos estava com bastante dificuldade, exibimos um avião feito, sem mencionar as instruções para sua criação ou mesmo a forma como dobramos o papel para produzi-lo. Depois de alguns minutos, surgiram algumas manifestações:

- Bia: Ninguém do grupo sabe fazer professor;
- Yuri: Como falar desse lado do papel? (ao mostrar o lado maior do sulfite).

Um fato interessante ocorreu entre os grupos, um aluno do Grupo 1 (Biel), ensinou um aluno do Grupo 3 (Rafa) como construir um avião, pois segundo os alunos desse grupo, ninguém jamais tinha feito um avião.

Todos os grupos solicitaram nosso auxílio durante a escrita de suas instruções, pois não tinham a certeza se a instrução estava inteligível. Observamos que essa preocupação não existia nas primeiras tarefas que fizemos, o que parece revelar que os alunos passaram a reconhecer a importância da qualidade das instruções elaboradas (linguagem clara e objetiva, ordenação lógica etc.) para que pudessem cumprir a sua função.

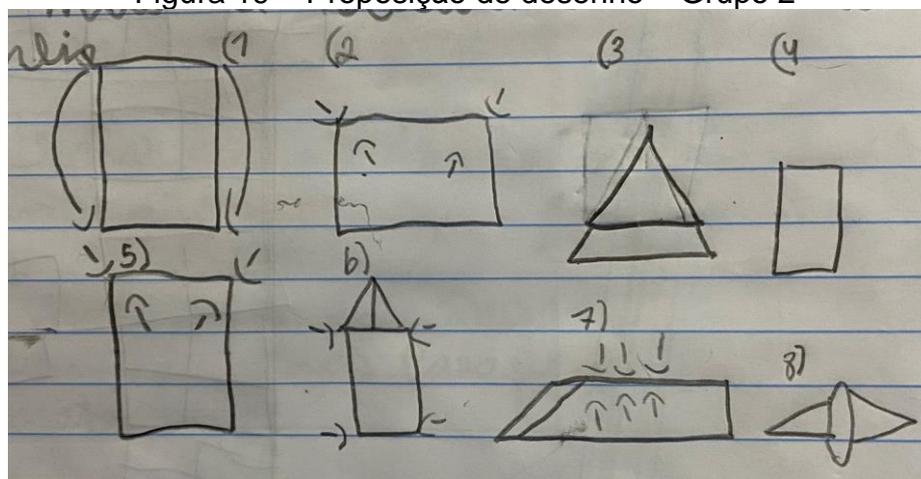
Incentivamos que fossem escrevendo e lendo, instrução a instrução, e seguindo-as de modo a verificar se estavam satisfazendo cada passo necessário para a construção do avião. Reforçamos que analisassem cada etapa da elaboração do avião e da correspondente instrução, não se importando, de início, com a construção do avião como um todo, e sim, com a sua produção por partes (habilidade de decomposição). Ou seja, diante da dificuldade deles, procuramos auxiliá-los no decorrer da realização da tarefa, não transmitindo o modo de fazer, orientando-os a analisar e pensar em modos para realizar a tarefa, tal como apontado por Davydov (1988b), sobre a importância do papel orientador do professor durante a Atividade de Estudo.

Depois de algum tempo com a escrita, experimentação e correção de instruções, as crianças afirmaram ter finalizado a tarefa. Foram então realizando a leitura das soluções e, a cada instrução, íamos experimentando e verificando se,

seguindo os passos, teríamos então um avião produzido. Tivemos soluções distintas, como pode ser visualizado nas proposições de cada grupo:

- Grupo 1 (Henri e Biel): 1º pegue o papel; 2º o lado menor para cima e dobre o lado menor ao meio; 3º depois abra; 4º pegue as duas pontas e as dobre até o meio; 5º depois repita o mesmo processo; 6º depois dobre ao meio juntando as duas pontas; 7º depois dobre uma parte para baixo, a menor; 8º e depois a outra ponta para baixo também; 9º depois abra as duas pontas.
- Grupo 2 (Juli e Mari): Pegue uma folha; nós duas pensamos em primeiro lugar dobrar o papel ponta com ponta e no triângulo ordem horizontal, depois dobre as pontas fechadas até o meio nas pontas fechadas; depois dobre ponta a ponta e depois dobre o papel ao meio, as pontas menores as pontas que ficaram para cima dobre até o meio e depois desdobre até o meio; (proposição de desenho, Figura 19).

Figura 19 – Proposição de desenho – Grupo 2



Fonte: Caderno do grupo.

- Grupo 3 (Manu, Rafa e Tati): 1) Dobrar ao meio na vertical; 2) abrir a folha; 3) dobre as pontas da folha direita e esquerda de cima para baixo até o meio; 4) dobrar ao meio novamente; 5) dobre o lado menor até o maior; 6) vire o avião e dobre o lado menor até do maior; 7) abre as asas do avião.
- Grupo 4 (Bru, Isa e Edu): 1) Pegue um papel sulfite; 2) dobre a folha na vertical; 3) abra a folha; 4) pega as pontas e dobre para o meio na esquerda e direita; 5) dobre ao meio de novo, como no passo 2; 6) dobre

os lados menor até o maior; 7) abra as asas dos 2 lados; abra os dois lados que foram dobrados anteriormente.

- Grupo 5 (Yuri, Bia e Vini): papel primeiro; dobra o lado menor ao meio; desdobra o papel; dobra e leva a ponta até o meio direita e esquerda; dobre e leve os lados que já estão dobrados até o meio; dobra o papel no meio com ponta a ponta; dobre os lados menor a direita e esquerda para baixo até se encontrar as pontas; levantar as duas pontas que estão dobradas até a metade.

Conforme podemos observar, nas orientações dos grupos, não é usual criar um avião seguindo tais instruções, visto que elas não ficaram bem delineadas e detalhadas. Constatamos, por meio da análise durante a realização da tarefa, que os alunos tiveram dificuldade para especificar as informações de como posicionar e demarcar os pontos na folha. Como exemplo, foi custoso para eles encontrarem uma forma de explicar qual dos lados deveriam ser dobrados, e para qual posição. Notamos que os alunos ainda não têm uma compreensão sobre noção de espaço e de lateralidade, distinção entre horizontal e vertical, esquerda e direita.

De maneira geral, consideramos que essa tarefa foi de uma complexidade elevada, frente aos conhecimentos prévios e ao processo de pensamento dos alunos. Isso pode ser observado inclusive entre os estudantes que afirmaram saber fazer um avião, mas, quando solicitado para explicar por meio de instruções esse modo de fazer, não obtiveram sucesso. Isto porque a elaboração da instrução de como fazer, passo a passo, via escrita ou desenho, exige a tomada de consciência da ação a ponto de poder ser explicada a outra pessoa.

Fazer o avião para si mesmo não requer a verbalização do passo a passo, por vezes, a confecção é feita de modo automático. Ela se realiza por meio de operações (meios de execução de uma ação) que se automatizaram de modo mecânico. Como, normalmente, essas operações são aprendidas de modo espontâneo, elas não passam por um momento em que são objetos da consciência. Assim, mesmo que pareçam ser de domínio da criança, manifestando-se, de acordo com Leontiev, explicado por Sforni (2004, p. 180, grifo nosso), como habilidades, “[...] para que eles [conhecimentos] sejam desenvolvidos no sujeito como operações conscientes é preciso que elas se formem primeiramente como ações”. Como, provavelmente, não foi esse o processo de aprendizagem que esses alunos

vivenciaram, era esperado que encontrassem dificuldades para comunicar aquilo que fazem de modo já automático.

Esse tipo de comunicação exigido na elaboração das instruções é uma tarefa abstrata, que envolve tanto o domínio da linguagem (direita, esquerda, vertical, horizontal etc.) quanto a capacidade de colocar-se no lugar do outro que receberá a instrução. Segundo Elkonin (1998), o jogo de papéis sociais, atividade dominante no período da Educação Infantil, é importante para promover o descentramento cognitivo e emocional da criança, ou seja, ele contribui para a formação da capacidade de reconhecer outros pontos de vista sobre um objeto/evento e coordenando-os numa operação composta por um conjunto de ações inter-relacionadas. No entanto, os dados do nosso experimento revelam que essa é uma capacidade ainda não totalmente desenvolvida nas crianças do Ensino Fundamental, já que muitas demonstravam dificuldade de colocar-se no lugar de quem receberia as instruções ao redigi-las.

O fato de não estar desenvolvida, não significa, porém, que ações de ensino que requeiram essa capacidade dos estudantes não devam ser propostas. Pelo contrário, como afirma Vigotski (2006, p. 114) “[...] o único bom ensino é o que se adianta ao desenvolvimento”. O ensino deve ser planejado de modo que produza aprendizagens que resultem em desenvolvimento, de maneira a fazer o estudante progredir.

A tarefa proposta no experimento também exige dos estudantes a produção de algo para solucionar um problema, isso, além de contemplar o passo a passo, não pode perder de vista o resultado esperado na solução do problema. É preciso ter a ideia prévia do que será produzido, nas palavras de Marx, ter a prévia ideação (Lessa; Tonet, 2008), assim, cada ação não é aleatória, mas meio para chegar ao resultado esperado, o que exige também do pensamento a relação entre o idealizado e a resolução do problema. Essa qualidade de pensamento, ainda está também em formação nessas crianças, daí as dificuldades encontradas. O que não significa que devem ser evitadas, pelo contrário, a exigência de tarefas dessa natureza é que pode provocar o seu desenvolvimento.

Desse modo, após as tentativas de produzir os aviões, com base nas instruções de cada grupo, esclarecemos algumas noções e propusemos uma possibilidade de solucionar o problema:

- Passo 1: Coloque a folha sobre uma mesa, com seus lados menores para frente.
- Passo 2: Dobre a folha ao meio, trazendo-a da esquerda para a direita, juntando as pontas da frente e as pontas de trás, formando um retângulo (deixe a dobra marcada).
- Passo 3: Desdobre a folha, voltando à posição inicial.
- Passo 4: Pegue a ponta da frente, do lado esquerdo e leve-a até a marcação do meio.
- Passo 5: Pegue a ponta da frente, do lado direito e leve-a até a marcação do meio, observando que as pontas ficaram próximas.
- Passo 6: Pegue a nova ponta da frente, do lado esquerdo e leve-a até a marcação do meio.
- Passo 7: Pegue a nova ponta da frente, do lado direito e leve-a até a marcação do meio, observando os lados ficaram próximos.
- Passo 8: Dobre a folha ao meio novamente, trazendo-a da esquerda para a direita, juntando as duas pontas de trás.
- Passo 9: Pegue a parte de trás e dobre-a de maneira oposta a dobra realizada no passo anterior, juntando-a até a marcação de dobra realizada no passo 2.
- Passo 10: Repita o passo 9 com a outra parte de trás.

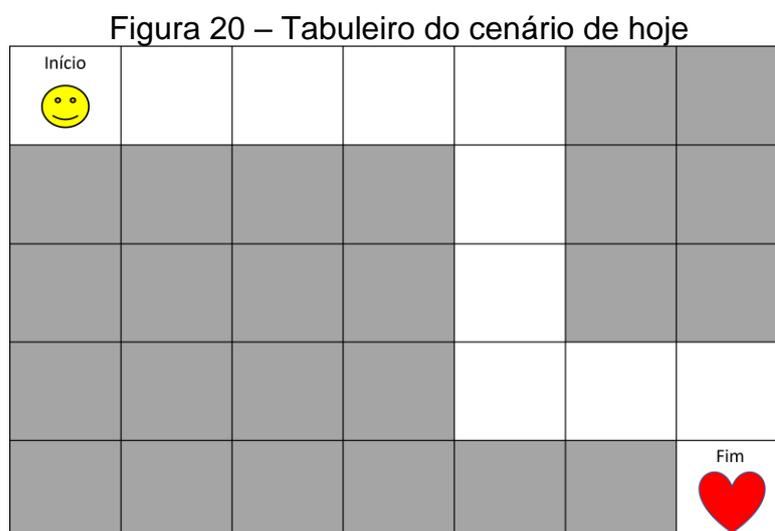
Após analisar e discutir essa solução, entregamos mais uma folha para cada aluno e pedimos que seguissem os passos ilustrados e tentassem criar o avião. Todos conseguiram realizar a tarefa, construindo seus aviões, aproveitando o momento de recreação. Reforçamos novamente a importância de instruções ou passos bem definidos e organizados, seja qual for a tarefa a ser executada, reduzindo as possibilidades da ocorrência de ambiguidade, visto que, as pessoas têm interpretações distintas para orientações equivalentes.

Essa correta definição e organização é fundamental no desenvolvimento de Algoritmos para Computação, pois as instruções, caso estejam organizadas de maneira inadequada, inviabilizam a construção de programas e sistemas, quando implementados por meio de Linguagens de Programação (conceito também ensinado aos alunos, apresentado nos próximos episódios). Ou seja, o conceito

nuclear da Computação, Algoritmo, precisa ser apropriado pelos alunos para que possa ser colocado em prática (operação mental), e passe a mediar as relações com os demais conceitos da área, em um sistema de conceitos. A apropriação desse conceito exige uma mudança de perspectiva com que a criança vê os fenômenos (de modo descentralizado), possibilitando que seu pensamento passe a um nível mais elevado e constitua novas operações intelectuais.

4.3.7. Episódio 7 – Algoritmo envolvendo personagens virtuais

Com o conceito de Algoritmo estando em processo de apropriação pelos alunos, começamos a inserir esse conceito na área da Computação, por meio da inserção de personagens virtuais que eles conhecem, ainda não utilizando equipamentos digitais. Iniciamos o encontro apresentando aos alunos, por meio da tela de projeção, um tabuleiro (Figura 20).



Fonte: Elaboração própria.

Em seguida apresentamos uma situação problema, o “cenário de hoje”:

- Temos o trajeto do início até o final de um tabuleiro, com algumas casas entre eles. Somente pelas casas em branco é que podemos caminhar. Há a possibilidade de:
 - ir para a direita
 - ir para a esquerda

- ir para cima
- ir para baixo
- Como fazer para conseguir ir do início até o fim?

No tabuleiro, além do caminho com fundo branco e as paredes em cinza, o trajeto é principiado com o termo “Início”, representado também pelo *emoji* de sorriso (imagem de um rosto amarelo) e finaliza com o *emoji* de coração acompanhado pela escrita “Fim”. Na sequência, conforme Figura 21, os alunos deveriam, então, propor uma sequência de direcionamentos que levariam o objeto “Estrela” com a cor roxa do “Início” até o “Fim”. As possibilidades de movimentação foram ilustradas com setas direcionais. Ou seja, houve, nesse momento, uma mudança na forma de propor as instruções para a realização de uma tarefa, deixando de ser descritivas e passando a ser por meio de signos. Na área computacional, a primeira forma é chamada de descrição narrativa e a segunda está relacionada à utilização de fluxogramas. A Figura 21 ilustra um exemplo de trajeto concluído.

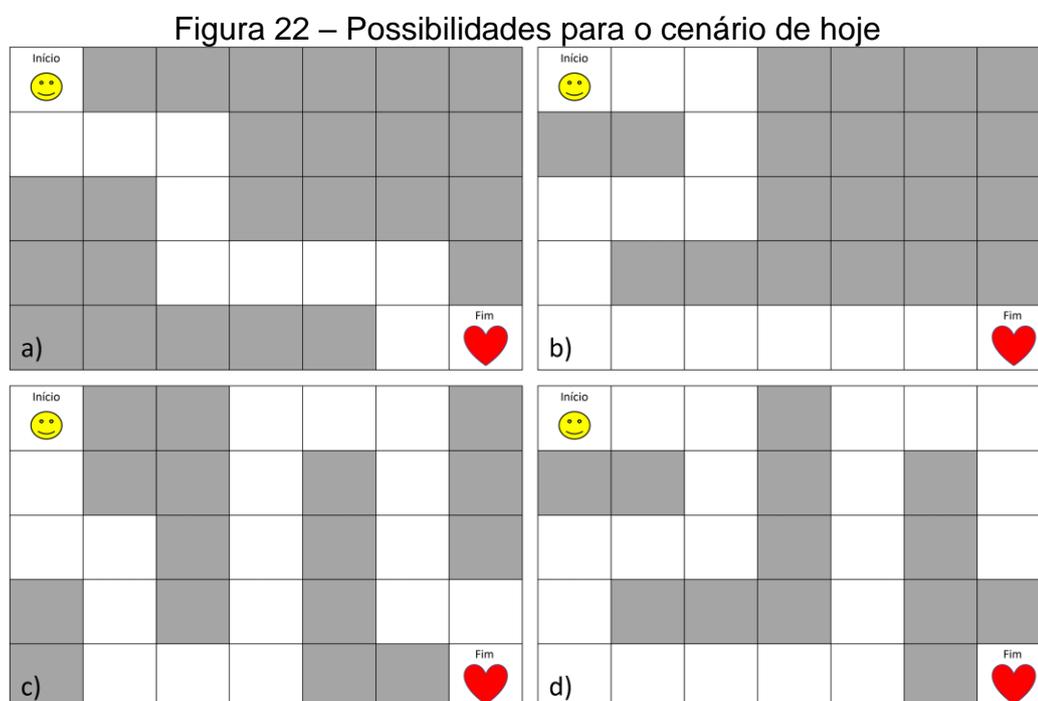
Figura 21 – Trajeto do cenário concluído



Fonte: Elaboração própria.

Na Figura 21, podemos observar que, seguindo a movimentação das setas (iniciando à esquerda e seguindo para baixo), conseguimos realizar todo o percurso. Esse trajeto foi acompanhado, por meio da manifestação de todos os alunos da sala que, após compreenderem o modo de realização da tarefa, foram narrando as possibilidades direcionais: “vai para a direita, para direita, para baixo”. Cometeram alguns erros quanto ao posicionamento (direita ou esquerda) e os auxiliamos,

apontando nas extremidades da lousa o posicionamento dos dois lados. Após ilustrarmos o exemplo na tela de projeção, dividimos os alunos em grupos e propusemos quatro possibilidades a serem solucionadas por eles em seus grupos, as quais podem ser visualizadas na Figura 22.



Fonte: Elaboração própria.

Para os quatro trajetos, os grupos deveriam escrever as instruções em sequência para ir do “Início” até o “Fim”, percorrendo todo o tabuleiro. Fomos apresentando cada trajeto na tela de projeção, e deixando que eles escrevessem nos cadernos de grupo as instruções conforme entendimento de todos, o que foi efetuado com empenho. A cada caminho proposto pelo grupo, fazíamos os alunos explicarem as instruções apontadas, expondo para o restante da turma. Os três primeiros trajetos foram realizados com manifestações: “está bem fácil professor” (Bru). Ao chegar ao quarto trajeto, começaram a fazê-lo, porém não havia possibilidade de finalizá-lo, visto que o caminho levava a uma passagem interrompida (propositalmente). Os alunos do Grupo 1 exclamaram:

- Rafa: Ah professor, como que vai fazer esse?
- Bia: Ah professor, como vamos fazer aquilo?
- Mari: Professor, esse é impossível!

O Grupo 4 também notou que não era possível realizar a tarefa: “oxi professor, não dá” (Bru). Enquanto isso, um dos alunos de outro grupo (Henri), já tinha começado a escrever as instruções, inclusive dizendo: “dá sim, é mó fácil”. Os demais grupos então notaram a adversidade no trajeto e começaram a questionar o pesquisador: “pode pular a parede?” (Bia). Instantes depois, Henri notou a impossibilidade de passar pelo caminho interrompido e disse: “profe do céu, que maldade” (risos), possivelmente referindo-se ao fato de ele já ter escrito as instruções para quase todo o trajeto e não haver possibilidade de chegar ao final.

Nesse instante, interrompemos a tarefa e explicamos sobre a necessidade de analisar tanto o trajeto de modo geral e todas as possibilidades, bem como verificar cada caminho possível, observando semelhanças nas resoluções anteriores e se seria viável dividi-la de modo a considerar como subtarefa cada parte da rota, para então propor a resolução por meio das instruções corretas. Ou seja, novamente o cenário exigia habilidades do pensamento computacional para auxiliar a resolução da tarefa, sendo, respectivamente, Análise, Reconhecimento de Padrões, Decomposição e Algoritmo. Porém, não as mencionamos para os alunos. A intenção era a de que estivesse presente no pensamento dos estudantes ao realizarem as tarefas propostas.

Na sequência, propusemos aos alunos a “dúvida do professor”: “Por que é importante ler com atenção as instruções, verificar todo o cenário e as possibilidades antes de começar a fazer a tarefa?”, obtendo os seguintes apontamentos:

- (Bia) Porque tem que prestar atenção.
- (Mari) Porque se não a gente faz errado e não vai dar certo, e queremos fazer certo então temos que prestar atenção. Para não fazer tudo e chegar numa parte e ver que está errado.
- (Rafa) Porque tem que verificar e olhar com atenção antes de começar o cenário e depois dá tudo errado e por isso que é bom fazer com atenção.
- (Manu) Para não fazer errado e para prestar atenção para não errar.
- (Tati) Porque é bom prestar atenção antes de fazer as atividades e também para não errar.
- (Henri) Porque senão a gente faz tudo errado.
- (Isa) Porque faria tudo errado e não daria certo.

- (Vini) Porque senão dá errado.
- (Bru) Porque se você não ler com atenção, você não vai saber o que é para fazer, e se você não prestar atenção você vai ter que descobrir então é certo olhar para alguém que está explicando as tarefas, algumas coisas importantes.
- (Juli) Para não fazer nada errado porque senão você erra e depois tem que fazer tudo de novo a tarefa.
- (Edu) Para não fazer errado e não passar vergonha.

Observamos que os alunos se manifestaram com frases estruturadas, apontando, principalmente, as necessidades de: prestar atenção, realizar a tarefa de forma errada, ter que repeti-la. Quer dizer, associaram o fato de estar atento às informações da tarefa, bem como os elementos constantes no contexto de sua realização, com o sucesso na proposição de sua resolução, reforçando, principalmente, estímulos negativos (ter que repeti-la, passar vergonha, não fazer errado).

Parece-nos que era do cotidiano dos alunos a afirmação de “prestar atenção para não fazer errado”. Mas será que no dia a dia, as tarefas estavam estimulando ou mobilizando-os a realizá-las, a “prestar atenção”? Sabemos que a atenção está vinculada à mobilização do estudante com o conteúdo, o que depende da necessidade e do motivo para aprender algo (Leontiev, 2004; Davydov, 1988b; Sforni, 2015a). Observamos que algumas tarefas contavam com mais atenção dos alunos e outras menos.

Essa tarefa, por trazer elementos visuais, personagens virtuais, mobilizou os alunos para sua resolução. Pressupomos então que, podemos estimular o surgimento de motivos nos alunos com ações de ensino que os insira em plataformas digitais e talvez, ainda mais, com a utilização de aparatos tecnológicos, promovendo assim, estímulos para o desenvolvimento do pensamento deles.

Nesse sentido, Davydov (1988b), ao mencionar a questão da informatização nas escolas, mesmo em uma época em que a tecnologia digital não estava tão presente no cotidiano das pessoas, comentou que “o uso de computadores pode facilitar significativamente a resolução de tarefas de intensificação do processo de ensino e aprendizagem e de aumento do nível deste processo” (Davydov, 1988b, p.

17) e, complementamos, se acompanhado de tarefas que desafiem cognitivamente os estudantes pode gerar neles envolvimento com as tarefas escolares.

4.3.8. Episódio 8 – Um novo conceito: Linguagens de Programação

Em outras aulas, ensinamos um novo conceito científico da Ciência da Computação para os alunos. Trata-se das Linguagens de Programação, que estão inter-relacionadas com o conceito Algoritmo, visto que a transformação das instruções de um Algoritmo para um sistema computacional (desenvolvimento de um programa), só ocorre por meio de uma Linguagem de Programação. A intenção era a de que, por meio de tarefas de estudo, os alunos se apropriassem desse novo conceito, bem como compreendessem sua relação com o Algoritmo, em um sistema de conceitos.

Que ações de ensino poderiam ajudar as crianças a se apropriarem de conceitos tão abstratos? Sabíamos que não faria sentido para elas listarmos quais são as linguagens de programação mais usadas (Python, Java, C, PHP, Javascript etc.). Se os conceitos científicos existem para que possamos compreender os fenômenos da realidade objetiva, não basta sabermos que existem essas linguagens e nomeá-las, mas compreender por que foram criadas, como funcionam e em quais situações elas estão presentes. Por essa razão, as tarefas propostas inicialmente visavam fazer com que os estudantes percebessem a gênese desse tipo de linguagem, o que implica compreender a necessidade que levou os seres humanos a produzirem esse instrumento simbólico.

4.3.8.1. Cena 1 – Primeiro programa em linguagem de programação

Iniciamos o encontro com a proposição de um questionamento sobre as formas de comunicação entre as pessoas.

- Pesquisador: Como as pessoas conseguem se entender?
- Bia: Conversando;
- Yuri: Sendo amigas;
- Bru: Sendo gentis;

- Juli: Sendo educadas;
- Pesquisador: O que as pessoas utilizam para conversar?
- Yuri e Manu: Celular!
- Bru: A boca;
- Henri: A voz;
- Pesquisador: Mas e quando é pessoalmente?
- Bru e Bia: a boca!
- Pesquisador: E o que sai da nossa boca?
- Bru e Bia: Palavras, Voz...
- Pesquisador: E as palavras fazem parte do que?
- Yuri: Do paladar! (provocando risos na turma)
- Pesquisador: O paladar está ligado à percepção do sabor (comida, bebida...) Mas sobre as palavras, elas são em qual idioma?
- Juli, Mari e Edu: Português;
- Pesquisador: Então, o que nós, brasileiros, usamos para nos entender?
- Henri e Edu: Português!

Seguimos então dialogando sobre a importância do idioma, mas antes ainda, da linguagem, comentando sobre os conceitos da fala, dos signos e dos significados, na comunicação e no desenvolvimento humano (Luria, 1991; Vygotsky, 1991). Destacamos, ainda, que no mundo existem cerca de 7.000 idiomas, e que cada conjunto de pessoas que habitavam em comunidade se comunicava por meio de um mesmo idioma.

Dito isso, apresentamos aos alunos, o “cenário de hoje”: “Patrick é americano, não fala português e vai começar a trabalhar em uma empresa brasileira, amanhã. Ele é o único estrangeiro e precisa se comunicar com seus colegas de equipe, Marcinho e Felipe, que não sabem falar inglês. Como podemos ajudá-los a se comunicar?”. Pedimos então que refletissem sobre o cenário e anotassem suas respostas nos cadernos individuais. A maioria mencionou estudar a língua portuguesa ou a língua inglesa e usar o google tradutor. Também foi mencionada a possibilidade de uso de sinais na comunicação. Todos os alunos conseguiram esboçar modos de pessoas que não compreendem um mesmo idioma, se comunicarem.

Essa tarefa foi realizada visando destacar que a possibilidade da comunicação entre sujeitos existe quando se encontra uma forma de linguagem que seja comum entre eles, seja ela oral ou gestual. Esse foi o ponto de partida para chamar a atenção dos estudantes para a existência de uma forma de comunicação.

O uso da expressão “máquinas inteligentes” leva muitas pessoas a terem uma visão mágica acerca de seu funcionamento. A compreensão de que a máquina em si não tem inteligência e que tudo o que ela faz é programado pelo ser humano, este sim, dotado de inteligência a ponto de criá-la e programá-la, é possibilitada pelo conhecimento acerca da linguagem de programação. Saber que há uma linguagem por meio da qual o ser humano transfere seus comandos para a máquina, desmistifica ideias em torno da tecnologia digital e permite compreender os vários fenômenos acerca do funcionamento, das possibilidades e dos limites dessa tecnologia.

Mas, agora, cabe saber: como o ser humano se comunica com a máquina para ela realizar exatamente o que ele deseja? Ou seja, como as pessoas conseguem especificar as instruções para que as máquinas possam executá-las? E por meio dessas indagações, buscamos provocar o aparecimento de outras perguntas, como, por exemplo: De que forma ocorreu a comunicação entre ser humano e máquina, no primeiro computador? Ou, como foi feita a comunicação dos computadores para que fizessem muitos cálculos, como os que ajudaram o homem a ir para a lua?

Com esses questionamentos em pauta, separamos os alunos em grupos, e propusemos a “dúvida de hoje”: “Se é difícil fazer duas pessoas que não sabem o mesmo idioma conversarem, o que precisamos fazer para conseguir dizer ao computador o que ele deve fazer?”.

Solicitamos então que realizassem a leitura em voz alta sobre as soluções por eles apresentadas, grupo a grupo, obtendo as seguintes manifestações:

- Grupo 1 (Vini, Biel e Manu): Vídeos, inteligência artificial, Youtube, assistente pessoal.
- Grupo 2 (Yuri, Mari e Bru): Traduzir, pesquisar, assistente pessoal, vídeos, Youtube, Play Store, Facebook, Instagram.
- Grupo 3 (Edu, Henri e Juli): Programação, programar jogos, WhatsApp, Youtube e Google; Idioma é só ir na configuração e mudar.

- Grupo 4 (Nanda, Bia e Tati): Traduzir, ligar o computador, ver vídeo, Cortana, Google assistente, Siri, Alexa.

Pelas respostas dos alunos, a nossa impressão é a de que eles não compreenderam a essência da pergunta, talvez, porque a ideia de que a máquina faz o que é programado pelo ser humano para que ela realize, não faça parte ainda do entendimento deles. Nessa tarefa, eles pareceram entender o computador mais como uma ferramenta que emite comandos para que as pessoas os executem, do que uma ferramenta que antes foi programada e recebeu comandos de pessoas, compreendendo o **ser humano a reboque da máquina**.

Apesar de não termos realizado a explicação sobre a relação Algoritmos – Linguagem de Programação – Programas, o Grupo 3 mencionou a palavra programação, mas sem conseguir explicar seu significado quando indagados. Assim, voltamos a esclarecer, por meio de exemplos, o que seria essa comunicação do ser humano com o computador:

- Pesquisador: Quais seriam as instruções a serem dadas a um computador para ele somar dois números?
- Biel: Calcular;
- Henri: Calcular na calculadora;
- Pesquisador: Mas quais as instruções que deveríamos passar para o computador?
- Henri: Calcular na calculadora (disse pausadamente, reforçando a ideia dita anteriormente);
- Pesquisador: Mas como? O que devemos ter para somar dois números?
- Henri: Faça uma conta;
- Yuri: De mais (completou).

O que indicou que estavam pensando em como realizar essa operação de adição como fazem nas aulas de matemática, na lousa, por exemplo. Os demais alunos concordaram, dizendo para armar a “conta de mais”. Pedimos, então, como seria essa instrução e eles insistiram para “armar a conta”, até um deles dizer: “os

números” (Yuri). Alguns deles falaram alguns numerais aleatoriamente, mas dissemos que as instruções deveriam servir para quaisquer números:

- Pesquisador: Se é para quaisquer números, qual seria a primeira instrução?
- Alunos: Um número, colocar um número;
- Pesquisador: E a segunda instrução?
- Mari, Bia e Edu: Colocar um número embaixo;
- Henri, Bia e Nanda: Colocar o sinal professor;
- Yuri: Colocar o traço embaixo;
- Pesquisador: E o próximo passo?
- Nanda, Bia e Mari: Depois resolver.

Ou seja, todos ainda apresentando instruções para alguém que fosse realizar uma conta de adição, e não instruir um computador. Na sequência, escrevemos as instruções deles, no quadro, e as seguimos, mostrando que seria possível de, por meio delas, efetuar uma soma. Embora tivessem criado as instruções para a tarefa, os alunos estavam estruturando os passos para realizar uma soma, no formato que resolviam operações de adição, em sala de aula. Explicamos então que, seguindo essas instruções, nós, pessoas, conseguiríamos resolver esse problema. Ilustramos outras possibilidades de redigir as instruções (algoritmo) para realizar a soma de dois números, em duas versões, conforme Figura 23.

Figura 23 – Algoritmos para somar dois números

1. Escreva um número	1. Escreva um número
2. Escreva um número	2. Escreva mais um número
3. Some	3. Some os dois números
4. Mostre o resultado	4. Mostre o resultado da soma entre os dois números

Fonte: Elaboração própria.

Explicamos que, essa forma de escrevermos as instruções são compreendidas por pessoas fluentes na língua portuguesa, havendo mais de uma forma de propor instruções, ou seja, diferentes algoritmos que podem solucionar

uma mesma tarefa. Relembramos as primeiras atividades em que criamos instruções, tais como a receita de bolo, trocar uma lâmpada, entre outras.

Este modo de nos comunicarmos e criar um algoritmo é chamado de Descrição Narrativa, e apenas conhecendo o idioma, conseguimos propor as instruções que explicitam o que deve ser realizado para solucionar uma tarefa. Em outras palavras, não precisamos aprender nenhum conceito novo, porque usamos a língua portuguesa para informar os passos que devem ser seguidos. Em contrapartida, temos a questão relacionada às possibilidades de várias interpretações sob um mesmo conjunto de instruções, ou por não conseguirmos nos expressar adequadamente ao escrevermos instruções para resolver um problema.

Sobre a necessidade de padronizarmos a forma de comunicação, podemos ter compreensões distintas sobre, por exemplo, as grandezas dos objetos. Em outras palavras, as instruções precisam ser objetivas, não podemos lidar com percepções e sentidos pessoais, mas com significados socialmente estabelecidos e, dessa maneira, as instruções seriam iguais entre aquele que a recebe e aquele que a propõe. Com esses pontos, questionamos:

- Pesquisador: Mas será que o computador consegue compreender essa forma de expressarmos as instruções para uma tarefa?
- Bia: Não. O computador não entende nossa voz (referindo-se à nossa língua).

Fizemos a leitura, em voz alta, das instruções do exemplo anterior, nos posicionado em frente à tela do computador. Nada aconteceu, obviamente, pois, apesar de termos a possibilidade de realizar comandos por voz, essa funcionalidade precisa ter sido programada para tal.

Escrevemos, então, as instruções do exemplo em um arquivo do bloco de notas, questionando os alunos: Como pedir para o computador seguir essas instruções? Pergunta essa que não foi respondida. Explicamos que precisaríamos aprender a língua que o computador fala, e os questionamos:

- Pesquisador: Qual a língua que o computador entende?
- Bia: Espanhol, inglês;

- Mari: Inglês;
- Bru: Português;
- Pesquisador: Como podemos passar as instruções para o computador?
- Edu: Programação!

Lembramos que o próprio grupo do Edu havia se referido a possibilidade de o computador fazer programação e destacamos que, seria realmente por meio da programação, ou seja, por meio de linguagens próprias, linguagens de programação.

Explicamos que existem várias dessas linguagens, criadas por pessoas da área da Computação e que é por meio delas que todos os programas, sistemas e aplicativos são criados. Em outras palavras, explicamos que as linguagens de programação seriam a forma pela qual, traduziríamos nossos algoritmos para uma “língua” que o computador conseguisse entender e, conseqüentemente, a forma com que poderíamos criar os programas de computador. Nesse momento, focamos em destacar linguagens de programação inteligíveis aos homens, não nos atendo a pormenores, como linguagem de máquina (realmente inteligível pelos computadores). Relembramos sobre os aplicativos que eles conheciam, reforçando que todos foram criados por meio de linguagens de programação.

Na sequência, apresentamos exemplos de nomes de linguagens de programação, momento em que algumas delas chamaram atenção em decorrência dos nomes, como Perl, C++. Prosseguimos dialogando: “O computador entende essas linguagens, mas vocês, entendem Python, Java?”, obtendo resposta negativa de toda a turma. Dois alunos se manifestaram: “eu sei português” (Bia), “programar em português” (Henri). Continuamos:

- Pesquisador: Qual dessas é a linguagem mais fácil? Ou qual seria a língua mais fácil para nós, pessoas?
- Bia: A língua portuguesa.
- Edu: Nenhuma das linguagens mostradas são fáceis porque não sabemos nenhuma.

Todos concordaram que o português seria o mais fácil para toda a turma, mas dissemos que a maioria das linguagens de programação tinha suas instruções

escritas no idioma inglês e perguntamos se eles conheciam a língua inglesa, com a negativa instantânea de vários deles (Bia, Edu, Nanda), e alguns comentários “nós fazemos inglês, mas não sabemos muito” (Henri), “nós fazemos, mas só passa texto” (Nanda, Bia), mencionando as oficinas de língua estrangeira.

Dissemos que havia possibilidade de outros tipos de linguagens de programação, que não precisariam da língua inglesa, nesse momento, citando o Pseudocódigo e a programação em Blocos. Ilustramos, o exemplo do algoritmo para somar dois números, anteriormente apresentado, em forma de Descrição Narrativa, representado em Pseudocódigo e em Blocos, conforme Figura 24.

Figura 24 – Algoritmo para somar dois números em pseudocódigo e em blocos

• **Pseudocódigo:**

```

algoritmo "Soma dois números"
var
    numero1, numero2, resultado : numérico
inicio
    escreva("Digite o primeiro número: ")
    leia(numero1)
    escreva("Digite o segundo número: ")
    leia(numero2)
    resultado <- numero1 + numero2
    escreva("A soma dos dois números é:", resultado)
fimalgoritmo

```

• **Blocos:**



Fonte: Elaboração própria.

Além de ilustrarmos os algoritmos por meio de apresentação em tela de projeção, os codificamos e executamos em seus respectivos programas, VisualG¹⁹ e

¹⁹ Programa para criar e executar algoritmos por meio de pseudocódigos. Disponível em: <https://visualg3.com.br/>. Acesso em: 17 ago. 2022.

Scratch²⁰. Algumas dúvidas geradas, por exemplo, no questionamento de um aluno (Edu) sobre o que seria o “var”, relacionando ao dispositivo utilizado no futebol, o VAR (*Video Assistant Referee*), que foi prontamente esclarecido sobre a diferença entre o “VAR” e o “var” da representação em pseudocódigo, que significa a declaração das variáveis no programa VisualG.

Explicamos a estrutura geral das duas formas de se codificar os programas nessas duas linguagens, realizando a soma de dois números, executando-os diversas vezes, recebendo números distintos, que iam sendo falados pelos alunos. Nesse momento, percebemos que, pareciam estar compreendendo o que significava “falar com o computador”, ou seja, fazer com que o computador realizasse uma tarefa seguindo nossas instruções ou, dito de outro modo, realizar a programação. O entendimento de que seria necessário um **ser humano movimentando a máquina** para que o programa funcionasse foi algo proporcionado aos alunos nesse instante.

Novamente, a condução do diálogo pelo professor, colocando os alunos em processo de pensamento foi uma ação essencial para que eles pudessem alcançar a compreensão desejada. Além do diálogo, consideramos que uma aproximação gradativa a linguagens e modos de ação específicos da Computação, colaborou para a apropriação dos conceitos computacionais. Nesse caso, transformar as instruções que inicialmente estavam em modo dissertativo, apesar de já ordenadas, para situações em um contexto computacional, por meio dos pseudocódigos e dos blocos, demonstrou ser uma ação de ensino importante para que os alunos compreendessem formatos de linguagens computacionais, colaborando para a apropriação conceitual.

4.3.8.2. Cena 2 – Enfim programar!

A relação entre os conceitos de Algoritmo e Linguagens de Programação parecia estar se articulando ao conceito de Programação. Como foi o primeiro contato com esse novo conceito, explicamos outros algoritmos, codificados nas três formas, Descrição Narrativa, Pseudocódigo e Blocos. A Figura 25 ilustra as três possibilidades.

²⁰ Plataforma que permite criar e executar algoritmos por meio da programação por Blocos. Disponível em: <https://scratch.mit.edu/>. Acesso em: 17 ago. 2022.

Figura 25 – Algoritmo para receber o nome, sobrenome e idade de uma pessoa

• Descrição Narrativa	• Pseudocódigo	• Blocos
<ol style="list-style-type: none"> 1. Digite seu nome 2. Digite seu sobrenome 3. Digite sua idade 4. Mostre na tela o nome digitado 5. Mostre na tela o sobrenome digitado 6. Mostre na tela a idade digitada 	<pre> algoritmo "dados pessoais" var nome, sobrenome: <u>caractere</u> idade: <u>numerico</u> inicio escreva("Digite seu nome: ") leia(nome) escreva("Digite seu sobrenome: ") leia(sobrenome) escreva("Digite sua idade: ") leia(idade) escreval(nome) escreval(sobrenome) escreval(idade) fimalgoritmo </pre>	

Fonte: Elaboração própria.

Executamos o algoritmo escrito por meio de Descrição Narrativa, solicitando nome, sobrenome e idade dos alunos, escrevendo os resultados no quadro e mostrando que o algoritmo apresentava as instruções adequadas para resolver a tarefa de receber e mostrar as informações referentes ao nome, sobrenome e idade de uma pessoa.

Procedemos do mesmo modo para os algoritmos escritos por meio do Pseudocódigo e em Blocos, executando-os várias vezes em seus respectivos programas, de acordo com os dados provenientes dos alunos. O uso de três formas de representação de algoritmo visou levar os estudantes a perceberem que há diferentes linguagens para registrar um algoritmo e todas têm a mesma finalidade. Essa ação permitiu uma aproximação gradativa à linguagem de programação, que pela sua complexidade, poderia não ser compreendida pelos estudantes. Partir de uma linguagem mais conhecida e usual no cotidiano para ir se aproximando da nova linguagem foi uma ação que parece ter favorecido o entendimento dos estudantes sobre esse conteúdo.

Na sequência, propusemos o “cenário de hoje”, a ser resolvido de maneira diferente do habitual, por meio da proposição de instruções em linguagem de programação por blocos, para solucionar subtarefas em uma plataforma online, a Code.org²¹. Trata-se de uma ferramenta que oferece cursos na área da Computação, visando expandir o acesso à Ciência da Computação, nas escolas.

²¹ Code.org® é uma organização sem fins lucrativos dedicada a expansão do acesso à ciência da computação em escolas e ao aumento da participação de jovens mulheres e estudantes de grupos minoritários. Disponível em: <https://code.org/>. Acesso em 17 ago. 2022.

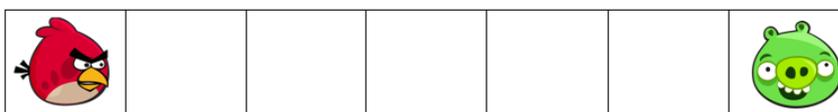
Nessa plataforma, selecionamos um curso voltado ao ensino de algoritmos por meio da construção da programação por meio de Blocos.

Verificamos, por meio de novas tarefas de estudo, se os alunos conseguiriam se apropriar do novo conceito ensinado, as Linguagens de Programação, ou seja, se com a realização de tarefas semelhantes, conseguiriam avançar em suas formas de generalização em direção ao pensamento por conceito. Cabe ressaltar que, conforme exposto por Elkonin (2019a), as ações, são atestadas por meio da realização de tarefas de estudo semelhantes à tarefa proposta como situação problema inicial e, com isso, pode-se estabelecer um modo geral de ação do aluno, que requer o pensamento dele mediado pelo conceito científico em estudo.

Antes de apresentar a plataforma aos alunos, explicamos como seria o cenário da tarefa, em que eles teriam que resolver desafios, oferecendo possibilidades por meio de instruções, com trajetos a serem percorridos por personagens. A Figura 26 mostra os personagens e um trajeto simples.

Figura 26 – “Cenário de hoje” com personagens da plataforma Code.org

- Como ajudar o pássaro chegar até o porco?



Fonte: Elaboração própria.

Ao apresentarmos o “cenário de hoje”, esclarecemos que o propósito, em cada subtarefa ou nível, era de levar o pássaro, por meio dos caminhos possíveis, até o porco. As imagens do pássaro e do porco são representações do jogo eletrônico Angry Birds²², utilizadas pelo Code.org para estimular o interesse das pessoas, especialmente, do público infantil. Explicamos ainda, o formato das instruções a serem utilizadas para a criação das soluções, comparando ao formato da proposta do “cenário de hoje”, do encontro relatado no episódio 7. Ao invés de setas indicando a direção a seguir em um tabuleiro, os alunos deveriam utilizar

²² Jogo eletrônico de quebra-cabeça. Disponível em: <https://www.angrybirds.com/>. Acesso em: 17 ago. 2022.

blocos representando o direcionamento a ser seguido. Como exemplo, exibimos instruções do jogo, como pode ser observado na Figura 27.

A Figura 27 – (a), mostra a comparação do formato das instruções por meio de setas e com os blocos. Duas setas apontando para a direita fariam o pássaro se deslocar duas casas para a direita no tabuleiro, o que agora, deveria ser representado por meio de dois blocos “avance”, posicionados sequencialmente, a partir do bloco “quando executar”, que inicia a execução das instruções.



Fonte: Adaptado de Plataforma Code.Org (Code.org, 2021).

Instruções novas, não existentes no cenário apresentado no episódio 7, foram inseridas, a saber: “vire à direita” e “vire à esquerda”; com os respectivos blocos a serem utilizados para realizar tais ações (Figura 27 – (b) e (c)). A resolução de uma subtarefa também foi ilustrada aos alunos, representando instruções com setas e suas equivalências em blocos (Figura 27 – (d)).

Depois de expor aos alunos a forma da proposição das instruções e da execução do jogo, comentamos sobre o equipamento a ser utilizado para a realização dessa tarefa, os tablets. Destacamos as configurações, formas de ligar e manusear o equipamento, e os cuidados necessários com ele, visto que não era habitual a utilização desses equipamentos nas aulas de outras matérias na escola. Observamos que os alunos ficaram entusiasmados para utilizar os tablets, o que culminou em uma maior mobilização para realizar as tarefas com os equipamentos.

De posse dos tablets, mostramos aos alunos a forma de acesso ao jogo, por meio de um QRCode²³, o qual, deixamos ilustrado na tela de projeção. Todos os alunos, de posse do tablet, acessaram o jogo, e iniciaram a solução das 13 subtarefas ou níveis dispostos na primeira lição do jogo, nomeada “Programando com Angry Birds”, na plataforma. O jogo dispõe 28 lições e apresenta muitas informações para quem o acessa, desde seu objetivo, a forma de jogabilidade, além de dicas de programação, apresentadas no decorrer da proposição das soluções.

Um fator interessante nesse jogo é quanto às possibilidades da ilustração do código feito por meio de blocos, poder ser exibido em uma linguagem de programação, JavaScript, que segundo informações da própria plataforma, trata-se de uma das linguagens mais utilizadas em todo o mundo. A guisa de exemplificação, ilustramos, na Figura 28, o código do primeiro nível (fase), solucionado por meio de blocos e sua correspondente programação na linguagem JavaScript.

Figura 28 – Códigos em blocos (a) e em linguagem JavaScript (b)



Fonte: Plataforma Code.org (Code.org, 2021).

Acompanhamos todos os alunos na resolução de cada nível da primeira lição, destacando a importância de estarem atentos em todas as informações fornecidas pelo jogo, prestando auxílio a eles, apenas quando todas as possibilidades de amparo pelo jogo estivessem sido esgotadas, visando oportunizar o desenvolvimento da autonomia dos alunos. Notamos que, alguns alunos tiveram mais facilidade na realização das subtarefas, chegando, neste encontro, até ao nível 12 dos 13 possíveis da primeira lição do jogo.

Observamos, também, que alunos (Edu e Biel) se dispuseram a auxiliar os colegas que estavam com dificuldade em algum nível, o que tentamos evitar, ao menos nesse primeiro instante de contato dos alunos com a programação em

²³ Espécie de código de barras que, ao ser escaneado pela câmera de um equipamento, apresenta a possibilidade de acessar um link da internet ou aplicativo.

blocos, visto que na ajuda o aluno realizava a ação pelo colega ao invés de orientá-lo na compreensão do que fazer. Apesar do pouco tempo desse primeiro contato com os tablets e com o jogo (programação em blocos), os alunos tiveram, de maneira geral, um bom desempenho na primeira interação com essa linguagem de programação.

Algo que surpreendeu foi a atenção e concentração dos alunos ao realizarem essas tarefas com o tablet, mantendo-se focados. Ou seja, as ações de ensino propostas, seguindo um percurso diante das tarefas apresentadas, em sequência, mobilizou os alunos, possibilitando avançarem adequadamente pelos níveis na plataforma, colocando em movimento o pensamento deles, em função da apropriação dos conceitos teóricos ensinados: Algoritmo e Linguagens de Programação. A Figura 29 ilustra os alunos utilizando o equipamento e realizando tarefas na plataforma.

Figura 29 – Alunos programando com os tablets



Fonte: Elaboração própria.

Desse modo, conseguimos proporcionar aos alunos, um novo conceito, o de Linguagens de Programação, permitindo que, por meio das tarefas, tivessem o primeiro contato com programação, pela proposição de soluções na plataforma. A mobilização dos alunos foi um fator que chamou atenção, visto que, durante a resolução dos desafios, todos eles se mantiveram concentrados e empenhados nas tarefas.

Observamos que os alunos compreenderam que o computador realiza ações que são programadas pelos seres humanos, mas que essa instrução não deve ser dada oralmente, mas utilizando-se de uma linguagem própria. Ou seja, houve uma transição no nível de compreensão e pensamento dos alunos, que passaram a compreender a necessidade do **ser humano movimentar a máquina**.

Notamos ainda indicativos da formação de um modo geral de ação, pelos alunos, frente às tarefas de estudo realizadas na plataforma digital e por meio das dinâmicas em grupo. Apesar de ser possível o ensino de Computação de maneira desplugada, o uso de equipamentos digitais gera nos alunos um interesse maior.

4.3.9. Episódio 9 – Relação entre Algoritmos e Linguagens de Programação

Com as tarefas propostas no encontro e relatadas neste episódio, esperávamos acompanhar o movimento de compreensão dos alunos quanto à relação entre os conceitos teóricos (Algoritmo e Linguagens de Programação), possibilitada pelas ações de ensino junto a utilização de aparatos tecnológicos, como os tablets e as plataformas digitais. Propusemos aos alunos a “dúvida do professor”:

1. Como vocês estão programando com os tablets? Está sendo fácil? Que linguagem estão usando?
2. Por que é importante seguir as instruções corretamente?

Essas questões tiveram o propósito de dirigir a atenção dos alunos para a ação que realizavam, visando a tomada de consciência de um modo geral de ação que estava presente no ato de programar. Não bastava realizar a tarefa de modo correto, mas de dominar o processo, pois conforme apontado por Sforni (2004, p. 134), “passar da ação sobre o objeto para a consciência da própria ação é o que permite o avanço de um problema prático para um problema de aprendizagem”.

No caso específico, não se tratava de programar de modo adequado o percurso do pássaro ao porco, esse seria um problema prático, no entanto, o problema de aprendizagem seria o de como criar instruções que pudessem ser compreendidas tanto por quem cria, como por quem tem acesso ao programa feito, ou seja, os passos de um algoritmo implementado por meio de uma linguagem

compreendida pela máquina (plataforma), é esse conhecimento geral que se espera com a realização da tarefa.

Ainda como sinalizado pela autora, os alunos podem estar com a atenção voltada para o aspecto externo da tarefa, como a especificidade dos animais ilustrados, não sendo percebidos os elementos de generalização, cabendo ao professor, a tarefa de direcionar a atenção do aluno (Sforni, 2004). Em poucos minutos, os alunos responderam às perguntas:

- (Manu) 1) Usando os blocos, juntando um ao outro; a fase 8 é mais difícil; programação por blocos; 2) é importante colocar certo porquê pode bater, pode fazer errado e para não bater a cabeça, os blocos são importantes para conseguir fazer.
- (Mari) 1) Usando blocos, juntando um ao outro, levamos o pássaro ao porquinho, algumas fases são difíceis; seguindo a sequência certa; 2) para não fazer errado, bater a cabeça, entrar em caixa, para dar certo e não nos darmos mal, e sim der certo e passar de fase.
- (Edu) 1) A ajuda dos blocos avance e das dicas; 2) é importante para não errar, bater e perder.
- (Henri) 1) Usando a inteligência e os blocos; fácil; 2) é importante uma sequência certa, senão bate.
- (Bia) 1) Eu estou montando os blocos, usando inteligência e português; é muito fácil até agora, não sei hoje; 2) para não errar pra não bater, é tipo fazer um bolo, tem que seguir as regras.
- (Vini) 1) Sim; 2) avance em blocos.
- (Juli) 1) Eu estou programando o jogo, assim eu pego o bloco e vou juntando, mas estou usando a cabeça também; 2) bom, para mim é importante porque se não vai errar e não vai passar de fase.
- (Bru) 1) Pela cabeça e pelos blocos, e a linguagem do jogo é português, e as fases são meio difíceis, pesadinho a fase 13 meio difícil; 2) porque os blocos são importantes e mais fáceis, os blocos para nós ajudaram a jogar mais.

- (Isa) 1) Eu estou usando a inteligência; algumas são difíceis e outras fáceis, fáceis; eu estou usando programação por blocos; 2) para não errar nada, porque senão daria errado.
- (Biel) 1) Bloco, fácil; 2) para não errar.

Observamos que, a maioria dos alunos especificou a programação por blocos, declarando a necessidade de seguir as instruções e regras ou a sequência correta para não cometer erros. Acabaram relacionando as perguntas diretamente à execução da plataforma online, afirmando, por exemplo, que se errassem, bateriam a cabeça (pássaro na parede) e não passariam de fase. Ou seja, nesses casos a atenção dos alunos estava voltada mais para o problema prático, específico, do que para a aprendizagem de um modo geral de ação que está na base da programação. Comentaram ainda que, de maneira geral, a resolução das fases estaria descomplicada, sendo resolvidas facilmente.

Constatamos indícios de generalização quando Bia relacionou tarefas realizadas nos encontros iniciais à utilização de algoritmos (“fazer um bolo, seguir as regras”), mostrando a inter-relação delas. Henri, Bia e Isa ao mencionarem que estão usando a inteligência, e Juli e Bru ao afirmarem que estão usando a cabeça revelaram uma mudança na forma de ver a relação ser humano – equipamentos de tecnologia digital, reconhecimento que a inteligência não está neles, de modo mágico, mas no ser humano que os programa, tendo o **ser humano movimentando a máquina**.

Na sequência, entregamos os tablets aos alunos, que prontamente retomaram a programação nas lições e níveis que haviam interrompido. Conforme avançavam, se deparavam com novidades quanto às possibilidades de utilização de blocos. Um dos alunos (Edu), ao chegar à terceira lição, exclamou que havia um novo bloco disponível: “olha professor, você tem que colocar o ‘colete’ para ela coletar os diamantes”, se referindo a função desse novo bloco.

Com o avanço nas lições, o grau de dificuldade dos níveis foi aumentando. Em um dos níveis, ao não conseguir durante algumas tentativas, Henri disse que seu tablet estava com vírus, mas, ao verificarmos era apenas erro em sua codificação. Ouvimos ainda lamentação de Manu: “se você cair dentro do lago, te joga no lixo”, o que gerou risos dos demais alunos. Essa aluna apresentava dificuldades relacionadas a posicionamento (virar à direita e virar à esquerda) e

perguntava como era a forma correta. Dissemos para ela analisar o enunciado como um todo, com foco nas propriedades essenciais, dividindo a tarefa em subtarefas (caso ajudasse), observando similaridades entre as tarefas anteriores, para então codificar, testar e avaliar sua proposta de resolução. Ou seja, implicitamente apontamos todas as habilidades do pensamento computacional, que deveriam ser colocadas em uso para a realização da tarefa, respectivamente, Análise, Abstração, Decomposição, Reconhecimento de Padrões, Algoritmo, Teste e Avaliação, mesmo não informando aos alunos que as habilidades de pensamento que deveriam estar em curso seriam habilidades do pensamento computacional.

Notamos grande mobilização dos alunos, que estavam concentrados em suas tarefas, havendo manifestações apenas quando encontravam dificuldade em algum dos níveis. Como essa atividade era realizada de modo individual, foi comum o questionamento entre eles sobre qual lição e nível se encontravam, assemelhando a um tipo de competição, que inexistia nessa tarefa.

No nível sete, da terceira lição, com a limitação na quantidade de blocos a serem utilizados, alguns alunos não conseguiram avançar, solicitando ajuda de colegas, os quais prontamente auxiliavam, propondo alternativas quanto à organização das instruções, conseguindo então avançar. Notamos que essa ajuda tinha um caráter mais operacional, no intuito de realizar a tarefa para o colega e não de orientá-lo em como proceder. Ou seja, na ajuda do colega a ênfase não estava na orientação acerca do modo geral de ação, mas da resolução pontual da tarefa.

Edu informou sobre a possibilidade de alteração em um mesmo bloco, o “avance”, ser modificado para “mover para trás”. Manu, na execução de um nível da lição três, estava posicionando o bloco coletar antes mesmo de avançar, ou seja, com instruções fora da sequência. Ela solicitou nossa ajuda, e explicamos sobre a importância de os blocos estarem na sequência correta, de maneira ordenada, pois de modo incorreto, não conseguiria realizar as ações necessárias, não procedendo no avanço das fases.

Ao final do encontro, verificamos o desempenho dos alunos, constatando que um deles chegou até a lição quatro (Biel), com os demais alcançando a lição três do jogo, que compreende, ao total 28 lições.

Tivemos, nesse episódio, a constatação de que há maior mobilização dos estudantes para a aprendizagem quando utilizamos tecnologias na realização de tarefas. O espírito de competição gerado entre os alunos também teve um papel

importante entre eles, mesmo que não estimulado pelo pesquisador, visto que não estava em nosso foco analisarmos o quão rapidamente conseguiriam avançar nos desafios da plataforma, mas sim, em como assimilam os conceitos teóricos e compreendem a relação entre eles, durante a realização das tarefas.

Por outro lado, apesar da ideia de competição ter mobilizado a ação deles, também se fez presente um espírito colaborativo entre os alunos, na oferta de ajuda aos colegas que encontravam dificuldade em alguma etapa. Todavia, como a tarefa não foi organizada de modo coletivo, com ações compartilhadas, o modo de colaboração não possibilitava o avanço na compreensão daquele que precisava de ajuda, mas substituía a sua ação.

4.3.10. Episódio 10 – Organizando as informações, o conceito de Banco de Dados

As tarefas propostas no encontro e relatadas neste episódio, tiveram o propósito de acompanhar a apropriação pelos alunos de conceitos de Banco de Dados. Buscamos levar os estudantes à reflexão sobre como era realizada a organização das informações sem o advento desses conceitos e dos aparatos tecnológicos, para que, na sequência, compreendessem formas de organização adequada para armazenamento e busca de informações, em plataformas digitais.

Iniciamos o encontro propondo a “dúvida de hoje” aos alunos, divididos em grupos: “Como podemos descobrir o significado de uma palavra que não conhecemos sem o uso de computadores, tablets ou celulares?” Após alguns instantes de análise intragrupo, obtivemos as seguintes respostas:

- Grupo 1 (Juli, Mari e Tati): Dicionário, pesquisa por livros, biblioteca, rádio, revista.
- Grupo 2 (Edu, Biel, Manu): Dicionário, livro sobre computação e pensando.
- Grupo 3 (Bru e Vini): Dicionário, jornal, nossa cabeça, livro, pensando e raciocinando.
- Grupo 4 (Bia, Henri, Isa): Dicionário, biblioteca.
- Grupo 5 (Yuri, Gabi, Rafa): Com livros, dicionário, pela nossa inteligência.

Constatamos que dicionário foi uma palavra presente nas respostas de todos os grupos e nos interessamos em saber em quais situações fazem uso desse artefato. Descobrimos, por meio do relato deles, que, no ano anterior, a turma havia realizado, em sala de aula, uma busca por palavras no dicionário.

Propusemos então uma tarefa de pesquisa sobre o significado de algumas palavras em dicionários físicos, visto que nem todos os alunos haviam participado da atividade realizada no ano anterior. Todos os grupos conseguiram buscar e encontrar os significados das palavras elencadas, porém, com certa dificuldade por não seguir uma sequência lógica na busca de cada palavra, de acordo com a ordenação alfabética das letras. Tal sequência foi explicada a todos pelo pesquisador, afirmando que deveriam procurar seguindo a ordem em que estavam posicionadas cada letra na palavra. Mesmo assim, continuaram a ter dificuldade nas buscas.

Após esse momento, propusemos o “cenário de hoje” para que respondessem ainda em grupo: “Em uma sala de aula, a professora Ana pergunta o significado das palavras: “inquinado”, “amainado” e “alarido”. Como podemos ajudar a professora?”. Sem a restrição quanto ao uso de equipamentos eletrônicos, todos os grupos mencionaram a possibilidade da utilização de celulares e computadores, internet (sites), redes sociais e o Google.

Na sequência, realizamos algumas buscas no Google, por palavras diferentes, pela previsão do tempo, pela tabela de jogos da copa do mundo, entre outros. Nesse momento, um dos alunos (Tati) fez uma pergunta ao pesquisador: “professor, quantos anos você tem?”, que foi respondido: “alguns” gerando risos na turma. Isso fez com que outros alunos começassem a exclamar em voz alta algumas possíveis idades: 25, 26, 21, 30, 28, entre outros.

Aproveitamos então essa situação e pesquisamos no navegador por “idade do professor Beleti”, que obviamente não retornou nenhum resultado assertivo. Pesquisamos por “idade do professor Carlos Roberto Beleti Junior”, que também não retornou um resultado correto. Perguntamos sobre documentos pessoais (CPF e RG), telefone, placas de carros, entre outros dados pessoais, o que fez eles pensarem a respeito das informações pessoais disponíveis na rede. Questionamos então o que poderia ser encontrado na internet e o que não poderia ser localizado.

Sobre a pergunta referente ao que podemos encontrar, os alunos apontaram verbalmente algumas informações, como endereço de lugares, previsão do tempo,

vídeos, entre outros, mas, na pergunta sobre o que não encontramos, citaram apenas o que havíamos proferido anteriormente, referente às informações pessoais. Propusemos então a “dúvida do professor”, a ser respondida de maneira individual em seus cadernos:

- 1) Como a Internet consegue armazenar tantas palavras, informações e conceitos?
- 2) O que conseguimos encontrar na internet?
- 3) O que não é possível encontrar na internet?

E obtivemos as seguintes respostas:

- (Henri) 1) Memória, banco de dados; 2) tudo que quiser, infinitas possibilidades; 3) não conseguimos achar idade de outras pessoas, a placa do carro de nossos parentes.
- (Manu) 1) Porque a internet tem armazenamento infinito; 2) previsão do tempo, como fazer bolo, vídeos; 3) não dá para encontrar minha idade.
- (Mari) 1) Inteligência para armazenar todas as coisas, sempre sendo atualizado com memória, mesmo que você apague, ela estará salva em algum lugar que a gente não sabe, no algoritmo; 2) placar de jogos, vídeos, casos criminais, filmes, séries, receitas, fotos, respostas e jogos; 3) CPF, RG, idade, pessoas, conta.
- (Bru) 1) Porque ela é tipo um guardador de palavra que guarda tudo que escrevemos e fica copiado, se a gente pesquisar uma palavra estranha vai aparecer o significado, ela tem muita memória e é por isso que ela guarda tudo; 2) tudo porque é uma internet e também pode falar todas as respostas de todas as palavras que você não sabe; 3) Não conseguimos encontrar nossos nomes, nome dos nossos pais, sua foto e galeria, seus contatos e documentos, CPF.
- (Juli) 1) Com o uso de memória, que sempre que você pesquisa algo fica salvo na memória e só sai se você apagar o histórico, mas se não apagar vai ficar sempre lá acumulado; 2) várias coisas que a gente não sabe,

achar vídeos, coisas úteis; 3) não conseguimos achar a idade e os dados pessoais das pessoas.

- (Biel) 1) Memória e banco de dados; 2) jogo, comida, vídeos, filmes; 3) idade, eu no futuro e passado, CPF, nome, dados pessoais.
- (Gabi) 1) Consegue armazenar com memória, organizando as palavras que são importantes e as que não são tão importantes, e um banco de dados; 2) conseguimos achar a previsão do tempo, jogos diferentes, receitas e aplicativos de compra; 3) não consegue achar besteira e também não consegue achar nome e CPF.
- (Bia) 1) Pela memória; 2) mapas, vídeos, previsão do tempo, fotos etc.; 3) telefones, dados e idade das pessoas.

A maioria dos alunos mencionou a impossibilidade de encontrarmos informações sobre dados pessoais na internet, porém, explicamos que, isso é dependente de como as pessoas expõem ou não suas informações. Por exemplo, a idade do pesquisador não foi encontrada pois foi uma informação oculta ou privada em suas redes sociais. Para pessoas públicas, como políticos, artistas, cientistas etc., geralmente, informações sobre alguns dados pessoais estão disponíveis em sites, mesmo não tendo sido compartilhado por elas, devido à exposição delas na mídia. Reforçamos, por fim, sobre a importância de protegermos nossas informações pessoais.

Notamos, ainda, nos registros dos alunos, termos relacionados às suas experiências pessoais e a palavras recém proferidas pelo pesquisador durante os diálogos, sem que tivessem conhecimento sobre os significados delas. O que diferiu de outros instantes, foi a menção, por alguns deles, dos termos “banco de dados” e “memória”, dois conceitos computacionais. Os questionamos então sobre o significado das palavras, com apontamentos deles referentes a guardar ou armazenar informações.

Não havíamos proferido o significado dessas palavras, apenas foram mencionadas durante os diálogos e os alunos realizaram associação com a temática. Ou seja, mesmo sem saber o significado de palavras desconhecidas, até então, presumiram que poderiam estar relacionadas à temática em discussão. O que pode ser um fator interessante no desenvolvimento do pensamento dos alunos, visto que, conforme apontado por Luria (1991), a maneira como as palavras são

associadas pela criança está relacionada ao processo de assimilação da linguagem do adulto, mesmo que ela ainda não domine necessariamente o significado material da palavra.

Apesar dessa significação de palavras por alguns alunos, observamos que outros (Henri e Manu) tinham um pensamento difuso, ao mencionar, respectivamente, “infinitas possibilidades” se referindo ao que seria possível encontrar na internet, e “armazenamento infinito” sobre a possibilidade da rede. Henri ainda foi contraditório, pois disse que seria possível encontrar tudo e também que não seria possível localizar idade e placas de carros. O mesmo pode ser observado nas respostas de Bru, também evidenciando essa contradição.

Na sequência, propusemos o primeiro “desafio do dia”, por meio de uma atividade relacionada ao conceito de Banco de Dados, adaptada de Berardi *et al.* (2019). Inicialmente, os alunos deveriam responder sim ou não para algumas perguntas: “Você gosta de jogar futebol?”, “Você tem tablet?”, “Você conhece a cidade de Londrina?”. Anotamos então as respostas dos alunos no quadro, para que embasassem dois novos questionamentos: 1) “Quantas meninas não gostam de futebol, têm tablet e não conhecem Londrina?” 2) “Quantos meninos gostam de futebol, não têm tablet e conhecem Londrina?”

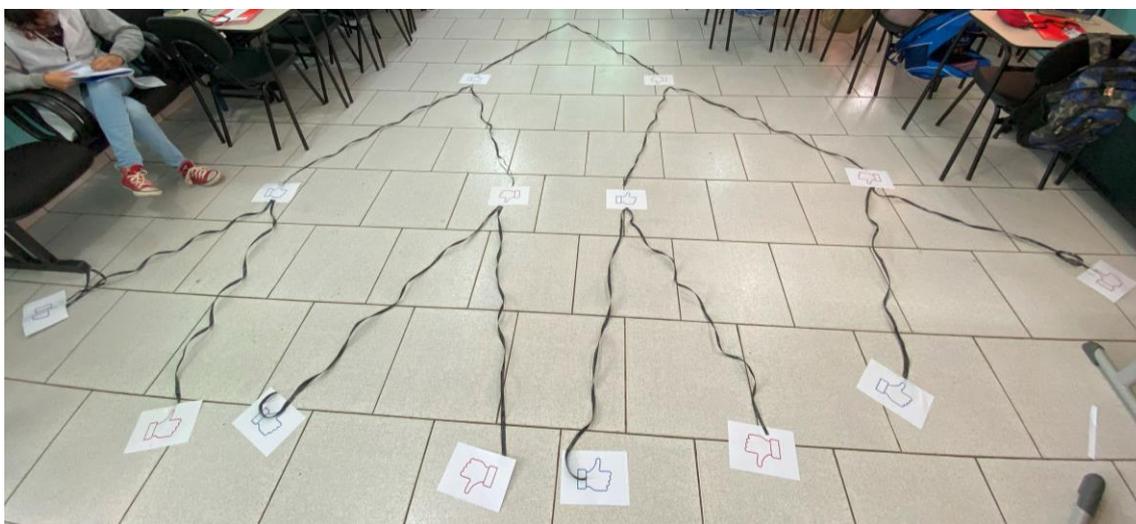
Com isso, fizemos os alunos analisarem e realizarem associações de lógica computacional visando responder as perguntas adequadamente. Eles escreveram em seus cadernos individuais as respostas parciais para as perguntas, por exemplo: três meninas gostam de futebol, duas tem tablet e três conhecem Londrina. Ou seja, não conseguiram responder à pergunta completamente, não considerando os três termos da sentença de cada questão.

Aproveitamos esse instante para discutir a importância da interpretação de toda a frase (habilidade de análise), considerando a pontuação (vírgula) e a conjunção aditiva (E) na formação de toda a sentença. Em outras palavras, para que uma menina fosse contabilizada na primeira pergunta deveria atender a todos os quesitos: não gostar de futebol, ter tablet e não conhecer Londrina.

Essa primeira tarefa procurou fazer os estudantes perceberem que diferentes respostas ou preferências podem resultar em distribuições distintas. Ou seja, como nossos dados poderiam ser organizados, de acordo com as preferências pessoais e estendendo para a identificação das pessoas, objetos e outras informações, maneira como os Bancos de Dados são organizados.

Prosseguindo, propusemos o segundo “desafio do dia”, também adaptado de Berardi *et al.* (2019), em que os alunos estariam em contato com conceitos também relacionados a Banco de Dados, mais especificamente organização de informações em árvores binárias e registros de tabelas. Exploramos a ludicidade e o recurso desplugado presente na atividade (Berardi *et al.*, 2019), demarcando o chão em formato de árvore binária (conceito da Computação), propondo aos alunos que, após ouvirem uma música, escolhessem curtir ou não curtir a música, como fariam em uma rede social, curtindo ou não algum conteúdo. A Figura 30 ilustra a demarcação.

Figura 30 – Demarcação para realização da tarefa “curtir ou não curtir”



Fonte: Elaboração própria.

Conforme ilustrado na Figura 30, trouxemos ícones iguais aos presentes nas redes sociais, visando aproximar os alunos da linguagem usada no cotidiano. Colocamos então músicas de artistas conhecidos por eles e solicitamos que, se gostassem da música e/ou do artista, seguissem o ícone “curtir” (caminho à esquerda na foto – direita para os alunos) e caso contrário seguissem o ícone “não curtir” (caminho à direita na foto – esquerda para os alunos). Após três músicas, tivemos os alunos organizados conforme a Figura 31, em que a árvore aparece na foto de maneira invertida, se comparada à Figura 30.

Para os alunos, essa tarefa foi um momento de entusiasmo e descontração, pois as músicas e artistas exibidos eram de conhecimento e do gosto musical da maioria. Como resultado das preferências dos alunos, conseguimos organizar um Banco de Dados, com o arranjo dos nomes dos alunos em tabelas, com identificação

e ligações, semelhante a como acontece em um Banco de Dados, com os nomes dos próprios alunos e suas preferências, sendo os dados alimentados nas tabelas, porém, nesse momento, ainda não mostramos essa organização para os alunos. A Figura 32 expõe essa organização, com os nomes fictícios deles.

Figura 31 – Alunos organizados na árvore binária conforme sua preferência musical



Fonte: Elaboração própria.

Na sequência, questionamos quais seriam as próximas recomendações de aplicativos de *streaming* para as pessoas que optaram por curtir apenas a música do Luan Santana, ou seja, para quais grupos de alunos um aplicativo iria recomendar músicas ou artistas sertanejos, o que prontamente foi apontado pelos alunos: “para quem curtiu as músicas do Luan”.

Fizemos isso com outras preferências musicais, para que os alunos compreendessem o modo como os sistemas de recomendação, seja de música, filmes, séries, entre outros, atuam nos aplicativos de *streaming* utilizados pelas pessoas, além da organização dos dados em estruturas, os Bancos de Dados. Ilustramos então a Figura 32, com seus nomes próprios indicados na tabela “Nome”

e as informações obtidas pelas preferências dos próprios alunos na atividade musical nas demais tabelas. Discutimos seu funcionamento, além de também implementar tais dados e tabelas em um banco de dados relacional e realizar consultas reais, mostrando as preferências deles, com as buscas implementadas por meio da SQL (*Structured Query Language*), em português, linguagem de consulta estruturada.

Figura 32 – Tabelas de organização dos nomes e preferências musicais

ID	Nome	ID	Anitta	ID	Luan Santana	ID	Emicida
001	Bia	001	Sim	001	Sim	001	Não
002	Manu	002	Sim	002	Sim	002	Não
003	Gabi	003	Sim	003	Sim	003	Não
004	Biel	004	Não	004	Sim	004	Sim
005	Isa	005	Sim	005	Sim	005	Não
006	Juli	006	Sim	006	Sim	006	Não
007	Henri	007	Sim	007	Sim	007	Não
008	Vini	008	Não	008	Não	008	Não
009	Luca	009	Não	009	Sim	009	Sim
010	Mari	010	Sim	010	Sim	010	Não
011	Yuri	011	Não	011	Sim	011	Não
012	Edu	012	Não	012	Sim	012	Não
013	Rafa	013	Não	013	Sim	013	Não
014	Bru	014	Sim	014	Sim	014	Não
015	Tati	015	Sim	015	Sim	015	Não

Fonte: Elaboração própria.

Os alunos fizeram associações do que foi analisado por meio da tarefa da escolha musical com a recomendação de filmes em plataformas como o Netflix, além de conteúdos de vídeos da plataforma Youtube, mostrando indícios de terem compreendido o funcionamento básico de Bancos de Dados na organização de informações de sistemas de recomendação.

Solicitamos que respondessem em seus cadernos individuais a “dúvida do professor”, exibindo as perguntas sequencialmente, após terem respondido a anterior:

- 1) Qual a forma mais fácil de guardar e acessar informações?

- 2) Onde podemos ter Bancos de Dados? Em quais aplicativos, programas, plataformas?
- 3) Os Bancos de Dados são importantes para nossas vidas?

As respostas dos alunos foram:

- (Gabi) 1) Em um banco de dados; 2) Podemos ter nos aplicativos, nuvem, Banco do Brasil; 3) Sim, para guardar informações precisas e importantes.
- (Isa) 1) Banco de dados, nuvem ou chip; 2) no Banco do Brasil, Free Fire, Deezer; 3) sim, porque é para guardar os dados individuais.
- (Edu) 1) Banco de dados; 2) nuvem, TikTok, Youtube, Nubank; 3) Sim, para armazenar tudo direito.
- (Tati) 1) Dá para guardar as suas informações pelo computador; 2) aplicativo do Banco do Brasil; 3) é muito importante para nossas vidas.
- (Biel) 1) Nuvem; 2) em aplicativos, programas, plataformas, nuvem, Google; 3) sim.
- (Juli) 1) No banco de dados, ele organiza e guarda todas as informações; 2) no celular e outros lugares; 3) sim.
- (Bru) 1) A informação que você quer guardar é só você colocar no banco de dados; 2) podemos ter banco de dados em todos os lugares; 3) sim, porque ele nos ajuda a guardar tudo.
- (Mari) 1) Nuvem, banco de dados; 2) Google e internet, Instagram, nuvem, TikTok, Facebook etc.; 3) sim, porque ele guarda e armazena a nossa informação.
- (Manu) 1) Programando o banco de dados; 2) Instagram, Facebook, Banco do Brasil, Copel; 3) sim.
- (Henri) 1) Nuvem de dados; 2) no caixa do Banco do Brasil; 3) sim, são importantes.

Percebemos que a maioria dos alunos citou “banco de dados” como uma forma de armazenar as informações. O fato de Manu ter afirmado “programando o banco de dados” foi relevante em nossa análise, pois indica o estabelecimento de relação entre dois conceitos computacionais, ou seja, um avanço no processo de

pensamento, conforme sinalizado por Vygotsky (2008), ao mencionar sobre a capacidade intelectual exigida pelo pensamento ao estabelecer as relações entre conceitos.

Sinalizamos o que havia sido apontado por Manu para todos na turma, reforçando a inter-relação entre os conceitos da Computação: Banco de Dados, Linguagens de Programação e Programação (Algoritmo). Também o fato de terem citado alguns nomes de aplicativos e programas, nos sinalizou que o conceito estava em processo de apropriação por eles, pois foram capazes de assimilar que os conceitos estavam presente em diversos fenômenos, compreendendo-os para além de sua aparência imediata (Vygotsky, 2008). Tais fatores nos sinalizaram que alguns alunos estavam **compreendendo fenômenos da cultura digital com base em conceitos computacionais**.

Outra menção realizada e que nos chamou atenção foi o conceito de “nuvem”, que não havia sido ensinado aos alunos, o que nos fez questioná-los sobre o que seria nuvem, com algumas manifestações orais que expressam como esse termo já faz parte do cotidiano de algumas crianças: “é uma base de dados, com privacidade” (Edu); “é onde guardamos as informações importantes” (Gabi); “é um espaço que a gente guarda as informações pessoais, pelo computador, na internet” (Henri); além de outras engraçadas: “a do céu é fumaça” (Rafa); “a que tem no céu” (Manu). Discutimos então a finalidade da nuvem, a forma de acessá-la e se cadastrar, e às diversas empresas que oferecem o serviço de nuvem (Onedrive, Drive – Google, Dropbox, entre outras).

Quase ao final, implementamos, junto aos alunos, um Banco de Dados relacional, por meio de outro exemplo, com registros de alunos de uma escola, realizando buscas nesse Banco de Dados por nomes de alunos fictícios, série em que estavam matriculados e idade. Com isso, além do conceito de Banco de Dados, possibilitamos aos alunos que voltassem sua atenção para o modo como os dados são armazenados e consultados em um sistema, para que estabelecessem relações entre os conceitos de Programação (Algoritmo) e Linguagem de Programação (conceitos abordados em encontros anteriores), com as buscas sendo realizadas por meio de uma linguagem, a SQL.

Por fim, buscamos levar os estudantes à reflexão da importância do armazenamento adequado dos dados e informações, a relevância da agilidade nas consultas em diversos sistemas, ilustrando variadas plataformas alimentadas com

dados pessoais em várias áreas, desde sistemas governamentais, de saúde e educação, aplicações pessoais, aplicativos bancários e de entretenimento, redes sociais, entre outros. Discutimos sobre a importância da privacidade dos dados compartilhados principalmente nas redes sociais, visto que todas as ações realizadas eram armazenadas em Bancos de Dados, desde uma simples curtida em uma foto, até a publicação e o compartilhamento de informações.

Sobre as ações de ensino desse episódio, observamos que os questionamentos propostos aos alunos devem ser mais completos, no sentido de fazer com que eles analisem e respondam com argumentações textuais, não permitindo apenas uma afirmação ou uma negação, tal como a terceira pergunta da “dúvida do professor” em que, alguns deles responderam somente “sim”, isso, mesmo com nosso pedido de que justificassem suas respostas. Esse fato dificulta ou impossibilita analisarmos como eles passaram a compreender a importância dos conceitos frente aos fenômenos que medeiam suas vidas, tal como exposto por eles ao mencionarem alguns aplicativos.

A análise dos dados coletados evidencia a importância do tipo de questionamento formulado pelo docente para a formação do pensamento dos estudantes. Questionamentos formulados adequadamente podem estimular a reflexão do aluno, colocando em movimento seu conhecimento sobre a temática, e mobilizá-lo a pensar na pergunta como algo de seu interesse ou como um motivo “realmente eficaz”, conforme apontado por Leontiev (1960).

As ações planejadas percorreram um trajeto, iniciando de conhecimentos comuns para os alunos (conceitos espontâneos) até chegar ao conceito científico e retornando para novas situações de conhecimento deles. Esse percurso foi pensado como um meio para possibilitar a formação do pensamento teórico dos alunos, pois conforme mencionado em seções anteriores, possibilitaram os movimentos de redução do concreto e o abstrato e de ascensão do abstrato ao concreto (Davydov, 1988a; Serconek, 2018).

Esse percurso pode ser observado no fato de partirmos sempre do que era comum para eles, que incluía conceitos espontâneos, com situações problema envolvendo movimentação física dos alunos e materiais concretos, no plano material (dicionários, trajetos com as linhas, cantores, músicas e ícones de redes sociais), fazendo-os operar no plano da linguagem ao participarem ativamente, de forma oral e escrita, da solução das situações e passando a mencionar o conceito científico de

Banco de Dados. Ao final, apresentamos um Banco de Dados implementado em uma linguagem (SQL) com as informações advindas das respostas deles, além de mostrarmos outro exemplo com dados fictícios, mas familiares a eles, os dados de matrículas de alunos de uma escola.

Ao analisarmos a relação entre as ações de ensino e o envolvimento dos estudantes e algumas manifestações de aprendizagem neste episódio, observamos que o percurso que partia da ação no plano material, passava pela ação no plano da linguagem para chegar a ação no plano mental, mostrou-se favorável à aprendizagem, promovendo uma mudança significativa no pensamento dos alunos.

4.3.11. Episódio 11 – O que podemos tocar – Hardware!

A próxima aula foi realizada para ensinar aos alunos conceitos da área computacional diferentes dos abordados em encontros anteriores, pois tratava-se dos equipamentos físicos das máquinas (computador, notebook, tablet, celular etc.), que chamamos comumente de Hardware, e que são as partes que podemos “tocar” ou “pegar”. São os componentes eletrônicos que se encontram nos aparelhos e que são responsáveis por suportar todo o seu funcionamento. Conforme apresentado na subseção 2.5, um sistema computacional é formado pela tríade: Peopleware, Software e Hardware, e a subárea da Ciência da Computação responsável por projetar e possibilitar o funcionamento dos sistemas é a Arquitetura e Organização de Computadores. Analisamos a relação entre as ações docentes realizadas e a aprendizagem desse conteúdo por parte dos estudantes.

Iniciamos o encontro mostrando aos alunos um gabinete de um computador, com a tampa lateral aberta, para que pudessem visualizar os componentes físicos dispostos em seu interior. Deixamos também expostos, soltos sobre uma mesa, componentes que compõem a parte física de um sistema computacional, além de outros equipamentos (smartphone e notebook). A Figura 33 ilustra os equipamentos e componentes – a) gabinete; b) notebooks; c) componentes físicos e smartphone.

Buscamos, com tal exposição, fazer com que os alunos compreendessem que, independentemente do formato, dispositivos computacionais (gabinete de computador, notebook, tablet, smartphone etc.) possuem os mesmos componentes em sua estrutura física, tais como placa-mãe, dispositivos de entrada e saída, unidade central de processamento (processador – CPU, em inglês, *Central*

Processing Unit), sistema de memória, fonte de alimentação, entre outros, e a diferença entre eles, evidentemente, é o tamanho físico dos componentes, sua tecnologia e capacidade.

Figura 33 – Equipamentos e componentes



Fonte: Elaboração própria.

A exposição desses equipamentos deixou-os curiosos e interessados, pois muitos deles nunca tinham visto um gabinete “aberto”, mostrando seus componentes internos, sequer sabiam que existiam tais “peças” dentro das máquinas computacionais.

Na sequência, os questionamos sobre qual seria o funcionamento geral desses componentes e equipamentos, com a proposição da “dúvida de hoje”: “Como funciona o computador? Imagine você colocando o computador na tomada e apertando o botão de ligar. Imagine como tudo acontece, desde o momento que

entra energia nele, até a tela acender e começarmos a utilizá-lo”. Tivemos então algumas manifestações:

- Luca: Quando liga, ele começa a fazer zuuuuum (imitando o som de uma ventoinha);
- Rafa: Vai ligando os fios;
- Bia: Ele começa esquentar o fio;
- Luca: Esse bagueio fica quente (apontando para a fonte).

Na sequência, indicamos como o cabo de energia se conectava no gabinete e na tomada e perguntamos: “e daí, o que acontece?”, o que gerou o diálogo:

- Henri: Ele faz um barulhinho;
- Isa: Ele começa a ligar;
- Rafa: Está parecendo uma cidade (se referindo aos barramentos que faz a conexão entre os componentes);
- Pesquisador: Então o que faz o computador funcionar?
- Rafa: Memória RAM;
- Isa: A energia passa pelos fios e liga o computador;
- Henri: A alimentação de energia;
- Yuri: O que é aquele negócio, uma caixa de som? (apontando para a ventoinha);
- Pesquisador: É a ventoinha do processador e para que ela serve?
- Biel: Não sei;
- Yuri: Para sair o calor;
- Luca: Igual o motor do carro lá;
- Gabi: Para não ficar tão quente;
- Rafa: Para não pegar fogo;
- Isa: Para não explodir;
- Pesquisador: Mas por que ele esquenta?
- Bia: Para funcionar;
- Henri: Porque nós mexemos muito;
- Juli: Porque fica muito tempo ligado;

- Vini: Para ventilar ar dentro do computador;
- Pesquisador: E qual peça esquenta mais?
- Yuri: O ferro;
- Henri: Acho que é essa peça aqui (apontando para a fonte).

Nesse momento alguns alunos (Yuri, Henri, Rafa, Vini, Luca) se levantaram e foram até o gabinete para apontar as peças que achavam que esquentavam mais. Como não sabiam os nomes dos componentes (das peças), foram apontando para várias delas dentro do gabinete. Explicamos então sobre a ventoinha, que estava presente sobre o processador e também na fonte de alimentação, sua importância para ajudar a diminuir a temperatura dos componentes.

Pedimos que todos retornassem aos seus lugares e, visando estimular o diálogo sobre as funções de cada dispositivo, comentamos sobre uma forma de organização dos componentes, entre dispositivos de entrada, de processamento e armazenamento, e de saída: “o que é um dispositivo de entrada?”, que gerou as manifestações:

- Henri: É um dispositivo de entrar no computador;
- Mari: Por exemplo entrada de som;
- Pesquisador: Isso mesmo, dispositivo de entrada é o que usamos para inserir informações no computador. O que usamos para colocar dados no computador?
- Yuri: Cartão de memória;
- Juli: Memória RAM;
- Henri: Memória ROM;
- Rafa: Fios;
- Pesquisador: Quando eu digito alguma coisa, não estou colocando informação no computador?
- Alunos: Sim!
- Pesquisador: E o que usamos para digitar?
- Mari: As mãos (risos de todos);
- Gabi e Bru: Teclado!
- Rafa: Mouse;

- Pesquisador: Isso, além das mãos, usamos o teclado, também o mouse para clicar em algo e fornecer informação para o computador, os dois são dispositivos de entrada. E o que seria um dispositivo de saída? Por exemplo, se com o teclado estamos colocando dados no computador, como tiramos as coisas do computador?
- Yuri, Mari e Bru: Lixeira;
- Pesquisador: Não, prestem atenção, tenho um desenho no computador e quero tirar ele do computador, trazer para fora, o que usamos?
- Mari e Gabi: A impressora!
- Pesquisador: Isso! Impressora é um dispositivo de saída, pois uso ela para tirar os dados do computador. E o que é um dispositivo de processamento e de armazenamento?
- Mari e Rafa: Processador?
- Pesquisador: Isso, ele processa as informações! É um dispositivo de armazenamento?
- Mari: A nuvem.

Notamos que a condução desse diálogo foi fundamental pois possibilitou que os alunos tivessem o primeiro contato com as noções de dispositivos: de entrada, de processamento e de armazenamento, e de saída. A compreensão inicial deles sobre esses termos era limitada. Por exemplo, fazê-los compreender o que significava tirar algo do computador no sentido de extrair ou levar para fora (dispositivo de saída) foi uma tarefa difícil, tanto é que três alunos apontaram a lixeira do computador como uma opção para essa tarefa. Não estava claro para eles a interação entre humano, máquina física (hardware) e sistema (software), no processamento de informações de um sistema computacional.

Sobre dispositivos de armazenamento, tivemos a resposta da Mari relacionando um objeto lógico (nuvem) junto a temática hardware, pois considerou que, conforme abordado em encontros precedentes (relatado no episódio 10), também tinha a finalidade de armazenar informações. Essa conexão foi interessante, visto que a aluna relacionou o que estava sendo discutido com conceitos abordados em aulas pregressas, ou seja, buscando estabelecer relações entre conceitos, importante constatação, conforme destacado por Vigotski (2001), pois sinaliza a

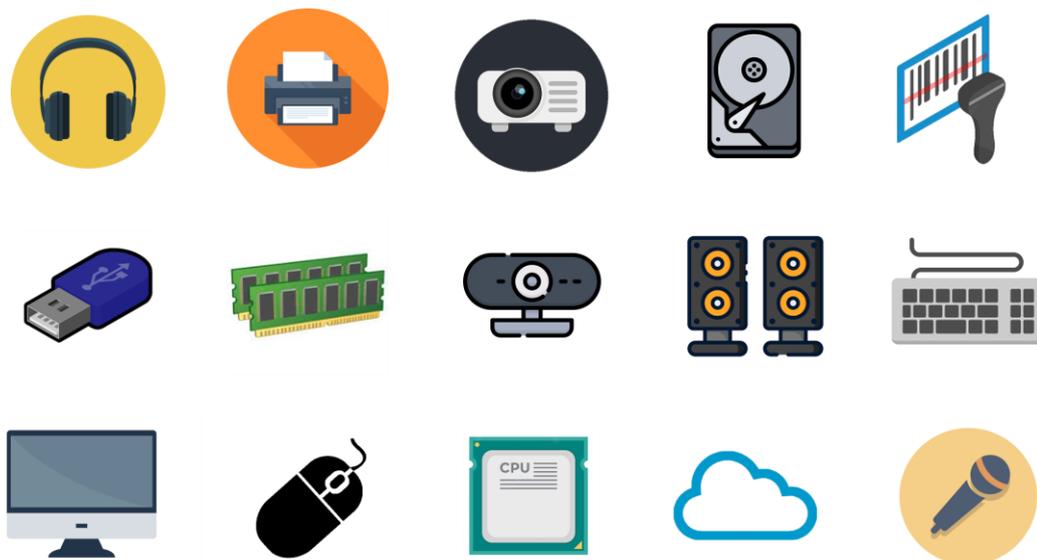
apropriação de conceitos e o estabelecimento de um sistema conceitual. Explicamos então a diferença entre um dispositivo físico que armazena informações em sua estrutura física (mecânica), por exemplo, um HD, e um aplicativo ou serviço de armazenamento virtual, como a nuvem.

Na sequência, os dividimos em grupos e apresentamos o “cenário de hoje”:

- A diretora da escola tem que montar um computador e, para isso, precisamos ajudá-la a agrupar as peças de acordo com a funcionalidade de cada uma. Temos três funções: Dispositivos de entrada, dispositivos de processamento e de armazenamento, dispositivos de saída. Como agrupar de modo correto?

Entregamos uma folha para cada grupo, com ícones ilustrativos dos dispositivos de entrada, saída, armazenamento e processamento, em que cada grupo deveria analisar, comparar com o dispositivo real, exposto no gabinete e na mesa, discutir sobre seu funcionamento, para então recortar e colar cada ícone em seu respectivo local. A Figura 34 mostra os ícones.

Figura 34 – Ícones ilustrativos dos dispositivos de entrada, armazenamento, processamento e saída



Fonte: Elaboração própria.

Ficamos atentos às manifestações dos alunos, auxiliando em dúvidas sobre o nome e sobre a função de cada dispositivo. Algumas dúvidas imediatas foram para verificar se o agrupamento feito estava correto, mas pedíamos que discutissem com todos do grupo, tomassem uma decisão e só então solicitassem nosso parecer, pois era de nosso interesse verificar como os alunos iriam analisar, discutir e assimilar a função de cada dispositivo. Adicionamos, propositalmente, um ícone que correspondia à nuvem, pois foi alvo de discussão no diálogo que antecedeu essa tarefa e, pretendíamos, portanto, verificar como os alunos haviam assimilado as informações debatidas anteriormente.

Durante as discussões intragrupo, o Grupo 5 (Bru, Manu e Juli) fez a seguinte pergunta: “fone de ouvido é para escutar música, então está saindo do computador, certo professor?”. Respondemos de modo afirmativo. Na sequência, o Grupo 2 (Mari, Gabi e Yuri) disse: “caixa de som é igual ao fone de ouvido né, de ouvir música também, então é de saída”. O Grupo 4 (Henri, Luca e Biel) nos mostrou a memória RAM e perguntou: “ela é de entrada?”, e mesmo sem termos comentado especialmente sobre esse componente os questionamos: “se ela tem o nome de memória, o que parece que ela faz?” e eles responderam: “memoriza, guarda”. Quanto a esse pequeno diálogo, referente a função da memória RAM, nos remete ao exposto por Luria (1991), quando menciona que toda palavra possui um significado que aponta para a imagem de um objeto.

Um dispositivo gerou ampla discussão, o pendrive. Tivemos grupos o classificando como entrada, outros como armazenamento e outros como saída:

- Henri: Pendrive é de entrada;
- Bia: É de saída porque meu pai baixou no pendrive e agora está saindo no rádio;
- Juli: É armazenamento porque as músicas ficam dentro dele;
- Bru: É entrada porque se você salva música, fica no pendrive;
- Pesquisador: E agora, ele é de entrada, saída ou armazenamento? Quem acha que é entrada? (Manifestações: entrada – Bru, Henri, Rafa, Biel e Luca; armazenamento: Juli e Manu; saída: Bia, Vini, Mari, Gabi e Yuri);

- Pesquisador: Se eu tenho um pendrive, com uma música dentro dele que eu quero passar para o meu computador, quando eu insiro e passo para o computador, ele é dispositivo do quê?
- Alunos: Entrada!
- Pesquisador: E se eu tenho músicas no computador e quero colocar no meu pendrive para guardar elas, ele é dispositivo do quê?
- Alunos: Armazenamento!
- Pesquisador: E se eu quero pegar uma foto do computador, retirar ela do computador porque quero revelar, então uso o pendrive, ele pode ser um dispositivo de?
- Alunos: Saída!

Essas perguntas foram realizadas com o intuito de fazer com que os alunos compreendessem as possíveis funções de um mesmo dispositivo, para então, a depender da situação, ou seja, da necessidade de sua utilização, pudesse ser classificado como dispositivo de entrada, de armazenamento ou de saída.

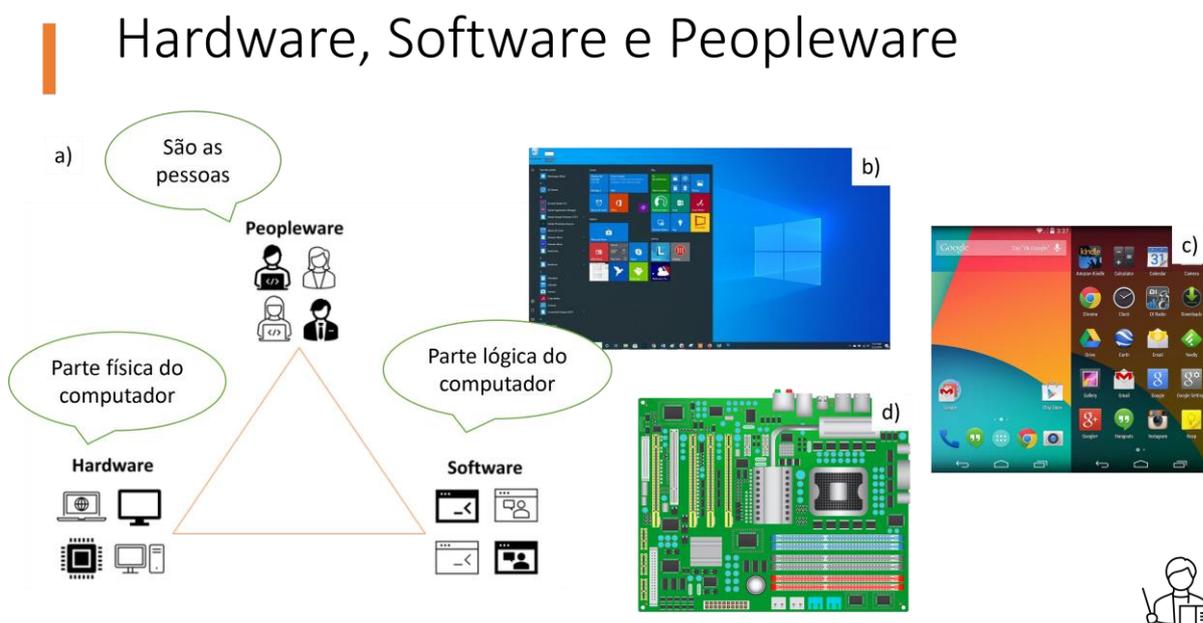
Prosseguimos acompanhando os estudantes na execução da tarefa, analisando, discutindo, comparando e os questionando para verificar se haviam compreendido a função de cada dispositivo, para, ao final, possibilitar que assimilassem o funcionamento do sistema computacional por inteiro, com cada dispositivo realizando seu respectivo encargo.

Como resultado da tarefa, tivemos quase todas as colagens nos locais corretos, houve poucas inconsistências e elas foram corrigidas por nós ao final da tarefa, passando por cada ícone, ilustrando aos alunos os componentes reais na mesa ou no gabinete, quando possível, os questionando sobre seu funcionamento no sistema computacional e seu formato quando dispostos nos computadores, notebooks, tablets e smartphones.

Na sequência, colocamos em discussão a relação existente no campo computacional entre Software (os programas – parte lógica), Hardware (dispositivos – partes físicas) e Peopleware (pessoas). A Figura 35 foi utilizada para ajudar a fazer os alunos compreenderem como estavam associados, visto que são as pessoas que utilizam os programas ou aplicativos (software) nas mais diversas áreas, que só

conseguem ter seu funcionamento implementado graças aos componentes físicos das máquinas (hardware), seja computador, tablet, smartphone etc.

Figura 35 – Relação Hardware, Software e Peopleware



Fonte: Elaboração própria.

Inserimos elementos visuais, além da tríade (Figura 35 – a), como a interface do sistema operacional Windows de um computador (Figura 35 – b), a interface do sistema operacional Android de um smartphone (Figura 35 – c) e a imagem de uma placa-mãe (Figura 35 – c), pois os alunos já conheciam esses elementos de investigações em aulas anteriores. Além disso, observamos que ações de ensino com elementos já conhecidos pelos alunos os mobilizavam mais.

Sabíamos que os conceitos cotidianos não são objeto de ensino na escola, mas, os dados do experimento revelam que eles podem ser um forte aliado no ensino dos conceitos científicos. Esse fato foi explicado por Vigotski (2001), quando ao destacar a diferença entre os conhecimentos científicos e os espontâneos, afirmou que “[...] a força e a fraqueza dos conceitos espontâneos e científicos no aluno escolar são inteiramente diversas: naquilo em que os conceitos científicos são fortes os espontâneos são fracos, e vice-versa” (Vigotski, 2001, p. 263).

Os conceitos científicos são fortes no seu poder de generalização, mas são fracos no sentido imediato que sua aprendizagem tem para os estudantes. Já os

conceitos espontâneos são fortes por serem carregados de sentido para o aprendiz, mas é fraco em seu poder de generalização. Assim sendo, quando o ensino de conceitos científicos considera, como ponto de partida, os conceitos espontâneos que são conhecidos pelos alunos, contempla essa relação de força e fraqueza, propiciando aos alunos novas formas de generalização, acompanhada de sentido na assimilação dos conceitos científicos.

Enquanto discutíamos sobre a diferença entre os três, um dos alunos (Henri) disse: “professor, então o Facebook, essas coisas são abstratas, que não conseguimos pegar”. Respondemos que, popularmente, era isso mesmo, o Software era abstrato e não podíamos pegar, e o Hardware era concreto e conseguíamos pegar. Discutimos com os alunos a importância das pessoas no sistema computacional, pois eram elas quem construíam e programavam todos os equipamentos.

Os alunos se aproximaram da mesa com o gabinete e os dispositivos, e dialogamos sobre cada um dos componentes, seu funcionamento, tirando as dúvidas deles que, de maneira geral, estavam relacionadas às diferenças entre as funções dos dispositivos. Ao explicar sobre a memória RAM, por exemplo, questionamos sobre o que acontecia com nossos documentos quando acabava a energia e o computador desligava, e Gabi disse: “perdemos tudo”.

Perguntamos então se teria como salvar os documentos mesmo se acabasse a energia, com o Luca dizendo: “no armazenamento” (se referindo ao HD). Ao expor o disquete aos alunos, não houve qualquer manifestação por parte deles, gerando confusão sobre o que seria aquele dispositivo, então explicamos que se tratava de um dispositivo semelhante a um pendrive, com menor capacidade, mas que foi essencial na evolução da Computação.

Quando comentamos que certo componente (placa de vídeo) era fundamental para quem gostava de jogos, alguns alunos (Bru, Vini) se manifestaram: “gosto de jogar, eu jogo”, e na sequência, explicamos sobre o funcionamento da placa de vídeo para a formação e projeção das imagens na tela.

Como tínhamos um notebook e um smartphone também desmontados sobre a mesa, reforçamos que quase todos os componentes presentes no gabinete de um computador também estavam presentes em outros equipamentos como notebook, smartphone, tablet, entre outros. Nesse instante perguntamos: “se temos quase tudo no notebook e no smartphone, qual a diferença entre eles?” e Yuri rapidamente

respondeu: “porque aí (apontando para o smartphone) é pequeno e lá é maior (apontando para o notebook)”.

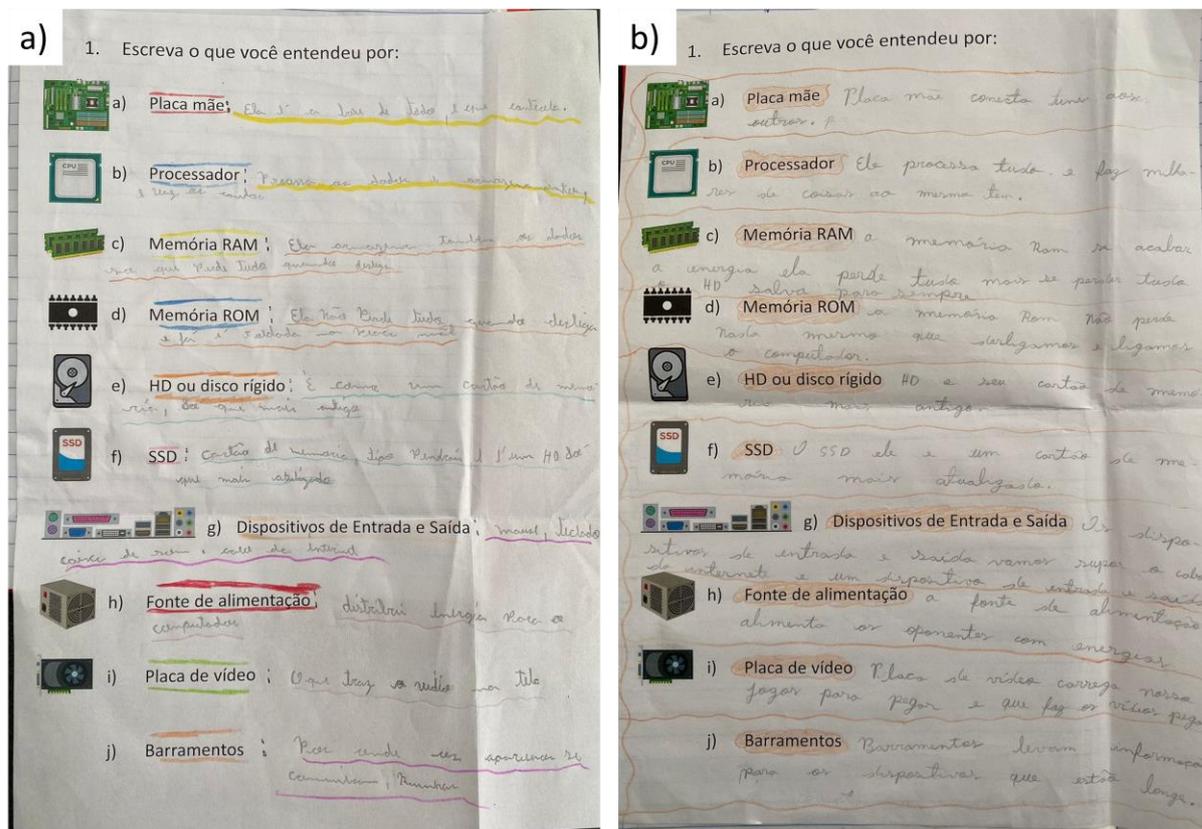
Yuri também fez uma observação: “professor, você esqueceu de falar o que esquenta”, então mencionamos o processador e perguntamos qual era a função do processador, com algumas respostas: “ele processa os dados” (Mari), “ele processa nossas informações” (Gabi). Dialogamos sobre o funcionamento dele e perguntamos: “ele esquenta porque faz muitos cálculos e contas, então como faz tudo ao mesmo tempo, ele esquenta?” e fomos interrompidos pelo Yuri: “daí aquela ventoinha não deixa ele esquentar muito”, ou seja, os alunos estavam acompanhando atentamente a explicação e o raciocínio lógico.

Quase ao final do encontro, propusemos alguns questionamentos a serem respondidos nos cadernos individuais, visando verificar a compreensão sobre o que havia sido discutido, visto que toda a explanação foi realizada de forma oral junto aos equipamentos disponibilizados sobre a mesa, sem qualquer anotação por parte dos estudantes. Essa ação de ensino, de discutir de forma oral o funcionamento de cada dispositivo, tendo-os fisicamente para que os estudantes pudessem tocar e questionar sobre eles, foi o modo que consideramos ser o mais eficiente nesse cenário, pois percebemos que a possibilidade do contato físico com as peças mobilizou a atenção dos estudantes de maneira mais efetiva.

Na tarefa, cada aluno teve que explicar, com suas palavras, a função de alguns dos componentes que foram estudados. A Figura 36 mostra a tarefa, resolvida por dois alunos (Gabi e Mari). As respostas dos alunos foram consideradas adequadas ao ano escolar, visto que eles não tinham tido contato com nenhum desses conceitos anteriormente e, apesar de usarem uma explicação mais simples e sem maiores detalhes técnicos, conseguiram mostrar que se apropriaram do funcionamento dos componentes.

Tanto Gabi (Figura 36 – a) quanto a Mari (Figura 36 – b) apontaram a função de cada componente, por vezes, comparando-os uns aos outros, tal como quando falaram sobre as memórias RAM e ROM, HD e SSD. Os demais alunos também resolveram essa tarefa, porém de maneira mais direta, por exemplo, ao definir HD ou disco rígido, alguns alunos (Bru, Henri, Isa, Luca e Rafa), escreveram: “armazena”. Acompanhamos as anotações de todos os alunos e quando houve alguma inconsistência, dialogamos, fazendo-os raciocinar sobre a correta função do componente.

Figura 36 – Tarefa sobre o funcionamento dos componentes – Hardware



Fonte: Cadernos dos alunos.

Notamos que as ações de ensino, sob orientação do professor, estimuladas pelo diálogo com os alunos sobre os cenários apresentados, possibilitaram a assimilação tanto dos nomes dos componentes (associação do objeto à palavra) quanto de suas funções principais. Ou seja, mesmo relatando com o vocabulário deles, conseguiram explicar corretamente o funcionamento geral da maioria dos componentes, por vezes como pseudoconceitos e outras como o próprio significado (conceito) (Vigotski, 2001), aproximando-se da **compreensão dos fenômenos digitais com base em conceitos computacionais**. Conforme apontado por Luria (1987), a palavra foi para eles um instrumento de análise de objetos do mundo externo, internalizados pelos alunos.

O fato de encaixarmos e permitir que eles encaixassem os componentes físicos reais, cabos e placas foi algo que mobilizou os alunos, levando-as a interagir durante os diálogos buscando a solução dos cenários apresentados, envolvendo o funcionamento de cada componente. Isso fez com que a tarefa tivesse um sentido para os alunos, indo ao encontro do exposto por Leontiev (1975, p. 215) ao afirmar

que “[...] o sentido expressa a relação do motivo da atividade com a finalidade imediata da ação”. E sobre a relação entre o motivo e o sentido pessoal, Asbahr (2014) complementa que “[...] o sentido pessoal traduz a relação do motivo com o fim. Assim, para encontrar o sentido pessoal, é necessário descobrir seu motivo correspondente” (Asbahr, 2014, p. 268). Desta forma, mobilizados pelo interesse em saber como um computador funciona, a atenção para o objeto de aprendizagem era notória.

Na sequência, propusemos as “dúvidas do professor”, a serem respondidas individualmente nos cadernos:

- 1) Qual a diferença entre Hardware, Software e Peopleware?
- 2) O que é Arquitetura de Computadores?

Com as seguintes respostas:

- (Gabi) 1) A diferença é que hardware são as peças do computador que podemos pegar e o software são os aplicativos que não pegamos, como o Instagram e muito mais, e o peopleware são as pessoas; 2) é o que organiza para não ficar bagunçado e para as coisas funcionarem melhor.
- (Mari) 1) Hardware são as peças do computador, os componentes ou peças que podemos tocar; software são os dados e aplicativos, que não podem tocar; peopleware são as pessoas que mexem nos computadores; 2) são computadores arrumados que um arquiteto dos computadores arrumou.
- (Bia) 1) Peopleware são as pessoas, hardware são as peças do computador e software são os programas, que não dá para pegar; 2) arquitetura é organizar o computador.
- (Manu) 1) Hardware são as peças das máquinas, software são os dados e aplicativos, que não pode pegar, peopleware são as pessoas; 2) arquitetura é colocar as coisas certas no computador.
- (Bru) 1) Hardware são as peças que pode pegar, software os aplicativos e peopleware as pessoas; 2) é um computador organizado.

- (Juli) 1) Peopleware são pessoas, software são os aplicativos e hardware são os componentes tipo as peças do computador; 2) arquitetura é um computador organizado.

A primeira questão foi respondida por todos os alunos de modo assertivo, mesmo que de maneira direta e simples, oferecendo indícios sobre a compreensão das diferenças entre os três termos da tríade. Quanto ao que seria Arquitetura de Computadores, segundo questionamento, os alunos apontaram, de modo geral, que seria uma forma correta de organização das peças no computador. Mari mencionou o termo “arquiteto dos computadores”, utilizando-se das palavras do conceito e personificando em um tipo de arquiteto, o de computadores. Ela possivelmente pensou que, se um arquiteto planeja e organiza um ambiente de uma casa ou escritório, por exemplo, um arquiteto de computadores deve organizar os componentes de um sistema computacional.

Observamos que os alunos indicaram ter se apropriado das ideias gerais da temática discutida, pois explicaram de maneira correta o que foi questionado, dentro das expectativas para essa faixa etária e etapa escolar, dada a complexidade do conceito ensinado. Eles demonstraram ter compreendido a importância do funcionamento de cada dispositivo, bem como sua importância em um sistema computacional como um todo e a relação do ser humano na tríade (peopleware, hardware e software), ou seja, da necessidade do **ser humano movimentar a máquina** e os sistemas computacionais.

Para finalizar o encontro, apresentamos aos alunos ações e materiais didáticos como jogos, vídeos e animações sobre o ensino de Arquitetura de Computadores, produzidos por alunos e professores do projeto de extensão “Por dentro do Computador”, da UFPR – Campus Jandaia do Sul (Beleti Junior *et al.*, 2023; Beleti Junior *et al.*, 2020a; Beleti Junior *et al.*, 2020b), visando incentivar a continuidade dos estudos sobre os conceitos abordados em sala.

4.3.12. Episódio 12 – Organização e gerenciamento dos recursos – SO's

Esse episódio contemplou ações de ensino voltadas para a apropriação do conceito teórico de Sistema Operacional (SO), um conceito pouco conhecido pelos alunos (e pelas pessoas, de modo geral) e algo de fundamental importância para o

funcionamento das máquinas computacionais. Iniciamos propondo a “dúvida de hoje” para que os alunos, divididos em grupos, analisassem e apontassem possibilidades de solução:

- Minha irmã Vanessa e seu marido Lucas receberão seus pais e irmãos em sua casa no final de semana e, para isso, precisam realizar algumas tarefas como:
 - Limpar o telhado e a calha, pintar o portão e a calçada, arrumar o motor do portão eletrônico, lavar as toalhas e as roupas de cama, limpar os quartos, sala e banheiro, dar banho na Cacau (cachorrinha), lavar a louça e ajeitar a cozinha, tirar o lixo, cortar a grama, ir ao mercado, trocar a lâmpada da sala, higienizar o ar-condicionado, aguar as plantas, lavar o sofá, limpar o carro e lavar suas roupas.
- Como podemos ajudá-los a realizar todas as tarefas para que dê tempo de receber bem seus parentes em casa?

Informamos que a ajuda ao casal deveria ser no sentido de auxiliá-los a planejar a realização das tarefas. Esse cenário foi proposto visando fazer com que os alunos fossem capazes de analisar todas as tarefas particulares, verificando, sobretudo: 1) Quais tarefas seriam essenciais, ou seja, não poderiam deixar de ser realizadas; 2) Se haveria prioridade entre as tarefas, em outras palavras, quais tarefas deveriam ser realizadas primeiramente; 3) Se seria viável criar alguma estratégia de divisão das tarefas; 4) A possibilidade de outras pessoas auxiliarem na realização delas, e; 5) Se ao realizarem as tarefas poderiam estar sendo observados por outras pessoas.

Sabemos que o Sistema Operacional é um software responsável pelo gerenciamento dos recursos (processamento, memória, sistema de arquivos, dispositivos de entrada e saída, segurança etc.) de uma máquina computacional, visando garantir a melhor utilização dos recursos físicos (hardware) e melhor desempenho dos programas (software) (Oliveira; Cambraia; Hinterholz, 2001). Dessa maneira, planejamos essa ação de ensino que demandava dos alunos a análise da situação e o ordenamento da tomada de decisões de modo que se aproximassem de elementos conceituais essenciais dos Sistemas Operacionais.

Ao apresentarmos a situação problema, os alunos pediram para ver fotos do casal e da Cacau, visto que, apesar de já termos comentado sobre eles em aulas anteriores, ainda não havíamos mostrado imagens deles. Ao expormos algumas fotos, notamos burburinhos entre os alunos, demonstrando maior engajamento para realmente ajudá-los.

É interessante destacar que a inserção no cenário de nomes, pessoas, animais, localidades, entre outros fatores que são próximos ao pesquisador ou que já são de conhecimento dos alunos, parece mobilizá-los ainda mais a analisar, discutir e propor possibilidades para a resolução das tarefas. Esse fato, confirma o exposto por Vigotski (2001), ao apontar a relação entre o pensamento, as necessidades, motivações, afetos e emoções.

O próprio pensamento não nasce de outro pensamento, mas do campo da nossa consciência que o **motiva**, que abrange os nossos pendores e **necessidades**, os nossos **interesses** e **motivações**, os nossos **afetos** e **emoções**. Por trás do pensamento existe uma tendência afetiva e volitiva. Só ela pode dar a resposta ao último porquê na análise do pensamento. Se antes comparamos o pensamento a uma nuvem pairada que derrama uma chuva de palavras, a continuar essa comparação figurada teríamos de assemelhar a motivação do pensamento ao vento que movimenta as nuvens. A compreensão efetiva e plena do pensamento alheio só se torna possível quando descobrimos a sua eficaz causa profunda afetivo-volitiva (Vigotski, 2001, p. 479-480, grifos nossos).

Prosseguindo com o encontro, solicitamos que os estudantes analisassem e propusessem soluções em seus grupos. Obtivemos os apontamentos:

- Grupo 1 (Edu e Bru): Começa agora e termina às 1:00 ou 2:00 ou nem dorme e chama os vizinhos para ajudar também e depois paga eles.
- Grupo 2 (Vini e Tati): Começar às 8 horas e terminar às 8 da noite.
- Grupo 3 (Mari, Juli e Manu): Podem fazer uma limpa em tudo, mas antes, levar a Cacau ao petshop, depois vai limpar as coisas.
- Grupo 5 (Gabi e Bia): Eles podem arrumar tudo em cada hora, uma hora limpar o telhado, outra hora pintar o portão e podem dividir as tarefas para ir mais rápido, levar a Cacau no petshop, fazer não muito rápido para não bagunçar mais.

Ao acompanharmos as possibilidades de solução de cada grupo, notamos que as tarefas estavam sendo divididas ao acaso, sem qualquer organização, então iniciamos um diálogo:

- Pesquisador: Seria mais fácil fazer as tarefas juntos ou separados?
- Mari e Bru: Separado;
- Manu: Cada um faz uma coisa professor;
- Pesquisador: E como fariam para limpar a calha, tem que subir, voltar para abrir e fechar a torneira?
- Bia: Lucas pode subir e a Vanessa vai ligar e fechar;
- Mari e Manu: Ele mesmo pode ligar e subir;
- Bia: Mas assim gasta mais água;
- Pesquisador: E quem poderia cortar a grama?
- Alunos: O Lucas;
- Pesquisador: Por quê?
- Manu: O Lucas porque ele é mais forte;
- Edu: Tem uns serviços que são de homem;
- Gabi: Mas que machismo, feminismo gente (risos);
- Pesquisador: Quem vai trocar a lâmpada da Sala?
- Alunos: O Lucas;
- Pesquisador: E ir no mercado?
- Alunos: A Vanessa;
- Pesquisador: Mas vocês escreveram isso?

Essa última pergunta os fez pensar que, apesar de ter em mente as tarefas para o Lucas e as tarefas para a Vanessa, não tinham as especificado no papel. Dissemos, então, que iríamos enviar as propostas deles para Lucas e Vanessa, o que os fez pedir mais tempo e reescrever suas respostas:

- Grupo 1 (Edu e Bru): Lucas vai limpar o telhado e a calha, pintar o portão eletrônico. Lavar as toalhas e as roupas de cama, limpar os quartos, sala e banheiro – Vanessa vai fazer isso. Dar banho na Cacaú, higienizar o ar-condicionado – Lucas vai fazer isso. Lavar a louça e ajeitar a cozinha, tirar

o lixo – Vanessa. Cortar a grama, trocar lâmpada da sala, limpar o carro – Lucas vai fazer isso. Lavar as roupas, dar água para as plantas, lavar o sofá – Vanessa que vai fazer isso. Ir ao mercado – os dois.

- Grupo 2 (Vini e Tati): Lucas cortar a grama, trocar a lâmpada e arrumar o portão, e a Vanessa lavar a louça, lavar a roupa, varanda e também ir no mercado fazer compras.
- Grupo 3 (Mari, Juli e Manu): Dividir as tarefas, comprar um aspirador ou um rodo de limpeza, se ajudar. Eles podem começar mais cedo, fazer um dia antes, chamar um amigo para ajudar, contratar uma faxineira, e para arrumar o portão, Lucas contratar um cara.
- Grupo 5 (Gabi e Bia): Lucas pode limpar o telhado e a calha, pintar o portão, a calçada, arrumar o motor do portão eletrônico, higienizar o ar-condicionado, cortar a grama, trocar a lâmpada da sala e limpar o carro. Vanessa pode lavar as toalhas e as roupas de cama, limpar os quartos, sala e banheiro, dar banho na Cacau, lavar a louça e ajeitar a cozinha, tirar o lixo, ir ao mercado, lavar suas roupas, dar água para as plantas e lavar o sofá.

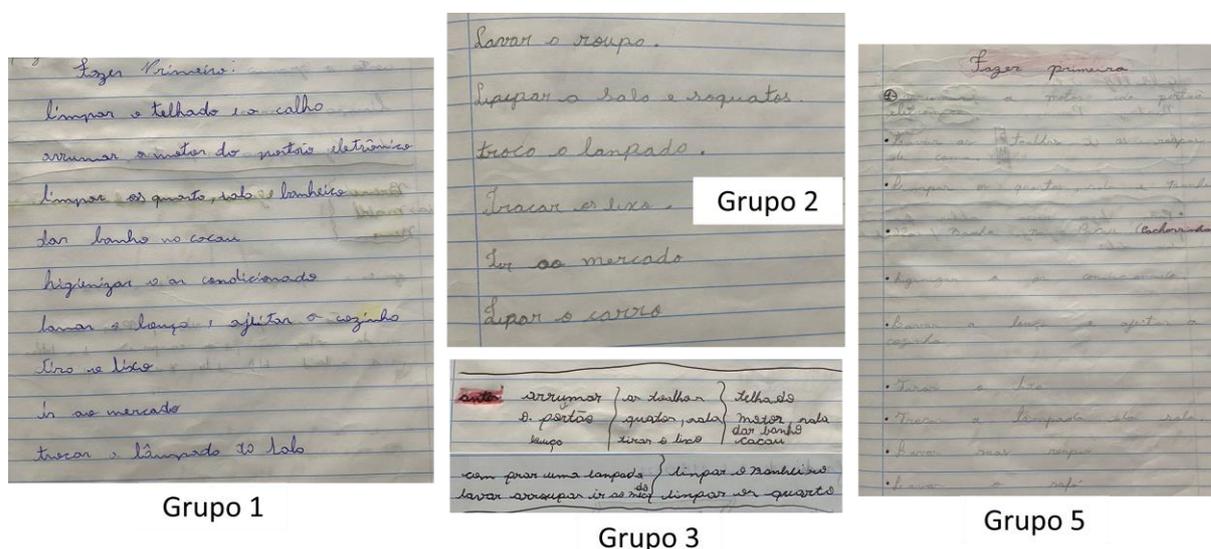
De maneira geral, as possibilidades de resolução foram: 1) Dividir as atividades a serem realizadas individualmente por Lucas e por Vanessa; 2) Estabelecer um horário de início e de fim para todas as tarefas; 3) Convidar pessoas externas para auxiliar (vizinho, faxineira, amigo). Ou seja, buscaram alguma maneira de organizar a realização das tarefas para a solução da situação.

Ainda sem revelar aos alunos que havia, como plano de fundo do cenário estabelecido, conhecimentos da área computacional, buscamos provocar novas análises, ainda em grupo, que tivessem relação com conceitos relacionados ao Sistema Operacional. À guisa de elucidação, sabemos que os Sistemas Operacionais organizam a execução de tarefas de acordo com uma fila de prioridades. Por exemplo, prioriza recursos essenciais, como segurança do sistema, em detrimento de outras ações, no caso, um processo responsável pela segurança tem prioridade na execução sobre um que gerencia o visualizador de fotos. Estimulamos então um diálogo:

- Pesquisador: Teve alguma prioridade para fazer as tarefas?
- Mari: O que é prioridade?
- Pesquisador: Seria uma ordem de importância. Nesse cenário, o que seria mais importante, ter o lixo retirado ou o carro lavado?
- Gabi: Temos que falar o que fazer antes, então, né?

Todos os grupos propuseram então uma ordenação das tarefas, criando uma lista do que fazer primeiro, umas mais elaboradas, outras menos. A Figura 37 ilustra a organização dos grupos.

Figura 37 – Organização das tarefas em lista de prioridades



Fonte: Elaboração própria.

Depois de analisar e discutir com todos os alunos as proposições de cada grupo, propusemos uma possibilidade de solução para a situação problema proposta, elencando as tarefas primordiais, enumerando por prioridades, separando-as de modo a possibilitar a realização por uma ou outra pessoa e identificando tarefas que poderiam deixar de ser realizadas, de modo a não comprometer a solução da situação. Levamos os alunos a compreenderem que o gerenciamento e a organização das tarefas poderiam levar a resolução do problema em tempo hábil.

Mais uma vez, consideramos que as situações em um contexto computacional, envolvendo objetos e fenômenos relacionados à cultura digital, seriam melhor compreendidas por meio de uma aproximação gradativa a linguagens

e modos de ação específicos da Computação. Buscamos então, partir de situações comuns no cotidiano, como a situação do casal que precisava organizar suas ações de modo lógico e funcional, cujos princípios de ação são iguais ou similares ao que ocorre no campo computacional.

Assim, propusemos uma nova tarefa que procurava, neste momento, transpor esse modo de ação para algo propriamente do campo computacional. A nova tarefa, proposta no “cenário de hoje”, estava relacionada à ideia conceitual anterior, mas agora vinculada ao funcionamento de um celular, em que seria necessário o gerenciamento de recursos do aparelho, de modo a fazer com que ele funcione de modo satisfatório:

- Para fazer nosso celular funcionar, precisamos organizar as funcionalidades dele:
 - garantir a segurança contra vírus e hackers, gerenciar a temperatura das peças, verificar se temos espaço para salvar fotos e vídeos, arrumar os arquivos em pastas, garantir o funcionamento de todos os aplicativos em uso, não deixar lento e nem travar, verificar sempre o nível da bateria, gerenciar tirarmos boas fotos e vídeos, manter boa conexão com a internet, garantir a qualidade do áudio e vídeo, gerenciar o bluetooth, gerenciar as notificações da tela, controlar o acesso à nuvem e gerenciar os e-mails.
- Nós que usamos o celular, computador e tablet conseguimos ver todas as funcionalidades sendo realizadas pelos equipamentos? Como esses equipamentos fazem tudo isso ao mesmo tempo?

Apresentamos aos alunos, funcionalidades de um celular para que eles as organizassem. Isso para fazer com que eles estabelecessem critérios de gerenciamento para realizar a tarefa, estimulando-os a formular soluções factíveis.

- Grupo 1 (Mari, Manu e Rafa): Tem que garantir a segurança contra vírus, hackers. Não conseguimos ver ele fazendo as coisas.
- Grupo 2 (Edu, Henri e Yuri): Não conseguimos ver. Fazem com as configurações.

- Grupo 3 (Bru, Luca e Tati): Com a configuração.
- Grupo 4 (Gabi, Bia e Vini): Não conseguimos ver as funcionalidades, como não conseguimos ver nosso celular esfriando quando está muito quente. Ele organiza os mais importantes para fazer e para ficar organizado, o resto que dá para fazer depois ele faz.
- Grupo 5 (Juli, Isa e Biel): Com o processador, os componentes.

Notamos alguns grupos (3 e 5) sem argumentos mais coerentes, outros (1 e 2) afirmando que o funcionamento era imperceptível, e um deles (4) descrevendo justamente o que esperávamos, sobre a questão da organização e da importância de uma prioridade na execução das funcionalidades.

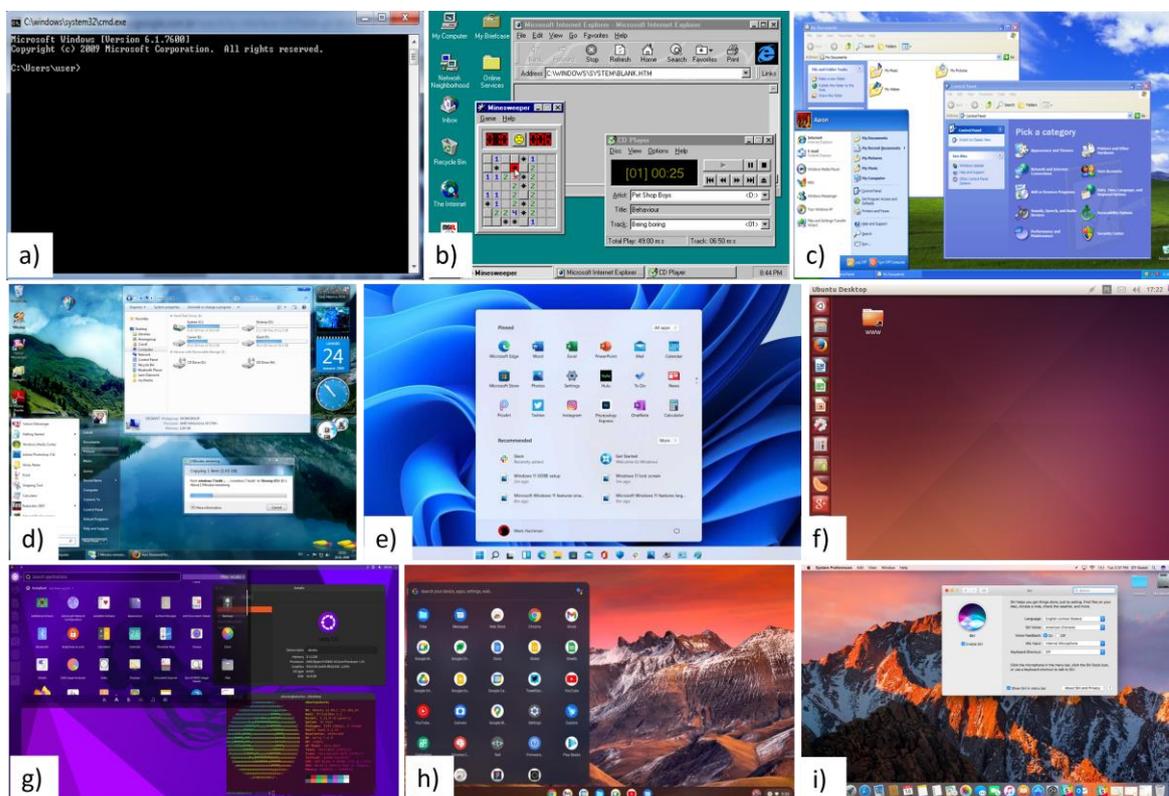
Discutimos com eles sobre as respostas de cada grupo, reforçando a importância das funcionalidades que deveriam estar sempre em execução, com outras de menor importância, ou seja, fazendo-os pensar em uma lista de prioridades, destacando processos que seriam essenciais para, por exemplo, não deixar o celular travar ou queimar.

Na sequência, ilustramos em tela alguns Sistemas Operacionais (Figura 38), uns mais utilizados comercialmente, outros de ampla utilização pessoal, que foram sendo criados ao longo do tempo, com algumas manifestações dos alunos sobre alguns deles. Ao ilustrar a representação do MS-DOS (Figura 38 – a), por exemplo, sistema que funcionava por terminal de comando, alguns alunos disseram: “que feio” (Bia, Henri, Bru). Abrimos então a reprodução do MS-DOS dentro do Windows de nossa máquina, para explorar como eram realizadas as operações, todas por linhas de comando no terminal. Por exemplo, para visualizar os arquivos dispostos em uma pasta, digitamos o comando “dir”, e todos os arquivos foram listados dentro do próprio terminal. Ou seja, para os alunos, a interface não pareceu nada usual, com Gabi e Luca dizendo: “chato, hein, professor”.

Ao ilustrar a interface do Windows 95 (Figura 38 – b), um dos alunos disse: “olha um jogo” (apontando para o campo minado) (Edu); outro aluno comentou: “mas como joga?” (Luca). Rapidamente explicamos o funcionamento do jogo e seguimos ilustrando outras interfaces. Conforme evoluíam as telas, os alunos comentavam que estariam ficando “melhores” e “mais bonitas”. Ao apresentarmos a interface do Windows 7 (Figura 38 – d), como também estava na tela algumas informações

gerais sobre o sistema e sua data de criação, um dos alunos (Vini) comentou: “não tinha nem nascido professor” (risos).

Figura 38 – Interface de alguns Sistemas Operacionais



Fonte: Elaboração própria.

Ao avançarmos mostrando as interfaces, comparamos as versões do Ubuntu 14.04 (Figura 38 – f) e 22.04 (Figura 38 – g), Edu comentou: “que bonito, parece uma caixa de som”. Ilustrando o Sistema Operacional ChromeOS (Figura 38 – h), os alunos disseram que tinham visto ao usar os ChromeBooks disponíveis na escola. Finalizamos mostrando a interface do MacOS, com Bru e Biel comentando: “olha a Siri” (apontando para a assistente pessoal do sistema em tela).

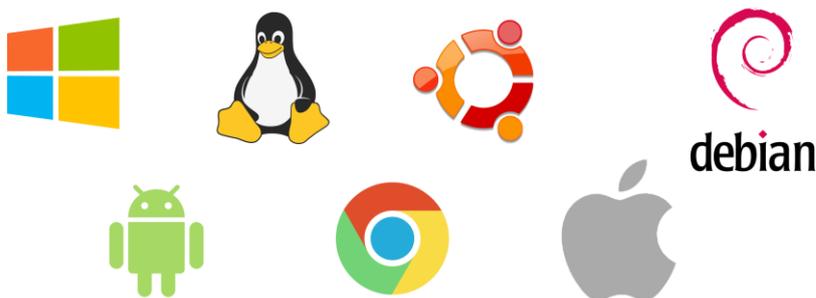
Na sequência, dialogamos com os alunos sobre o conceito de Sistema Operacional, juntamente com suas principais funcionalidades em animações (vídeos), ilustrando Sistemas Operacionais para computadores, tablets e celulares, a importância de seu funcionamento nos diversos sistemas computacionais. Exemplificamos a relevância dos Sistemas Operacionais ao interfacear aplicativos de uso geral e os equipamentos físicos (hardware – conceito abordado em outras aulas).

A ação de mostrarmos na tela de projeção imagens das interfaces dos sistemas operacionais, discutindo com eles sobre algumas particularidades de cada um, foi algo que mobilizou os alunos de modo a fazê-los estar atentos e participativos, mesmo com a maioria dos Sistemas Operacionais nunca ter sido objeto de conhecimento dos alunos, ou seja, não ser algo do cotidiano deles.

Ilustramos logotipos de alguns Sistemas Operacionais (conforme Figura 39) e perguntamos o que era cada um deles:

- Pesquisador: O que é esse cara aqui? (apontando para o logotipo do Android);
- Alunos: Android!
- Pesquisador: E esse outro? (apontando para o logotipo do Windows);
- Gabi: É quando liga o computador aparece ele. É o Windows;
- Rafa, Mari e Manu: Aquela é a maçã do Iphone (apontando para o logotipo da Apple);
- Pesquisador: E o que são todos esses? Por exemplo, o Android, o que ele faz?
- Rafa: Se não tivesse ele, nosso celular não funcionava;
- Pesquisador: E se eu não tivesse o Sistema Operacional da Apple, meu Iphone iria funcionar?
- Alunos: Não!
- Pesquisador: E quem tem Windows no computador, sem ele, o que ia acontecer?
- Alunos: Não ia funcionar.

Figura 39 – Logotipos de alguns Sistemas Operacionais



Fonte: Elaboração própria.

Novamente a ilustração de logotipos foi uma ação que mobilizou os alunos, pois alguns eram de conhecimento deles e os fizeram participar ativamente do diálogo proposto. Foi importante também para possibilitar que associassem a compreensão das funcionalidades dos Sistemas Operacionais a figuras conhecidas, estabelecendo um tipo de relação entre as figuras, o que representavam (significado) e suas funções.

Na sequência, solicitamos que realizassem uma síntese, em seus cadernos individuais, sobre o as principais funcionalidades dos Sistemas Operacionais:

- (Gabi) Gerência do processador, memória, dispositivos e arquivos.
- (Mari) Monitorar o funcionamento do nosso computador, distribuir o tempo de processamento dos apps.
- (Bia) Gerenciar a memória, processador.
- (Manu) Monitorar.
- (Bru) É para distribuir o processamento dos aplicativos e programas.
- (Juli) Para ficar mais fácil de mexer.
- (Rafa) Para gerenciar a memória, processador e monitorar.
- (Edu) Cada máquina tem seu sistema operacional.
- (Isa) Gerenciar os dados.

Os alunos apontaram algumas das funcionalidades dos Sistemas Operacionais que foram anteriormente apresentadas e, de maneira geral, compreenderam que a gerência e o monitoramento dos recursos dos equipamentos (computadores, notebooks, tablets e smartphones) e dos programas e aplicativos eram a principal função dos sistemas operacionais.

O estabelecimento da relação de Computação não apenas com o que é diretamente captado sensorialmente, mas com modos como internamente essas máquinas funcionam, representa avanços qualitativos no nível de pensamento dos estudantes. Notamos que os alunos compreenderam tanto a necessidade de o ser humano programar as máquinas para que ela realize as operações solicitadas (**ser humano movimentando a máquina**), quanto a **compreensão de fenômenos da cultura digital com bases em conceitos computacionais**.

O contato com os conceitos científicos permitiu aos estudantes estabelecerem relações que seriam impossíveis por meio da percepção sensorial, modo pelo qual se formaram os conceitos cotidianos, evidenciados no primeiro encontro do experimento. Em relação ao conceito científico, Vygotski (2014) aponta que seu desenvolvimento se inicia pelo

[...] que ainda permanece sem desenvolver nos conceitos espontâneos ao longo de toda a idade escolar. Geralmente começa com o trabalho sobre o próprio conceito como tal, com a definição verbal do conceito, com operações que pressupõem seu uso não espontâneo (Vygotski, 2014, p. 251, tradução nossa).

Para a maioria dos alunos, é o primeiro contato com esses conceitos ou com essas palavras e fazê-los analisar situações problema envolvendo as concepções principais desses conceitos parece ser um caminho adequado para se chegar à definição verbal, pois, a partir da análise coletiva das propriedades do objeto de estudo, seja material ou imaterial, com a mediação da linguagem científica pelo professor, o estudante reconstitui a função essencial do objeto, elabora sínteses mentais e passa a atuar conscientemente, na realidade objetiva.

4.3.13. Episódio 13 – Agilizando nossas tarefas – Paralelismo

Neste episódio estão presentes ações de ensino que visavam promover a apropriação do conceito de Computação Paralela, pelos alunos. Foram propostos cenários de situações cotidianas que contemplaram a ideia da realização de tarefas de modo simultâneo, similar à ideia geral do conceito. Propusemos o “cenário de hoje”, a ser analisado pelos alunos, divididos em grupos, conforme Figura 40.

Com a situação problema exposta em tela, realizamos a leitura junto aos alunos para que pudessem compreender as condições para a realização da tarefa. Percebemos os grupos fazendo cálculos para tentar chegar ao quantitativo total de tempo para realização da tarefa.

Figura 40 – “cenário de hoje” – paralelismo

Cenário de hoje

- Quatro amigos (Bru, Fer, Fran e Caio) precisam fazer compras em um supermercado em no máximo 20 minutos. Eles tem que comprar 20 produtos. Para pegar cada produto juntos, eles levam 3 minutos, mas eles podem se separar, caso ajude na compra. Para passar cada produto no caixa, leva 1 minuto. Como podemos ajudá-los?



Fonte: Elaboração própria.

Na sequência, iniciamos um diálogo:

- Pesquisador: Quanto tempo gastariam para realizar as compras estando todos juntos?
- Gabi, Vini, Bia e Edu: 60 minutos!
- Pesquisador: E o tempo para passarem os produtos no caixa?
- Bia: Um minuto;
- Pesquisador: Isso para um produto, e para os 20?
- Gabi: 20 minutos;
- Pesquisador: E a compra no total?
- Gabi: 80 minutos.

Ilustramos um possível diálogo entre os personagens do cenário, conforme Figura 41.

Analisando junto aos alunos, chegamos ao tempo total de 80 minutos, porém, o cenário estabelecia o tempo máximo de 20 minutos. Então os questionamos: “é possível resolver essa situação?”.

Figura 41 – “cenário de hoje” – primeira possibilidade



Fonte: Elaboração própria.

Em instantes Bia disse: “é só se separar!”. Pedimos então que analisassem como se estivessem dentro do cenário e propusessem possibilidades para resolver a situação. O diálogo prosseguiu:

- Edu: Cada um pega dez produtos e leva para o caixa;
- Pesquisador: E isso resolve o problema?
- Bia: Não daria para cada um pegar um carrinho?
- Pesquisador: Daria? E cada um pegaria quantos produtos? Quanto tempo no total?
- Edu: Pode ser 20 produtos iguais?
- Pesquisador: Não, são todos produtos diferentes.

Todos os grupos solicitaram ajuda e apresentaram propostas de solução, porém, nem sempre atendiam todos os requisitos do cenário. Conforme avançava a discussão intragrupo, iam surgindo possibilidades de divisão entre os personagens do cenário, com novos agrupamentos, os quais foram sendo por nós ilustrados em tela, conforme propostas dos grupos.

A Figura 42 – a) mostra a possibilidade de dividi-los em duplas, com cada dupla pegando dez produtos, totalizando 30 minutos por dupla, o que, após ter sido

analisada pelos alunos, não satisfazia o tempo permitido. Rafa ainda questionou: “mas não vai dar no total 60 minutos? 30 mais 30?”. Discutimos sobre o fato de que cada dupla faria a compra ao mesmo tempo, cada uma levando 30 minutos e não uma realizando após a outra.

Na Figura 42 – b), conforme sugestão anterior da Bia, junto a ideia da Mari: “e se cada um pegar cinco?”, dividiram os personagens, cada um com um carrinho e pegando cinco produtos, diminuindo para 15 minutos a parte da compra. Após fazerem os cálculos, notaram que, apesar de ter reduzido para 15 minutos, ainda levava mais 20 minutos para passar no caixa, o que ultrapassava o tempo permitido. Mari então disse: “com um caixa só não dá professor”.

Figura 42 – “cenário de hoje” – novas propostas



Fonte: Elaboração própria.

Prosseguimos com a discussão sobre o cenário, dizendo que poderia ter mais caixas para a realização da tarefa. Continuaram com os quatro carrinhos, com a possibilidade de ter dois caixas e cada um deles levando o mesmo tempo para passar cada produto, um minuto. Antes mesmo de terminarmos de compor em tela esse cenário (Figura 43 – a), Bia e Rafa disseram: “tem que ter mais caixa”.

Figura 43 – “cenário de hoje” – propostas finais



Fonte: Elaboração própria.

Então estimulamos outra discussão:

- Pesquisador: Com dois caixas vai dar tempo?
- Edu: Não!
- Bia: Não sei;
- Gabi: Às vezes dá;
- Pesquisador: Sim ou não?
- Rafa: Não dá;
- Bia: Não dá, não dá não;
- Henri: Dá, eu acho que dá;
- Bia: Não dá, como vai passar tudo aquilo lá de produto só em dois caixas?
- Henri: É! Ô prô, tem que ter mais dois;
- Bia e Edu: E se fosse cada um em um caixa?

Na sequência, ilustramos então a possibilidade com quatro caixas (Figura 43 – b) e dissemos para que escrevessem a solução de cada grupo, obtendo:

- Grupo 1 (Edu, Bia e Rafa): Precisa de quatro caixas para quatro carrinhos.

- Grupo 2 (Juli e Mari): Pensamos em além de cada um deles pegar 5 produtos, cada um que ir pegando e quando terminar já vai direto para o caixa e aí vai ser rápido com um carrinho em cada caixa.
- Grupo 3 (Bru, Gabi e Manu): Eles podem se separar e cada um pegar 5 produtos cada um ou fazer uma lista com tudo que devemos comprar e a marca junto para não ficar escolhendo a marca, e cada um pega uma cestinha e pega sua listinha do que você tem que comprar cada um com seus 5 produtos.
- Grupo 4 (Biel, Luca e Tati): Se cada um pegar um carrinho e fosse em fileira oposta em dois caixas de dois em cada.
- Grupo 5 (Henri e Vini): Cada um pega cinco e vai cada um em um caixa.

Percebemos, pelas manifestações de cada aluno e pelas respostas nos cadernos dos grupos, que a maioria compreendeu a essência da tarefa, que teve o propósito de fazê-los pensar em dividir para realizar a tarefa completa dentro do tempo disponível, com a quantidade de recursos possíveis, no caso, quatro carrinhos e quatro caixas, possibilitando a realização dentro do tempo determinado. Apenas um dos grupos (4) ainda persistiu na ideia de dividir em duplas e tentar passar nos caixas, o que seria inviável por conta do tempo. Explicamos então sobre a possibilidade de realizarmos tarefas em paralelo, ou seja, simultaneamente, utilizando recursos disponíveis, diminuindo o tempo total de realização da tarefa.

Uma ação que se mostrou favorável na condução da tarefa foi a ilustração dos cenários conforme discussão e proposição dos alunos. A partir da proposição inicial do “cenário de hoje” (Figura 41), os alunos foram analisando e propondo novos arranjos para solucionar a tarefa, os quais eram rearranjados e ilustrados em tela por nós. A cada nova proposição, havia manifestações favoráveis e contrárias, com questionamentos acerca de cada possibilidade. Isso mobilizou os alunos a debater tanto intergrupo quanto com toda a turma, revelando uma boa atuação no coletivo.

Essa construção colaborativa das possibilidades e os diversos arranjos para solucionar a tarefa, foi uma forma de modelagem, conforme exposto por Davydov (1990), um processo com objetivo de destacar o essencial, não elencando as informações menos importantes. No caso, os alunos conseguiram estabelecer o que era essencial para solucionar a tarefa, analisando a possibilidade de divisão das

peças, cada um com um carrinho e a necessidade de um número maior de caixas, dado o tempo disponível.

A tarefa era composta por ações que requeriam algumas habilidades que são parte do pensamento computacional, pois tiveram que: analisar o cenário como um todo; evidenciar os aspectos relevantes nele; realizar a divisão das pessoas, carrinhos e caixas; criar um procedimento a ser seguido para solucionar a tarefa, e; testar essas soluções; além de avaliar se estava adequado dadas as condições previamente estabelecidas. Os alunos exercitaram, respectivamente, as habilidades de Análise, Abstração, Decomposição, Algoritmo, Teste e Avaliação, conforme apontado na subseção 2.4.5.

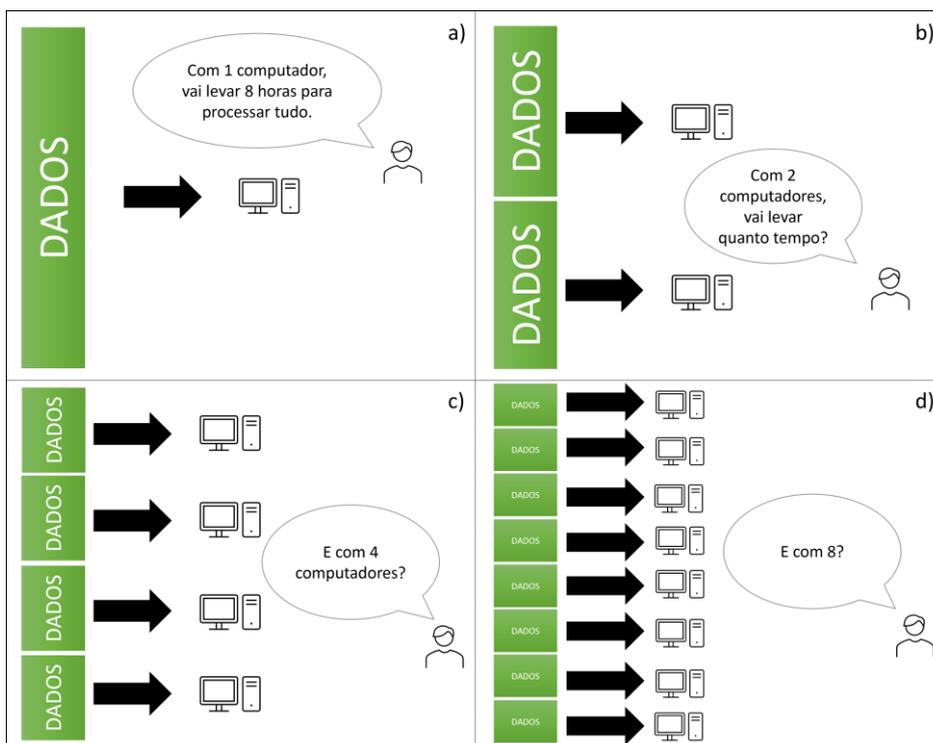
Ainda sem explicarmos o conceito teórico de Computação Paralela, perguntamos aos alunos qual poderia ser o significado desse termo. Alguns alunos mencionaram:

- Mari: Computador arrumado;
- Bru: Organização;
- Edu: Fazer as coisas ao mesmo tempo?
- Bia: Cada vez que vamos mexendo no computador, vai funcionando outras coisas no computador, ao mesmo tempo;
- Mari: Coisas que o computador faz e a gente não vê.

Das frases proferidas, Edu aproximou-se da ideia básica da Computação Paralela, que é a de realizar operações de forma simultânea, por meio de diversos núcleos de processamento. Mari, apesar de uma resposta ampla, foi assertiva pois, de maneira geral, os usuários não percebem a realização de Computação Paralela em seus dispositivos.

Sem ainda apresentar uma definição aos alunos, propusemos outro cenário, com foco na mesma ideia da situação anterior, agora relacionando o processamento de dados por computadores, ou seja, a realização de tarefas pelo computador em um determinado período de tempo. Por meio de imagens mostramos a possibilidade de dividirmos uma quantidade de dados para que vários computadores pudessem processá-los e fomos questionando, sobre o tempo que levariam com a quantidade de computadores disponíveis. A Figura 44 mostra as possibilidades.

Figura 44 – Divisão do processamento de dados



Fonte: Elaboração própria.

Com a Figura 44 – a, ilustramos o tempo necessário para um computador processar todos os dados (8 horas). Prosseguimos, indagando, com base na Figura 44 – b, quanto tempo levaríamos para processar os mesmos dados com dois computadores, o que foi prontamente respondido por Henri: “quatro horas cada” e Biel: “quatro horas”. Continuamos ilustrando a divisão dos dados para serem processados por quatro computadores (Figura 44 – c), com Henri dizendo: “duas horas cada”. Então argumentamos: “E se dividirmos novamente, para processar em oito computadores, quanto tempo levaríamos?”, com a resposta, quase que em conjunto (Henri, Bia, Rafa): “uma hora”. Perguntamos ainda: “por que não é 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 horas?”, com a resposta instantânea de Henri: “porque estão fazendo ao mesmo tempo”. Mari complementou: “isso tem a ver com o negócio do mercado”.

Henri revelou ter compreendido a questão da realização simultânea de operações. Já Mari associou a ideia geral da tarefa anterior com esse cenário, indicando ter assimilado o essencial do conceito.

Prosseguimos, dizendo que nas ilustrações, com a divisão dos dados, um computador processava uma porção deles, então, iniciamos mais um diálogo:

- Pesquisador: Para realizar processamento ao mesmo tempo vamos sempre precisar de mais de um computador? Lembram das CPUs, ou processadores, vocês acham que existe um computador com mais de um processador?
- Gabi: Ele processa mais de um milhão de coisa ao mesmo tempo;
- Biel: Professor, lembra quando o senhor abriu aquele negócio que apareceu dois processadores (se referindo ao encontro em que acessamos o gerenciador de tarefas do Windows e os recursos do computador);
- Pesquisador: Sim, vamos abrir novamente então. O que está aparecendo aqui em CPU? (com o gerenciador de recursos abertos na tela);
- Biel e Gabi: Núcleos – dois;
- Luca: Processadores lógicos – quatro;
- Mari: Então tem como, se tem dois;
- Pesquisador: Temos então um processador, com quantos núcleos?
- Alunos: Dois;
- Pesquisador: E quantos processadores lógicos?
- Alunos: Quatro;
- Pesquisador: Então, é possível que um computador com um processador tenha mais núcleos de processamento?
- Alunos: Sim.

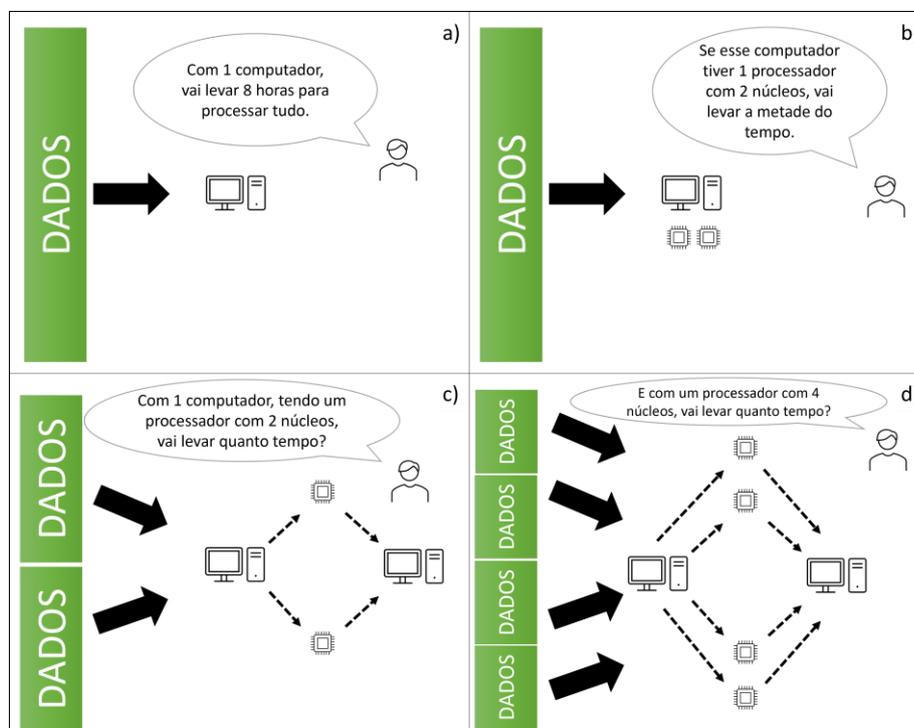
Exibimos então os núcleos de processamento do computador do pesquisador (Gerenciador de Tarefas do Windows), executando diversas aplicações (programas, janelas, processos do sistema) ao mesmo tempo e sem travar ou dar problema na execução de qualquer um deles. Aproveitamos para falar sobre a importância dos demais recursos do computador, tais como memória, disco (armazenamento), placa de vídeo, que eram exibidos no Gerenciador de Tarefas, que deveriam estar em plena execução para um bom desempenho do computador como um todo.

Voltamos a abordar com os alunos sobre os primeiros computadores produzidos, que tinham apenas um núcleo de processamento, menos recursos de memória e conseguiam processar apenas um ou pouquíssimos programas por vez, eventualmente ocasionando travamento no sistema.

Mostramos aos alunos, por meio de imagens, o que seria efetivamente computadores com um processador e mais de um núcleo de processamento, conforme Figura 45. Assim como no cenário anterior, os alunos foram respondendo às perguntas sobre tempo de processamento conforme ilustrado na Figura 45, apontando a metade do tempo para um computador com dois núcleos (c) e metade da metade (um quarto) do tempo com quatro núcleos, demonstrando ter compreendido os conceitos principais sobre a divisão de processamento e execução em paralelo.

Aproveitamos para discutir sobre os tempos adicionais referentes à divisão desse processamento e à junção dos resultados processados separadamente, visto que, teoricamente, são tempos que deveriam ser considerados quando se trata de processamento ou Computação Paralela. Abordamos ainda sobre os *threads*, tarefas ou processos divididos (que também apareceram no Gerenciador de Tarefas), que seriam executados concorrentemente, contribuindo com o processamento paralelo.

Figura 45 – Relação computador e núcleos de processamento



Fonte: Elaboração própria.

Mencionamos então as possibilidades de processadores com mais de um núcleo, alguns comerciais disponíveis no mercado. Reforçamos que, além do processador, que deveria ter mais núcleos de processamento, todos os outros componentes também deveriam ser avançados, para ocorrer um bom desempenho da sua máquina, seja computador, smartphone ou tablet.

Finalizamos o encontro, propondo a “dúvida do professor”, solicitando aos alunos uma síntese individual sobre os assuntos estudados:

- 1) Como eu posso diminuir o tempo de processamento dos meus dados?
- 2) Qual a diferença entre um computador que tem 1 núcleo de processamento e outro com 8 núcleos de processamento?

Com as seguintes respostas em seus cadernos:

- (Gabi) 1) Você tendo mais de um núcleo ajuda ou você pode ter também mais de um thread; 2) A diferença é que não vai demorar tanto para processar e se você tiver 1 núcleo pode demorar mais para processar.
- (Mari) 1) Com núcleos, só que mais de um núcleo e um processador; 2) É que com 1 vai demorar mais tempo, será mais lento e com 8 vai ficar mais rápido e com mais qualidade.
- (Bia) 1) Com núcleo com 2 processamento; 2) 1 núcleo ele funciona menos e 8 núcleos ele funciona e pega mais.
- (Bru) 1) Você pode ter vários núcleos para te ajudar; 2) Porque 1 é mais fraco e com 8 é mais forte.
- (Tati) 1) Com mais processadores com mais núcleos; 2) Com 8 núcleos o computador vai ficar mais rápido.
- (Edu) 1) Precisa de 8 núcleos para processar mais rápido e não atrasar; 2) O computador de 8 núcleos processa mais rápido e o com 1 núcleo processa mais devagar.
- (Isa) 1) Ter vários núcleos e fazer tudo ao mesmo tempo; 2) O de um núcleo demorar muito e o de oito núcleos vai mais rápido, processa mais rápido.

- (Biel) 1) Tendo 16 núcleos e muitas threads e 8 processadores; 2) Que o de 1 núcleo é muito lento para fazer e o de 8 núcleos é muito mais rápido.

Verificamos, durante a realização do encontro, que os alunos, de modo geral, compreenderam os principais conceitos de Computação Paralela, porém, não foram precisos ao defini-los teoricamente, mas tiveram conceituações adequadas, indicando ter se apropriado dos conceitos essenciais. Não os definir de maneira exata, aproxima a forma de pensar dos alunos ao pensamento por pseudoconceitos, conforme Martins (2016).

Notamos ainda que, nas sínteses dos alunos, foi mencionado alguns componentes que foram apresentados a eles em encontros anteriores (aula sobre Arquitetura de Computadores), e ao questionarmos sobre o funcionamento dos componentes, tivemos respostas assertivas. O que nos fornece indícios de que houve a apropriação dos conceitos científicos (apresentados no episódio 11), pois os relacionaram em um cenário distinto, com fenômenos diferentes.

Conforme mencionado por Vigotski (2001), os conceitos estavam atuando como instrumentos do pensamento dos alunos, tendo suas inter-relações evidenciadas em um sistema de conceitos. A **compreensão dos fenômenos digitais com base em conceitos computacionais** foi uma forma de pensamento que se manifestou quando os alunos propuseram possibilidades para resolução das situações problema.

Observamos também que algumas ações de ensino foram favoráveis no processo de assimilação dos conceitos, tais como a construção conjunta de possibilidades para solucionar as tarefas, uma forma de modelação (Davydov, 1990), junto aos alunos, pois os mobilizou para contribuir nas discussões intragrupo e intergrupo (com toda a sala). Isso também favoreceu o trabalho coletivo, pois os alunos pareciam estar confortáveis durante a proposição conjunta das possibilidades de solução para as tarefas. Também, a proposição de situações problema similares em essência, mas em diferentes cenários, foi favorável à apropriação dos conceitos pelos alunos.

Ainda, consideramos que a situação problema envolvendo elementos computacionais (dados, computadores, processadores, núcleos de processamento) contribuiu para mobilizar os alunos, favorecendo a aprendizagem dos conceitos.

4.3.14. Episódio 14 – Linguagem da máquina – Números binários

As ações de ensino analisadas nesse episódio tiveram o propósito de acompanhar o movimento de compreensão dos alunos quanto à relação dos conceitos teóricos sobre Sistemas de Numeração, especialmente base decimal e base binária, além da transformação dos dados do mundo real, em linguagem humana, para o formato que as máquinas computacionais realizam o processamento desses dados, a linguagem de máquina (binária).

O conceito teórico Sistemas de Numeração é comumente abordado dentro do conteúdo de Arquitetura e Organização de Computadores (conceito ensinado aos alunos em outras aulas), porém, como nesta pesquisa, abordamos mais a parte física (hardware) do que conceitos de projeto e implementação de sistemas computacionais, dada a faixa etária e etapa de escolarização dos alunos, optamos por ensinar sobre linguagem de máquina em um encontro separadamente.

Dividimos o episódio em duas cenas, em que, na primeira analisamos a representação de arquivos por meio de linguagem de máquina, além das unidades de medida na Computação e, na segunda, colocamos em movimento os conceitos relacionados à conversão entre as bases binária e decimal, por meio da realização de um jogo, o bingo binário.

4.3.14.1. Cena 1 – Unidades de medida – bit, bytes, mega, giga, ...

Iniciamos o encontro propondo a “dúvida de hoje” para os alunos discutirem em grupo, com um cenário que relacionava conceitos sobre Hardware, discutido em aulas pregressas:

- Meu pai me passou as fotos do aniversário de 1 aninho da minha irmã Melissa em um pendrive. Quero ver e salvar essas fotos. Fiquei pensando:
 - 1) Quais dispositivos do computador são usados para ver as fotos na tela?
 - 2) Como posso salvar essas fotos no meu computador?
 - 3) Qual dispositivo vai armazenar as fotos?
 - 4) Se eu desligar o computador, vou perder as fotos?

Após alguns instantes de discussão intragrupo, fizeram os seguintes apontamentos em seus cadernos:

- Grupo 1 (Juli, Bru e Isa): 1) HD, memória RAM, pendrive; 2) só salvar no HD; 3) podemos usar a memória RAM, pendrive e no HD; 4) vai se você estiver usando a memória RAM, mas se usar o HD, não perde.
- Grupo 2 (Biel e Vini): 1) Galeria, câmera, placa de vídeo; 2) HD e cartão de memória; 3) HD, galeria e memória RAM; 4) depende de onde guardar.
- Grupo 3 (Mari e Bia): 1) Todos porque sem um não vai funcionar nada. Exemplo: placa de vídeo, HD, SSD, processador etc.; 2) na nuvem e no HD; 3) se tiver na memória RAM vai perder as fotos, já se estiver no HD a gente não perde as fotos, e a gente pode colocar na nuvem, o processador vai ajudar; 4) se tiver na memória RAM sim, mas no HD fica salvo.
- Grupo 4 (Edu e Luca): 1) Pensamos que a placa de vídeo e a tela dão a imagem, e as fotos no pendrive, placa-mãe e memória RAM; 2) ela salva as fotos na memória RAM, mas a memória RAM quando acaba a luz ela perde tudo e o HD não perde nada; 3) a galeria, placa de vídeo e pendrive; 4) sim, mas você pode salvar as fotos no HD e no pendrive.
- Grupo 5 (Gabi e Tati): 1) Tem como você usar o teclado, pendrive, mouse, CPU, HD e placa de vídeo; 2) podemos salvar essas fotos para não perder no HD porque se for na memória RAM, ela perde se desligar o computador; 3) você pode ter possibilidades de armazenar na nuvem, você pode armazenar na galeria e no HD; 4) se você tiver armazenado na memória RAM, você vai perder mas se for no HD, não perde.

Na sequência, analisamos as respostas de todos os grupos, realizando apontamentos de modo a corrigir informações inconsistentes como a menção à galeria e a câmera para visualizar fotos na tela, que apesar de ter sentido em relação ao uso geral, principalmente em smartphones, não são os componentes físicos específicos que permitem tal uso. A frase “Todos porque sem um não vai funcionar nada”, respondendo sobre os dispositivos necessários para visualizar fotos na tela, escrita pelo Grupo 3 nos chamou atenção pois reforçou a importância de

todos os componentes de um sistema computacional estarem operantes para que tudo funcione adequadamente. Compreenderam que todo equipamento tem seus componentes inter-relacionados, cada um realizando sua função para o funcionamento geral. Novamente, os alunos relacionaram em uma tarefa específica conceitos que foram ensinados em cenários e contextos diferentes.

Algo que também foi destaque nas respostas dos grupos foi a menção a conceitos de diversos componentes físicos de um computador, que foram ensinados em aulas anteriores. Ou seja, tanto o nome dos componentes, quanto sua funcionalidade foram assimilados pelos alunos, houve menção a eles em um novo cenário, em outro dia, revelando terem **compreendido fenômenos da cultura digital com base em conceitos computacionais**.

Prosseguimos com o “cenário de hoje”, apresentando uma situação semelhante à anterior, mas visando introduzir sobre a linguagem da máquina, ou seja, como as informações captadas pelo ser humano (fotos, vídeos, música, entre outros) são transmitidas, armazenadas e processadas pelo computador e como conseguimos visualizá-las, visto que, de maneira geral, não compreendemos a linguagem de máquina. O cenário foi:

- Quando passamos documentos de um pendrive para o computador, ou seja, salvamos uma foto, um documento de texto ou um vídeo no HD, o computador realiza algumas tarefas. Dessa forma:
 - 1) O computador consegue ver os documentos assim como a gente? Ele enxerga um vídeo ou uma foto como as pessoas?
 - 2) Como ele guarda nossos documentos nos dispositivos?
 - 3) Qual a língua que o computador entende?

Apesar de uma tarefa a ser realizada inicialmente entre os grupos, após lermos a primeira pergunta, foi gerado um diálogo:

- Pesquisador: O computador consegue ver os documentos assim como a gente?
- Luca e Gabi: Consegue;
- Pesquisador: Ele enxerga um vídeo ou uma foto como as pessoas?

- Bru: Sim;
- Luca, Mari: Não;
- Mari: Ele não tem “zóio” (risos);
- Bia: Ele não tem olho para olhar (risos);
- Edu: E a câmera dele?
- Mari: A câmera é para gravar a gente, não para ele olhar;
- Pesquisador: Mas e quando eu coloco as fotos que estão em um pendrive dentro do computador, ele consegue ver igual a gente?
- Mari e Bia: Não, ele consegue enxergar, mas não igual a gente;
- Gabi: A foto vai estar em forma de arquivo;
- Pesquisador: Como ele mostra para a gente então?
- Luca: Com a tela;
- Pesquisador: Como então ele enxerga as informações e os arquivos?
Pensem em seus grupos sobre cada pergunta.

Obtivemos os seguintes apontamentos nos grupos:

- Grupo 1 (Juli, Bru e Isa): 1) Sim, porque tem vezes que a pessoa coloca em uma foto e depois ele vê as imagens; 2) nas nuvens ou no HD; 3) todas as linguagens que são de programação, Python.
- Grupo 2 (Biel e Vini): 1) Mais ou menos, ele vê as fotos como arquivo e para a gente, mostra normal; 2) ele guarda na nuvem, Google Drive; 3) Linguagens de programação.
- Grupo 3 (Mari e Bia): 1) Não porque ele não tem olho, é só uma máquina; 2) guarda no HD; 3) Linguagem de programação, Python.
- Grupo 4 (Edu e Luca): 1) Consegue e não enxerga; 2) pela nuvem e pendrive; 3) C++, PHP, Python.
- Grupo 5 (Gabi e Tati): 1) O computador consegue ver, mas ele não vê igual nós porque chega em forma de arquivo; 2) a gente salva na nuvem e no HD; 3) ele entende os comandos e ele também entende códigos, só que traduzidos.

Realizamos a leitura das respostas dos grupos, e observamos que alguns deles citaram as Linguagens de Programação (conceito ensinado nos primeiros encontros), mostrando o estabelecimento de relação desse conceito com outro cenário, completamente distinto.

Mesmo após as brincadeiras que ocorreram durante o diálogo, os alunos, em grupo, elaboram boas respostas para as perguntas. Na primeira, notamos grupos com respostas sucintas (Grupo 4), outras diretas e sem maiores detalhes (Grupo 3) e sem muito sentido lógico (Grupo 1). Os grupos 2 e 5, apontaram o fato de o computador interpretar fotos e vídeos em forma de arquivo, o que foi interessante pois não havíamos mencionado o termo arquivo, algo que não era do cotidiano deles.

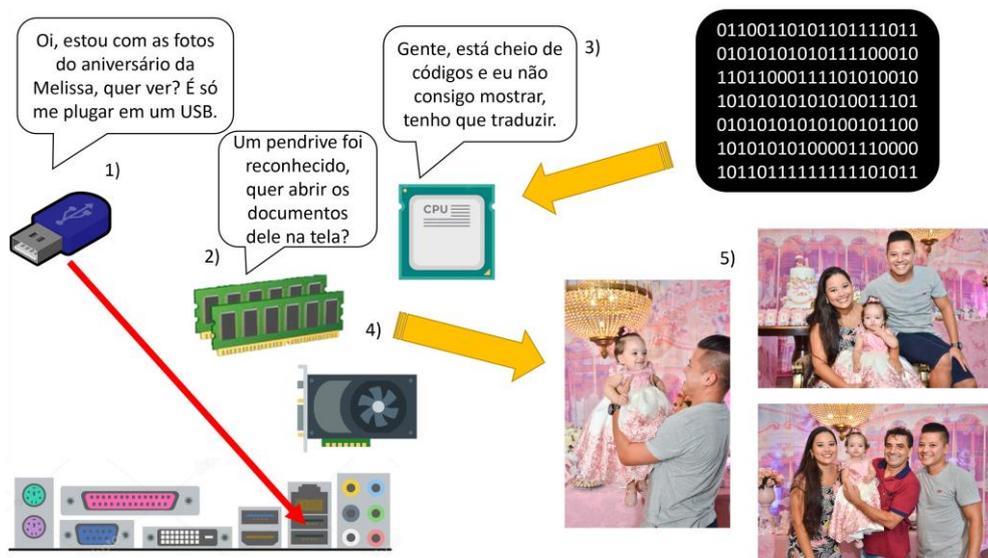
A segunda pergunta foi feita no sentido de verificar se os alunos tinham se apropriado dos conceitos sobre dispositivos de armazenamento (ensinado em aulas anteriores), o que, de modo geral, foi confirmado visto que citaram os dispositivos físicos de armazenamento (HD, pendrive) e possibilidades por software (nuvem), citando inclusive uma delas, o Drive do Google.

Nas respostas da terceira pergunta, apenas um dos grupos (5) não citou “linguagens de programação”, mas mencionou uma informação importante, ao afirmar que o computador entendia os comandos e códigos, mas traduzidos. Ou seja, apesar de não citar as linguagens de programação, revelaram ter compreendido que para haver comunicação entre as pessoas e as máquinas deveria haver um tipo de código e de tradução.

Na sequência, voltamos a questioná-los como o computador enxergava arquivos, como fotos. Como ilustrado na Figura 46, fomos apresentando e discutindo passo a passo com os alunos, conforme a numeração na figura, um cenário real, de armazenamento, processamento e visualização de fotos. Inserimos no cenário, personagens familiares do pesquisador, de conhecimento dos alunos, o que os mobilizou ainda mais a pensar em como ocorria cada passo do processamento das imagens.

Conforme exposto na Figura 46, fomos discutindo o passo a passo de uma ação de conectar um pendrive em um computador e como os dispositivos tratariam fotos do pendrive, até serem mostradas na tela.

Figura 46 – Esquema para o processamento de imagens



Fonte: Elaboração própria.

Passamos pelos passos 1 e 2, explicando e dialogando com os alunos, visto que a maioria ia recordando as funções dos componentes mostrados. No passo 3:

- Pesquisador: Olha como o computador enxerga as fotos (apontando para o código binário da Figura 46). O que é isso?
- Bia: Código;
- Mari: Linguagem de programação;
- Biel: Código Morse;
- Mari: O jeito que o computador enxerga;
- Pesquisador: É assim que ele enxerga?
- Mari: Sim;
- Pesquisador: Que códigos são esses?
- Bia, Mari, Gabi: Zeros e uns;
- Edu: Onze;
- Pesquisador: Mas eles são formados por quais números?
- Alunos: Um e zero;
- Pesquisador: Então, os dispositivos têm que traduzir para mostrar as imagens para as pessoas?
- Alunos: Acho que sim.

Prosseguimos então dialogando sobre os passos 4 e 5, com o funcionamento e inter-relação entre os dispositivos, até ilustrar as fotos. Mari surpresa ao ver a bebê da foto, diz: “a Melissa existe!” (risos) e Gabi, referindo-se à Vanessa que já tinha sido “apresentada” a eles em uma situação problema anterior, afirma: “a Vanessa é linda mesmo né” (risos). Perguntamos, então: “Como o computador enxerga?”, com Mari e Gabi respondendo: “um e zero”, com Edu complementando: “nossa, mas o computador faz um trabalho né”.

Na sequência, discutimos sobre como os zeros e os uns formavam a linguagem binária, ou seja, a linguagem com dois caracteres (0 e 1), utilizada por máquinas com circuitos digitais para interpretar informações e executar ações, a linguagem de máquina. Era por meio dessa linguagem que o computador exibia e processava textos, números e imagens, por exemplo. Dissemos que o computador não entendia letras e dígitos, como os humanos.

Apresentamos aos alunos a maneira como eram formadas as informações a partir do sistema binário, com a possibilidade de termos um 0 ou um 1, como um interruptor de luz, podendo estar desligado (zero) ou ligado (um). Aproveitamos para nomear essa possibilidade de zero ou um, como a menor porção de dado, chamado dígito binário ou bit (em inglês, *binary digit*).

Comentamos sobre a composição dos bits para formar as quantidades de dados, conhecidas como Byte, Kilobyte, Megabyte, Gigabyte e Terabyte. Questionamos os alunos:

- Pesquisador: A menor unidade que temos no computador é formada por um 0 ou um 1. Como é o nome dessa unidade?
- Bru e Gabi: Bit;
- Pesquisador: E vocês já ouviram falar sobre o que é um byte? E um megabyte?
- Mari: Megabyte acho que é melhor que byte;
- Pesquisador: Megabyte é maior ou menor que byte?
- Mari: Pela palavra é maior né;
- Pesquisador: E Gibabyte, já ouviram falar?
- Mari: É um byte gigante (risos);

- Pesquisador: Por exemplo, quando compramos um celular, o vendedor fala que o celular tem 32 gigabytes. O que isso significa?
- Henri: É a carga do tanto de coisa que aguenta, é o tanto de coisa que suporta.

Mari fez a suposição de que Megabyte era maior que Byte apenas pela palavra, realizando uma associação entre as palavras e as suas imagens subjetivas (Luria, 1991), suscitadas nela, visto que os alunos não tinham qualquer compreensão prévia sobre as grandezas computacionais.

Fizemos então uma comparação sobre as unidades de medidas conhecidas por eles, relacionando milímetros, centímetros, decímetros e metro, iniciando outro diálogo:

- Pesquisador: Quantos milímetros vocês medem?
- Luca: Um metro e cinquenta;
- Pesquisador: Mas eu perguntei quantos milímetros vocês medem. Se eu perguntar, qual a altura de vocês?
- Bia: Um metro e cinquenta;
- Pesquisador: E se eu perguntar quantos milímetros ou centímetros vocês medem?
- Alunos: Não sei;
- Pesquisador: Se tivermos 100 centímetros, equivale a?
- Luca: Um metro;
- Pesquisador: E quem tem 150 centímetros?
- Bia, Yuri: Eu!
- Pesquisador: Equivale a quanto?
- Edu: Um metro e cinquenta;
- Pesquisador: Isso, em geral, falamos que temos um metro e tanto, e não em centímetros ou milímetros, certo?
- Alunos: Sim;
- Pesquisador: 100 centímetros é o mesmo que 1 metro, 150 centímetros equivalem a 1 metro e meio, certo?
- Alunos: Sim;

- Pesquisador: Essas são nossas unidades de medida. Usamos a mais adequada para cada medida. É o mesmo na Computação. Se eu perguntar o tamanho de uma foto;
- Luca: 10 centímetros?
- Bru: 1 metro e meio?
- Pesquisador: E se eu perguntar o tamanho de uma música?
- Manu: 1 minuto;
- Bru: 2 minutos;
- Pesquisador: Mas eu perguntei o tamanho da música e não o tempo dela.
- Gabi: Não tem tamanho, não é gente;
- Pesquisador: E quando eu compro um pendrive de 4 Gigabytes, eu tenho 1000 músicas no computador com tamanho de 8 Gigabytes. Cabem esses 8 Gigabytes dentro do pendrive de 4 Gigabytes?
- Alunos: Não;
- Pesquisador: Então música tem tamanho?
- Alunos: Tem;
- Pesquisador: E foto, tem tamanho? Vídeo tem tamanho?
- Alunos: Sim;
- Pesquisador: E toda foto tem o mesmo tamanho?
- Alunos: Não;
- Mari: Tem foto que é menor e outras maiores (gesticulando com as mãos);
- Bia: Tem quadro menor e quadro maior.

Essa ação de relacionar as unidades de medida conhecidas por eles (conceitos já estudados, provavelmente, no componente curricular de Matemática) às unidades de medidas da Computação (novos conceitos), os mobilizou a participar efetivamente do diálogo para assimilar esses novos conhecimentos, fator já apontado por Vigotski (2010), ao mencionar a importância de atuar na Zona de Desenvolvimento Próximo dos estudantes.

Percebemos que a capacidade de atuar com as unidades de medida de comprimento e tempo já estava consolidada, ou seja, no nível de desenvolvimento real, mas sozinhos ainda não conseguiam atuar com uma unidade de medida nova. A nossa ajuda, estabelecendo relações, dirigindo a atenção deles para

semelhanças, mas também diferenças da grandeza a ser medida, favoreceu a apropriação de um conceito científico correlato. Razão pela qual, quando se busca um ensino que promova o desenvolvimento dos estudantes, conhecer o seu nível de desenvolvimento atual é uma ação necessária para que o trabalho pedagógico permita que eles avancem para níveis superiores.

Buscamos então levar os estudantes a compreender as relações entre as unidades de medida na Computação (bit, Byte, Kilobyte - KB, Megabyte - MB, Gigabyte - GB e Terabyte - TB) e algumas equivalências entre eles. Por exemplo, dissemos que, em geral, músicas teriam poucos MB e vídeos alguns GB. Falamos ainda sobre as capacidades dos smartphones e tablets, e do armazenamento dos HDs e SSDs de computadores e notebooks.

Na sequência, discutimos o tamanho de alguns arquivos, com três fotos com resoluções diferentes, abrindo-as na tela e mostrando a qualidade e tamanho delas (Figura 47 – a) 58 Kbytes, b) 1.874 Kbytes e c) 6.367 Kbytes), uma música (7.963 Kbytes) e um vídeo (144 Megabytes).

Figura 47 – Qualidade das fotos (unidades de medida)



Fonte: Elaboração própria.

Dialogamos sobre a qualidade e resolução das fotos, que impactava no tamanho delas, assim como a qualidade de músicas e de vídeos. Voltamos a questioná-los:

- Pesquisador: Todas as fotos têm o mesmo tamanho?
- Henri, Bru, Gabi e Yuri: Não;
- Mari: Não, depende da qualidade;
- Henri: Tem umas de mais qualidade;
- Pesquisador: Isso, depende da qualidade, da resolução das fotos. Temos então arquivos de tamanhos diferentes;
- Henri: Hum, deu até fome professor (risos).

Na ação de ensino, foi importante relacionar os conceitos que estavam sendo ensinados com temáticas de conhecimento dos alunos, como as unidades de medida usuais, que faziam parte do repertório deles, estando já conscientizados, por terem sido objeto de estudo em anos anteriores e por fazerem parte do cotidiano dos alunos. Quando inserimos conceitos novos, mas que tinham relação com o que eles conheciam, permitimos que visualizassem algo concreto, levando-os a pensar e compreender novos objetos, até então abstratos, associando-os a unidades de medida de modo geral, para então relacionar com as medidas/tamanhos dos arquivos digitais. Ou seja, propiciamos aos alunos realizarem o movimento do pensamento entre o concreto e o abstrato (redução), e entre o abstrato e o concreto (pensado) (ascensão), tal como exposto por Davydov (1988a), essencial para a formação do pensamento teórico.

4.3.14.2. Cena 2 – Sistemas de numeração em movimento – Bingo binário

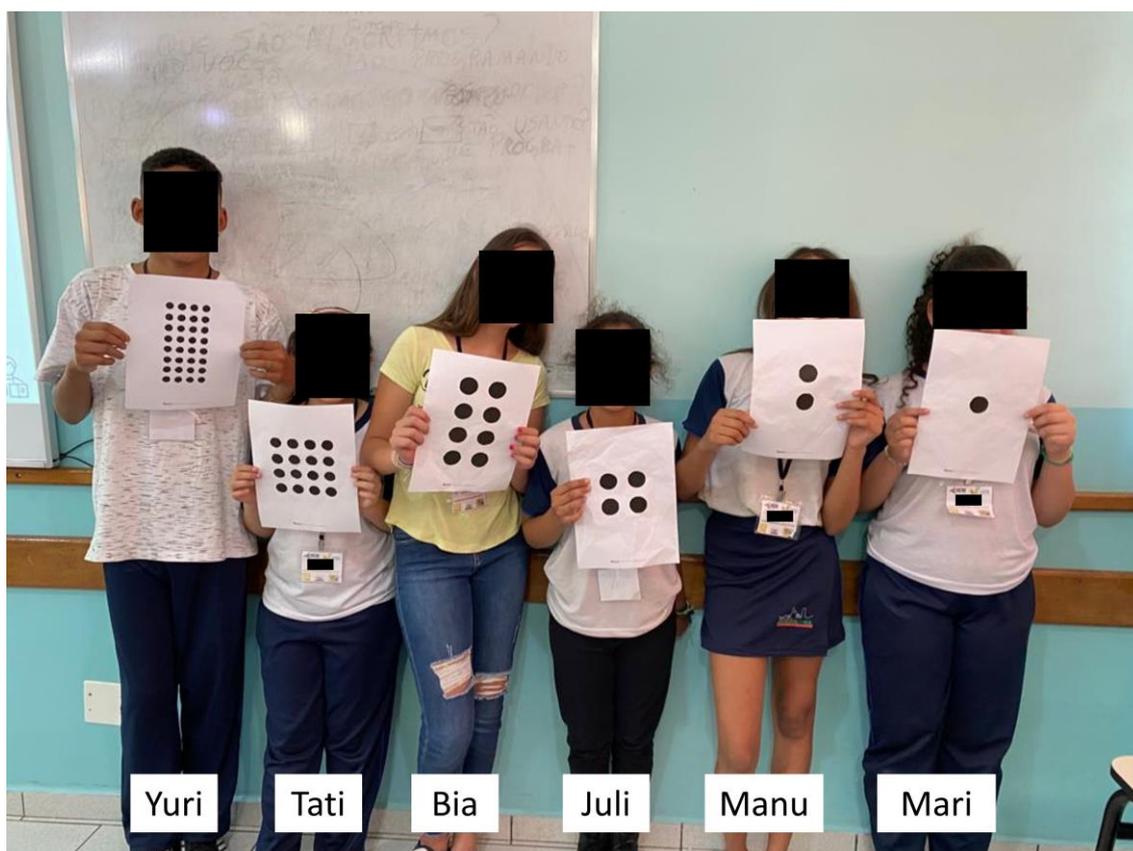
Iniciamos o encontro perguntando como poderíamos entender uma sequência de bits, assim como o computador, ou seja, se seria possível os humanos conseguirem traduzir uma informação em linguagem binária, com alguns alunos dizendo: “traduzindo” (Bia) ou “com tradutor” (Mari).

Revelamos aos alunos que era possível traduzirmos uma sequência de zeros (0s) e uns (1s), ao menos, para um sistema de numeração que conhecíamos e

trabalhávamos na escola, o sistema decimal. Voltamos a falar sobre a linguagem binária, formada por dois números, comentando sobre a linguagem decimal, e questionando os alunos o que seria essa linguagem, com Mari, Gabi e Bia respondendo: “com dez números”. Apresentamos, então, os números que formavam a linguagem decimal (0 a 9) e os números que formavam a linguagem binária (0 e 1).

Discutimos a formação dos números binários e a possibilidade de traduzir para o sistema decimal, por meio de uma atividade com cartões sobre a representação dos sistemas de numeração binário e decimal (Bell; Witten; Fellows, 2011). Dividimos os alunos para participarem da representação na frente da sala, cada um segurando um cartão com a representação de uma quantidade de pontos, posicionados do menor valor (1) mais à direita e o maior valor (32) mais à esquerda. A Figura 48 ilustra o posicionamento dos alunos.

Figura 48 – Representação da atividade de sistemas de numeração



Fonte: Elaboração própria.

Explicamos, então, sobre o posicionamento dos valores e como formar os números, da representação binária para seu correspondente em decimal. Por

exemplo, para formar o número 9 em decimal, teríamos o primeiro e quarto alunos (da direita para esquerda) com suas placas viradas, mostrando seus valores. Desse modo, estariam ativos (ligados) e formando o valor 001001 em binário, que corresponde ao número 9. Em outra elucidação, para formar o número 31 (em decimal) deveríamos ter o primeiro, segundo, terceiro, quarto e quinto alunos (da direita para esquerda) com suas placas viradas mostrando os valores, o que representaria, em binário a sequência 011111, equivalente ao 31.

Para que pudessem compreender esse formato de representação, ao posicionarmos os alunos na frente da sala, fomos questionando o restante deles sobre a formação dos números:

- Pesquisador: Se a Mari (primeiro aluno mais à direita) virar seu cartão, quantos pontos temos?
- Alunos: Um.
- Pesquisador: Isso, temos o valor 000001 em binário.
- Alunos: Um.
- Pesquisador: Se ela desvirar e a Manu (segundo aluno da direita para a esquerda) virar seu cartão, que números temos?
- Alunos: Dois.
- Pesquisador: Isso, temos o valor 000010 em binário. E se quisermos formar o 3, o que precisamos fazer?
- Henri: Virar a Manu e Juli (terceiro aluno mais à direita).
- Pesquisador: Virando as duas, temos quanto?
- Alunos: Juli tem 4 e Manu 2.
- Pesquisador: Qual a soma?
- Alunos: 6.
- Pesquisador: Formamos o 3?
- Alunos: Não.
- Pesquisador: Então, como devemos fazer?
- Yuri, Gabi e Rafa: Vira a Mari e a Manu.
- Pesquisador: Isso, formamos o 3, com valor 000011 em binário. E se quisermos formar o 4?
- Henri e Luca: Desvira as duas e vira a Juli.

- Pesquisador: Certo, temos o 4 (000100). E se quisermos o 5?
- Henri, Gabi, Rafa, Bru: Vira só a Mari e Juli.
- Yuri: Tem que virar a Tati (quinto aluno da direita para a esquerda).
- Pesquisador: Virando a Tati (010000), temos qual valor?
- Alunos: 16.
- Pesquisador: Então está errado o que o Yuri disse. Vamos virar a Mari e a Juli. Qual valor formamos (000101)?
- Alunos: 5.
- Pesquisador: Isso, temos o 5. E o número 6 (000110)?
- Alunos: Juli e Manu.
- Pesquisador: Muito bom, e o número 7 (000111)?
- Alunos: Mari, Manu e Juli.
- Pesquisador: E o 8 (001000)?
- Bru: Vira a Bia (quarto aluno da direita para a esquerda) e a Manu.
- Alunos: Não, vira só a Bia.
- Pesquisador: Isso, apenas a Bia. E para o número 12 (001100)?
- Henri e Yuri: Vira a Bia e a Juli.
- Pesquisador: Okay. Quero agora o número 15 (001111).
- Alunos: Vira Mari, Manu, Juli e Bia
- Pesquisador: E o número 19 (010011)?
- Yuri, Rafa, Luca, Henri: Vira a Tati, Manu e Mari.
- Pesquisador: Isso mesmo!

Na sequência, fizemos alguns questionamentos individuais, com todos os alunos acertando as representações. Depois, os alunos que estavam com os cartões foram sentar e os demais pegaram os cartões e realizamos novos questionamentos referentes à formação de números em decimal e binário, quase todos com respostas assertivas, tanto questionando a sala como um todo, quanto de maneira individual.

Após a realização de diversas rodadas de perguntas de números em decimal com sua representação em binário, os dividimos em grupos e colocamos alguns números no quadro para que realizassem a conversão de decimal para binário. A Figura 49 ilustra a tabela com as conversões realizadas pelos grupos.

Figura 49 – Conversões dos grupos no quadro

	64	32	16	8	4	2	1
G ₁ (102)	1	1	0	0	1	1	0
G ₂ (84)	1	0	1	0	1	0	0
G ₃ (77)	1	0	0	1	1	0	1
G ₄ (115)	1	1	1	0	0	1	1
G ₅ (79)	1	0	0	1	1	1	1

Fonte: Elaboração própria.

Continuando, entregamos mais números em decimal para que pudessem representar em binário. A Figura 50 mostra duas das tabelas de grupos preenchidas com as conversões dos números 0, 3, 21 e 35 para seus respectivos binários (0000000, 0000011, 0010101 e 0100011).

Figura 50 – Tabelas de conversão (decimal – binário)

	64	32	16	8	4	2	1
0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	1	1
21	0	0	1	0	1	0	1
35	0	1	0	0	0	1	1

Fonte: Cadernos dos grupos.

Solicitamos mais algumas conversões, a serem realizadas ainda em grupo, de números em binário para decimal, conforme Figura 51.

Em todas as conversões, tivemos pouquíssimos equívocos que foram analisados novamente pelos grupos e refeitos de maneira correta, sem maiores dificuldades. Indicaram ter compreendido a formação dos sistemas numéricos e a conversão entre eles, por meio da realização das tarefas.

Figura 51 – Conversões dos grupos (binário – decimal)

Grupo 1:	Grupo 2:	Grupo 3:	Grupo 4:	Grupo 5:
001000 8	001001 9	001100 12	001010 10	001011 11
010110 22	010011 19	010010 18	010111 23	011000 24
011000 24	011010 26	011100 28	011100 28	011001 25
100010 34	100001 32	101001 41	100101 37	100010 34
100110 36	100101 35	100011 39	100001 33	110011 51
111011 59	111001 57	111010 58	110111 55	100111 39

Fonte: Cadernos dos grupos.

Após todas as conversões, perguntamos por que o computador entendia o código binário e não o decimal, visto que seria mais fácil para compreendermos. Não tivemos manifestações e, então, explicamos que seria, basicamente, por possuir apenas dois estados, zero ou um, sendo mais fácil de serem processados pelas máquinas computacionais.

Antes de iniciar o Bingo Binário, propusemos que respondessem, em seus cadernos individuais, alguns questionamentos:

- 1) Qual a língua que o computador entende?
- 2) Os seres humanos entendem a língua binária?
- 3) Como são representadas as coisas apenas com 0 e 1?

Com os apontamentos em seus cadernos:

- (Gabi) 1) Ele entende números binários que são o 01; 2) os seres humanos entendem sim, só fazer isso (desenho de uma tabela de conversão, com o número binário 101001) e aqui podemos ver que tem o 41 só somar onde o 1 está embaixo; 3) o processador traduz para não ficar tudo 01, para podermos ver certinho.
- (Isa) 1) Linguagem binária; 2) não, eles entendem 1 ou 0, por exemplo (desenho de uma tabela de conversão com o número binário 011011 e seu valor em decimal – 27); 3) processador traduz, ele transforma os 0 e 1 em palavras.

- (Edu) 1) Linguagem binária; 2) sim, só eles pegarem 01 para fazer a conta da linguagem binária; 3) 01 se transforma em dados.
- (Mari) 1) Linguagem binária, dos blocos e linguagem de programação; 2) fazendo contas, com os números, por exemplo 101010 é 42; 3) com os componentes que traduzem os códigos para nós.
- (Henri) 1) Língua binária; 2) usando números, por exemplo, 101001 que é 41 (desenho de uma tabela de conversão); 3) os dados estão 0 e 1, daí o computador pega tudo e transforma em dados para a gente entender.
- (Juli) 1) Linguagem binária; 2) sim, se fazer contas com os números; 3) é só ele traduzir.
- (Bru) 1) Linguagem binária; 2) aprendendo fazendo contas, exemplo (desenho de uma tabela de conversão com os números binários 101001 e 011011 e seus respectivos valores em decimal – 41 e 27); 3) com o 01, traduz pelo processador, placa-mãe e placa de vídeo.
- (Bia) 1) É binário 01; 2) usando 01 e as contas; 3) traduz pelo pendrive e outros componentes, memória RAM, placa-mãe, HD.

De maneira geral, os alunos compreenderam a linguagem binária como a linguagem que o computador processa dados, sobre a necessidade de um tipo de tradução para que os seres humanos possam entender e representar as informações, e quanto a necessidade de componentes físicos para haver essa comunicação entre os seres humanos e máquina computacional. Os termos Linguagem de Programação e Blocos também foram mencionados por um dos alunos (Mari), indicando a apropriação desses conceitos (ensinado em encontros anteriores) ao realizar a inter-relação deles com a temática em discussão.

Para finalizar o encontro, propusemos então uma tarefa, em forma de jogo, sobre os números binários, o bingo binário, desenvolvido pelo projeto “Por dentro do computador” (Beleti Junior *et al.*, 2020b). Trata-se do popular jogo de bingo, sendo realizado com cartelas compostas de números na base binária ao invés de números na base decimal, de forma que os participantes devem traduzir os números antes de marcá-los em suas cartelas. A Figura 52 ilustra uma cartela do bingo binário.

Figura 52 – Cartela do bingo binário

POR DENTRO DO COMPUTADOR			
★ <i>Bingo</i> ★			
110010	101000	10001	110001
101101	10011	10	100
10000	110	111	111110
100100	1101	110000	11000

Fonte: Projeto “Por dentro do computador” (Beleti Junior *et al.*, 2020b).

Essa tarefa foi proposta visando fazê-los colocar em prática a conversão entre os sistemas de numeração decimal e binário, pois o requisito para participar era ter se apropriado da forma de representação do sistema de numeração binário, realizada pelos sistemas computacionais, e o sistema de numeração decimal, este, utilizado no cotidiano das pessoas.

Para a participação da atividade, proposta de forma individual, os alunos, em geral, desenharam uma tabela de conversão em seus cadernos, da mesma forma que foi proposta por nós nas primeiras tarefas do encontro. Nas tabelas, foi possível observar os números que foram sendo sorteados e sua respectiva conversão. A Figura 53 mostra as tabelas e as conversões de alguns alunos.

Inicialmente, os alunos levaram alguns minutos para fazer as conversões, com pouquíssimos equívocos e, com o passar das rodadas, foram realizando as conversões rapidamente e de modo assertivo. Quando solicitados, auxiliávamos verificando se a conversão estava correta e conferindo se havia o número na cartela. Alguns alunos (Biel, Gabi e Mari) também auxiliavam os colegas quando solicitados, pois, estavam realizando as conversões quase que de modo automático, como uma operação mental, ou seja, como um procedimento que foi internalizado, tal como apontado por Leontiev (2004).

Figura 53 – Tabelas e conversões de alunos

The image displays three pages of student workbooks. The leftmost page shows a grid of 0s and 1s with handwritten numbers. The middle page shows a table with columns labeled 64, 32, 16, 8, 4, 2, 1 and rows of 0s and 1s. The rightmost page shows a grid of 0s and 1s with handwritten numbers.

Fonte: Cadernos dos alunos.

A premiação para os ganhadores também foi algo que os mobilizou, pois mantiveram a concentração durante toda a realização da atividade, conforme mostra a Figura 54.

Figura 54 – Alunos em atividade – Bingo binário



Fonte: Elaboração própria.

Observamos que essa tarefa os mobilizou e fez com que estivessem atentos e concentrados, principalmente pela questão competitiva, o que não tirou o foco sobre a conversão entre os sistemas numéricos, ao contrário, fez com que realizassem as conversões com atenção e de modo assertivo. Foi uma das poucas

vezes que, ao soar o sinal de saída para o intervalo, os alunos continuaram em sala por alguns minutos realizando as tarefas.

Mais uma vez observamos que os alunos atribuíram significado à tarefa e à situação e, a partir desse significado, surgiu a mobilização dos estudantes, mostrando uma forte determinação para realizar a ação (jogar o jogo), tal como explicado por Leontiev (1975), ao mencionar sobre o sentido que a tarefa tem para a criança. O fato de permanecerem na sala mesmo após o sinal, mostrou que o jogo, para os alunos, foi um motivo “realmente eficaz” (Leontiev, 1960), assim como a necessidade da assimilação do conteúdo (conversão entre as bases), justamente por ser uma condição para participação no bingo, fato que foi reiteradamente afirmado pelo pesquisador.

Elkonin (1978) afirma que, apesar de o jogo não ser mais a atividade dominante nos anos iniciais de escolarização, como era entre as crianças pré-escolares, ele segue tendo uma influência importante no desenvolvimento psíquico das crianças. Por meio dos jogos são desenvolvidos traços da voluntariedade (como o domínio de si mesmo e a constância), qualidades intelectuais (como a engenhosidade, a capacidade de observar, a rapidez para orientar-se) e qualidades morais (como a de se adaptar aos interesses do conjunto que joga, a ajuda mútua, a disciplina). No período escolar, ganham destaque os jogos coletivos e intelectuais (jogos de tabuleiro que exigem estratégias, quebra-cabeças, dentre outros).

O autor reforça o papel que os jogos em grupo têm para formar um espírito coletivo nos sujeitos, mas também destaca qualidades do jogo realizado individualmente: “Tem muita importância a competição: os escolares primários competem entre eles em agilidade, em força, em rapidez de movimentos, em engenhosidade, em domínio de si mesmos, em valentia e em capacidade para observar” (Elkonin, 1978, p. 528, tradução nossa).

Pelo exposto pelo autor e conforme observado no experimento, consideramos que a inclusão de jogos no ensino de conceitos computacionais favorece a aprendizagem conceitual dos estudantes, além de promover o desenvolvimento de qualidades importantes na formação humana em geral. O jogo não se restringe ao seu aspecto formal, como no caso do jogo do bingo, mas ele ocorre também em outras dinâmicas usadas em sala de aula, por exemplo, quando os alunos foram colocados à frente da sala com as placas e os demais deveriam realizar a conversão

dos números, estava também presente nessa tarefa o jogo, a ludicidade, razão pela qual, houve grande envolvimento por parte deles.

4.3.15. Episódio 15 – Existe máquina inteligente?

Neste episódio, são expostas as ações de ensino promovidas para fazer com que fosse apropriado o conceito de Inteligência Artificial e sua relação com a aprendizagem e o desenvolvimento dos estudantes. Com os alunos em grupo, propusemos a situação problema, por meio da “dúvida de hoje”:

- Minha mãe quer me presentear no Natal e perguntou o que eu gostaria de ganhar. Disse que não precisava de nada, mas ela insistiu, então falei que tinha visto um tênis bem bonito. Pesquisei na internet e o encontrei em vários sites (número, preço, cor). Depois de uns dias, mexendo no Instagram e Facebook, notei que começou a aparecer a propaganda de tênis.
 - Como isso é possível? Como eles sabem que eu quero um tênis?

Esse cenário foi proposto para fazer com que os alunos compreendessem fenômenos da cultura digital que tem ocorrido cada vez mais em diversas plataformas online, por meio da recomendação de produtos e serviços com base nas pesquisas realizadas pelas pessoas, situação que já havia sido mencionada em tarefas de outros encontros (episódio 10). Por exemplo, ao buscarmos por um filme de ação, em uma plataforma de *streaming*, as próximas recomendações certamente estarão relacionadas a esse gênero. Ou, após pesquisarmos por um tênis de futebol, possivelmente teremos recomendações de modelos de tênis e de produtos relacionados a ele, como meião, calção, camisa, entre outros.

Com o cenário estabelecido, estimulamos a análise e proposição de respostas pelos alunos, que, de modo geral, apontaram as seguintes possibilidades:

- Grupo 1 (Gabi, Juli e Luca): Seu celular gravou que você queria, aquele objeto daí ele começou a colocar as fotos em comerciais e em fotos em redes sociais para você querer comprar, e você pode ter pesquisado muito e ficou horas vendo o tênis.

- Grupo 2 (Edu, Bru e Mari): Porque você pesquisou muito sobre o tênis, e os sites notaram o seu interesse, o sistema da Google manda para os apps.
- Grupo 3 (Bia, Manu e Yuri): Porque você pesquisou muito esse tênis na internet, tipo porque eu estou no Tiktok, se pesquisar dancinhas vai aparecer um monte de dancinhas tipo no Facebook e no Instagram, mercado livre. Um pouco pode ser golpe.
- Grupo 4 (Isa, Rafa e Tati): Porque você pesquisou no Google muito tempo vendo os tênis e ficou programado no sistema do app e foi sendo levado para os outros apps.
- Grupo 5 (Biel, Vini e Henri): Porque você pesquisou muito e ele apareceu bastante no seu celular. Você não deveria ficar muito tempo mexendo porque eles se conectam um com o outro. Pode ser melhor não comprar pela internet e é melhor comprar na loja, porque poderia ser um hacker. Pela Shopee você pode comprar.

Verificamos que os grupos realizaram menção à programação (conteúdo ensinado em encontros anteriores), mas sem relacionar ao conceito de Inteligência Artificial, presente no fenômeno da cultura digital associado ao cenário apresentado. Alguns alunos também mencionaram a possibilidade de ser golpe, ou seja, relacionando ao conteúdo de Segurança de Sistemas (conceito também ensinado em aulas pregressas).

Mostramos imagens das propagandas que apareceram sobre o tênis na rede social Instagram, com mais de cinco empresas anunciando o mesmo tênis pesquisado e outros relacionados ou parecidos, com preços e opções de pagamento distintas. Estimulamos então um diálogo:

- Pesquisador: Como eles sabem, se eu pesquisei só esse tênis?
- Bia: Que tênis bonito (risos);
- Biel: Tem que ver qual é oficial;
- Gabi: Não compra muito barato porque pode ser roubo;
- Yuri: Aí tudo é golpe;
- Henri: O mais barato é golpe;

- Pesquisador: Mas se são os sites das próprias empresas, será que é golpe?
- Gabi: Não é golpe, porque está escrito ali patrocinado;
- Henri: Se está patrocinado, não é golpe;
- Yuri: Eu não confiava não;
- Pesquisador: E como está aparecendo no Instagram se eu pesquisei apenas no Google?
- Bia: Porque você pesquisou muito;
- Gabi: Tem como entrar no Instagram pelo Google;
- Pesquisador: Então eles estão ligados?
- Alunos: Sim;
- Pesquisador: Sempre que eu pesquisar vai aparecer em vários Apps?
- Bia: Ai professor, daí você me pegou (risos);
- Pesquisador: Será que tem alguém que fica vendo o que eu pesquiso?
- Yuri: Um robô;
- Biel: Uma inteligência artificial;
- Gabi: O criador do Google colocou todas as respostas lá;
- Pesquisador: Então tem alguém muito inteligente que responde tudo?
- Yuri: Mas como um cara coloca tudo lá?
- Rafa: É o Elon Musk (risos);
- Gabi: Tem coisa que ele não responde;
- Pesquisador: Se tiver uma pessoa para cada um de nós, só aqui vai ter 16 pessoas para monitorar nossas pesquisas, imagina no mundo todo?! Temos 8 bilhões de pessoas!
- Juli: São as máquinas;
- Henri: São os robôs;
- Yuri: Isso, robôs;
- Mari: Inteligência artificial;
- Pesquisador: Robôs, mas como assim, como chegou até eles?
- Henri: Pelo cérebro do computador;
- Yuri: Pelos sistemas;
- Pesquisador: Mas quem faz esses sistemas, que sai do Google e vai para os outros?

- Henri: Uns robôs, em uma fábrica;
- Pesquisador: E o que é um robô?
- Henri: Uma máquina inteligente que ajuda a gente;
- Pesquisador: Uma máquina inteligente que ajuda a gente, então, quem cria essa máquina?
- Henri: Um cientista;
- Rafa: As pessoas.

Interessante destacar que, o diálogo voltou a abordar a questão da inteligência e sentimentos das máquinas, o que havia sido discutido nos primeiros encontros e que foi relatado no episódio 3. Na época, quase todos os alunos afirmavam que os robôs tinham inteligência e sentimentos, com a menção à Inteligência Artificial em apenas um apontamento de um dos grupos, sem falar sobre seu significado.

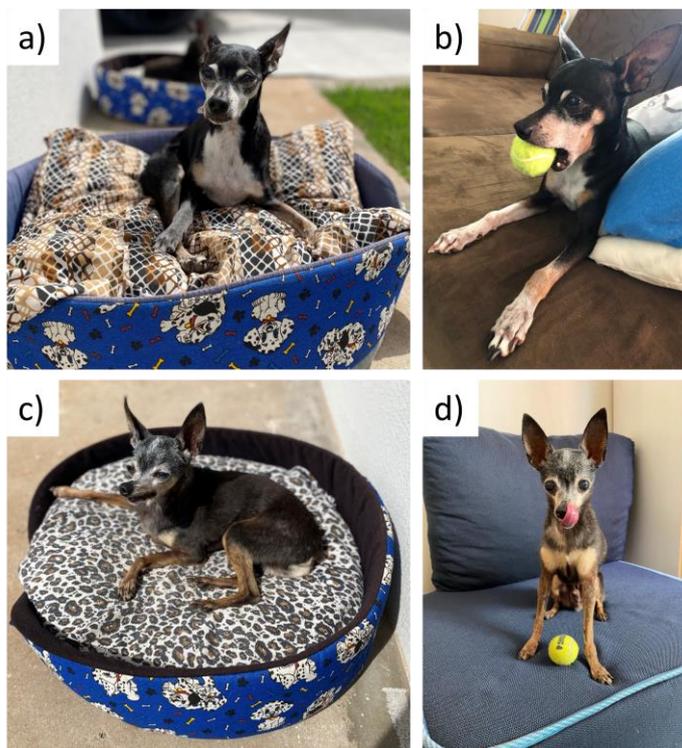
Percebemos que, apesar de terem mencionado os robôs como algo que respondia as perguntas e terem citado como sendo uma “máquina inteligente que ajuda a gente”, por meio da condução do diálogo, disseram que quem criava ou programava as máquinas eram as pessoas, os cientistas. Ou seja, houve um movimento de retrocesso na compreensão dos alunos, que pôde ser identificado, sendo possível confrontar este entendimento errôneo de alguns deles.

Na sequência, ainda sem apontar que havia conhecimentos da Computação por detrás do cenário, com os alunos em grupo, procuramos estimular outras ideias que estivessem relacionadas ao conceito de Inteligência Artificial, com a proposição do “cenário de hoje” e a ilustração dos personagens (Figura 55):

- Tenho dois cachorrinhos, um que brinca com bolinha (Whisky) e outro que não sabe brincar (Dico). Como fazer para o Dico aprender a brincar com a bolinha?

Apresentamos, na sequência, alguns vídeos do Whisky (Figura 55 – a, b) brincando com a bolinha, buscando-a e trazendo-a para que fosse jogada novamente.

Figura 55 – Personagens do “cenário de hoje”



Fonte: Elaboração própria.

Propusemos, então, que analisassem a situação e apresentassem meios para fazer o cão brincar com a bolinha, obtendo os apontamentos:

- Grupo 1 (Gabi, Juli e Luca): É só treinar ele e cada vez que ele fizer certo você pode dar um petisco e com carinho, porque eles têm sentimento.
- Grupo 2 (Edu, Bru e Mari): Ensinando ele todo dia e levando ele para treinar num lugar. Exemplo: Parque e também levar no adestramento.
- Grupo 3 (Bia, Manu e Yuri): Tacar a bolinha e correr atrás da bolinha, e vai tentando várias vezes e ensinar todos os dias. Adestramento, petisco e com carinho.
- Grupo 4 (Isa, Rafa e Tati): É só você treinar bastante o Dico para ele pegar a bola todos os dias que ele vai ficar bem melhor cada vez que você treinar ele. Com adestramento e com petiscos, todos os dias.
- Grupo 5 (Biel, Vini e Henri): Leva ele para treinamento desde filhote, quando ele crescer, leve de novo. Tem que treinar o Dico, igual o Whisky.

Observamos, com as respostas dos grupos, que havia a compreensão de que seria necessário “ensinar”, “adestrar” ou “treinar” para que ele pudesse “aprender”. Outra informação interessante foi citarem o fato de o animal ter sentimento, algo que, nos primeiros encontros estava sendo relacionado também a máquinas e robôs.

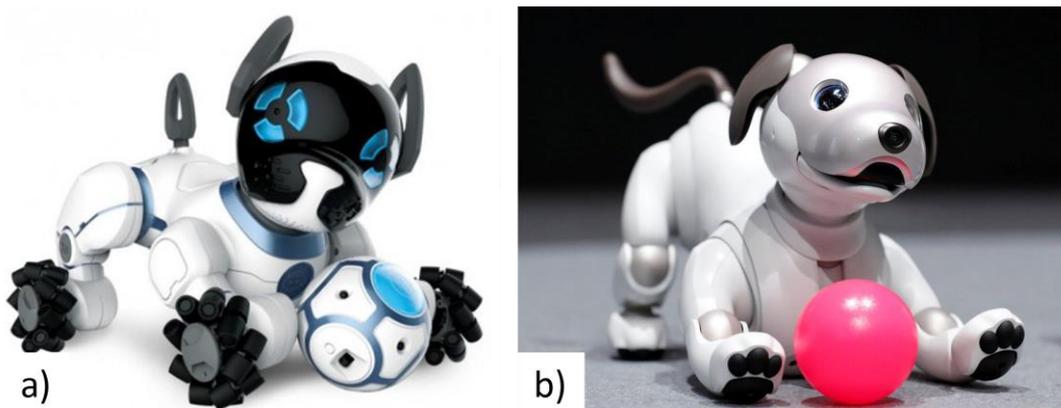
Informamos então sobre a idade dos cachorros, 17 e 13 anos, respectivamente do Whisky e do Dico, perguntando se seria possível treiná-lo com essa idade, deixando-os com dúvida, visto que alguns mencionaram ter que treinar ou adestrar desde filhote.

Na sequência, ilustramos e discutimos com os alunos sobre a irracionalidade do cachorro e sobre a necessidade de seu adestramento. Ou seja, em sintonia com o mencionado por alguns alunos, apontamos a necessidade de um tipo de adestramento como uma possibilidade de solução para a situação problema proposta. Realizamos então, um novo questionamento:

- Se o Dico pode aprender, é possível ensinar um robô cachorro?

Mostramos, então, imagens e vídeos de robôs com o formato de cachorro que realizavam algumas ações como andar, correr e brincar (Figura 56).

Figura 56 – Imagem de cachorros-robôs existentes



Fonte: Retirado de a) Garotas Geeks²⁴; b) Jornal Estadão²⁵.

²⁴ Disponível em: <https://www.garotasgeeks.com/conheca-o-chip-um-cachorro-robo-super-amoroso/>. Acesso em: 10 set. 2022.

²⁵ Disponível em: <https://www.estadao.com.br/link/inovacao/sony-ressucita-cachorro-robo-aibo-apos-uma-decada/>. Acesso em: 10 set. 2022.

Isso deixou os alunos entusiasmados diante do problema, com as seguintes afirmações: (Gabi) “não tem como porque quem cria ele, já coloca essa função”; (Bia) “ele já vem treinado pelo cientista que treina ele”; (Mari) “não, é a gente que ensina a máquina”; (Yuri) “não, é o cientista que treina o robô”; (Henri) “não, é a inteligência das máquinas que os cientistas programam”. Ou seja, quando trouxemos no cenário, um robô no formato de um cão, os alunos tiveram maior facilidade de pensar que há necessidade de uma programação por parte dos seres humanos para que as ações sejam executadas pela máquina, embora alguns recorram a palavra treinar o robô e não programar, mantendo o termo empregado na referência ao animal.

Esse fato reforça o afirmado por Smirnov *et al.* (1978), de que a criança tem seu pensamento ainda muito vinculado ao conhecimento sensorial, à percepção dos objetos e fenômenos concretos ou as suas representações materiais. De fato, a imagem mental de uma máquina com formato de algo que eles conheciam, mobilizou de modo mais efetivo o pensamento dos alunos. Mas era necessário generalizar a ideia de máquina, como algo que não depende da sua aparência externa. Então, fizemos outra pergunta:

- Se um robô cachorro aprende, outras máquinas também podem aprender?

Na mesma direção das respostas anteriores, alguns alunos manifestaram: (Gabi) “Sim, tem como porque eles são quase a mesma coisa, os dois já vêm programados”; (Biel) “sim, eles são programados”; (Yuri) “sim, o cientista programa”; (Juli) “sim, porque o cientista já cria com inteligência artificial”; (Bru) “sim, porque os dois são robôs”. Em seguida, apresentamos imagens de situações ou fenômenos em que a Inteligência Artificial estava inserida com o propósito de levar os alunos a compreender que, no cotidiano das pessoas, havia a presença de Inteligência Artificial.

Na sequência, apresentamos aos alunos por meio de projeção, plataformas digitais com conteúdos relacionados ao ensino de Inteligência Artificial: 1) IA para oceanos²⁶; 2) Rápido, desenhe!²⁷, e; 3) Teachable Machine²⁸. Com nosso

²⁶ Disponível em: <https://code.org/oceans/>. Acesso em: 24 fev. 2022.

²⁷ Disponível em: <https://quickdraw.withgoogle.com/>. Acesso em: 24 fev. 2022.

²⁸ Disponível em: <https://teachablemachine.withgoogle.com/>. Acesso em: 24 fev. 2022.

acompanhamento, os alunos acessaram as plataformas online, por meio de tablets e, ao passo que realizavam as atividades, estavam em contato com os conceitos de Inteligência Artificial, como aprendizado de máquina, visão computacional, processamento de linguagem natural e sistemas especialistas.

Com mais desafios a serem realizados individualmente e sem a necessidade de diversas configurações, as plataformas 1 e 2 foram exploradas, havendo demonstração de satisfação e divertimento durante o uso delas. Especialmente na ferramenta 1, os alunos tiveram que programar um robô de modo a inserir informações para que, após treinado, ele fosse capaz de diferenciar peixes dos oceanos de outros objetos. Ou seja, foi reforçada a necessidade de o ser humano treinar e programar a máquina, para que haja inteligência artificial. Na plataforma 3, por necessitar de uma configuração mais ajustada para seu uso, exibimos como a Inteligência Artificial reconhece sons, imagens e vídeos criados em tempo real, por meio dos conceitos de aprendizagem de máquina e visão computacional.

Quase ao final, discutimos com os alunos os conceitos de inteligência, de artificial e de inteligência artificial, propositalmente em separado, pois estávamos interessados em verificar o que os alunos compreendiam sobre cada palavra (inteligência e artificial) para, então, analisar o que haviam compreendido pelo conceito Inteligência Artificial.

Em relação a inteligência, alguns alunos comentaram: “uma pessoa esperta” (Henri), “uma pessoa estudiosa” (Edu). Ou seja, relacionado a uma condição das pessoas. Apresentamos em tela definições de inteligência advindas do dicionário²⁹: “Faculdade de entender, pensar, raciocinar e interpretar; entendimento, intelecto, percepção [...]” e “Conjunto de funções mentais que facilitam o entendimento das coisas e dos fatos”. Com relação à palavra artificial, tivemos apenas as menções: “o que não é natural” (Yuri) e “tipo uma flor artificial” (Henri).

Novamente, apresentamos em tela definições do mesmo dicionário para a palavra: “Produzido ou efetuado pela habilidade do homem para imitar a natureza” e “Que imita um objeto natural [...]”. Sobre a junção das palavras, o termo Inteligência Artificial, Henri mencionou ser uma “inteligência de mentira” e foi imediatamente confrontado por Gabi: “não Henri, é uma inteligência programada”. Na sequência, retomamos o que havia sido realizado por eles nas tarefas com as plataformas,

²⁹ Dicionário Michaelis online. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/>. Acesso em: 10 out. 2022.

sobre a necessidade de treinamento para que os sistemas pudessem tomar decisões de modo automatizado, como na tarefa da plataforma 1, por exemplo.

Expusemos então uma definição para inteligência artificial como sendo máquinas programadas (treinadas) “[...] que interajam com os seus ambientes da maneira sensorial que tradicionalmente caracteriza os seres humanos e que desempenhem suas funções de forma inteligente” (Brookshear, 2013, p. 367).

Afirmamos ainda que para haver inteligência artificial e para que as máquinas possam tomar decisões e realizar ações, precisam ser programadas e receber dados e informações. Por exemplo, uma máquina que disputa partidas de xadrez, programada com inteligência artificial, realiza suas jogadas com base na análise de dados sobre possibilidades de movimentação de peças que foram previamente inseridos no sistema, ou seja, informações sobre diversas partidas de xadrez que fundamentam suas movimentações vindouras.

Falamos sobre alguns fenômenos da cultura digital (aplicações e plataformas) que se utilizam da Inteligência Artificial em seu funcionamento, tais como: jogos digitais, sistema de recomendação (filmes, músicas, séries, compras na internet, entre outros), casas equipadas com dispositivos inteligentes, assistentes pessoais, carros autônomos etc.

Para finalizar, solicitamos aos alunos que realizassem uma síntese individual sobre toda a temática relacionada ao conteúdo, respondendo às “dúvidas do professor”:

- 1) Existe inteligência em máquinas?
- 2) Afinal, o que é inteligência artificial?

Com os seguintes apontamentos:

- (Gabi) 1) Não, a inteligência deles é programada; 2) a inteligência artificial só pode ter na sua máquina se alguém programar.
- (Isa) 1) É o ser humano que ensinou o robô; 2) é uma coisa que não é de verdade, é criada pelo homem.
- (Rafa) 1) Tem que programar as máquinas; 2) é um negócio que não é de verdade, tem que programar a inteligência artificial.

- (Manu) 1) Inteligência é programada em máquinas; 2) é uma inteligência de mentira, a gente que faz nas máquinas.
- (Bru) 1) Sim, a inteligência artificial; 2) a inteligência artificial é treinada para ser inteligente.
- (Henri) 1) Sim, tem sim; 2) é a inteligência das máquinas que os cientistas programam.
- (Mari) 1) Não, a gente tem que treinar ela para que ela saiba o que fazer; 2) software, criação e programação, aliás, é a gente que ensina a máquina.
- (Biel) 1) Não, porque eles são programados e precisam de ajuda; 2) inteligência artificial é ensinar as máquinas.
- (Edu) 1) Nós que configuramos; 2) uma coisa feita pelo homem para as máquinas.
- (Bia) 1) Não, porque é programado pelas pessoas; 2) uma máquina com inteligência artificial.

Com esses apontamentos e com o acompanhamento da realização das atividades nas plataformas online, constatamos indícios da apropriação de conceitos, principalmente quando inserimos os conceitos de Inteligência Artificial junto à utilização dos tablets nas plataformas.

Ao responderem a primeira pergunta, por exemplo, a maioria dos alunos apontou a necessidade de haver programação, algum tipo de ensino, treinamento ou configuração das máquinas. Consideramos tais manifestações como sinônimos pois, em uma das tarefas das plataformas, os alunos tiveram que ensinar, treinar ou configurar a inteligência artificial deles (o robô na plataforma “IA para oceanos”), para que, a partir desse treinamento, o robô fosse capaz de identificar e diferenciar objetos do oceano (lixo) de diversos tipos de peixe. Os alunos, apesar de não manifestarem por escrito de forma correta o que desejavam expressar, tinham a compreensão do que era necessário para haver inteligência artificial em máquinas e sistemas.

Os apontamentos referentes ao segundo questionamento, que demandava dos alunos definir o que era de fato Inteligência Artificial, tiveram os mesmos significados, mas explicados de maneiras diferentes. A primeira forma de explicar,

conforme algumas respostas (Isa, Rafa e Manu), foi dizendo que era um tipo de inteligência “de mentira”, assim como exposto anteriormente pelo aluno Henri. Mas, compreendemos o sentido do termo “de mentira” como algo não natural, assim como também dito por Henri ao mencionar a “flor artificial”. Ou seja, eles criaram uma relação entre o que é natural ou que advém da natureza, com o que seria artificial ou criado com o advento das pessoas.

A outra maneira de expor suas compreensões foi novamente afirmando a necessidade de programar, treinar ou ensinar as máquinas, também no sentido de fazer ações que possibilitassem o preparo dos sistemas computacionais, em outras palavras, para realizarem tarefas de modo automatizado e assertivo, o que, em linhas gerais, seria o princípio do conceito de Inteligência Artificial.

Apesar de a maioria das sínteses dos alunos estarem adequadas quanto ao que pretendíamos alcançar com as tarefas de estudo deste episódio, alguns alunos não expressaram suas ideias assertivamente ou de modo satisfatório. Por exemplo, a resposta do Henri referente à existência da Inteligência Artificial, quando diz “Sim, tem sim”, apesar de ter sido incentivado por nós a expor o porquê no questionamento, não apresentou uma justificativa para a sua resposta. Uma alternativa para essa situação é evitar elaborar perguntas que possibilitem respostas pontuais (sim, não, muito, pouco etc.), optando por questionamentos mais completos.

Já as respostas de Edu e Bia, para a segunda pergunta, respectivamente, “uma coisa feita pelo homem para as máquinas” e “uma máquina com inteligência artificial”, também não possibilita identificar a compreensão deles sobre o tema. É, portanto, fundamental, além da elaboração de questionamentos completos e que possibilitem respostas elaboradas, a orientação e mobilização dos alunos para que as respondam com a maior quantidade de informações possíveis.

Observamos então, de modo geral, indícios de mudanças nos modos de pensamento dos alunos, quanto a temática em questão. Porém, alguns não conseguiram, por meio da síntese individual, alcançar um nível de conhecimento próximo ao dos demais, até porque, apesar das ações de ensino terem sido as mesmas para todos os alunos, cada um tem sua aprendizagem e seu desenvolvimento ocorrendo de forma única (Sforni, 2015a).

Os alunos conseguiram compreender a necessidade do **ser humano movimentar a máquina**, por meio da programação e treinamento das máquinas computacionais, seja qual for o formato delas (computador, robô etc.).

Novamente, constatamos que ações de ensino partindo de situações problema com conceitos espontâneos, envolvendo assuntos familiares aos alunos (treinamento do cachorro do pesquisador, máquinas e computadores), explorando conteúdos também conhecidos (cachorro-robô e robô), apesar de mais distantes da realidade deles, aproximando de situações em um contexto computacional, tiveram melhor compreensão por meio de uma aproximação gradativa a linguagens e modos de ação específicos da Computação, contribuindo para a assimilação do conceito científico de Inteligência Artificial, possibilitando a **compreensão dos fenômenos digitais com base em conceitos computacionais**.

Nessas situações, a condução de diálogos e os questionamentos realizados pelo pesquisador também foram fundamentais para a aproximação de linguagens e modos de ação da área e para manter os alunos interessados em solucionar a situação problema que envolvia personagens conhecidos por eles (cachorros do pesquisador), colaborando para a apropriação dos conceitos.

4.3.16. Episódio 16 – O que é mesmo Computação? Uma nova percepção

Nesse episódio, analisamos a percepção dos alunos sobre a temática geral Computação, após promovermos ações de ensino de conceitos teóricos de algumas subáreas da Ciência da Computação. Ou seja, foi de nosso interesse analisar as formas de generalização dos alunos quando inquiridos sobre o que seria Computação, depois de termos realizado várias ações de ensino de diversos conceitos ou subáreas da Computação, durante a realização do experimento, com alguns encontros sendo relatados nos episódios anteriores.

Solicitamos aos alunos, uma ação de reflexão sobre o que significava o termo Computação ou o que teriam compreendido relacionado à temática. Essas foram algumas manifestações por escrito deles:

- (Mari) Computação é mais que uma máquina, é uma mistura de algoritmo, linguagens de computação, várias linguagens. Por exemplo blocos e 01. Aprendi sobre hardware, software, Gigabyte, a tomar cuidado com

internet, sobre os componentes, a placa-mãe, processador, HD, sobre inteligência artificial, se as máquinas têm sentimento, sobre as coisas más e coisas boas da internet, treinei meu robô com inteligência artificial.

- (Manu) Aprendi sobre os perigos do WhatsApp, os golpes, hardware, software, números binários, inteligência artificial, cachorros robôs, algoritmos, que os homens fizeram o primeiro computador, números binários, placa-mãe, memória RAM, como é um computador por dentro.
- (Henri) Computação é um conjunto de coisas, eletrônica, segurança, algoritmos, blocos (programação). Aprendi tudo que sei, por exemplo, os números binários, hardware, software, inteligência artificial e os robôs programados.
- (Yuri) Aprendi a não mostrar meus dados para as pessoas, não mandar um nudes para pessoas, não passar golpes, não usar o computador para fazer coisas erradas. Sobre hardware, software, números binários.
- (Rafa) Se não tivesse computação, não íamos ser avançados, como conhecemos a tecnologia. Não ia ter celular, computador, WhatsApp, Facebook e ia fazer muita falta. Aprendi sobre hardware, software, inteligência artificial.
- (Bru) Aprendemos as instruções, os algoritmos, linguagens diferentes, por exemplo: Nós vamos trocar uma lâmpada, precisamos de instruções. Aprendi a não mostrar a senha para outras pessoas, não abrir spam, não mexer em que não deve, não mandar coisas para outras pessoas, não cair em golpes da internet, sobre hardware, software, números binários.
- (Tati) É sobre algoritmos, números binários, sobre cachorros robôs, inteligência artificial.
- (Gabi) Aprendi a não mostrar meus dados, minhas senhas, não entrar em site de golpe, aprendi treinar um robô, números binários, arquitetura de computador. Aprendi o que é hardware, software, placa-mãe, processador, placa de vídeo, entrada e saída, número decimal, barramento, memória RAM, HD, Kilobyte, Gigabyte, Terabyte, o que é inteligência artificial, vírus, o que é Microsoft, Linux, Alexa. Aprendi que se dividir a tarefa, fazemos mais rápido.

- (Edu) São redes de computação, aplicativos tipo WhatsApp, Instagram, jogos programados, hardware, software, Kilobyte, Megabyte e Gigabyte. Nos ajuda nos trabalhos, tipo os médicos, na medicina, empresas, nos fotógrafos ajuda a tirar os erros das fotos.
- (Luca) Aprendi que o computador só entende 01, que a linguagem binária ajuda a gente a se comunicar com a máquina, que tem os Kilobytes, Megabytes e inteligência artificial.
- (Isa) Computação são as máquinas que temos que treinar, sobre hardware e software, saber o que é inteligência artificial, nuvem, fakenews, vírus e saber fazer código de 1 e 0.

Comparando tais manifestações com os apontamentos realizados pelos alunos nos primeiros encontros (relatado no episódio 1), constatamos alterações significativas nas respostas dos estudantes, com maior quantidade de informações e também qualidade quanto à compreensão, novas palavras relacionadas a termos, conceitos, situações e fenômenos ligados à Computação, que foram ensinados no decorrer do experimento.

A Figura 57 apresenta duas nuvens de palavras (termos e frases) referentes ao que foi mencionado pelos alunos, sobre a temática Computação, quando abordado no primeiro encontro (relatado no episódio 1) e ao ser questionado neste encontro.

Observamos na nuvem de palavras baseada nos apontamentos dos alunos no primeiro encontro (Figura 57 – a), sem ter contato com os conceitos científicos de Computação, que foi mencionado, de maneira geral, palavras vinculadas a equipamentos físicos e a atividades que poderiam ser realizadas por meio da utilização de aparatos tecnológicos (computadores, celulares etc.), conceitos cotidianos e da vivência dos alunos.

Após o experimento, em que analisaram, dialogaram intragrupo e intergrupo, debateram com o pesquisador, propuseram soluções para as situações problema e produziram sínteses coletivas e individuais sobre os conceitos de Computação, notamos a menção de palavras vinculadas a conceitos teóricos (hardware, software, algoritmos, arquitetura de computador, inteligência artificial, programação, números binários, número decimal, [...]), informações e palavras relacionadas a esses conceitos (componentes do computador, HD, Memória RAM, placa-mãe,

os estudantes se apropriaram de alguns conceitos e se aproximaram de outros, sinalizando terem **compreendido fenômenos digitais com base em conceitos computacionais**.

Todavia, isso não significa que, por mencionarem todas essas palavras do campo computacional, tenham total domínio desses conceitos. O significado que essas palavras têm para cada um dos alunos não é igual e, certamente, ainda não contempla todo o universo de significados que elas têm na Ciência da Computação. Eles realizaram algumas articulações dessas palavras dentro de um sistema conceitual, cuja complexidade será maior à medida que novos conhecimentos forem apropriados.

Como já afirmado, nem toda palavra utilizada pela criança e até mesmo por adultos expressa um conceito, elas podem ser equivalentes funcionais, ou seja, a palavra se encaixa na situação correta, permite a comunicação entre as pessoas, mas os significados diferem (em outras palavras, a estrutura de generalização é diferente para um e para o outro), alguns podem estar vinculados a uma situação empírica específica e outra em sentido abstrato, possibilitando a generalização propriamente dita.

Dessa maneira, tendo em vista a relação pensamento e palavra, o modo como as palavras se interpõem entre o sujeito e o objeto podem ser tomadas como indícios de desenvolvimento do pensamento, podendo significar novos níveis de generalização. No entanto, sabemos que, o fato de uma palavra ser incorporada no vocabulário não significa, necessariamente, que foi formado o conceito representado por essa palavra, e com isso a dificuldade de analisarmos o processo de pensamento dos estudantes.

Apoiando-se no pensamento de Tolstói³⁰, Vigotski (2001) aborda esse complexo e instigante processo da palavra tornar-se uma propriedade do sujeito, afirmando que

[...] o caminho entre o primeiro momento em que a criança trava conhecimento com o novo conceito e o momento em que a palavra e o conceito se tornam propriedade da criança é um complexo processo psicológico interior, que envolve a compreensão da nova palavra que se desenvolve gradualmente a partir de uma noção

³⁰ Consultar: Tolstói, L. N. "Artigos sobre pedagogia" (Pedagoguítcheskiestât'i), Ed. Kuchnerova i K°, 1903.

vaga, a sua aplicação propriamente dita pela criança e sua efetiva assimilação apenas como elo conclusivo (Vigotski, 2001, p. 250).

Assim, não podemos afirmar que, com as ações de ensino realizadas, os estudantes chegaram ao conceito em sua forma final, nem era essa a nossa intenção, visto que, estamos tratando do ensino desse conteúdo para alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental. Além disso, apesar de termos indícios de avanços dos estudantes no processo de pensamento, isso não significa que eles desenvolveram um pensamento estável e consolidado, como afirma Smirnov *et al.* (1978, p. 274, tradução nossa), “[...] o desenvolvimento do pensamento do aluno não é um movimento regular para toda atividade racional, para as ações em diferentes condições e com diferentes materiais”. Foi o que pudemos observar durante o experimento.

Ensinamos conceitos computacionais, provocando avanços qualitativos no pensamento dos alunos que pareciam estáveis, mas, em aulas subsequentes, ao abordarmos outros conteúdos, nem sempre tínhamos os mesmos progressos. Em uma das últimas tarefas propostas, a de apontar o que compreendiam por Computação, por exemplo, vários alunos, mencionaram informações gerais, apesar de, em outros momentos, os mesmos alunos terem elaborado ponderações assertivas e adequadas sobre conceitos da Computação.

4.4. Análise geral do desenvolvimento dos estudantes

Com base no que foi analisado nos episódios, observamos avanços no pensamento dos estudantes, de modo geral, pois nos primeiros encontros foi comum situações em que as manifestações dos alunos referentes a conceitos computacionais se aproximaram de objetos presentes na própria sala de aula e de contato deles em seu dia a dia, conceitos totalmente espontâneos (comuns).

Quando questionados sobre o que compreendiam pelo termo Computação (episódio 1), por exemplo, constatamos os conhecimentos cotidianos dos alunos sem o estabelecimento de relações entre a palavra Computação e as palavras mencionadas, ou seja, sem relacionar objeto e significado. Esses fatores nos apontaram que os alunos compreendiam a **computação como sinônimo de objeto**

da tecnologia digital, especialmente, relacionado ao pensamento sincrético, conforme exposto por Vigotski (2001).

Notamos também que os alunos apresentavam níveis de desenvolvimento distintos já nos primeiros encontros, pois enquanto alguns estabeleceram frases com alguma estrutura lógica, outros mencionaram poucos objetos físicos presentes na própria sala e outro grupo apenas fez desenhos representando alguns objetos.

Ainda nos primeiros encontros, encontramos dificuldades em realizar tarefas com os alunos dispostos em grupo, devido à dificuldade de atuarem em conjunto, de modo colaborativo. Não era uma prática cotidiana na escola, havendo certa animosidade entre alguns deles, o que, com o tempo foi sendo trabalhado para que pudesse ser superado, visto que, as práticas de trabalho coletivo, além de ser um objetivo escolar, é um dos requisitos para o desenvolvimento do pensamento teórico, conforme exposto por Davydov (1988a), pois demanda que haja interação entre os estudantes na análise e na proposição de soluções para as situações problema.

Em algumas tarefas realizadas em grupo, observamos nos registros escritos, manifestações individuais, ou seja, com cada aluno escrevendo sua opinião pessoal e não o posicionamento do grupo, fato que também foi discutido e explicado aos alunos para um melhor desempenho quanto ao trabalho colaborativo.

Como os encontros iniciais, relatados nos episódios 2 e 3, foram mais voltados à compreensão de fenômenos da cultura digital, relacionados à Computação presentes no cotidiano dos alunos, envolvendo aplicativos e tecnologias digitais de uso em geral, observamos falas referentes a acontecimentos pessoais, com histórias fantasiosas, aparentemente inventadas para interagir com o professor e com a turma.

Notamos que os conceitos cotidianos estavam muito presentes nas manifestações dos alunos, especialmente quando citados fenômenos da cultura digital. E mesmo não tendo sido mencionados conceitos teóricos da área, o contato com os fenômenos em situações cotidianas, envolvendo máquinas computacionais, foi fundamental para mobilizar o pensamento dos alunos, fazendo-os compreender que um equipamento não era sinônimo do ato de computar (realizar Computação) e que as máquinas poderiam ser utilizadas de modo a auxiliar a vivência em sociedade, nas mais diversas tarefas.

Observamos que, apesar de estarmos abordando fenômenos da cultura digital (aplicativos e plataformas), nem todos os alunos conheciam e/ou tinham

acesso a dispositivos como smartphones de maneira ilimitada. Alguns compartilhavam esses aparatos com outros membros da família, o que reduzia seu tempo de uso e acesso a aplicativos. Essa situação se expressava em uma diferença importante no estabelecimento da forma de pensamento dos alunos, com base nos conhecimentos prévios e nas experiências deles frente ao mundo digital, em uma mesma sala de aula.

Interessante que, alguns alunos que surpreendiam positivamente em algumas análises e sínteses individuais em determinado assunto, com respostas assertivas e completas, em outras análises, mostravam-se confusos e com percepções equivocadas e contraditórias. Mesmo assim, de maneira geral, as compreensões de **computação como sinônimo de objeto da tecnologia digital** e de **computação como sinônimo de usuário de tecnologia**, puderam ser superadas pela maior parte dos alunos da turma, elevando seus níveis de pensamento, mas ainda, equivocadamente, compreendendo a máquina como algo dotado de inteligência (**ser humano a reboque da máquina**).

Nos episódios subsequentes, por meio do contato com o primeiro conceito teórico da Computação, o de Algoritmo, foram realizadas diversas tarefas de estudo relacionadas ao conceito, estabelecendo forte relação com a ordenação e correta proposição de instruções, seja em tarefas habituais que os próprios alunos poderiam realizar, principalmente de maneira colaborativa, em que, sem o trabalho em conjunto, o problema não poderia ser solucionado, quanto em tarefas envolvendo personagens virtuais conhecidos pelos alunos, plataformas e equipamentos físicos (tablets).

Como foram diversas as tarefas sobre o conceito de Algoritmo, dada a sua relevância para a área da Computação, alguns alunos (Yuri e Mari) compreenderam sua essência já nas primeiras tarefas, associando-a com instruções, o que não ocorreu com os demais, havendo avanços, retrocessos e permanências de concepções prévias, mesmo depois desse conteúdo ter sido ensinado por meio de diferentes tarefas de estudo, o que evidencia, novamente, a particularidade dos processos de aprendizagem e de desenvolvimento dos alunos.

A ideia de que um algoritmo poderia ser utilizado em máquinas, para realizar determinada tarefa foi algo de difícil entendimento, pois, até então, tinha sido relacionado com tarefas a serem realizadas manualmente, presentes no cotidiano

dos alunos (receita de bolo, passos para desenhar um cenário, instruções para trocar uma lâmpada, construção de um avião de papel).

Quando expusemos a possibilidade de comunicação entre as pessoas e um computador, por exemplo, ao solicitar “as instruções a serem dadas a um computador para ele somar dois números” (cena 1 do episódio 8), notamos que nenhum deles, à princípio, foi capaz de entender como isso seria possível, pois estavam pensando em como realizar uma soma do modo como resolviam operações de adição, durante as aulas de Matemática.

A forma visual de representar os algoritmos por meio dos pseudocódigos e dos blocos, foi fundamental para que pudessem compreender que havia a possibilidade de o computador seguir instruções e realizar determinada tarefa. Outro fator mobilizador foi o envolvimento dos algoritmos com plataformas e tecnologias digitais na realização das tarefas e que certamente impactou a maneira como os alunos se apropriaram do conceito Algoritmo. Foi o primeiro momento em que o pensamento dos alunos, em sua maioria, e por meio de argumentação adequada, voltou-se para a necessidade de as pessoas projetarem e implementarem os sistemas e os equipamentos digitais, ou seja, com o **ser humano movimentando a máquina**.

A assimilação do conceito de Algoritmo pelos alunos e, na sequência, sua integração com o conceito de Linguagens de Programação (episódios 8 e 9), somados a possibilidade de se realizar programação, mesmo que um jogo por meio dos tablets, consolidaram essa forma de pensamento. Os alunos compreenderam que as plataformas e as tecnologias digitais eram produto da criação humana, estando em constante evolução, desde os primeiros computadores produzidos, algo que foi discutido com eles nos primeiros encontros realizados.

Durante a programação dos alunos, por meio dos blocos, na plataforma online, observamos diferentes avanços na realização das tarefas. Enquanto alguns (Edu e Biel) progrediram rapidamente pelos níveis e lições do jogo, inclusive auxiliando colegas em sua realização, outros apresentaram algumas dificuldades para avançar no jogo. Apesar de fortemente mobilizados pela tarefa, houve diferenças significativas no desempenho dos alunos.

Os episódios subsequentes, que trouxeram novos conceitos da Ciência da Computação, possibilitaram que os estudantes pudessem avançar qualitativamente em sua forma de pensamento, visto que, por meio das ações de ensino propostas,

vivenciaram situações e fenômenos, em que, mesmo sem ter tido contato direto com conteúdos teóricos, formularam hipóteses para solucionar situações problema, utilizando-se de concepções semelhantes a conceitos de algumas das subáreas da Computação. E esse trajeto não foi percorrido ao acaso, mas com a organização e orientação do pesquisador que, planejando as situações, conduzindo os diálogos e as análises, tanto em grupo quanto com a turma como um todo, levou-os a aproximar suas ideias dos próprios conceitos computacionais.

Após a trajetória que explorou as possibilidades de resolução das situações problema propostas pelos alunos, é que os conceitos teóricos foram mencionados e ensinados, respeitando a faixa etária e etapa escolar deles. Ao ensinar o conceito de Sistemas Operacionais, por exemplo, não foram explorados conteúdos como os algoritmos de escalonamento de processos, pois são conteúdos voltados ao nível da Educação Superior. Nosso foco foi no ensino dos conceitos essenciais de cada conteúdo abordado para fornecer aos alunos a ideia fundamental dos conceitos computacionais.

Desde o episódio 10, referente ao ensino de Banco de Dados, parte dos alunos fez menção a conceitos que haviam sido ensinados em encontros pregressos, ou seja, nos sinalizando indícios da apropriação desse ou daquele conceito, de modo a começar a estabelecer em seu pensamento, um sistema de conceitos.

Apesar de, por vezes, não se recordarem com exatidão da palavra que expressava o conceito, tinham a percepção de que, em outra circunstância, envolvendo outros fenômenos e objetos, poderiam citar tal conceito na proposição da resolução da situação problema, seja por meio de uma “dúvida de hoje”, de um “cenário de hoje”, de um “desafio do dia”, de uma “dúvida do professor”, ou mesmo em diálogos ou perguntas realizadas pelo pesquisador.

Isso reforça os indícios de que, de maneira geral, os alunos compreenderam o **ser humano movimentando a máquina**, além de, algumas vezes estabelecerem de modo assertivo a concepção fundamental e a nomenclatura corretas de um conceito, o que os levou a compreender os **fenômenos da cultura digital com base em conceitos computacionais**.

É importante deixar demarcado que, apesar de termos identificado indícios de avanços no pensamento dos alunos, de maneira geral, houve diferenças na forma e no ritmo como esses avanços ocorreram e o nível que alcançaram. Alguns

conseguiram se apropriar efetivamente do conceito, outros de ideias relacionadas a ele, uns apenas compreenderam os fenômenos da cultura digital que envolviam os conteúdos ensinados.

E, em todos esses casos, observamos também recuos de compreensão, contradições em suas falas, permanências de concepções prévias mesmo após um conteúdo ter sido ensinado, ou seja, o processo de aprendizagem dos alunos durante todo o experimento, foi marcado por oscilações, momentos de apropriação imediata de conceitos e situações adversas na compreensão de fenômenos. Não dirigimos nossa atenção para investigar os avanços no pensamento dos alunos de maneira individual, mas, foi perceptível o interesse prévio de alguns deles durante a realização das tarefas de estudo, diálogos e sínteses.

Aprendizagem e desenvolvimento são processos subjetivos, portanto, consideramos que os dados apresentados são indícios do início do processo de desenvolvimento do pensamento computacional, visto que, apesar de haver características comuns entre os estudantes, tais processos ocorrem de maneira particular. E, como não analisamos esses processos de maneira individual, mas o coletivo da sala, não temos como discutir as razões desses interesses prévios. Acreditamos que razões escolares e extraescolares, ligadas às particularidades da vivência³¹ de cada estudante, estejam na base desses interesses. Trata-se de um fator que merece investigações no campo da Educação.

Um aspecto de fundamental importância e que foi observado em diversos encontros, relatado em alguns episódios, foi quanto à mobilização dos estudantes e os sentidos pessoais que algumas tarefas tiveram para eles. Em cenários que envolviam personagens virtuais ou reais, especialmente relacionados ao pesquisador, tal como seus familiares, e em tarefas envolvendo o uso de tecnologias e plataformas digitais, foi perceptível que os alunos ficavam mais interessados em realizar o que lhes era solicitado. Ressaltamos, então, a importância do papel docente no planejamento e condução das ações de ensino, ao formular tarefas que mobilizem os alunos e com necessidades que os levem a realizá-las de modo a impactar os sentidos pessoais e emocionais deles.

Nos momentos em que foi possível, durante os cenários propostos, também inserimos ideias relacionadas às habilidades do pensamento computacional, para

³¹ Ver mais sobre o conceito de vivência (*perejivanie*) em Vygotski, L. S. *Obras Escogidas IV*. Madrid: Machado Nuevo Aprendizaje, 2012.

que, de maneira mesmo que inconsciente, os alunos pudessem ir desenvolvendo-as durante a realização das tarefas. Isso para que, com a superação do pensamento empírico, em direção à formação do pensamento teórico, por meio da apropriação dos conceitos científicos da Computação, pudessem ter condições de solucionar problemas (situações problema), colocando em prática as habilidades, para promover o pensamento computacional.

A organização das ações de ensino, em todos os episódios, buscou, portanto, o avanço do modo de pensamento dos alunos, inicialmente com um pensamento predominantemente empírico, mediado por seus conhecimentos cotidianos, adquiridos ao longo de suas vivências, para uma forma de pensar baseado na apropriação de conceitos científicos.

Esse processo de apropriação tende a avançar para novos níveis de generalidade se houver continuidade nos processos de análise, síntese e resolução de tarefas planejadas com base em conceitos teóricos da Computação, possibilitando a formação do pensamento teórico e favorecendo o desenvolvimento do pensamento computacional. Na próxima subseção, revelamos quais as ações de ensino que contribuíram para esse desenvolvimento.

4.5. Ações de ensino para o desenvolvimento do pensamento computacional

Considerando que os estudantes, de maneira geral, tiveram avanços qualitativos em sua capacidade de generalização ou formas de pensamento, revelamos, nesta subseção, ações de ensino de conceitos científicos da Computação que contribuíram para o desenvolvimento do pensamento computacional.

Antes, porém, de iniciarmos a explanação das ações de ensino, precisamos considerar a área da pesquisa dos conceitos científicos, a Ciência da Computação. Sabemos que procedimentos metodológicos podem ser empregados nas diversas áreas do conhecimento, mas compreendemos que pode haver particularidades em cada campo do saber.

Em primeiro lugar, o ensino de Computação na Educação Básica, foi aprovado como complemento à BNCC apenas no final de 2022 (Brasil, 2022a; Brasil, 2022b), tal como apontado na subseção 2.2. Isso fez com que as experiências de ensino nessa área, apesar de seguirem diretrizes, orientações e

currículos de referência de instituições educacionais (SBC e CIEB), não estivessem presentes na BNCC até então, dessa maneira, não estando normalizado o ensino de Computação na Educação Básica no Brasil.

Professores e entusiastas da área da Computação ensinavam conceitos, mas sem normas aprovadas pelo CNE / MEC, o que impactava diretamente os recursos e políticas públicas para a área. Somente agora, temos normas estabelecidas, passando a fazer parte da BNCC e, mesmo assim, como não há pesquisas investigando a efetividade do ensino para a Educação Básica, não temos indícios para analisar os conteúdos e as formas como os conceitos computacionais estavam sendo ensinados nas escolas no país. Temos, então, normas aprovadas, porém carecemos de metodologias, materiais didáticos, plataformas e tecnologias educacionais, e formação de professores na área para dar suporte ao ensino.

Alguns questionamentos pairam sobre esses pontos elencados: Será que objetos de aprendizagem (Educação Infantil), objetos de conhecimento e habilidades (Ensino Fundamental) e competências específicas e habilidades (Ensino Médio), tal como elencado nas normas sobre Computação na Educação Básica (Brasil, 2022a), são adequados em cada etapa de escolarização? Será que a formação tal como exposta pela BNCC e corroborada pelas normas, voltada para as exigências do mercado de trabalho é a mais adequada quando se preza pelo desenvolvimento do pensamento por conceitos?

O segundo ponto é quanto a particularidade dos conceitos teóricos da área, visto que, apesar de fundamentarem todos os fenômenos da cultura digital, podem ter uma complexidade considerável para serem apropriados, mesmo no Ensino Superior, nível em que os estudantes, supostamente, já desenvolveram funções psíquicas superiores e contam com um repertório de conhecimentos já avançado. E para a Educação Básica, especialmente Ensino Fundamental, será que são conceitos que podem ser assimilados nessa faixa etária? Qual nível adequado de assimilação para esses alunos?

Conforme apresentado na subseção 2.3, são diversos os conceitos ou subáreas de fundamental importância para a Computação e, entre os que foram selecionados para fazerem parte do experimento e os que foram relatados nos episódios, várias são suas particularidades para a Educação Básica. Por exemplo, o conceito de Arquitetura e Organização de Computadores, especialmente quanto aos dispositivos físicos (hardware) de máquinas computacionais, tem elementos físicos

que podem ser manipulados e sua aprendizagem seria mais voltada para a compreensão das funções dos dispositivos e não suas conceituações teóricas, especificamente.

Para o ensino de conteúdos com essas características, algumas ações de ensino são mais adequadas. Seriam ações de ensino envolvendo os componentes físicos, conforme presentes nos dispositivos aos quais proporcionam o funcionamento (computador, notebook, smartphone etc.), com um caráter mais demonstrativo e visual. Nesse cenário, a condução de um diálogo que mobilize os alunos, por meio de tarefas envolvendo componentes físicos e situações cotidianas do conhecimento deles, é primordial, tal como ocorreu nos episódios 11 e 14.

Quanto aos conceitos computacionais com conteúdos mais teóricos, a proposição de situações problema envolvendo pessoas conhecidas pelos alunos ou próximas a eles, bem como tarefas que os coloque como protagonistas, com a necessidade de auxiliar essas pessoas, na resolução das tarefas, podem ser mais adequadas. No episódio 12, tivemos ações de ensino com essa característica.

Também para o ensino de conceitos com conteúdos mais abstratos, a proposição de ações com situações problema que possibilitem a construção de soluções, de modo coletivo entre professor e alunos, por meio da modelagem de pré-soluções para as situações, mostrou-se favorável à aprendizagem dos estudantes. A proposição de um cenário inicial no qual havia um problema a resolver envolvia os estudantes. Os questionamentos instigavam os alunos de modo a fazer com que elaborassem propostas para solucioná-los. A cada proposta, novos questionamentos eram realizados visando direcionar o pensamento dos alunos para a solução final, que tem como plano de fundo aspectos do conceito teórico que é objeto de estudo. O episódio 13 revelou como ações de ensino com essas características provocou ações mentais nos estudantes.

Ainda no ensino de conceitos científicos, a realização de ações de ensino que permitiram a atuação e movimentação física dos alunos, seja participando de explicações em frente à turma, atuando em situações problema ou durante a realização de tarefas de estudo, mostrou-se favorável à aprendizagem dos estudantes, pois os mobilizou tanto a participarem no auxílio de uma explicação, bem como na análise e proposição de respostas aos questionamentos do professor. Utilizamos de ações de ensino com essas características em aulas que foram relatadas nos episódios 10 e 14.

Algo que, no experimento mobilizou consideravelmente os estudantes para a realização de tarefas de estudo foi a utilização de aparatos tecnológicos (tablets, notebooks) e plataformas digitais (sites online, jogos e aplicativos), independente do conceito teórico objeto de estudo. A realização de tarefas com uso dessas ferramentas mobilizou a atenção, a concentração e a memória dos estudantes de modo mais efetivo, tal como relatamos nos episódios 8 e 15.

O trabalho colaborativo também fez parte da proposição das ações de ensino, sendo fundante para a formação do pensamento teórico (Davydov 1988a). Desse modo, ações que colocaram os estudantes para atuarem em conjunto, na análise e proposição de possibilidades de resolução de tarefas, foram fundamentais no processo de aprendizagem e de desenvolvimento deles. Alguns episódios (5, 6 e 13) evidenciaram ações de ensino previstas para proporcionar um ambiente para o trabalho em grupo de maneira direta, mas em quase todas as aulas, em algum momento, houve situações em que os alunos atuaram conjuntamente.

Embora as ações sejam mais adequadas ao ensino de alguns conceitos, isso não quer dizer que haja somente uma forma de ensiná-los. Faz parte do planejamento do professor a decisão de como um conteúdo pode ter sua apropriação favorecida aos alunos. A proposição de diferentes formas de ações de ensino para um mesmo conceito, por exemplo, mostrou ser um caminho interessante para levar os alunos a compreenderem a necessidade de se realizar determinada tarefa e para mobilizá-lo, tal como realizado em alguns episódios (6, 8, 10, 11 e 14). No episódio 14, por exemplo, propusemos ações de ensino em que os alunos analisaram situações problema envolvendo pessoas conhecidas por eles, participaram da representação de conceitos frente a turma, atuando e se movimentando fisicamente na sala, além de participarem de um jogo, o bingo binário.

Com as ações de ensino realizadas e relatadas nos episódios do nosso experimento, com orientações gerais do GEPAE (Sforni, 2015a; Sforni, 2017) e com os conhecimentos acumulados nas pesquisas realizadas pelo grupo (Santos; Sforni, 2022; Santos, 2021; Serconek, 2019; Zocoler, 2019; Belieri, 2017; Pinheiro, 2016; Oliveira, 2013; Cavaleiro, 2009; Rodrigues, 2006), elencamos as ações de ensino que indicaram ter potencial para promover o desenvolvimento do pensamento computacional. São elas:

- a) Apresentação de problemas envolvendo situações cotidianas cuja resolução requer o exercício de habilidades do pensamento computacional;
- b) Utilização de diferentes recursos (materiais, gráficos etc.) para exposição e resolução dos problemas;
- c) Colaboração ativa, por parte dos estudantes, nos processos de análise, síntese e reflexão para a resolução das situações problema;
- d) Orientação aos estudantes, por meio do diálogo mediado pela linguagem científica, na elaboração da síntese via a modelação conjunta do conteúdo;
- e) Estabelecimento da relação entre as habilidades do pensamento computacional e os conceitos científicos que lhe dão suporte;
- f) Proposição de novas situações problema, agora envolvendo o conhecimento computacional e que exigem o pensamento mediado pelos conceitos científicos da área.

Houve ações de ensino que mobilizaram, de modo mais efetivo, esse ou aquele estudante, fazendo alguns terem melhor desempenho que outros na realização de algumas tarefas. Embora, no experimento, um tipo de ação possa ter sido mais adequado em uma determinada situação, não há uma norma que estabeleça qual ação e para que tipo de conteúdo deve ser necessariamente empregada. Cabe então, ao professor, fundamentado em conhecimentos teórico-metodológicos sobre os processos de aprendizagem e de desenvolvimento, optar pelas ações que mais se adequem ao conteúdo a ser ensinado e aos sujeitos a quem se dirige esse ensino.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como professor da área da Computação, apesar de reconhecer a importância do ensino dessa área, encontrava dificuldades para promover um ensino de conceitos computacionais para crianças e adolescentes, de modo a fazer com que eles se apropriassem dos conteúdos e compreendessem os fenômenos da cultura digital a eles associados. Coordenamos, entre os anos de 2014 e 2020, um projeto de extensão (Beleti Junior *et al.* 2023; Beleti Junior *et al.* 2020a; Beleti Junior *et al.* 2020b) que, apesar de levar conceitos da área para alunos de escolas públicas, não estava amparado em uma organização curricular e em encaminhamentos teórico-metodológicos para o ensino de Computação, além de não abordar as possibilidades do pensamento computacional. Até porque, uma regulamentação para o ensino de Computação para a Educação Básica foi aprovada pelo CNE / MEC somente no final de 2022 (Brasil, 2022a).

Visando superar essa dificuldade, nos propusemos então a analisar como organizar o ensino de conceitos computacionais para o público da Educação Básica. Começamos esta pesquisa, investigando o trajeto percorrido por integrantes do GEPAE, em que trabalhos haviam sido realizados em diversas áreas, justamente na investigação de procedimentos didáticos que promovessem a aprendizagem e o desenvolvimento dos estudantes (Santos; Sforini, 2022; Santos, 2021; Zocoler, 2019; Serconek, 2018; Belieri, 2017; Pinheiro, 2016; Oliveira, 2013; Cavaleiro, 2009; Rodrigues, 2006). Após tomarmos conhecimento das pesquisas realizadas e de participarmos dos estudos do grupo, decidimos conduzir uma pesquisa, por meio de investigação bibliográfica e de um experimento didático.

O ponto de partida foi a realização de um mapeamento sistemático de literatura (Beleti Junior; Sforini, 2023), para verificar como as pesquisas experimentais sobre o pensamento computacional no ensino de conceitos de Computação estavam sendo realizadas. Com isso, compreendemos que não havia um padrão quanto a forma como as pesquisas estavam sendo conduzidas. Encontramos trabalhos com distintos períodos de duração, diferentes maneiras de controle experimental, diversas metodologias de análise de dados, instrumentos de coleta de dados e procedimentos estatísticos, e distribuídas por níveis e etapas de ensino.

Notamos ainda, que a maior parte das pesquisas teve por finalidade ensinar apenas conceitos de programação, de modo desplugado e/ou com aparatos tecnológicos, algumas delas inclusive, aproximando a compreensão do pensamento computacional com a concepção de programação. Ou seja, apesar de a Ciência da Computação contemplar diversas subáreas ou conceitos, apenas a programação estava sendo explorada, com relatos próximos à ideia de que, se o estudante fosse capaz de programar, teria desenvolvido o pensamento computacional.

Com o mapeamento estabelecido, partimos para a investigação, por meio de pesquisa documental, de como os conceitos de Computação estavam relacionados ao desenvolvimento do pensamento computacional, compreendendo qual era, de fato, a definição dessa forma de pensamento. Além de sua definição, investigamos como seria sua estrutura e constatamos que o desenvolvimento do pensamento computacional passava pela formação de habilidades relacionadas a ele, a saber: Análise, Abstração, Reconhecimento de Padrões, Decomposição, Algoritmo, Teste e Avaliação.

Investigamos também como estava sendo realizado o ensino de conceitos de Computação na Educação Básica, visto que, até então, não estava previsto na BNCC essa área como objeto de conhecimento. Com essa investigação e por meio de estudos teóricos sobre os conceitos ou subáreas da Ciência da Computação, elencamos algumas delas como sendo fundamentais a serem ensinadas para propiciar um ambiente para o desenvolvimento do pensamento computacional (Beleti Junior; Sforzi, 2021).

Com isso estabelecido, continuamos a investigar como teorias sobre os processos de ensino, aprendizagem e desenvolvimento humano, procedimentos metodológicos e modos de organização do ensino poderiam colaborar com o ensino de conceitos da Computação na Educação Básica.

Algumas obras nos ajudaram nesse percurso: Sforzi, 2004, 2015a, 2015b, 2017, 2019; Libâneo; Freitas, 2019; Libâneo, 2016, 2004; Freitas; Libâneo, 2019; Moura; Araujo; Serrão, 2018; Cedro; Moretti; Moraes, 2018; Puentes; Mello, 2019; Longarezi; Puentes, 2017, dentre outras. Esses autores fundamentam-se na Teoria Histórico-Cultural e na Teoria do Ensino Desenvolvimental. Assim, consideramos importante ir aos clássicos dessas teorias (Vigotski, 2001, 2006, 2010; Vygotski, 2014; Vygotsky, 1991, 2008; Leontiev, 1960, 1975, 1998, 2004; Davydov, 1982, 1988a, 1988b, 1990, 2017; Elkonin, 2017, 2019a, 2019b; Zankov, 1984) para

compreender processos psicológicos e didáticos de um ensino que visa a promoção do desenvolvimento do pensamento teórico dos estudantes.

Com esse conhecimento constituído, formulamos a hipótese de que uma organização do ensino de conceitos científicos da Computação, amparada por preceitos da Teoria Histórico-Cultural e da Teoria do Ensino Desenvolvimental, poderia contribuir para a aprendizagem e a formação do estudante de modo a propiciar o desenvolvimento do pensamento computacional.

Visando testar nossa hipótese, compreendemos a necessidade de analisar o potencial formativo de ações de ensino de conceitos científicos da Computação planejadas com a finalidade de contribuir para o desenvolvimento do pensamento computacional. Esse foi o objetivo geral desta pesquisa.

Para alcançar esse objetivo, realizamos uma investigação experimental. Com os conteúdos da Computação elencados para serem ensinados, planejamos e conduzimos um experimento com 15 alunos do 5º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública da cidade de Jandaia do Sul, no Paraná. Foram 40 encontros, contabilizando 80 horas-aula, durante sete meses (maio a novembro), no ano de 2022. Antes de elaborarmos as ações de ensino, buscamos compreender o nível de desenvolvimento dos alunos quanto aos conhecimentos sobre a temática principal Computação e relacionado aos fenômenos da cultura digital permeados por esses conhecimentos.

Nas aulas, as ações de ensino foram conduzidas de modo a fazer com que os alunos, ao realizarem tarefas de estudo, pudessem se apropriar de conceitos da Computação. Os alunos tiveram que analisar e propor, de maneira colaborativa, soluções para situações problema visando resolvê-las, mas, com um propósito mais amplo, de se apropriar de conceitos computacionais que estavam incorporados à realização das tarefas. Esperávamos que, a partir desse modo de organizar o ensino, fossem capazes de compreender fenômenos da cultura digital imersos nesses conceitos.

Compreendemos, então, que o pensamento computacional poderia ser desenvolvido se houvesse a apropriação de conceitos científicos da Ciência da Computação, com a formação do pensamento teórico, possibilitando os alunos a atuarem com as habilidades do pensamento computacional na resolução de situações problema. Tais habilidades deveriam ser apropriadas pelos alunos durante a realização das tarefas de estudo. Ou seja, mesmo que não ensinadas diretamente

de modo verbal para eles, atuar com as habilidades estava condicionado à apropriação dos conceitos científicos da Computação.

Como forma de verificar se os alunos estavam se apropriando dos conceitos ensinados, optamos por acompanhar o processo de desenvolvimento do pensamento (avanços qualitativos), por meio da capacidade de generalização que poderiam expressar de modo escrito ou oral, durante a realização das tarefas.

Consideramos, então, que categorias de análise poderiam nos ajudar a captar esse movimento e, dessa maneira, as elaboramos com base nas relações semânticas evidenciadas pelos estudantes, sendo elas: Computação como sinônimo de objeto da tecnologia digital; Computação como sinônimo de usuário de tecnologia; Ser humano a reboque da máquina; Ser humano movimentando a máquina, e; Compreensão dos fenômenos da cultura digital com base em conceitos computacionais.

Nas primeiras aulas, notamos que os alunos possuíam a compreensão de que a Computação estava relacionada a objetos físicos (computador, notebook, tablet etc.) ou como ferramenta de apoio na realização de algum tipo de trabalho, não estabelecendo relação direta da palavra com o significado, percebendo a **computação como sinônimo de objeto da tecnologia digital** e como **sinônimo de usuário de tecnologia**.

Essa forma de pensamento foi sendo superada por meio das aulas nas quais eles foram se apropriando de conceitos da Computação. Fenômenos da cultura digital de conhecimento dos alunos, associados a esses conceitos, foram fundamentais para estabelecer a relação entre os conceitos cotidianos e os conceitos científicos.

No entanto, essa relação não ocorreu de maneira instantânea, e de modo linear, havendo momentos de recuo e de contradições nas falas dos alunos, em seu modo de generalização. Ou seja, ao passo que alguns alunos se apropriavam de conceitos e termos referentes a esses conceitos, realizando sínteses individuais adequadas, outros não estabeleciam relações conceituais. Também um mesmo aluno que, em determinado momento, assimilava um conceito, em outro, apresentava dificuldades. Em outros termos, houve avanços e retrocessos no processo de pensamento dos alunos, seja em razão das particularidades de cada conceito computacional ou pela tarefa ter mobilizado mais ou menos os alunos.

Com a realização das tarefas de estudo, que relacionavam fenômenos da cultura digital conhecidos pelos alunos, tínhamos indícios de que a apropriação de conceitos estava ocorrendo. Tanto que, um avanço significativo foi quando os alunos deixaram de considerar que as máquinas tinham inteligência por si própria, ou seja, que o **ser humano** estava **a reboque da máquina** e foram capazes de compreender que eram as pessoas as responsáveis por projetar e programar as máquinas e as tecnologias computacionais. Para isso tiveram que entender como era possível se comunicar com a máquina, implementar nela instruções por meio de linguagens de programação, passando a enxergar o **ser humano movimentando a máquina**.

Apesar desse avanço, ainda era comum a menção a algumas palavras diferentes do conceito que havia sido assimilado, o que foi sendo superado com a realização de tarefas de estudo, que por vezes, revelavam um novo conceito ao mesmo tempo que faziam os alunos retomarem conhecimentos presentes em outras tarefas.

Com isso, observamos que os alunos, aos poucos, passaram a incorporar as palavras que foram objeto de ensino ao longo das aulas, nos argumentos que apresentavam diante de novas situações problema. O conceito de Algoritmo, por exemplo, após ter sido ensinado aos alunos, começou a ser mencionado sempre que alguma tarefa demandava criar ou seguir instruções, ou seja, novas articulações eram feitas com a palavra, dando início ao estabelecimento de um sistema de conceitos.

E, dessa forma, ocorreu com os demais conceitos, que, ao serem assimilados, passavam a fazer parte do vocabulário deles. É notório o enriquecimento do repertório linguístico dos alunos ao observarmos os argumentos apresentados em tarefas realizadas nos últimos encontros. Em alguns momentos, as manifestações dos alunos indicaram que estavam **compreendendo fenômenos da cultura digital com base em conceitos computacionais**, sendo capazes de fazer uso de conceitos apropriados anteriormente, isso na análise, elaboração de sínteses individuais e realização de novas tarefas de estudo.

No entanto, esses avanços não eram estáveis, pois em alguns momentos, apesar de os alunos tentarem se referir a ideia de algum conceito, não eram capazes de utilizar seu nome correto e suas conceituações de forma totalmente assertiva. Consideramos esse ser um processo próprio da aprendizagem conceitual, por vezes, ocultado por não existir muito espaço em sala de aula para a fala dos

estudantes. Quando há esse espaço para a manifestação do pensamento, percebemos que a relação entre ensino e aprendizagem é complexa e que a aprendizagem não é algo linear. Que o aprender ou o não aprender não é algo definitivo, mas algo em movimento.

Quanto às ações analisadas no experimento, identificamos quais tiveram o potencial de contribuir para o desenvolvimento do pensamento computacional, antes, porém, cabe destacar que a expectativa não era a de que nessa etapa da escolarização fosse formado o pensamento computacional, mas que fosse desencadeado o início desse processo.

Dentro dessa expectativa, ao analisarmos os dados coletados no experimento, consideramos que se o professor tem por finalidade desenvolver o pensamento computacional nos estudantes, ao organizar o ensino, algumas ações devem ser contempladas: a) apresentação de problemas envolvendo situações cotidianas cuja resolução requer o exercício de habilidades do pensamento computacional; b) utilização de diferentes recursos (materiais, gráficos etc.) para exposição e resolução dos problemas; c) colaboração ativa, por parte dos estudantes, nos processos de análise, síntese e reflexão para a resolução das situações problema; d) orientação aos estudantes, por meio do diálogo mediado pela linguagem científica, na elaboração da síntese via a modelação conjunta do conteúdo; e) estabelecimento da relação entre as habilidades do pensamento computacional e os conceitos científicos que lhe dão suporte, e; f) proposição de novas situações problema, agora envolvendo o conhecimento computacional e que exigem o pensamento mediado pelos conceitos científicos da área.

As ações que se mostraram favoráveis à aprendizagem e engajaram os estudantes no pensamento computacional foram as que seguiram uma lógica de apropriação do conhecimento que se expressou em um percurso que partia das ações externas até chegar às ações mentais.

Trata-se de um percurso por meio do qual fomos aproximando gradativamente os estudantes da linguagem computacional, começando da ação no plano material, em situações empíricas, cotidianas, caminhando para ação no plano da linguagem, via a elaboração da síntese conceitual por meio da modelação que buscava expressar a essência do conteúdo presente no problema apresentado. Na sequência, era apresentado um novo problema que envolvia o conhecimento

computacional propriamente dito cuja resolução requeria a ação no plano mental, ou seja, demandava o exercício de habilidades do pensamento computacional.

Ao analisarmos a relação entre as ações de ensino, o envolvimento dos estudantes e algumas manifestações de aprendizagem, percebemos que o percurso que partia da ação no plano material, passava pela ação no plano da linguagem para chegar a ação no plano mental, mostrou-se favorável à aprendizagem dos estudantes. Essas ações, inspiradas em pressupostos da Teoria Histórico-Cultural e da Teoria do Ensino Desenvolvimental, mostraram-se promissoras como um modo geral de organização do ensino de conceitos da Computação.

Para organizar essas ações de ensino é importante levar em consideração o sujeito a quem se destina esse ensino, o que implica conhecer o nível de desenvolvimento dos estudantes para poder adaptar as tarefas não ao que eles já conseguem fazer sozinhos, mas à zona de desenvolvimento próximo, ou seja, ao que pode, com a ajuda do professor, resultar em avanços em seus modos de pensar e atuar.

Identificamos também que as ações de ensino que envolviam a atuação e movimentação física dos alunos e manuseio de objetos; a utilização de aparatos tecnológicos (tablets, notebooks) e plataformas digitais (sites online, jogos e aplicativos); bem como apresentavam problemas com contextos e personagens pelos quais os alunos demonstram familiaridade e afeto tinham um impacto maior na atenção e mobilização dos estudantes durante as aulas. O que nos leva a concluir que esses são também aspectos importantes a serem levados em consideração na organização do ensino nessa etapa da escolarização.

Ter planejado e conduzido um experimento com duração de 80 horas, nos permitiu compreender que o ensino de conceitos científicos de Computação, que possibilita o desenvolvimento do pensamento computacional, deve estar presente na escolarização desde a Educação Infantil até o Ensino Médio, levando-se em conta a relação entre conteúdo, sujeito e forma próprios de cada contexto de formação. Então, um mesmo conteúdo assume diferentes níveis de complexidade a depender do nível de desenvolvimento atual e do nível esperado dos estudantes como resultado do ensino.

Ao considerarmos a complexidade que a etapa de escolarização dos alunos permitiu, durante o ensino, buscamos fazer os alunos assimilarem o nuclear dos conhecimentos, não nos atendo às especificidades e nem ao modo como podem ser

utilizados em aplicações computacionais. Por exemplo, quando ensinamos conceitos de Inteligência Artificial, permitimos que compreendessem o essencial, sobre a necessidade de programação e treinamento para que pudesse ser colocada em uso, revelando aos alunos fenômenos da cultura digital em que encontrávamos tais conceitos. Não chegamos nem perto de implementar ou de mostrar as técnicas ou algoritmos de inteligência artificial a eles, pois esse conteúdo estava muito distante da zona de desenvolvimento próximo dos estudantes dessa etapa da escolarização. Porém, considerando o nível de desenvolvimento inicial dos estudantes, o conhecimento adquirido por eles, resultou em um salto qualitativo no modo de pensar e atuar com esse conteúdo.

Em nossa análise, consideramos que as ações de ensino de conceitos científicos de Computação, identificadas nesta pesquisa, contribuíram para possibilitar a gênese do pensamento computacional, visto que, para nós, o desenvolvimento desse modo de pensamento ocorre de modo gradual, conforme avanços qualitativos no pensamento dos alunos, que por sua vez acontece via aprendizagem conceitual. Em outras palavras, à medida que se apropriam de conceitos científicos da Computação, que passam a mediar a relação deles com fenômenos, avançam suas possibilidades de solucionar situações problema, utilizando conceitos e técnicas advindas da Computação.

Por essa razão, um ensino promotor do desenvolvimento dos estudantes busca a “transformação no modo de pensar e agir dos alunos como resultado da apropriação dos conteúdos” (Libâneo, 2016, p. 367). Quanto mais se apropriam de conceitos científicos, mais os estudantes conseguem enriquecer seu repertório computacional e, conseqüentemente, têm melhores condições de solucionar situações problema nas diversas áreas, possibilitando então o desenvolvimento do pensamento computacional.

Com a identificação do potencial formativo de algumas ações de ensino que, colocadas em movimento no contexto de sala de aula, mostraram-se favoráveis ao desenvolvimento do pensamento computacional, consideramos que o objetivo geral desta pesquisa foi atingido. Por meio dela, esperamos ter produzido um conhecimento que possa contribuir para a efetivação e orientação do ensino de Computação na Educação Básica.

Para além da contribuição no campo educacional, a realização desta pesquisa colaborou também para a nossa formação como professor. Por meio dela,

elaboramos um corpo de conhecimentos que nos instrumentalizará em nossas ações futuras como pesquisador e, sobretudo, como professor.

Esta pesquisa encerra-se com a produção deste relatório, todavia, ao lançar luzes sobre os complexos processos de ensino e de aprendizagem na área da Computação, novos questionamentos surgem, abrindo possibilidades para novas investigações. Nosso experimento didático foi realizado no Ensino Fundamental e, da análise da relação entre o ensino realizado e a aprendizagem evidenciada pela turma, chegamos à conclusão das ações docentes que desempenharam papel formativo no desenvolvimento do pensamento computacional dos estudantes.

Assim, ao final, nos questionamos: Será que as mesmas ações de ensino teriam resultados similares em outras etapas de escolarização? Consideramos que há princípios gerais que estão na base dessas ações de ensino que as tornam adequadas também para o ensino em outras etapas da Educação Básica. Todavia, novos experimentos em outras etapas poderiam sinalizar a sua efetiva viabilidade ou a necessidade de adaptação para que cumpram o papel formativo também em outros contextos de ensino.

Além de novas questões para futuras investigações, a realização da presente pesquisa nos proporcionou algumas reflexões acerca da possibilidade de um ensino de Computação de qualidade na Educação Básica e as condições objetivas necessárias para sua realização.

Um aspecto diz respeito ao tempo dedicado ao trabalho com esse conteúdo. Lembramos que o experimento didático ocorreu com apenas uma turma do Ensino Fundamental, mais precisamente com 15 alunos de uma escola municipal do interior do Paraná, que funciona em tempo integral, o que possibilitou a realização do experimento no contraturno escolar, e contou com uma expressiva carga horária para o ensino dos conceitos elencados. Esse contexto específico também foi determinante para os resultados alcançados. Infelizmente, essa não é a realidade da maioria das escolas públicas brasileiras.

Outra faceta diz respeito à formação necessária ao professor para o trabalho com esse conteúdo. Conforme observado anteriormente, o pesquisador principal deste trabalho possui formação em nível de graduação e mestrado na área da Ciência da Computação, ou seja, com uma formação teórica sólida quanto aos conceitos científicos da área computacional, uma condição atípica no cenário da

Educação Básica no Brasil, visto que, nas escolas, não há professores com formação no campo da Computação (Beleti Junior; Sforzi, 2022).

O que vai ao encontro da necessidade do domínio dos conceitos científicos pelos professores, pois, conforme explanado anteriormente, há uma complexidade considerável em todas as subáreas ou disciplinas computacionais. Ainda, deve-se considerar o nível em que os conteúdos serão ensinados para os estudantes, em conformidade com o nível de desenvolvimento e a etapa de escolarização deles. Isso requer, além da formação específica, a formação pedagógica, ou seja, os conhecimentos acerca dos processos de ensino e de aprendizagem.

Enfim, alertamos para a questão da carga horária para o trabalho com a Computação, a infraestrutura das escolas e a formação docente para enfatizar que, se buscamos uma Educação que favoreça a aprendizagem e o desenvolvimento dos estudantes, além da questão didática, foco desta pesquisa, há que se lutar por condições objetivas que possibilitem a efetivação dessas ações formativas.

Afirmamos, então, a necessidade imediata de políticas públicas que garantam mais tempo (e de qualidade) da criança na escola, que incentivem cursos de formação docente na área, tal como os cursos de Licenciatura na área da Computação, bem como a oferta de cursos de formação continuada e programas de pós-graduação voltados para o ensino de Computação, além da valorização da carreira do magistério na Educação Básica.

Outra questão premente é quanto ao fomento para a produção de materiais didáticos e aquisição de equipamentos tecnológicos (computadores, tablets etc.) para as escolas, visto que, apesar de o ensino de conceitos computacionais não estar diretamente atrelado ao uso de tecnologias digitais, observamos que sua utilização pode trazer benefícios para a aprendizagem e o desenvolvimento dos estudantes, mais ainda nesse momento em que nos encontramos permeados por tecnologias digitais.

REFERÊNCIAS

ACARA. Digital technologies (Version 8.4). **ACARA**, c2023. Disponível em: <http://www.australiancurriculum.edu.au/technologies/digital-technologies/curriculum/f-10?layout=1>. Acesso em: 26 out. 2023.

ACM; IEEE. **Computing Curricula 2020: CC2020**. Paradigms for Global Computing Education: encompassing undergraduate programs in Computer Engineering, Computer Science, Cybersecurity, Information Systems, Information Technology, Software Engineering with data science. [S. l.: s. n.], 2020.

AHMED, Haroon. **Cambridge computing**. The first 75 years. London: Third Millennium Publishing Limited, 2013.

AHO, Alfred V. Computation and computational thinking. **The Computer Journal**, v. 55, n. 7, p. 832-835, 2012.

ANGELI, Charoula *et al.* A K-6 computational thinking curriculum framework: Implications for teacher knowledge. **Journal of Educational Technology & Society**, v. 19, n. 3, p. 47-57, 2016.

ARARIPE, Juliana Pereira Gonçalves de A.; LINS, Walquíria Castelo Branco (org.). **Competências Digitais na Formação Inicial de Professores**. São Paulo: CIEB; Recife: CESAR School, 2020.

ARGENTINA. Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología. Presidencia de la Nación. Núcleos de Aprendizajes Prioritarios. **Educación Digital, Programación y Robótica**. Educación Inicial, Primaria y Secundaria. [S. l.: s. n.], 2019. Disponível em: <https://www.educ.ar/recursos/adjuntos/descarga/162/nap-de-educacion-digital-programacion-y-robotica?disposition=inline>. Acesso em: 26 out. 2023.

ASBAHR, Flávia da Silva Ferreira. Sentido pessoal, significado social e atividade de estudo: uma revisão teórica. **Revista Quadrimestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 265-272, 2014.

ASCENCIO, Ana Fernanda Gomes; CAMPOS, Edilene Aparecida Veneruchi de. **Fundamentos da programação de computadores**: algoritmos, Pascal, C/C++ e Java. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.

BARR, Valerie; STEPHENSON, Chris. Bringing computational thinking to K-12: what is involved and what is the role of the computer science education community? **Acm Inroads**, v. 2, n. 1, p. 48-54, 2011.

BELETI JUNIOR, Carlos Roberto *et al.* Abordagem metodológica para o ensino de Arquitetura de Computadores em ambientes não formais. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 28, p. 335-358, jun. 2020a. Disponível em:

<http://milanesa.ime.usp.br/rbie/index.php/rbie/article/view/v28p335>. Acesso em: 25 out. 2023.

BELETI JUNIOR, Carlos Roberto *et al.* Computação na educação básica: experiências e reflexões possibilitadas pelo projeto por dentro do computador. **Cadernos CEDES**, Campinas, v. 43, n. 120, p. 86-97, 2023.

BELETI JUNIOR, Carlos Roberto *et al.* Por dentro do computador: trajetória de um projeto extensionista em um Campus da UFPR no interior do Paraná. *In*: WORKSHOP SOBRE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO, 28, 2020, Cuiabá. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020b. p. 51-55.

BELETI JUNIOR, Carlos Roberto; SFORNI, Marta Sueli de Faria. Desenvolvimento do pensamento computacional: percepção de professores da educação básica no interior do Paraná. **Criar Educação**, v. 11, n. 1, p. 135-154, set. 2022. Disponível em: <https://periodicos.unesc.net/ojs/index.php/criaredu/article/view/6501>. Acesso em: 25 out. 2023.

BELETI JUNIOR, Carlos Roberto; SFORNI, Marta Sueli de Faria. Possibilidades do pensamento computacional: um novo olhar teórico. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 32., 2021, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. p. 943-952.

BELETI JUNIOR, Carlos Roberto; SFORNI, Marta Sueli de Faria. Pesquisas experimentais no desenvolvimento do pensamento computacional: um mapeamento sistemático de literatura no ensino de conceitos de computação. **Educação em Foco**, [S. l.], v. 26, n. 49, 2023. Disponível em: <https://revista.uemg.br/index.php/educacaoemfoco/article/view/6623>. Acesso em: 25 out. 2023.

BELIERI, Cleder Mariano. **A linguagem filosófica e o desenvolvimento do pensamento em aulas de Filosofia no Ensino Médio**. 2017. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2017.

BELL, Tim. **Computer Science Field Guide**: an online interactive resource for high school students learning about computer science. [S. l.: s. n.], 2013.

BELL, Tim; WITTEN, Ian H.; FELLOWS, Mike. **Computer science unplugged**. Christchurch: University of Canterbury, 2011.

BERARDI, Rita *et al.* Oficina de Banco de Dados com Aprendizado Cinestésico para meninas do Ensino Médio. *In*: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 25., 2019, Brasília, DF. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2019. p. 345-354.

BITTENCOURT, Roberto A.; SANTANA, Bianca L.; ARAUJO, Luis Gustavo J. Computação Fundamental: Currículo e Livros Didáticos de Computação para o Ensino Fundamental. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, [S. l.], v. 29, p. 662-691, jun. 2021.

BRACKMANN, Christian Puhlmann *et al.* Panorama global da adoção do pensamento computacional. *In*: RAABE, André; ZORZO, Avelino F.; BLIKSTEIN, Paulo (org.). **Computação na educação básica**: fundamentos e experiências. Porto Alegre: Penso, 2020. p. 31-48.

BRACKMANN, Christian Puhlmann. **Desenvolvimento do pensamento computacional através de atividades desplugadas na educação básica**. 2017. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. **Computação Complemento à BNCC**. Brasília, DF: MEC, 2022a. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/fevereiro-2022-pdf/236791-anexo-ao-parecer-ncneceb-n-2-2022-bncc-computacao/file>. Acesso em: 25 out. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Normas sobre Computação na Educação Básica** – Complemento à Base Nacional Comum Curricular (BNCC). [S. l.: s. n.], 2022b. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/abril-2021-pdf/182481-texto-referencia-normas-sobre-computacao-na-educacao-basica/file>. Acesso em: 26 out. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Resolução nº 5, de 16 de novembro de 2016. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de graduação na área da Computação, abrangendo os cursos de bacharelado em Ciência da Computação, em Sistemas de Informação, em Engenharia de Computação, em Engenharia de Software e de licenciatura em Computação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 153, n. 220, p. 22-24, 17 nov. 2016.

BRENNAN, Karen; RESNICK, Mitchel. New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *In*: AMERICAN EDUCATIONAL RESEARCH ASSOCIATION MEETING, 2012, Vancouver. **Proceedings** [...]. Vancouver: [s. n.], 2012.

BROOKSHEAR, J. Glenn. **Ciência da computação**: uma visão abrangente. Porto Alegre: Bookman, 2013.

BUNDY, Alan. Computational thinking is pervasive. **Journal of Scientific and Practical Computing**, v. 1, n. 2, p. 67-69, 2007.

CABRAL, Maria Izabel Cavalcanti *et al.* **A trajetória dos cursos de graduação da área de computação e informática**: 1969-2006. Rio de Janeiro: SBC, 2008.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa. O uso de vídeos na tomada de dados: pesquisando o desenvolvimento do ensino em sala de aula. **Pro-Posições**, Campinas, v. 7, n. 1, p. 5-13, mar. 1996.

CAVALEIRO, Patrícia Cristina Formaggi. **Organização do ensino da linguagem escrita**: contribuições da abordagem histórico-cultural. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2009.

CEDRO, Wellington Lima; MORETTI, Vanessa Dias; MORAES, Sílvia Pereira Gonzaga de. Desdobramentos da Atividade Orientadora de Ensino para a organização do ensino e para a investigação sobre a atividade pedagógica. **Linhas Críticas**, Brasília, DF, v. 24, p. 431-452, 2018.

CGI.BR. **TIC Domicílios**. Pesquisa sobre o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nos domicílios brasileiros. 2020. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2021. Disponível em: https://cetic.br/media/docs/publicacoes/2/20211124201233/tic_domicilios_2020_livro_eletronico.pdf. Acesso em: 25 out. 2023.

CIEB. **Currículo de Referência para o Curso Educação Profissional de Nível Médio em Tecnologia e Computação**. São Paulo: CIEB, 2020b.

CIEB. **Currículo de Referência**. Itinerário Formativo em Tecnologia e Computação. São Paulo: CIEB, 2020a.

CODE.ORG. The CODE logo and Hour of Code. **Code.org**, 2021. Disponível em: <https://code.org/>. Acesso em: 1 nov. 2021.

COMPUTING AT SCHOOL. The Chartered Institute for IT. **Computing at School**, 2021. Disponível em: <https://www.computingatschool.org.uk/>. Acesso em: 8 nov. 2021.

CS FIRST. A computer science curriculum that makes coding easy to teach and fun to learn. **CS First**, 2021. Disponível em: <https://csfirst.withgoogle.com/s/en/home>. Acesso em: 26 out. 2023.

CSFORALL. Computer Science for All. **CSforALL**, 2021. Disponível em: <https://www.csforall.org/>. Acesso em: 16 nov. 2021.

CSIZMADIA, Andrew *et al.* **Computational thinking**: a guide for teachers. [S. l.]: Computing at School, 2015.

CSTA. K–12 Standards. **Computer Science Teachers Association**, c2023. Disponível em: <https://csteachers.org/k12standards/>. Acesso em: 26 out. 2023.

CSTA; ISTE. Operational definition of computational thinking, 2011. Disponível em: <https://www.iste.org/explore/computational-thinking/computationalthinking-all>. Acesso em: 26 out. 2023.

DAVYDOV, Vasily Vasilyevich. Análise dos princípios didáticos da escola tradicional e dos possíveis princípios do ensino em um futuro próximo. *In*: LONGAREZI, Andréa Maturano; PUENTES, Roberto Valdés (org.). **Ensino Desenvolvimental**. Antologia: Livro I. Uberlândia: EDUFU, 2017. p. 211-224.

DAVYDOV, Vasily Vasilyevich. **La enseñanza escolar y el desarrollo psíquico:** investigación psicológica teórica y experimental. Moscú: Editorial Progreso, 1988a.

DAVYDOV, Vasily Vasilyevich. **Problemas do ensino desenvolvimental:** a experiência da pesquisa teórica e experimental na psicologia. [S. l.: s. n.], 1988b.

DAVYDOV, Vasily Vasilyevich. **Tipos de generalización en la enseñanza.** Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1982.

DAVYDOV, Vasily Vasilyevich. **Types of generalization in instruction:** logical and psychological problems in the structuring of school curricula. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics, 1990.

DENNING, Peter J. Remaining trouble spots with computational thinking. **Communications of the ACM**, v. 60, n. 6, p. 33-39, 2017.

DERMEVAL, Diego; COELHO, Jorge A. P. de M.; BITTENCOURT, Ig I. Mapeamento Sistemático e Revisão Sistemática da Literatura em Informática na Educação. *In:* JAQUES, Patrícia *et al.* (org.). **Metodologia de Pesquisa Científica em Informática na Educação:** Abordagem Quantitativa. Porto Alegre: SBC, 2020. p. 1-26.

EDUCACIÓN en ciencias de la computación en España 2015. [S. l.: s. n.], 2016. Disponível em: <https://www.fecyt.es/es/publicacion/educacion-de-las-ciencias-de-la-computacion-en-espana>. Acesso em: 26 out. 2023.

ELKONIN, Daniil Borosovich. Atividade de Estudo: sua estrutura e formação. *In:* PUENTES, Roberto Valdés; CARDOSO, Cecília Garcia C.; AMORIM, Paula Alves Prudente (org.). **Teoria da Atividade de Estudo:** contribuições de D. B. Elkonin, V. V. Davidov e V. V. Repkin. Curitiba: CRV; Uberlândia: EDUFU, 2019a. p. 159-168.

ELKONIN, Daniil Borosovich. Desarrollo psíquico de los escolares. *In:* SMIRNOV, A. A. *et al.* (org.). **Psicología.** México: Editorial Grijalbo, 1978. p. 523-560.

ELKONIN, Daniil Borosovich. Estrutura da atividade de estudo. *In:* PUENTES, Roberto Valdés; CARDOSO, Cecília Garcia C.; AMORIM, Paula Alves Prudente (org.). **Teoria da Atividade de Estudo:** contribuições de D. B. Elkonin, V. V. Davidov e V. V. Repkin. Curitiba: CRV; Uberlândia: EDUFU, 2019b. p. 149-158.

ELKONIN, Daniil Borosovich. **Psicologia do jogo.** São Paulo: Martins Fontes, 1998.

ELKONIN, Daniil Borosovich. Sobre o problema da periodização do desenvolvimento psíquico na infância. *In:* LONGAREZI, Andréa Maturano; PUENTES, Roberto Valdés (org.). **Ensino Desenvolvimental.** Antologia: Livro I. Uberlândia: Editora EDUFU, 2017. p. 149-172.

EUROPEAN SCHOOLNET. Transforming education in Europe. **European Schoolnet**, 2017. Disponível em: <http://www.eun.org/home>. Acesso em: 8 nov. 2021.

FANTINATI, Regiane Ezequiel; ROSA, Selma dos Santos. Pensamento Computacional: Habilidades, Estratégias e Desafios na Educação Básica.

Informática na Educação: Teoria & Prática, Porto Alegre, v. 24, n. 1, 129-141, 2021.

FERRARI, Fabricio; CECHINEL, Cristian. **Introdução a algoritmos e programação**. Bagé: Universidade Federal do Pampa, 2008.

FREITAS, Raquel A. Marra da Madeira; LIBÂNEO, José Carlos. Didática desenvolvimental e políticas educacionais para a escola no Brasil. **Linhas Críticas**, Brasília, DF, v. 24, p. 367-387, 2019. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/linhascriticas/article/view/21850>. Acesso em: 25 out. 2023.

FUNDACION OMAR DENGO. PRONIE MEP-FOD. **Fundacion Omar Dengo**, c2023. Disponível em: <https://fod.ac.cr/pronie/>. Acesso em: 26 out. 2023.

GREBOGY, Elaine Cristina; SANTOS, Icleia; CASTILHO, Marcos Alexandre. Mapeamento das Iniciativas de Promoção do Pensamento Computacional no Ensino Fundamental. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 32., 2021, [s. l.]. **Anais [...]**. [S. l.]: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. p. 965-975.

GUIDELINES for performing systematic literature reviews in software engineering. Version 2.3. [S. l.: s. n.], 2007.

HEINTZ, Fredrik; MANNILA, Linda; FÄRNQVIST, Tommy. A review of models for introducing computational thinking, computer science and computing in K-12 education. *In*: FRONTIERS IN EDUCATION, 2016, Erie. **Proceedings [...]**. Erie: IEEE, 2016. p. 1-9.

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.

HUBWIESER, Peter *et al.* A global snapshot of computer science education in k-12 schools. *In*: ITICSE WORKING GROUP REPORTS, 2015, Vilnius. **Proceedings [...]**. Vilnius: [s. n.], 2015. p. 65-83.

IBM. The Origins of Computer Science. **International Business Machines**, 2011. Disponível em: <https://www.ibm.com/ibm/history/ibm100/us/en/icons/compsci/>. Acesso em: 20 out. 2021.

ILJENKOV, Evald Vasilievich. La ascensión de lo abstracto a lo concreto en principios de la lógica dialéctica: sobre el método marxista. *In*: JIMÉNEZ, Alfredo Tecla. **Metodología I: Teoría de la Construcción del Objeto de Estudio**. México: Instituto Politécnico Nacional, 2006. p. 151-200.

JARA, Ignacio; HEPP, Pedro. **Enseñar ciencias de la computación**: creando oportunidades para los jóvenes de América Latina. [S. l.]: Microsoft Corporation, 2016. Disponível em: <https://news.microsoft.com/uploads/2016/10/Computer-Science-Whiter-Paper-LATAM-Spanish.pdf>. Acesso em: 26 out. 2023.

KALELIOGLU, Filiz; GULBAHAR, Yasemin; KUKUL, Volkan. A framework for computational thinking based on a systematic research review. **Baltic Journal of Modern Computing**, v. 4, n. 3, p. 583-596, 2016.

KAMINSKI, Márcia Regina; KLÜBER, Tiago Emanuel; BOSCARIOLI, Clodis. Pensamento computacional na educação básica: Reflexões a partir do histórico da informática na educação brasileira. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 29, p. 604-633, 2021.

KOODIAAPINEN. KOODIAAPINEN. Opettajain opas koodaukseen koulussa. **Koodiaapinen**, 2016. Disponível em: <http://koodiaapinen.fi/en/>. Acesso em: 28 out. 2021.

KOPNIN, Pavel Vasilyevich. **A dialética como lógica e teoria do conhecimento**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1978.

LEMOIS, André Souza; FREITAS, Daniel Carlos de. Ensino da Ciência da Computação na Educação Básica: o que alguns países de fala espanhola estão fazendo, e o que podemos fazer no Brasil? *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 6., 2017, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza: [s. n.], 2017.

LEONTIEV, Alexei Nikolaevich. **Actividade, conciencia, personalidad**. Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1975.

LEONTIEV, Alexei Nikolaevich. Las necesidades y los motivos de la actividad. *In*: SMIRNOV, A. A. *et al.* **Psicología**. México: Editorial Grijalbo, 1960. p. 341-354.

LEONTIEV, Alexei Nikolaevich. **O desenvolvimento do psiquismo**. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2004.

LEONTIEV, Alexei Nikolaevich. Os princípios do desenvolvimento mental e o problema do atraso mental. *In*: LEONTIEV, Alexei Nikolaevich *et al.* **Psicologia e Pedagogia**: bases psicológicas da aprendizagem e do desenvolvimento. São Paulo: Centauro, 2005. p. 87-105.

LEONTIEV, Alexei Nikolaevich. Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil. *In*: VIGOTSKII, Lev Semenovich; LURIA, Alexander Romanovich; LEONTIEV, Alex N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. 6. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1998. p. 59-84.

LESSA, Sérgio; TONET, Ivo. **Introdução à filosofia de Marx**. São Paulo: [s. n.], 2008.

LIBÂNIO, José Carlos. A didática e a aprendizagem do pensar e do aprender: a Teoria Histórico-cultural da Atividade e a contribuição de Vasili Davydov. **Revista Brasileira de Educação**, n. 27, p. 5-24, 2004.

LIBÂNEO, José Carlos. A teoria do ensino para o desenvolvimento humano e o planejamento de ensino. **Revista Educativa** - Revista de Educação, v. 19, n. 2, p. 353-387, 2016.

LIBÂNEO, José Carlos; FREITAS, Raquel A. M. M. Abstração, generalização e formação de conceitos no processo de ensino e aprendizagem. *In*: PUENTES, Roberto Valdés; LONGAREZI, Andréa Maturano (org.). **Ensino desenvolvimental: sistema Elkonin, Davidov, Repkin**. Campinas: Mercado de Letras; Uberlândia: Edufu, 2019. p. 213-240.

LIBÂNEO, José Carlos; FREITAS, Raquel A. M. M. Vasily Vasilyevich Davydov: a escola e a formação do pensamento teórico-científico. *In*: LONGAREZI, Andréa M.; PUENTES, Roberto V. (org.). **Ensino desenvolvimental: vida, pensamento e obra dos principais representantes russos**. Uberlândia: Edufu, 2013. p. 315-351.

LONGAREZI, Andréa Maturano; PUENTES, Roberto Valdés. **Fundamentos psicológicos e didáticos do ensino desenvolvimental**. Uberlândia: Edufu, 2017.

LURIA, Alexander. Palavra e conceito. *In*: LURIA, Alexander (org.). **Curso de psicologia geral**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1991. p. 17-51. v. 4.

LURIA, Alexander. **Pensamento e linguagem: as últimas conferências de Luria**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1987.

MARTINS, Lígia Márcia. Desenvolvimento do pensamento e educação escolar: etapas de formação de conceitos à luz de Leontiev e Vigotski. **Fórum Linguístico**, v. 13, n. 4, p. 1572-1586, 2016.

MEDEIROS, Soraya Roberta dos Santos; MARTINS, Cibelle Amorim; MADEIRA, Charles Andrye Galvão. **Guia do pensamento computacional para a família**. [S. l.]: Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Programa de Pós-graduação em Inovação em Tecnologias Educacionais (PPgITE-IMD), Laboratório de Tecnologias Educacionais (LTE-Centro de Educação), 2020.

MENDONÇA, Ana Barbara Joaquim. **Atividade de estudo: uma síntese à luz da Psicologia Histórico-Cultural**. 2019. Dissertação (Mestrado em Psicologia) – Programa de Pós-Graduação em Psicologia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2019.

MOURA, Manoel Oriosvaldo de. **Construção do signo numérico em situação de ensino**. 1992. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

MOURA, Manoel Oriosvaldo de. Pesquisa colaborativa: um foco na ação formadora. *In*: BARBOSA, Raquel Lazzari Leite (org.). **Trajetórias e perspectivas da formação de educadores**. São Paulo: Unesp, 2004. p. 257-284.

MOURA, Manoel Oriosvaldo de; ARAUJO, Elaine Sampaio; SERRÃO, Maria Isabel Batista. Atividade orientadora de ensino: fundamentos. **Linhas Críticas**, Brasília, DF, v. 24, p. 411-430, 2018.

NASCIMENTO, Carolina Picchetti. **A organização do ensino e a formação do pensamento estético-artístico na teoria histórico-cultural**. 2010. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

NAVARRO, Eloisa Rosotti. **O desenvolvimento do conceito de pensamento computacional na educação matemática segundo contribuições da teoria histórico-cultural**. 2021. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2021.

OLIVEIRA, Pedro Wachsmann Schanzer de. **Ensino da computação na educação básica**. 2022. Monografia (Bacharel em Engenharia da Computação) – Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2022.

OLIVEIRA, Valdiléia Xavier de. **“Olha, é só um truque, tem desenho lá!” – o Ensino de Arte com Base em Pressupostos da Teoria Histórico-Cultural**. 2013. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2013.

OLIVEIRA, Wilk; CAMBRAIA, Adão Caron; HINTERHOLZ, Lucas Tadeu. Pensamento Computacional por meio da Computação Desplugada: desafios e possibilidades. *In: WORKSHOP SOBRE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO*, 29., 2021, [s. l.]. **Anais [...]**. [S. l.]: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. p. 468-477.

PALTS, Tauno; PEDASTE, Margus. A model for developing computational thinking skills. **Informatics in Education**, v. 19, n. 1, p. 113-128, 2020.

PINHEIRO, Alba Aparecida Matarezi. **Aprendizagem conceitual: o cinema como possibilidade formativa**. 2016. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2016.

PUENTES, Roberto Valdés; CARDOSO, Cecília Garcia C.; AMORIM, Paula Alves Prudente (org.). **Teoria da Atividade de Estudo**: contribuições de D. B. Elkonin, V. V. Davidov e V. V. Repkin. Uberlândia: EDUFU, 2017.

PUENTES, Roberto Valdés; LONGAREZI, Andréa Maturano. Sistemas didáticos desenvolvimentais: precisões conceituais, metodológicas e tipológicas. **Obutchénie**, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 201-242, 2020. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/Obutchenie/article/view/57369>. Acesso em: 26 out. 2023.

PUENTES, Roberto Valdés; MELLO, Suely Amaral (org.). **Teoria da atividade de estudo**. Livro II: contribuições de pesquisadores brasileiros e estrangeiros. Uberlândia: EDUFU, 2019.

RAABE, André L. A.; BRACKMANN, Christian P.; CAMPOS, Flávio R. **Currículo de referência em tecnologia e computação**: da educação infantil ao ensino fundamental. São Paulo: CIEB, 2018.

RAABE, André Luís Alice; RIBEIRO, Leila (coord.). **Referenciais de formação em Computação: Educação Básica**. [S. l.]: Sociedade Brasileira de Computação, 2017. Disponível em: <http://www.sbc.org.br/files/ComputacaoEducacaoBasica-versaofinal-julho2017.pdf>. Acesso em: 26 out. 2023.

REPENNING, Alexander; BASAWAPATNA, Ashok; ESCHERLE, Nora. Computational Thinking Tools. *In: SYMPOSIUM ON VISUAL LANGUAGES AND HUMAN-CENTRIC COMPUTING*, 2016, [s. l.]. **Proceedings [...]**. [S. l.]: IEEE, 2016. p. 218-222.

REPKIN, Vladimir Vladmirovski. Ensino desenvolvente e atividade de estudo. **Ensino em Re-vista**, v. 21, n. 1, p. 85-99, 2014.

REPKIN, Vladimir Vladmirovski. Ensino desenvolvente e atividade de estudo. *In: PUENTES, Roberto Valdés; MELLO, Suely Amaral (org.). Teoria da atividade de estudo*. Livro II: contribuições de pesquisadores brasileiros e estrangeiros. Uberlândia: EDUFU, 2019. p. 211-238.

RIBEIRO, Leila *et al.* **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Computação para o Ensino de Computação na Educação Básica**. [S. l.]: Sociedade Brasileira de Computação, 2019.

ROCHA, Maria da Graça Brasil *et al.* **Currículo de Referência da SBC para Cursos de Graduação em Bacharelado em Ciência da Computação e Engenharia de Computação**. [S. l.]: Sociedade Brasileira de Computação, 2005. Disponível em: <https://homepages.dcc.ufmg.br/~bigonha/Cr/cr2005.pdf>. Acesso em: 26 out. 2023.

RODRIGUES, Vera Lúcia Gouvêa de Camargo. **Aprendizagem do conceito de volume e o desenvolvimento intelectual: uma experiência no ensino fundamental**. 2006. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.

SANTOS, Rafael Cesar Ferrari dos; SFORNI, Marta Sueli de Faria. Organização do Ensino da Educação Física e o Desenvolvimento do Pensamento Teórico dos Estudantes. **Obutchénie**, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 504-529, 2022. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/Obutchenie/article/view/66645>. Acesso em: 26 out. 2023.

SANTOS, Tacyemy da Silva dos. **Organização do ensino da leitura e desenvolvimento da atenção voluntária: uso de textos científicos no ensino fundamental**. 2021. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

SBC. **Currículo de Referência da SBC para cursos de Graduação em Bacharelado em Ciência da Computação e Engenharia de Computação**. [S. l.]: SBC, 2005. Disponível em: <https://www.sbc.org.br/documentos-da-sbc/send/131-curriculos-de-referencia/760-curriculo-de-referencia-cc-ec-versao2005>. Acesso em: 26 out. 2023.

SBC. **Ensino de Computação na Educação Básica**. [S. l.]: SBC, 2018a. Disponível em: <https://www.sbc.org.br/documentos-da-sbc/send/131-curriculos-de-referencia/1177-diretrizes-para-ensino-de-computacao-na-educacao-basica>. Acesso em: 26 out. 2023.

SBC. **Itinerário Formativo de Computação**. Porto Alegre: SBC, 2019. Disponível em: <https://www.sbc.org.br/documentos-da-sbc/send/203-educacao-basica/1216-itinerario-formativo-da-computacao>. Acesso em: 26 out. 2023.

SBC. **Nota Técnica da Sociedade Brasileira de Computação sobre a BNCC-EF e a BNCC-EM**. [S. l.]: SBC, 2018b. Disponível em: <https://www.sbc.org.br/institucional-3/cartas-abertas/summary/93-cartas-abertas/1197-nota-tecnica-sobre-a-bncc-ensino-medio-e-fundamental>. Acesso em: 26 out. 2023.

SEITER, Linda; FOREMAN, Brendan. Modeling the learning progressions of computational thinking of primary grade students. *In: CONFERENCE ON INTERNATIONAL COMPUTING EDUCATION RESEARCH*, 9.,. 2013, [s. l.]. **Proceedings** [...]. [S. l.: s. n.], 2013. p. 59-66.

SELBY, Cynthia; WOOLLARD, John. Computational thinking: the developing definition. *In: SPECIAL INTEREST GROUP ON COMPUTER SCIENCE EDUCATION*, 2013, Atlanta. **Proceedings** [...]. Atlanta: [s. n.], 2013.

SERCONEK, Giselda Cecilia. **Teoria do Ensino Desenvolvimental e aprendizagem: um experimento com conceitos de área e de perímetro**. 2018. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2018.

SERCONEK, Giselda Cecilia; SFORNI, Marta Sueli de Faria. Teoria do Ensino Desenvolvimental e a organização do ensino dos conceitos de área e de perímetro nos anos iniciais do ensino fundamental. **EccoS**, São Paulo, n. 56, p. 1-16, 2021. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/eccos/article/view/8832>. Acesso em: 26 out. 2022.

SFORNI, Marta Sueli de Faria. **Aprendizagem conceitual e organização do ensino: contribuições da teoria da atividade**. Araraquara: JM Editora, 2004.

SFORNI, Marta Sueli de Faria. Interação entre didática e teoria histórico-cultural. **Educação & Realidade**, v. 40, n. 2, p. 375-397, 2015a.

SFORNI, Marta Sueli de Faria. O método como base para reflexão sobre um modo geral de organização do ensino. *In: MENDONÇA, Sueli Guadalupe de Lima; PENITENTE, Luciana Aparecida Araújo; MILLER, Stela (org.). A questão do método e a teoria histórico-cultural: bases teóricas e implicações pedagógicas*. Marília: Oficina Universitária; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2017. p. 81-96.

SFORNI, Marta Sueli de Faria. A trajetória da didática no Brasil e sua (des)articulação com a teoria histórico-cultural. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, SP, v. 15, n. 61, p. 87-109, 2015b. Disponível em:

<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/histedbr/article/view/8640516>. Acesso em: 26 out. 2023.

SFORNI, Marta Sueli de Faria. Pesquisas sobre modos de organização do ensino: necessidades, metodologia e resultados. *In*: SFORNI, Marta Sueli de Faria; SERCONEK, Giselma Cecília; BELIERI, Cleder Mariano (org.). **Aprendizagem conceitual e organização do ensino**: experimentos didáticos na educação básica. Curitiba: CRV, 2019. p. 10-32. v. 1.

SHALLIT, Jeffrey. A Very Brief History of Computer Science. **University of Waterloo**, 1995. Disponível em: <https://cs.uwaterloo.ca/~shallit/Courses/134/history.html>. Acesso em: 26 out. 2023.

SHUTE, Valerie J.; SUN, Chen; ASBELL-CLARKE, Jodi. Demystifying computational thinking. **Educational Research Review**, v. 22, p. 142-158, 2017.

SILVA, Luís Antônio dos Santos; NUNES, Maria Augusta Silveira Netto. Mapeamento Sistemático de Artigos do Estado da Arte sobre Experimentos com Pensamento Computacional no Ensino Básico. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 10.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 32., 2021, [s. l.]. **Anais [...]**. [S. l.]: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. p. 976-988.

SMIRNOV, A. A. *et al.* **Psicología**. México: Editorial Grijalbo, 1978.

TASLIBEYAZ, Elif; KURSUN, Engin; KARAMAN, Selcuk. How to develop computational thinking: a systematic review of empirical studies. **Informatics in Education**, v. 19, n. 4, p. 701-719, 2020.

THE ROYAL SOCIETY. **Shut down or restart?** The way forward for computing in UK schools. London: The Royal Society, 2012. Disponível em: <https://royalsociety.org/~media/education/computing-in-schools/2012-01-12-computing-in-schools.pdf>. Acesso em: 26 out. 2023.

TIKVA, Christina; TAMBOURIS, Efthimios. Mapping computational thinking through programming in K-12 education: a conceptual model based on a systematic literature review. **Computers & Education**, v. 162, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360131520302815?via%3Di> hub. Acesso em: 26 out. 2023.

VALENTE, José Armando. Pensamento computacional, letramento computacional ou competência digital? Novos desafios da educação. **Revista Educação e Cultura Contemporânea**, v. 16, n. 43, p. 147-168, 2019.

VICARI, Rosa Maria; MOREIRA, Álvaro F.; MENEZES, Paulo Blauth. **Pensamento computacional**: revisão bibliográfica. [S. l.: s. n.], 2018.

VIGOTSKI, Lev Semenovich. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

VIGOTSKI, Lev Semenovich. Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar. *In*: VIGOTSKII, Lev Semenovich; LURIA, Alexander Romanovich; LEONTIEV, Alex N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. 10. ed. São Paulo: Ícone, 2006. p. 103-117.

VIGOTSKI, Lev Semenovich. **Psicologia pedagógica**. São Paulo: Martins Fontes, 2010.

VYGOTSKI, Lev Semenovich. **Obras escogidas**: Tomo II. Madrid: Machado Grupo de Distribución, 2014.

VYGOTSKY, Lev Semenovich. **A formação social da mente**. São Paulo: Livraria Martins Fontes, 1991.

VYGOTSKY, Lev Semenovich. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

WEBB, Mary *et al.* Computer science in K-12 school curricula of the 21st century: Why, what and when? **Education and Information Technologies**, v. 22, n. 2, p. 445-468, 2017.

WING, Jeannette M. Computational thinking and thinking about computing. **Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences**, v. 366, n. 1881, p. 3717-3725, 2008.

WING, Jeannette M. Computational Thinking Benefits Society. **Social Issues in Computing**, 10 jan. 2014. Disponível em: <http://socialissues.cs.toronto.edu/2014/01/computational-thinking/>. Acesso em: 26 out. 2023.

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

ZANKOV, Leonid V. **La enseñanza y el desarrollo**. Moscú: Editorial Progreso, 1975.

ZHANG, LeChen; NOURI, Jalal. A systematic review of learning computational thinking through Scratch in K-9. **Computers & Education**, v. 141, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/333944299_A_systematic_review_of_learning_computational_thinking_through_Scratch_in_K-9. Acesso em: 26 out. 2023.

ZOCOLER, Juliane Cristina. **O ensino de Ciências da Natureza e a formação da concepção de mundo**: contribuições da Psicologia Histórico-Cultural. 2019. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2019.

ZORZO, Avelino F. *et al.* **Referenciais de Formação para os Cursos de Graduação em Computação**. [S. l.]: Sociedade Brasileira de Computação, 2017.