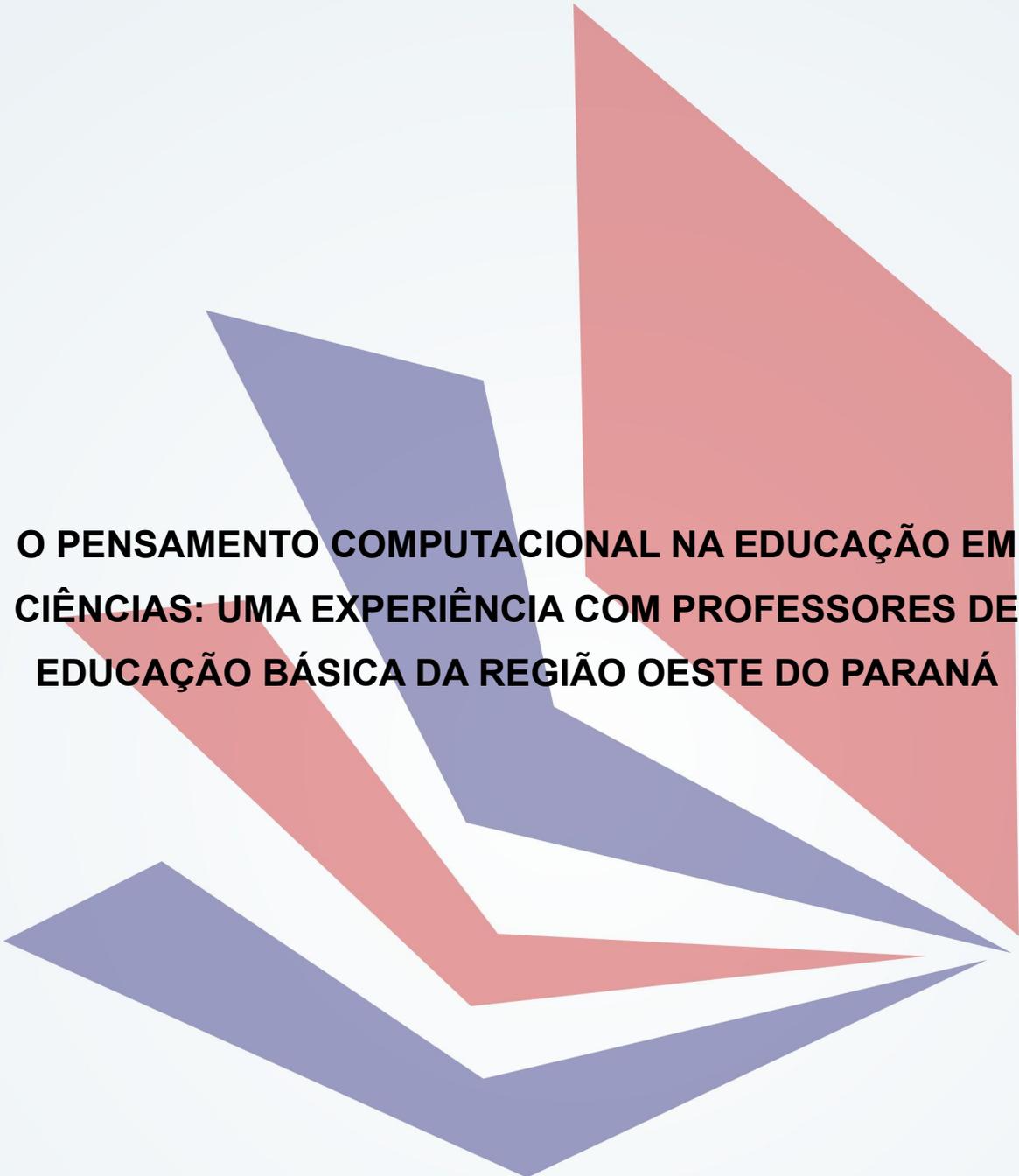


MARCELO BATISTA FORNARI



**O PENSAMENTO COMPUTACIONAL NA EDUCAÇÃO EM
CIÊNCIAS: UMA EXPERIÊNCIA COM PROFESSORES DE
EDUCAÇÃO BÁSICA DA REGIÃO OESTE DO PARANÁ**

CASCAVEL

2025





UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS / CCET
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM
CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA



NÍVEL DE MESTRADO E DOUTORADO / PPGECEM
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO
MATEMÁTICA
LINHA DE PESQUISA: EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

O PENSAMENTO COMPUTACIONAL NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: UMA
EXPERIÊNCIA COM PROFESSORES DE EDUCAÇÃO BÁSICA DA REGIÃO OESTE
DO PARANÁ

MARCELO BATISTA FORNARI

CASCVEL – PR
2025

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS/CCET
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO
MATEMÁTICA**

**NÍVEL DE MESTRADO E DOUTORADO/PPGECM
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO
MATEMÁTICA
LINHA DE PESQUISA: EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**

**O PENSAMENTO COMPUTACIONAL NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: UMA
EXPERIÊNCIA COM PROFESSORES DE EDUCAÇÃO BÁSICA DA REGIÃO OESTE
DO PARANÁ**

MARCELO BATISTA FORNARI

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática – PPGECM da Universidade Estadual do Oeste do Paraná/UNIOESTE – *Campus* de Cascavel, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências e Educação Matemática.

Orientadora: Prof.^a Dra. Daniela Frigo Ferraz
Coorientadora: Prof.^a Dra. Fernanda Aparecida Meghioratti

CASCADEL – PR

2025

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Fornari, Marcelo Batista

O Pensamento Computacional na Educação em Ciências: uma experiência com Professores de Educação Básica da região Oeste do Paraná / Marcelo Batista Fornari; orientadora Daniela Frigo Ferraz; coorientadora Fernanda Aparecida Meglhioratti. -- Cascavel, 2025.

192 p.

Dissertação (Mestrado Acadêmico Campus de Cascavel) -- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática, 2025.

1. Ensino de Ciências. 2. Pensamento Computacional. 3. Teoria Ator- Rede. 4. Formação de Professores. I. Ferraz, Daniela Frigo, orient. II. Meglhioratti, Fernanda Aparecida, coorient. III. Título.

MARCELO BATISTA FORNARI

O pensamento computacional na educação em ciências: uma experiência com professores da educação básica na região oeste do Paraná

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências e Educação Matemática, área de concentração Educação em Ciências e Educação Matemática, linha de pesquisa Educação em ciências, **APROVADO** pela seguinte

 Documento assinado digitalmente
DANIELA FRIGO FERRAZ
Data: 08/05/2025 12:44:45-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Orientadora - Daniela Frigo Ferraz

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)

 Documento assinado digitalmente
FERNANDA APARECIDA MEGLIHORIATTI
Data: 08/05/2025 12:50:51-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Coorientadora - Fernanda Aparecida Meglhioratti

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)

 Documento assinado digitalmente
FABIO AUGUSTO RODRIGUES E SILVA
Data: 08/05/2025 14:30:45-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Fábio Augusto Rodrigues e Silva

Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOP)

 Documento assinado digitalmente
MARCIA REGINA KAMINSKI
Data: 08/05/2025 19:58:26-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Márcia Regina Kaminski

Universidade (UNIOESTE)

 Documento assinado digitalmente
LORITA APARECIDA VELOSO GALLE
Data: 08/05/2025 16:38:26-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Lorita Aparecida Veloso Galle
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)

Cascavel, 8 de maio de 2025

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos os Professores, de modo especial aos da Educação Básica, que incansavelmente desempenham suas atribuições com respeito, amor e empatia, mesmo diante das diversas dificuldades impostas à profissão. Recebam minha sincera admiração!

AGRADECIMENTOS

A Deus, minha gratidão por Tua presença constante, por guiar meus passos e abençoar minha vida com amor, paz e saúde. Amém!

Aos meus pais, Moacir e Inês, e ao meu irmão Marcos Antônio Fornari, o “Marquinhos”, pelo apoio, carinho e incentivo.

Ao meu avô Batista Rigon (*in memoriam*), pelo carinho, amor, zelo, e por sua proteção e presença espiritual.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática (PPGECM), e ao Povo Paranaense, pela oportunidade de aperfeiçoamento científico, pessoal e profissional, por meio de uma Universidade Pública e de Qualidade.

À Professora Dra. Daniela Frigo Ferraz, pela orientação, amizade, carinho e conhecimentos recebidos.

À Professora Dra. Fernanda Aparecida Meglhioratti, pela coorientação, amizade, carinho e conhecimentos recebidos.

Ao Grupo de Pesquisa em Educação em Ciências e Biologia (GECIBIO), da Unioeste Cascavel, pelas sugestões e conhecimentos compartilhados.

Aos membros do Projeto de Extensão “Formação Docente para o Ensino de Ciências e Biologia” pela ajuda, colaboração e apoio para a realização do curso de formação “Pensamento Computacional no Ensino de Ciências”.

Aos Professores que participaram do curso “Pensamento Computacional no Ensino de Ciências”, agradeço imensamente pelas valiosas contribuições para esta pesquisa e os bons momentos de convivência durante o curso de formação.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC), Campus Chapecó, pelo apoio e afastamento para a realização de estudos e formação, permitindo meu aprimoramento profissional.

Aos Docentes e colegas Discentes da Unioeste Cascavel, pela receptividade, bons momentos de convivência, apoio e conhecimentos recebidos.

Aos membros da banca de qualificação e defesa, pelas valiosas contribuições, sugestões e conhecimentos compartilhados.

A todos que de alguma maneira contribuíram para a realização deste trabalho.

FORNARI, Marcelo Batista. **O Pensamento Computacional na Educação em Ciências**: uma experiência com Professores de Educação Básica da região Oeste do Paraná. 2025. 192 f. Dissertação (Mestre em Educação em Ciências e Educação Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, Cascavel, 2025.

RESUMO

O Ensino de Ciências (EC) é um campo dinâmico, constantemente influenciado pelos avanços científicos e tecnológicos, especialmente os digitais. O Pensamento Computacional (PC), por sua vez, pode contribuir para uma compreensão mais profunda desses avanços. Nesta pesquisa, a integração do PC no EC é analisada por meio de um curso de formação intitulado “Pensamento Computacional no Ensino de Ciências”, vinculado a um projeto de extensão e realizado com um grupo de professores de Educação Básica da região Oeste do Paraná. Durante o curso, foram desenvolvidas atividades plugadas e desplugadas, nas quais o PC foi articulado ao EC. A metodologia, de natureza qualitativa, com características exploratórias e descritivas, foi constituída a partir de questionários, gravações audiovisuais e diários de campo. A análise, fundamentada na Teoria Ator-Rede, evidenciou a formação de redes sociotécnicas dinâmicas durante os diferentes *Momentos* do curso, compostas por agrupamentos de actantes humanos e não humanos, classificados como intermediários e mediadores. Os agrupamentos foram analisados e os actantes mediadores classificados como fortes ou fracos, a depender de sua capacidade para mobilizar agentes e recursos da rede. Os resultados indicaram que muitos participantes tinham pouca ou nenhuma familiaridade com o conceito de PC, e mesmo entre aqueles familiarizados com o tema, as respostas foram limitadas na articulação do PC com o EC. Nesse sentido, as atividades teórico-práticas desenvolvidas durante o curso, contribuíram para ampliar a compreensão dos participantes sobre o PC, destacando seu potencial para enriquecer práticas pedagógicas. Em relação à implementação do PC nas escolas em que atuam, observou-se uma variação significativa, com algumas desenvolvendo práticas consistentes mesmo antes da publicação do Complemento à BNCC de 2022, que trata do ensino do PC. No entanto, mesmo nessas instituições, a integração com o EC mostrou-se tímida e limitada a ações pontuais. A análise das redes sociotécnicas revelou agrupamentos mediadores, com destaque para aqueles de caráter dinâmico, como os actantes *Gravações Audiovisuais*, *Atividades Teórico-Práticas*, *Conversas e Discussões*, *Palestrantes*, alguns *Participantes*, *Atividades Desplugadas* e os *Conceitos e Pilares do Pensamento Computacional articulados ao Ensino de Ciências*. Esses mediadores apresentaram associações robustas, independentes do número de interações. Por outro lado, mediadores fracos, como alguns *Participantes* e o *Ambiente Virtual de Aprendizagem*, estabeleceram interações mais frágeis, devido à menor capacidade de promover translações consistentes. Por fim, os dados da pesquisa indicam a necessidade de um maior apoio institucional, infraestrutura adequada e a oferta regular de formação continuada. Tais condições são essenciais para a efetiva implementação do PC nos diferentes contextos escolares, de modo especial, no EC.

Palavras-chave: Ensino de Ciências; Pensamento Computacional; Teoria Ator-Rede; Formação de Professores.

FORNARI, Marcelo Batista. **Computational Thinking in Science Education: an experience with Basic Education Teachers in the Western region of Paraná.** 2025. 192 p. Dissertation (Master's Degree in Science Education and Mathematics Education) - Postgraduate Program in Science Education and Mathematics Education, State University of Western Paraná - Unioeste, Cascavel, 2025.

ABSTRACT

Science Teaching (ST) is a dynamic field, constantly influenced by scientific and technological advances, especially digital ones. Computational Thinking (CT), in turn, can contribute to a deeper understanding of these advances. In this research, the integration of CT in ST is analyzed through a training course entitled "Computational Thinking in Science Teaching", linked to an extension project and carried out with a group of Basic Education teachers from the western region of Paraná. During the course, plugged and unplugged activities were developed, in which CT was linked to ST. The methodology, of a qualitative nature, with exploratory and descriptive characteristics, was constituted from questionnaires, audiovisual recordings and field diaries. The analysis, based on Actor-Network Theory, evidenced the formation of dynamic sociotechnical networks during the different *Moments* of the course, composed of groupings of human and non-human actants, classified as intermediaries and mediators. The groupings were analyzed and the mediating actants classified as strong or weak, depending on their capacity to mobilize agents and network resources. The results indicated that many participants had little or no familiarity with the concept of CT, and even among those familiar with the topic, responses were limited in the articulation of CT with ST. In this sense, the theoretical and practical activities developed during the course contributed to broadening participants' understanding of CT, highlighting its potential to enrich pedagogical practices. Regarding the implementation of CT in the schools where they operate, a significant variation was observed, with some developing consistent practices even before the publication of the 2022 BNCC Complement, which deals with teaching CT. However, even in these institutions, integration with ST proved to be timid and limited to specific actions. The analysis of the sociotechnical networks revealed mediating groupings, with emphasis on those of a dynamic character, such as the actants *Audiovisual Recordings, Theoretical-Practical Activities, Conversations and Discussions, Speakers, some Participants, Unplugged Activities* and the *Concepts and Pillars of Computational Thinking articulated with Science Teaching*. These mediators showed robust associations, independent of the number of interactions. On the other hand, weak mediators, such as some *Participants* and the *Virtual Learning Environment*, established more fragile interactions, due to their lower capacity to promote consistent translations. Finally, the research data indicate the need for greater institutional support, adequate infrastructure and the regular provision of continuing education. Such conditions are essential for the effective implementation of CT in different school contexts, especially in ST.

Keywords: Science Teaching; Computational Thinking; Actor-Network Theory; Teacher Training.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura do componente curricular de Computação.....	26
Figura 2 – Pilares do Pensamento Computacional.....	28
Figura 3 – Página da <i>Web</i> com a animação desenvolvida no <i>Scratch</i>	51
Figura 4 – Elementos característicos gerais dos participantes da pesquisa.....	73
Figura 5 – Principais elementos que caracterizam o perfil dos participantes da pesquisa (em porcentagem).....	76
Figura 6 – Estrutura da rede sociotécnica estabelecida durante o <i>Momento 1</i> do curso de formação, a partir da relação entre os distintos agrupamentos formados e as respectivas conexões e translações, com intermediários e mediadores, respectivamente.....	78
Figura 7 – Estrutura da rede sociotécnica estabelecida durante o <i>Momento 2</i> do curso de formação, a partir da relação entre os distintos agrupamentos formados e suas respectivas conexões e translações, com intermediários e mediadores, respectivamente.....	90
Figura 8 – Estrutura da rede sociotécnica estabelecida durante o <i>Momento 3</i> , a partir da relação entre os distintos agrupamentos formados e as respectivas translações entre eles.....	113
Figura 9 – Tabuleiro e distribuição das “figurinhas” estruturados por uma das duplas de professores que participaram do curso de formação.....	118
Figura 10 – Esboço inicial de um algoritmo descritivo elaborado por uma das duplas que participou do curso de formação.....	121
Figura 11 – Distribuição, por uma das duplas de participantes, das figuras da espécie fictícia de joaninha e de suas características no cladograma, de acordo com a ordem evolutiva em que surgiram.....	125
Figura 12 – Registro do desenvolvimento da etapa inicial da atividade desplugada envolvendo conteúdos sobre mutações no DNA e expressão gênica.....	131
Figura 13 – Registro da atividade plugada sobre a estrutura do DNA, por meio do <i>Scratch</i>	134
Figura 14 – Estrutura da rede sociotécnica e as translações entre os actantes dos agrupamentos mediadores observados ao longo do curso de formação “Pensamento Computacional no Ensino de Ciências”.....	143

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Encontros, datas e resumo das ações desenvolvidas durante o curso Pensamento Computacional no Ensino de Ciências.....	59
Quadro 2 – Relação entre os Momentos do curso e os objetivos específicos da pesquisa.....	70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AL	Alunos
ANT	<i>Actor-Network Theory</i>
AD	Atividades Desplugadas
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CEB	Câmara de Educação Básica
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos
CIEB	Centro de Inovação para a Educação Brasileira
CNE	Conselho Nacional de Educação
CSTA	<i>Computer Science Teachers Association</i>
DC	Diário de Campo
DNA	Ácido Desoxirribonucléico
EC	Ensino de Ciências
ENIAC	<i>Electronic Numerical Integrator and Computer</i>
ES	Escola
FC	Formação Continuada
FI	Formação Inicial
GAV	Gravação Audiovisual
GECIBIO	Grupo de Pesquisa em Educação em Ciências e Biologia
IN	Infraestrutura
ISTE	<i>International Society for Technology in Education</i>
ME1	Membro Externo 1
M1	Participantes do Município 1
M2	Participantes do Município 2
M3	Participantes do Município 3
OECD	<i>Organization for Economic Cooperation and Development</i>
ONU	Organização das Nações Unidas
P1	Palestrante 1
P2	Palestrante 2
P3	Palestrante 3
PC	Pensamento Computacional
QT	Questionário

QT1	Questionário 1
SBC	Sociedade Brasileira de Computação
TAR	Teoria Ator-Rede
TDIC	Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Unicamp	Universidade Estadual de Campinas
<i>WEB</i>	<i>World Wide Web</i>

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	17
DOS CAMINHOS QUE ME TROUXERAM ATÉ AQUI	17
INTRODUÇÃO	18
CAPÍTULO 1	22
1 TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NO ENSINO DE CIÊNCIAS: EXPLORANDO O PAPEL DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL	22
1.1 Origem e Evolução do Pensamento Computacional: desvendando a lógica das Tecnologias Digitais.....	24
1.2 Trabalhos relacionados.....	30
CAPÍTULO 2	37
2 A TEORIA ATOR-REDE NA PERSPECTIVA DE BRUNO LATOUR	37
2.1 Uma nova abordagem do social emerge junto a termos inovadores.....	40
2.2 Um breve olhar sobre as cinco incertezas da Teoria Ator-Rede.....	45
2.2.1 A natureza dos grupos – Não existem grupos, apenas formação de grupos....	46
2.2.2 A natureza das ações – A ação é assumida.....	47
2.2.3 A natureza dos objetos – Os objetos também agem.....	47
2.2.4 A natureza dos fatos.....	48
2.2.5 Os relatos de risco.....	49
SÍNTESE DOS CAPÍTULOS 1 E 2	51
CAPÍTULO 3	52
3 METODOLOGIA DA PESQUISA	52
3.1 Caracterização de pesquisas na área de educação/ensino e delineamento metodológico desta pesquisa.....	52
3.2 Participantes da pesquisa.....	55
3.3 Constituição dos dados.....	56
3.4 Caracterização do curso Pensamento Computacional no Ensino de Ciências. .	58
3.4.1 Primeiro encontro do curso Pensamento Computacional no Ensino de Ciências	59
3.4.2 Segundo encontro do curso Pensamento Computacional no Ensino de Ciências.....	61

3.4.3 Terceiro encontro do curso Pensamento Computacional no Ensino de Ciências	62
3.4.4 Quarto encontro do curso Pensamento Computacional no Ensino de Ciências	63
3.5 Método de análise dos dados	64
3.5.1 Construção metodológica desenvolvida para a análise dos dados dessa pesquisa	67
3.5.1.1 Análise metodológica dos distintos <i>Momentos</i> do Curso de Formação à luz da Teoria Ator-Rede	68
CAPÍTULO 4	73
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	73
4.1 Caracterização dos participantes da pesquisa	73
4.2 Percepção e reflexões em relação ao conceito de Pensamento Computacional	77
4.3 Análise de normas e documentos que regem o ensino do Pensamento Computacional e sua implementação na Educação Básica	89
4.3.1 Análise de diretrizes e normas que regem o ensino do Pensamento Computacional	94
4.3.1.1 Implementação do Pensamento Computacional e sua articulação com o Ensino de Ciências em escolas do Município 1	96
4.3.1.2 Implementação do Pensamento Computacional e sua articulação com o Ensino de Ciências em escolas do Município 2	103
4.3.1.3 Implementação do Pensamento Computacional e sua articulação com o Ensino de Ciências em escolas do Município 3	104
4.4 Desenvolvimento e análise de atividades teórico-práticas articulando o Pensamento Computacional e o Ensino de Ciências	111
4.4.1 Atividade desplugada: polinização e a relevância das abelhas	116
4.4.2 Atividade desplugada: filogenia e interpretação de cladogramas	122
4.4.3 Atividades desplugada e plugada: princípios básicos sobre genética e expressão gênica	130
4.5 Análise das redes sociotécnicas estabelecidas durante o curso de formação e suas relações com o Pensamento Computacional no Ensino de Ciências	135
4.5.1 O dinamismo das redes e suas relações com o curso de formação e o Pensamento Computacional no Ensino de Ciências	144

CONSIDERAÇÕES FINAIS	150
REFERÊNCIAS	155
APÊNDICES	170
Apêndice A – Termo de consentimento livre e esclarecido.....	170
Apêndice B – Questionários usados para a constituição dos dados da pesquisa .	172
Apêndice C – Orientações entregues aos participantes para o desenvolvimento da atividade desplugada sobre a polinização e o papel das abelhas.....	186
Apêndice D – Roteiro com as orientações entregues aos participantes para o desenvolvimento da atividade desplugada sobre filogenia e interpretação de cladogramas.....	189

APRESENTAÇÃO

DOS CAMINHOS QUE ME TROUXERAM ATÉ AQUI

Atuar como educador representa, sob meu ponto de vista, um grande desafio, em especial para os professores da Educação Básica. A constante transformação do coletivo torna essa profissão ainda mais complexa. Minha ligação com o Ensino de Ciências começou antes mesmo de adentrar no ensino superior. Durante o ensino fundamental e médio, sempre tive uma relação estreita com as áreas de ciências, biologia, química e matemática. Os livros da coleção “Ciências Hoje” estavam entre meus favoritos.

Ao ingressar na graduação e, posteriormente, no mestrado em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia na Universidade Federal do Paraná (UFPR), mantive o contato com essas áreas, mas com foco na aplicação prática desses conhecimentos em pesquisas voltadas, sobretudo, para processos industriais. Minha primeira experiência com o ensino ocorreu nessa estágio, durante o mestrado, por meio da prática de docência para o ensino superior. Já na Licenciatura em Biologia, tive minhas primeiras experiências com a docência na Educação Básica por meio dos estágios de observação, participação e regência. Essa etapa foi essencial para compreender melhor as adversidades desse nível de ensino, e marcou um período de grande aprendizado, que reforçou minha visão sobre a importância de uma Educação Básica Pública e de qualidade.

Os desafios da profissão docente, minha afinidade com as ciências e o interesse pessoal em aprender mais sobre a nova conjuntura que se desenha no contexto global, com a intensificação do uso das tecnologias digitais, conduziram-me ao tema desta investigação. Focada no Ensino de Ciências (EC) e no Pensamento Computacional (PC), minha intenção é, na medida do possível, e com o apoio de todos que contribuíram para este trabalho, proporcionar aos professores, em especial aos da Educação Básica participantes da pesquisa, a oportunidade de colher frutos práticos positivos decorrentes deste estudo. Para isso, buscamos apresentar propostas que aliem teoria e prática, e colaborar para fortalecer a compreensão e o desenvolvimento de habilidades inerentes ao Pensamento Computacional articulado ao Ensino de Ciências.

INTRODUÇÃO

A conjuntura cultural, econômica, política, coletiva e tecnológica impõe desafios contínuos ao campo educacional, exigindo constantes reestruturações nas propostas pedagógicas. Diante de um mundo em transformação acelerada, a educação precisa se reinventar para responder às demandas contemporâneas, incorporando inovações tecnológicas, respeitando a diversidade cultural, enfrentando desigualdades econômicas, e adaptando-se às mudanças políticas e coletivas que impactam diretamente a escola.

O preparo de profissionais com conhecimentos para lidar com uma ampla variedade de problemas e que possuam uma visão crítica e capaz de propor alternativas viáveis aos inúmeros desafios atuais exige adaptações nos processos de ensino e aprendizagem, de tal forma, que as futuras gerações possam ser instruídas com habilidades e conhecimentos específicos que complementem os currículos tradicionais (Fernández *et al.*, 2018). Para isso, é preciso que os professores sejam preparados, ao longo de seus processos formativos, para lidar com essas transformações, muitas das quais resultam dos avanços científicos e tecnológicos.

Nesta pesquisa, buscou-se focar no conjunto de transformações que provém do progresso tecnológico e que impactam diretamente o campo da educação, refiro-me especificamente às demandas curriculares nacionais que estabelecem o ensino obrigatório da computação na Educação Básica por meio de três eixos, dentre esses, o Pensamento Computacional. Para tanto, partiu-se do seguinte Problema de Pesquisa: *“Como se configuram as interações sociotécnicas em um curso de formação continuada voltado ao Pensamento Computacional e ao Ensino de Ciências, e que compreensões sobre o Pensamento Computacional emergem dessas interações?”*. Com a intenção de responder ao problema de pesquisa, este estudo tem como Objetivo Geral: *Analisar, por meio da Teoria Ator-Rede, o desenvolvimento de um curso de formação continuada, no qual o uso do Pensamento Computacional está integrado ao Ensino de Ciências.*

A pesquisa também contempla os seguintes Objetivos Específicos: 1) *Descrever e analisar as compreensões iniciais dos participantes sobre o Pensamento Computacional associadas ao Ensino de Ciências, no contexto do*

curso de formação continuada; 2) Conhecer como está a implementação de alguns documentos que orientam o ensino do Pensamento Computacional na Educação Básica e sua articulação com o Ensino de Ciências sob a ótica dos participantes do curso; 3) Propor, desenvolver e analisar atividades teórico-práticas planejadas que articulem o Pensamento Computacional e o Ensino de Ciências; 4) Analisar, à luz da Teoria Ator-Rede, as redes sociotécnicas constituídas ao longo do curso e os processos de tradução que emergem das compreensões sobre Pensamento Computacional no Ensino de Ciências.

Conforme amplamente divulgado na literatura, os professores têm percebido mudanças significativas em suas práticas pedagógicas devido, dentre fatores, à presença das novas tecnologias, sobretudo as digitais (Pereira, 2010; Silva; Ramos, 2023; Alves *et al.*, 2024). Posto isso, o que trago neste trabalho é o resultado de informações constituídas a partir de um curso de formação para professores da Educação Básica, cujo propósito não é oferecer uma resposta “definitiva” ao problema mencionado anteriormente, mas sim, discutir possíveis contribuições a partir de uma perspectiva ampliada.

Para isso, parto das recentes complementações ocorridas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), em que a Câmara de Educação Básica (CEB) do Conselho Nacional de Educação (CNE) promulgou a Resolução Nº 1, de 4 de outubro de 2022. Essa resolução abriu caminho para a posterior homologação do documento “Computação – Complemento à BNCC” (Brasil, 2022), que define normas para o ensino obrigatório de computação em todas as etapas da Educação Básica por meio de três eixos: Pensamento Computacional, Mundo Digital e Cultura Digital.

Para tanto, é importante compreender os princípios que sustentam o desenvolvimento e a criação das tecnologias digitais, conforme proposto pelo eixo “Pensamento Computacional”. Nesse contexto, o foco recai sobre ações que promovam a compreensão de como essas tecnologias são concebidas, indo além do mero “saber utilizar”. O professor, nesse cenário, deve ser capaz de refletir e posicionar-se de maneira crítica, analisando quando, como e em quais circunstâncias as tecnologias devem ser empregadas no processo de ensino e aprendizagem. Essas premissas fundamentam e justificam o direcionamento desta

pesquisa para o eixo “Pensamento Computacional” e sua articulação com o Ensino de Ciências.

Wing (2006) destaca que o Pensamento Computacional engloba um conjunto de habilidades fundamentais para todos, não sendo exclusiva aos profissionais da computação, e defende sua inclusão no rol de conhecimentos essenciais, ao lado da escrita, da leitura e dos saberes matemáticos. Nessa perspectiva, Brackmann (2017) amplia a compreensão desse conceito ao defini-lo como uma capacidade criativa, crítica e estratégica humana, que utiliza os fundamentos da computação para resolver problemas nas diferentes áreas do saber, por meio de uma sequência lógica de etapas, de maneira que tanto o ser humano como a máquina possam executá-lo de modo eficaz.

Neste momento de implementação do ensino do Pensamento Computacional nas escolas, parece propício, além de imprescindível, refletir acerca de como as ideias mencionadas nos parágrafos anteriores são ou podem ser colocadas em prática, de forma que professores e alunos sejam posicionados no centro desta rede que envolve a educação e os avanços tecnológicos. Nesse cenário, surge a necessidade de pensar em processos formativos que proporcionem aos educadores uma base sólida de conhecimentos teóricos, práticos e pedagógicos, para integrar o ensino do Pensamento Computacional aos diversos componentes curriculares da Educação Básica. Diante desta conjuntura, foi desenvolvido e realizado como uma proposta inicial, a fim de procurar responder aos objetivos desta pesquisa, o curso de formação continuada de professores intitulado “Pensamento Computacional no Ensino de Ciências”.

O curso serviu como um meio para a constituição dos dados deste trabalho. A investigação descrita nesse estudo caracteriza-se por apresentar uma abordagem qualitativa, natureza aplicada, finalidades exploratórias e descritivas, e procedimentos que envolvem a pesquisa de campo, do tipo participante. Os instrumentos usados para a constituição dos dados incluíram questionários, gravações audiovisuais e diários de campo. A análise dos dados foi realizada com base na Teoria Ator-Rede e, posteriormente, os resultados discutidos com referenciais bibliográficos diversos.

A dissertação está estruturada em quatro capítulos. O primeiro, denominado “Transformação Digital no Ensino de Ciências: Explorando o papel do Pensamento

Computacional”, traz uma contextualização dos principais conceitos e fundamentos do Pensamento Computacional e sua articulação com o Ensino de Ciências.

O segundo capítulo intitulado “A Teoria Ator-Rede na perspectiva de Bruno Latour”, abrange uma abordagem reflexiva a respeito da teoria fundamentada em sua obra “Reagregando o Social: uma Introdução à Teoria do Ator-Rede”.

O terceiro capítulo descreve a metodologia utilizada com detalhes de suas características e os procedimentos que envolveram a constituição dos dados. A análise, delineada com base na Teoria Ator-Rede, foi elaborada por meio da formação dos distintos agrupamentos evidenciados a partir das relações de translação e outras conexões, abrangendo actantes mediadores e intermediários ao longo das diversas etapas ou *Momentos* do curso de formação, relacionados aos objetivos específicos desta pesquisa.

Posteriormente, no quarto e último capítulo, são apresentados os resultados da análise e a dinâmica de mudanças observadas nas redes sociotécnicas constituídas ao longo dos diferentes *Momentos* do curso. Nesta seção, também são examinados os agrupamentos e os actantes, com destaque para aqueles que atuaram como mediadores fortes, por meio de translações consistentes que influenciaram diferentes agentes ao longo da trajetória formativa. Esse percurso analítico é discutido com base em referenciais bibliográficos variados, com ênfase na relação entre o Ensino de Ciências e o Pensamento Computacional, bem como nos fundamentos teóricos da Teoria Ator-Rede.

Por fim, nas considerações finais, destacam-se as principais contribuições da pesquisa articuladas aos objetivos geral e específicos da investigação, bem como o potencial dos resultados para promover um Ensino de Ciências mais alinhado às necessidades contemporâneas. São também apresentadas as limitações observadas e sugestões que podem servir de referência para futuros estudos e práticas pedagógicas.

CAPÍTULO 1

1 TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NO ENSINO DE CIÊNCIAS: EXPLORANDO O PAPEL DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL

A comunicação e a interação são elementos importantes para a troca de informações, o desenvolvimento de ideias e a aquisição de novos conhecimentos. (Duart; Sangrá, 2000). Os avanços tecnológicos, sejam por meio das mídias, sejam pelo uso da *internet* ou de outras tecnologias digitais, vêm modificando a maneira como a sociedade comunica-se e relaciona-se. No âmbito escolar, mesmo com expressivos estudos e discussões acerca de como a comunicação educacional deve ocorrer, nem sempre tem sido possível proporcionar condições que permitam às escolas acompanharem o mesmo ritmo, eficiência e implementação de inovações tecnológicas observados em outros setores (Corrêa, 2020).

Diante dessas constantes mudanças, diversas das quais atribuídas aos avanços tecnológicos, é prudente nos perguntarmos o que significa o termo tecnologia, e quais os motivos que a tornam tão mutável e em constante ascensão, sendo por vezes desafiador para os educadores, em especial aos professores da Educação Básica, compreender ou simplesmente acompanhar esse progresso. Destaco a figura do docente, com especial atenção, pois trata-se do principal profissional da educação, responsável por mediar, compartilhar conhecimento e orientar o aluno em sua evolução pessoal, profissional e como cidadão pleno (Silva, 2006), capaz de posicionar-se de forma crítica e construtiva no âmbito coletivo.

Araujo *et al.* (2017) mencionam que há, por vezes, a falsa perspectiva de que as inovações compreendem apenas aparelhos e equipamentos, desconsiderando os atributos relacionados à engenhosidade do ser humano, no sentido de que tudo que o homem produz torna-se tecnologia, a exemplos de armas rudimentares, navios, até os mais avançados recursos atuais. Moraes (2012) salienta que a tecnologia é resultado do trabalho e conhecimento humano, e que contém a síntese deste esforço transposto para as máquinas. Portanto, para o autor, a tecnologia corresponde ao trabalho intelectual materializado, que dá visibilidade ao processo de conversão dos conhecimentos científicos em “potências materiais”.

Kenski (2008) chama a atenção para a expressão “novas tecnologias”. Conforme a autora, devido a rapidez com que o desenvolvimento tecnológico se processa, fica complexo distinguir o limite que caracteriza uma tecnologia como “nova”. Mesmo com essa dificuldade, sugere-se um conjunto de características para identificá-las, entre as quais destaco: o constante processo de transformação; usualmente possuem uma base que é imaterial, isto é, composta por elementos que não estão materializados em uma máquina ou um equipamento; têm como ambiente de atuação o espaço virtual, e a informação como matéria-prima principal.

Essas inovações que outrora eram chamadas de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) (Martines *et al.*, 2018), mais recentemente passaram a ser conhecidas pela expressão Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) (Brasil, 2018; Souza; Gonçalves, 2019) ou simplesmente Tecnologias Digitais (TD) (Santaella, 2020) e, quando inseridas no ambiente escolar, são também designadas como Tecnologias Educacionais (Oliveira; Damasceno, 2021; Miyamoto; Barreto; Ajada, 2023). Nessa dissertação, adota-se, prioritariamente, a expressão “Tecnologias Digitais”, como referência a este conjunto de artefatos tecnológicos empregados para auxiliar, potencializar e/ ou dinamizar as práticas pedagógicas e os distintos processos no âmbito educacional.

Na educação, o uso das tecnologias digitais não é recente, muito embora sua presença tenha se ampliado nas últimas décadas, especialmente após a incorporação dos computadores e da *internet* nas escolas (Oliveira; Damasceno, 2021) e devido a intensificação do seu uso durante a Pandemia de Covid-19 (Villela; Borges, 2022). O Ensino de Ciências também foi transformado por esses avanços (Silva-Batista; Moraes, 2019) que mudaram a maneira como o conhecimento científico é transmitido e assimilado (Maciel, 2023). Como resultado, o Ensino de Ciências tem se tornado progressivamente integrado com as realidades digitais, incorporando elementos tecnológicos e tem proporcionado oportunidades novas e inéditas de experimentação, descoberta e construção do conhecimento (Bach *et al.*, 2020).

Entretanto, é compreensível que diante das múltiplas tecnologias educacionais existentes, a escolha e inserção de tecnologias digitais adequadas às diferentes condições e necessidades pedagógicas represente um grande desafio aos professores. Além disso, é preciso considerar que os processos de ensino e

aprendizagem vêm sofrendo alterações que resultam em mudanças tanto no papel do educador, como do aluno, e exigem uma organização complexa e orientada para um ensino transdisciplinar, em que o docente atua mais como um mediador, guiando o aluno, que passa a ser o protagonista no processo de construção do seu próprio conhecimento (Meneses; Cruz; Linhares, 2022).

Em vista disso, é necessário fomentar nos profissionais da educação o sentimento de pertencer à essa nova era, não pela mera utilização destes recursos tecnológicos, os quais, geralmente, fazem uso frequente em suas vidas pessoais, mas pela possibilidade que o professor tem ao possuir domínio destas tecnologias, de transformar e proporcionar aos seus discentes o desenvolvimento de capacidades e habilidades para um ensino mais autônomo e crítico, que tanto se deseja dos alunos (Lacerda, 2017). Tais condições levam-nos a refletir acerca das recentes complementações à BNCC, como a que instituiu a obrigatoriedade do ensino de computação para todas as etapas da Educação Básica, desde a educação infantil até o ensino médio, promovida por meio de três eixos, entre os quais está o Pensamento Computacional (Brasil, 2022).

Nesse sentido, promover esses conhecimentos e habilidades durante a formação dos educadores se torna essencial para garantir que tanto docentes como alunos sejam beneficiados por esses novos “caminhos”. Caminhos esses, que por vezes parecem incertos, mas que correspondem ao novo ambiente que o coletivo social e a educação estão inseridos (Silva; França; Falcão, 2021). Dessa forma, os docentes podem optar por criar, por meio de um viés crítico, um ambiente de aprendizagem que estimule a criatividade, o raciocínio lógico, a interação social e a resolução de problemas, por meio da aplicação dos conceitos e capacidades do Pensamento Computacional, e assim contribuir para preparar os estudantes para os desafios de um mundo cada vez mais digital e em constante transformação tecnológica (Rosa *et al.*, 2021).

1.1 Origem e Evolução do Pensamento Computacional: desvendando a lógica das Tecnologias Digitais

A base dessa transformação tecnológica, segundo Moraes (2012), remonta ao desenvolvimento dos primeiros computadores eletrônicos, em meados de 1940, a

maioria ainda com prevalência de componentes eletromecânicos. Apesar desses computadores terem aparecido somente na década de 40, os princípios que os fundamentam originam-se há milhares de anos (Nunes, 2010).

A palavra computador tem sua origem no verbo latino *computare*, que significa calcular, contar ou adicionar (Pinheiro, 2021). O termo foi inicialmente usado para designar a pessoa que realizava cálculos (Nunes, 2010). Invenções como a máquina de calcular de Blaise Pascal (1623-1662), o tear com o uso dos cartões perfurados de Joseph Marie Jacquard (1752-1834), o engenho considerado o primeiro computador mecânico e programável por Charles Babbage (1792-1871) e a máquina eletromecânica para tabulação de dados estatísticos de Herman Hollerith (1860-1929), são algumas das invenções que contribuíram para o desenvolvimento dos primeiros computadores eletrônicos (Pires, 2005).

Todos esses artefatos criados ao longo de séculos contribuíram para o desenvolvimento dos computadores que conhecemos hoje. Os primeiros computadores eletrônicos, como o ENIAC (*Electronic Numerical Integrator and Computer*), em português, Computador e Integrador Numérico Eletrônico, e o “Colossus”, foram originalmente projetados para a execução de funções militares (Almeida, 2000; Pires, 2005). Foi nesse contexto, entre as décadas de 1950 e 1960, que os fundamentos do Pensamento Computacional tiveram origem, como uma visão reflexiva a respeito dos avanços da computação (Amorim; Barreto, 2023).

Ainda em 1964, Mary Keller e colaboradores lançaram a programação *Basic*, que representou um marco nos estudos para utilização dos computadores na educação. Contudo, foi no final da década de 60, com o desenvolvimento da linguagem Logo¹ por Seymour Papert em parceria com outros pesquisadores, que houve as primeiras tentativas de incorporar o Pensamento Computacional na educação (Kaminski; Klüber; Boscaroli, 2021).

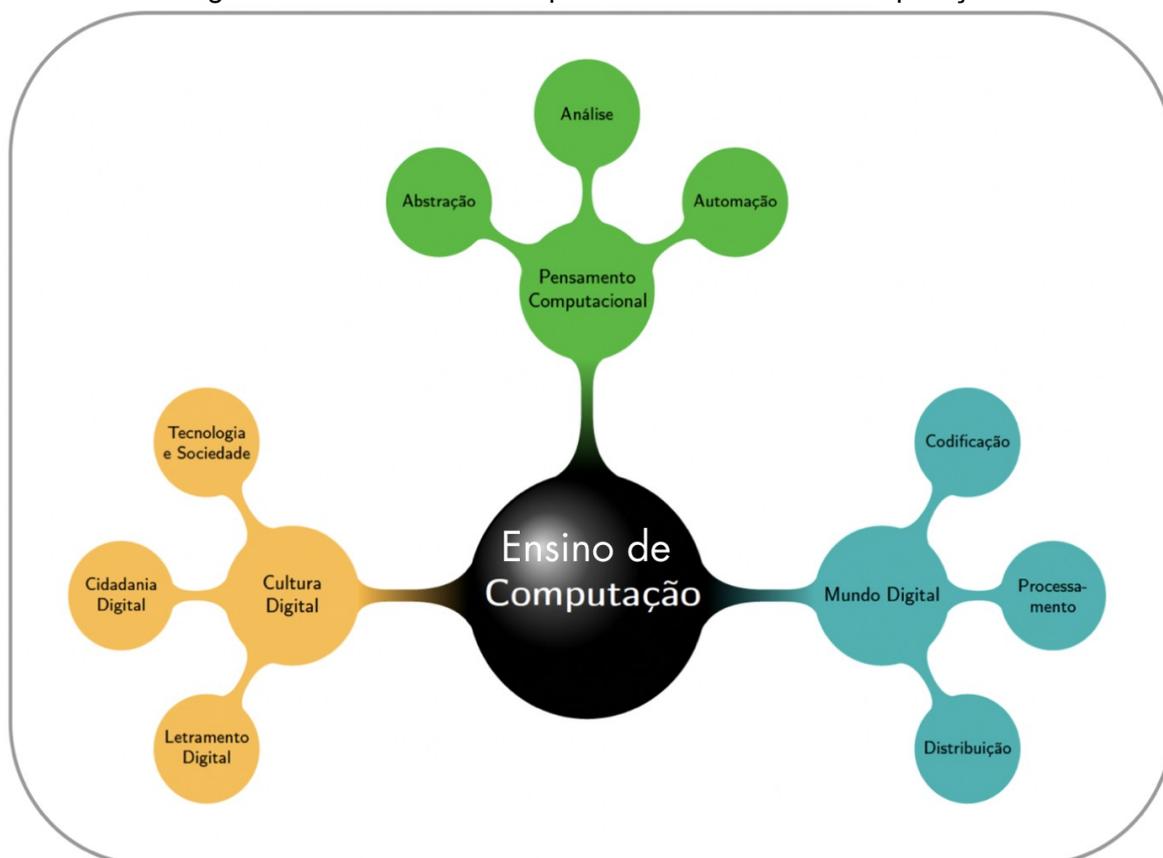
Sendo um conhecimento inovador, o conceito do que viria a ser chamado de Pensamento Computacional ainda não estava plenamente compreendido e difundido no meio educacional e, por diversos motivos, nas décadas seguintes seguiu-se um período de hibernação (Amorim; Barreto, 2023). Nas décadas de 1980 e 1990, Seymour Papert chegou a usar a expressão “Pensamento Computacional”, como

¹ A linguagem Logo foi criada por Seymour Papert em 1960. Ela permite que o usuário controle um robô ou sua imagem no computador usando uma linguagem de símbolos. Além de um *software*, o nome Logo também compreende a ideia de ensino do autor, que acredita que o computador ajuda no aprendizado quando aprendemos com os erros e refletimos sobre eles (Papert, 1980).

referência a esta maneira de pensar orientada por processos computacionais (Kaminski; Klüber; Boscaroli, 2021). Contudo, o Pensamento Computacional somente se expandiu, interrompendo a fase anterior de latência, a partir da publicação do artigo intitulado “*Computational Thinking*”, por Jannette Wing, em 2006, sendo incorporado ao currículo da Educação Básica nos anos seguintes. Primeiramente no Reino Unido, em 2012, e posteriormente em outros países (Amorim; Barreto, 2023).

No Brasil, apesar da BNCC de 2017 fazer menção ao Pensamento Computacional atrelado ao ensino de conteúdos específicos de matemática, a normativa que rege o ensino de computação foi homologada somente em outubro de 2022, e compreende três eixos, um deles, o Pensamento Computacional (Figura 1).

Figura 1 – Estrutura do componente curricular de Computação



Fonte: Adaptado a partir de Sociedade Brasileira de Computação (Ribeiro *et al.*, 2019).

Essa normativa chamada de *Computação – Complemento à BNCC* – tornou obrigatório o ensino de computação para todas as etapas da Educação Básica, desde a educação infantil, passando pelo ensino fundamental até o ensino médio

(Brasil, 2022). Conforme Beleti Junior e Sforini (2022), a estrutura determinada por meio desse documento, contempla conhecimentos e habilidades que proporcionam aos estudantes condições para usar, compreender e até mesmo criar tecnologias digitais.

Entretanto, mesmo com a expansão no ensino do Pensamento Computacional, ainda não há na literatura uma definição conceitual única e amplamente difundida. Wing (2006) define Pensamento Computacional como um conjunto de métodos e modelos que utilizam o potencial da computação para projetar sistemas visando a resolução de problemas diversos, de modo que possam ser executados tanto por seres humanos como por máquinas.

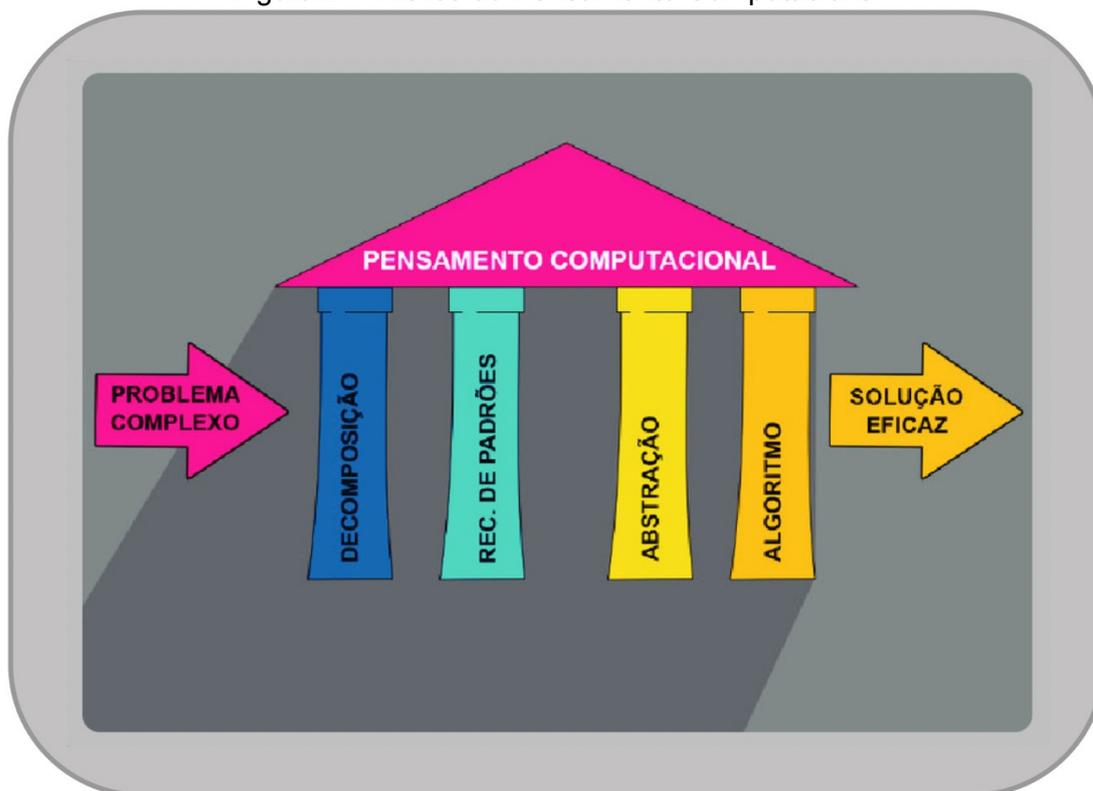
A *Computer Science Teachers Association* e a *International Society for Technology in Education*, o definem como sendo um processo para resolução de problemas, que inclui algumas características (mas não se limita somente a estas), tais como: elaborar alternativas que possibilitem ao computador ou outras tecnologias ajudar na resolução de dados diversos; representá-los por meio de abstrações; organizar dados de maneira lógica; automatizar soluções por meio de algoritmos, ou seja, uma sequência ordenada de etapas; identificar, analisar, avaliar e prover soluções com o objetivo de maximizar recursos, bem como, expandir este processo para a resolução de outros problemas que apresentem características semelhantes (ISTE; CSTA, 2011).

Para Rosas *et al.* (2017), o Pensamento Computacional abrange um conjunto de processos envolvidos no delineamento e na busca por soluções para problemas variados, que possam ser representados e realizados por agentes humanos ou máquinas capazes de processar informações. Já a Sociedade Brasileira de Computação descreve o Pensamento Computacional como uma “Habilidade de compreender, definir, modelar, comparar, solucionar, automatizar e analisar problemas (e soluções) de forma metódica e sistemática” (Ribeiro *et al.*, 2019, p. 3).

Nesse contexto contemporâneo, em que a cultura digital ganha espaço, o Pensamento Computacional representa uma maneira coerente de inserir as tecnologias na educação atual (Kaminski; Klüber; Boscaroli, 2021). Compreender esse conjunto de conhecimentos não apenas abre portas para oportunidades profissionais, mas também contribui para capacitar os indivíduos a entenderem e influenciarem positivamente o mundo tecnológico que os cerca (Brackmann, 2017).

Sua estrutura envolve quatro pilares fundamentais (Figura 2), que são: abstração, decomposição, reconhecimento de padrões e a elaboração do algoritmo (Fernández *et al.*; 2018).

Figura 2 – Pilares do Pensamento Computacional



Fonte: Adaptado a partir de Brackmann (2017), por Dias *et al.* (2023).

- **Abstração:** Para Jesus (2020), esse pilar consiste em focar na busca pela solução do problema principal e desconsiderar informações que sejam pouco significativas para a sua resolução. Wing (2008, p. 3717, tradução própria) entende que “A essência do pensamento computacional é a abstração. Na computação, abstraímos noções além das dimensões físicas de tempo e espaço”. Segundo a autora supracitada, o próprio algoritmo, consiste em uma abstração, pois envolve um procedimento detalhado com um passo a passo para se obter entrada e gerar saídas desejadas.
- **Decomposição:** Corresponde ao processo de fragmentar um problema maior e complexo e dissolvê-lo em estruturas menores que sejam relativamente fáceis de manejar (Fernández *et al.*; 2018).

- *Reconhecimento de Padrões*: Envolve a identificação de modelos que se repetem e podem ser replicados para a resolução de problemas semelhantes (Jesus, 2020).
- *Algoritmo ou Pensamento Algoritmo*: Compreende a representação de uma sequência de passos ordenados, organizados de maneira lógica e que proporcionem condições para resolver o problema principal (Jesus, 2020).

Ticon, Mói e Legey (2022) descrevem duas abordagens para desenvolver o Pensamento Computacional por meio de atividades plugadas ou a partir de práticas desplugadas. As atividades plugadas, também conhecidas pela expressão “computação plugada”, consistem em condutas que envolvem o emprego direto de tecnologias digitais (*hardwares* e *softwares*) para o seu desenvolvimento. Em contrapartida, as atividades desplugadas são aquelas que possibilitam o desenvolvimento dos conceitos e habilidades do Pensamento Computacional, sem, contudo, empregar tecnologias, meios ou recursos digitais.

Nas últimas décadas, diferentes alternativas metodológicas têm sido criadas para o ensino do Pensamento Computacional na Educação Básica, o que pode demonstrar a relevância do tema. A publicação do Complemento à BNCC de Computação (Brasil, 2022) é outro fator que reforça essa importância e ratifica a frase de Wing (2011, p. 1, tradução própria), ao afirmar que: “Ensinar o pensamento computacional poderia não apenas inspirar as gerações futuras a entrar no campo da Ciência da Computação, dada a aventura intelectual, mas também beneficiaria pessoas em todas as áreas”.

A demanda crescente por saberes computacionais nas diversas áreas do conhecimento, incluindo o Ensino de Ciências, tem estimulado a implementação do Pensamento Computacional no currículo escolar da Educação Básica. Contudo, os desafios para implementá-lo são diversos, mas ao que parece esbarram, principalmente, na falta de formação dos professores (Silva; França; Falcão, 2021), com foco particular na formação continuada. Nesse processo, gradualmente surgem propostas para articular o Pensamento Computacional aos diferentes componentes curriculares da Educação Básica, entre os quais, o Ensino de Ciências.

Além de envolver um conjunto de habilidades cognitivas importantes para o contexto atual e futuro, o Pensamento Computacional também se caracteriza por

sua aplicabilidade em diversas áreas e contextos, como exemplo, por meio da robótica educacional para a criação de algoritmos em aulas de matemática e ciências ou mesmo na análise crítica de informações em ambientes digitais. Sua relevância no âmbito escolar tem sido progressivamente reconhecida, com pesquisas explorando estratégias variadas para a sua integração aos currículos da Formação Básica. No tópico seguinte, são apresentados alguns trabalhos, em que o Pensamento Computacional é articulado ao Ensino de Ciências, bem como, ações de formação voltadas para professores da Educação Básica, de modo especial aos docentes de ciências e ciências da natureza e suas tecnologias.

1.2 Trabalhos relacionados

O Pensamento Computacional tem emergido como uma habilidade essencial neste século, não apenas no campo da ciência da computação, mas também como uma ferramenta pedagógica com potencial para diversas áreas do conhecimento, incluindo sua integração ao Ensino de Ciências (Webber *et al.*, 2022), podendo promover uma abordagem interdisciplinar capaz de potencializar o aprendizado por meio de diferentes alternativas (Wing, 2006). Estudos têm demonstrado os benefícios dessa integração (Lee *et al.*, 2010). Grover e Pea (2013) argumentam que o Pensamento Computacional proporciona uma nova perspectiva para a resolução de problemas científicos, permitindo que os estudantes desenvolvam uma compreensão ampliada dos conceitos por meio de simulações, modelagens e análise de dados.

Outro elemento do Pensamento Computacional que pode ser trabalhado no Ensino de Ciências é a facilidade na análise de grandes volumes de dados, uma habilidade cada vez mais importante para diferentes áreas, incluindo os distintos ramos da ciência, como a genética, a biologia molecular, entre outros (Weintrop *et al.*, 2016). Ademais, diversas capacidades cognitivas são estimuladas para além dos seus próprios pilares, como destaca Zapata-Ros (2015): criatividade, interação, metacognição, métodos colaborativos, pensamento divergente, recursividade e resolução de problemas.

Nesta breve revisão, descrevo em ordem cronológica, alguns trabalhos acadêmicos recentes que versam sobre a relação entre o Pensamento

Computacional e o Ensino de Ciências no contexto da Educação Básica nacional. A revisão aborda essa articulação com foco na importância e nas contribuições de cada estudo publicado a partir do ano de 2000 até outubro de 2024, oriundos de diferentes bases bibliográficas *on-line*, entre as quais, o Portal de Periódicos da CAPES, o Google Acadêmico e o SciELO Brasil (*Scientific Electronic Library Online*).

No trabalho de Campos e Souza (2021), o Pensamento Computacional é integrado ao Ensino de Ciências pelo uso do *Scratch*². O estudo envolveu uma sequência didática composta por encontros progressivos que introduziram o Pensamento Computacional por meio de atividades práticas. Os alunos desenvolveram projetos interdisciplinares conectando a programação em blocos com o *Scratch* a conceitos científicos. A pesquisa destaca o papel do professor como facilitador, promovendo não apenas habilidades computacionais, mas também a visão crítica e criativa dos estudantes. Os autores apontam o *Scratch* como uma ferramenta interessante para a resolução de problemas no Ensino de Ciências, ressaltando também sua facilidade de acesso e sua interface amigável.

O artigo de Bulcão *et al.* (2021) descreve a experiência de um curso de formação continuada ligada ao Programa Norte-rio-grandense de Pensamento Computacional, realizado para um grupo de educadores dos anos finais do ensino fundamental da rede pública estadual de ensino do Rio Grande do Norte. A ação de formação continuada fez uso de metodologias diversificadas que envolveram desde a computação desplugada, jogos digitais e programação visual por meio do *Scratch*, além de desafios envolvendo a Plataforma *On-line* a Hora do Código, para estimular nos professores a utilização do Pensamento Computacional de forma que essas habilidades pudessem ser integradas em suas práticas pedagógicas com a finalidade de potencializar o desenvolvimento cognitivo de seus alunos. Nos resultados, os autores mencionam que os professores passaram a ter um olhar diferente diante do que é o Pensamento Computacional, e adotaram, gradualmente, novas estratégias em seus ambientes de trabalho a partir das práticas desenvolvidas durante o curso de formação integrando-o às demais áreas do conhecimento de maneira interdisciplinar.

² O *Scratch* é um *software* criado em 2007 pelo grupo *Lifelong Kindergarten*, do *Media Lab* do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), com o objetivo de facilitar o aprendizado da programação. Utiliza blocos de comandos que se encaixam como um quebra-cabeça, permitindo a criação de animações, jogos e histórias de forma visual e intuitiva (Zanetti *et al.*, 2017).

Destaco ainda, o trabalho de Santos *et al.* (2022), intitulado “Identificando variantes de DNA utilizando conceitos do pensamento computacional no ensino médio”. O artigo trata de conceitos de genética incorporando competências do Pensamento Computacional por meio de um percurso de aprendizagem em dois contextos diferentes: Contexto 1: Situação do dia a dia e, Contexto 2: Atividade de identificação de variante em sequências de DNA (Ácido Desoxirribonucléico). Em ambos, as atividades práticas são desenvolvidas de maneira desplugada, sem a necessidade de dispositivos digitais. Os autores sugerem que estas abordagens desplugadas sejam trabalhadas com alunos do ensino médio. As atividades permitem explorar diferentes graus de complexidade em que os pilares do Pensamento Computacional são desenvolvidos a partir de situações reais. Conforme salientam os autores:

Em um mundo cada vez mais digital, habilidades e atividades envolvendo o pensamento computacional são relevantes para a resolução de problemas do dia a dia, como o simples ato de se dirigir a um caixa eletrônico e seguir os passos necessários para sacar dinheiro. Neste sentido, a forma de pensarmos em resolução de problemas e execução ou elaboração de processos não está restrita ao cientista da computação, mas também está presente no cotidiano dos cidadãos em geral. Também na Biologia, diferentes princípios computacionais podem ser aplicados, o que traz novas perspectivas para a resolução de problemas em áreas como a Genética e a Ecologia, além de também proporcionar um ambiente para aquisição de competências que podem ser utilizadas em outros aspectos da vida das pessoas (Santos *et al.*, 2022, p. 182).

A dissertação de Leal (2022), por sua vez, investiga o uso do *Scratch* no Ensino Híbrido de Ciências durante a pandemia de Covid-19. A autora trabalhou com um grupo de 23 alunos do quarto ano do ensino fundamental de uma escola privada com foco no tema sobre o sistema solar. Mesmo com os desafios iniciais para o planejamento e a execução, os resultados indicam um impacto positivo no aprendizado, tanto dos conceitos científicos abordados, como das habilidades computacionais exploradas. O estudo destaca a eficácia do *Scratch* como ferramenta pedagógica para desenvolver o Pensamento Computacional e enfatiza o papel do professor como mediador nesse processo, sugerindo que estratégias pedagógicas bem planejadas podem superar as limitações impostas pelo ensino remoto.

Outro trabalho com ideia semelhante é a dissertação de Aguiar (2022). Essa pesquisa explora a utilização do *Scratch* para ensinar ciências ambientais. O estudo foi desenvolvido no contexto do ensino técnico em informática do Instituto Federal do

Amazonas, com alunos na faixa etária de 19 a 40 anos, e buscou promover a conscientização ambiental e o Pensamento Computacional por meio de uma abordagem transdisciplinar. O *Scratch* foi usado para desenvolver jogos educativos que integraram temas ecossistêmicos à lógica da programação. Os resultados indicam que a abordagem favoreceu tanto o aprendizado de conteúdos científicos quanto o desenvolvimento de habilidades como a criatividade e o trabalho em equipe. O estudo destaca a importância de integrar a educação às demandas locais e globais, por meio de soluções práticas para questões ambientais e tecnológicas.

Thaís Aparecida Silvério (2022), em sua dissertação, pesquisou o uso de jogos digitais (*games*) como tecnologias pedagógicas voltadas a auxiliar na formação inicial de professores para o Ensino de Ciências da Natureza. A pesquisa menciona a importância de preparar os futuros pedagogos para conectar conteúdos científicos ao cotidiano dos alunos e contribuir para a melhoria do letramento digital. A proposta de utilizar jogos para ensinar conceitos científicos colabora para transformar a prática educacional, integrando o Pensamento Computacional ao Ensino de Ciências de forma prática e atrativa, conclui a autora.

No capítulo 7 do livro “Educação: práticas sociais e processos educativos 2”, intitulado “Pensamento computacional na formação de professores de ciências do ensino fundamental” os autores Rafalski e Oliveira (2023) investigaram o uso de MOOCs³ (*Massive Open Online Courses*), *e-books* e repositórios virtuais para ajudar aos professores na integração do Pensamento Computacional durante seus processos de formação inicial de modo interdisciplinar, por meio de abordagens plugadas e desplugadas. No capítulo, os autores destacam a importância de observar o Pensamento Computacional não somente como uma ferramenta pedagógica, mas como um elemento central na transformação da Educação Básica. Ademais, concluem que, o apoio das próprias instituições de ensino para além de políticas públicas, que contribuam para esse processo de transformação educacional, são essenciais para que o Pensamento Computacional seja implementado de forma consistente, por meio de um viés crítico e interdisciplinar.

A dissertação de Marcos Paulo da Silva Santana (2023) trabalha com o *Scratch* para ensinar conceitos de biofísica para um grupo de licenciandos em

³ MOOC significa "*Massive Open Online Course*", que em português se traduz como "Curso *Online* Aberto e Massivo". Trata-se de um tipo de curso *online*, geralmente gratuito e acessível, que é oferecido por uma instituição de ensino (Noe, 2013).

ciências biológicas. Na pesquisa, a estrutura de programação em blocos é usada para ilustrar sobre os processos de transporte que ocorrem nas membranas biológicas. Por meio dessa investigação, o autor destaca a relevância de conectar o Pensamento Computacional ao ensino de biofísica, e conclui que essa sugestão pedagógica não só facilita o entendimento dos alunos, mas também contribui para promover a integração das novas tecnologias na formação docente.

O artigo “O ensino de computação para além dos muros da escola: análise crítica dos caminhos no Brasil e no Reino Unido”, por Menezes e Piccolo (2023), compara o ensino de computação nesses dois países. No Brasil, as desigualdades de acesso e a formação docente insuficiente são apontadas pelas autoras como as principais barreiras para integrar o Pensamento Computacional no currículo escolar da Educação Básica. Por sua vez, no Reino Unido, o projeto *Barefoot Computing*, que envolve a formação de professores para o ensino de computação desde os primeiros anos, é mencionado como um modelo promissor. A pesquisa traz, como ponto relevante a ser considerado, a importância de usar a tecnologia voltada para a busca por soluções sociais e que tenham proximidade com o cotidiano dos estudantes. Essa estratégia fomenta um Ensino de Ciências potencializado por técnicas que possam ir além dos limites da sala de aula, e promovem a aplicação prática do Pensamento Computacional voltado para a procura de soluções dos problemas reais dos alunos.

A pesquisa de Magdalena Dal Ponte Ceratti (2024) explora o uso do *Scratch* no Ensino de Ciências para conteúdos relacionados à Terra e ao Universo com estudantes do sexto ano do ensino fundamental de uma escola pública municipal. Tal como outros trabalhos descritos nessa seção, a autora destaca nos resultados o *Scratch* como uma ferramenta eficaz para integrar o Pensamento Computacional no ensino fundamental ao mesmo tempo que une os conteúdos científicos por meio de um aprendizado interativo e engajador.

Já a dissertação de Josemar Pereira Hidalgo (2024), intitulada “Pensamento computacional na produção de um objeto de aprendizagem sobre circuito elétrico e eletrônico para o Ensino de Ciências”, explora o uso do *software* Tinkercad⁴ e

⁴ “O Tinkercad é um *software* gratuito desenvolvido pela Autodesk, que oferece diversas possibilidades para criação de projetos diversificados por [...], possibilitar “modelagem de objeto 3D”, “prototipagem de circuitos”, “criar códigos de programação em bloco e texto” e “modelagem por meio de códigos de programação” (Hidalgo, 2024, p. 91).

placas de Arduino⁵ para simular o ensino de circuitos elétricos entre estudantes do oitavo e nono anos do ensino fundamental em uma escola pública estadual. A pesquisa se baseia na criação de projetos por parte dos discentes e demonstra como o Pensamento Computacional pode ser desenvolvido de maneira prática, de modo que os alunos produzam e testem circuitos elétricos. O autor destaca nos resultados, um exemplo de como o Pensamento Computacional pode ser integrado ao Ensino de Ciências de forma diferenciada.

Embora haja vantagens na integração do Pensamento Computacional no Ensino de Ciências, por outro lado, essa incorporação não está isenta de desafios. Como já mencionado ao longo deste capítulo, um dos principais obstáculos diz respeito à necessidade de qualificação adequada para os professores. Yadav, Hong e Stephenson (2017) apontam que muitos educadores ainda carecem das habilidades necessárias para envolver de maneira eficaz o Pensamento Computacional em suas práticas pedagógicas. Portanto, para superar esses obstáculos, é fundamental investir em programas de formação para professores e desenvolver currículos que integrem o Pensamento Computacional de modo abrangente. Além disso, o desenvolvimento de recursos didáticos e de plataformas interativas, acessíveis, diversificados, e que contemplem a pluralidade de ideias e agentes que reside no ambiente escolar, pode facilitar nesse processo.

Nesse sentido, a Teoria Ator-Rede, proposta por Bruno Latour, oferece uma perspectiva diferenciada ao considerar a educação como uma rede de interações entre atores humanos e não humanos. Assim, essa teoria propõe compreender o coletivo como associações dinâmicas que envolvem elementos heterogêneos. Dessa maneira, a implementação do Pensamento Computacional no Ensino de Ciências pode ser analisada como um processo coletivo que envolve professores, alunos, tecnologias, políticas públicas e práticas pedagógicas.

Por meio dessa lógica, cada elemento da rede atua como um agente que, ao interagir com os demais, redefine e transforma a realidade do ensino e reforça a necessidade de abordagens flexíveis para enfrentar os desafios da formação docente e a integração do Pensamento Computacional no Ensino de Ciências. No capítulo seguinte, a Teoria Ator-Rede será aprofundada a partir das ideias

⁵ “O Arduino é uma plataforma de *hardware open source*, de fácil utilização, ideal para a criação de dispositivos que permitam interação com o ambiente, dispositivos estes que utilizem como entrada sensores de temperatura, luz, som etc., e como saída *leds*, motores, *displays*, auto-falantes etc., criando desta forma possibilidades ilimitadas” (Souza *et al.*, 2011, p. 2).

precursoras de Bruno Latour, de modo a evidenciar como as suas preposições podem ser convertidas em uma ferramenta capaz de contribuir para a análise dos dados do curso de formação de professores/educadores, objeto de estudo dessa investigação.

CAPÍTULO 2

2 A TEORIA ATOR-REDE NA PERSPECTIVA DE BRUNO LATOUR

A Teoria do Ator-Rede (TAR)⁶, comumente referida na literatura nacional como Teoria Ator-Rede ou, em inglês, *Actor-Network Theory* (ANT), é o resultado de estudos conduzidos por diversos pesquisadores, com particular destaque para o escolástico francês Bruno Latour (Maia; Serafim, 2011). Entre as muitas concepções inovadoras defendidas por Latour, que era antropólogo, sociólogo e filósofo da ciência (Nogueira, 2017), estava a ideia de que, assim como ocorre com antropólogos e sociólogos que vão até os povos chamados não-ocidentais para estudá-los, os cientistas deveriam ser investigados em seus próprios ambientes científicos, como por exemplo, em seus laboratórios (Tozzini, 2019).

Tal concepção, demonstra a essência inovadora de transformar a maneira como as ciências sociais apuram e analisam a produção da ciência e da tecnologia (Almeida *et al.*, 2022). Uma importante contribuição de Latour é sugerir uma abordagem para compreender a sociedade e a tecnologia como redes de atores, humanos e não-humanos, que interagem entre si para criar a realidade social (Tozzini, 2019; Almeida *et al.*, 2022).

A “jornada” de construção da Teoria Ator-Rede começou nos anos 80 na *École des Mines de Paris*, influenciada pelos mesmos debates filosóficos que inspiraram os trabalhos de David Bloor e a proposta do “Programa Forte”, o qual, diga-se de passagem, representou uma das influências para o desenvolvimento da Teoria Ator-Rede⁷ (Tozzini, 2019). Ao abordar a compreensão da sociedade e do social, Latour tece críticas à maneira como a palavra “social” estava sendo utilizada pela maioria dos cientistas sociais, tornando-a imersa em pressupostos, ao ponto de ter-se convertido em uma palavra imprópria (Latour, 2012). “Justamente em virtude

⁶ Na tradução para a língua portuguesa publicada em 2012 do livro “*Reagregando o Social: uma introdução à teoria do Ator-Rede*”, de Bruno Latour — obra originalmente lançada em 2005 —, o tradutor Gilson César Cardoso de Sousa esclarece que: “[...] na tradução, optou-se por manter o acrônimo ANT – *Actor-Network-Theory* em inglês – ao invés de usar TAR, as iniciais da Teoria do Ator-Rede, seu correspondente em português” (Latour, 2012, p. 11-12, grifo nosso).

⁷ Nas páginas que seguem, a Teoria Ator-Rede será apresentada a partir do livro “*Reagregando o Social: uma introdução à teoria do Ator-Rede*”, publicado originalmente em inglês em 2005 e traduzido para o português em 2012. Nessa obra Latour reflete acerca de como as ciências sociais e seu principal objeto de estudo, a sociedade, estavam sendo desenvolvidos até então (Latour, 2012).

das muitas contradições suscitadas [...] penso estar na hora de modificar o que se entende por social” (Latour, 2012, p. 19). Para isso, começa desconstruindo o conceito usual do termo, visto que:

Na fase atual de seu desenvolvimento, já não é possível precisar os ingredientes que entram na composição do domínio social. Tenciono, pois, redefinir, a noção de social remontando a seu significado primitivo e capacitando-o a rastrear conexões novamente. Então, poderemos retomar o objetivo tradicional das ciências sociais, mas com instrumentos mais bem ajustados à tarefa (Latour, 2012, p. 18).

De modo geral, na literatura, o social e a sociedade referem-se aos indivíduos e às relações entre esses, limitando-se “aos seres humanos”, os quais devem ser encaixados em determinados grupos ou padrões. Essa visão é compartilhada por aqueles que Latour chama de “sociólogos do social”, uma perspectiva com a qual ele não concorda. Ele defende um olhar muito mais amplo que o usualmente empregado para designar o que é o social e a sociedade. Por outro lado, condiciona essa visibilidade a ser estritamente limitada à busca por novas associações (Latour, 2012). “Este é o motivo pelo qual definiria o social, não como um domínio especial, uma esfera exclusiva ou um objeto particular, mas apenas como um movimento peculiar de reassociação e reagregação” (Latour, 2012, p. 25).

A ideia por detrás da Teoria Ator-Rede não era totalmente nova, pelo menos não na França. A disputa entre a “Sociologia Convencional” defendida pelos sociólogos do social, aos quais Latour se opõe e não poupa críticas, estava em contradição às suas ideias e às de outros denominados de “Sociólogos de Associação”. Mesmo que a maioria dos cientistas ou sociólogos do social prefira definir o social⁸ como algo homogêneo, se pode observar que o mesmo vocabulário seja utilizado para designar uma série de associações que envolvem elementos heterogêneos (Latour, 2012).

Sendo assim, o estudioso francês, afirma que “[...] podemos permanecer fiéis às instituições originais das ciências sociais redefinindo a sociologia não como a “ciência do social”, mas como a busca de associações” (Latour, 2012, p. 23). Logo, nessa abordagem associativa, a ordem e a força social não existem; e o que passa

⁸ Para os “sociólogos do social”, o termo “social” refere-se geralmente a uma realidade específica, estável e distinta, composta por forças exclusivamente humanas e estruturas duradouras. Essa definição pressupõe que o social seja uma esfera particular da realidade, isolada de elementos técnicos ou naturais. Latour critica essa concepção restrita e propõe, em seu lugar, uma abordagem que vê o social como o resultado de associações em constante formação entre humanos e não humanos (Latour, 2012).

a ter sentido e ser válido é o coletivo que congrega e forma associações entre distintos agentes (Nogueira, 2017). Ainda conforme Latour:

A cada instância, precisamos reformular nossas concepções daquilo que estava associado, pois a definição anterior se tornou praticamente irrelevante. Já não sabemos muito bem o que o termo "nós" significa; e como se estivéssemos atados por laços que não lembram em nada os vínculos sociais (Latour, 2012, p. 23).

Dando continuidade à reflexão sobre a Teoria Ator-Rede, Latour redefine o termo "sociedade". Em sua concepção, essa é mutável e seus atores estão em constante processo de transformação e modificação (Nogueira, 2017). Segundo o "conceito" do teórico: "Já não se sabe ao certo se existem relações específicas o bastante para serem chamadas de "sociais" e agrupadas num domínio especial capaz de funcionar como uma "sociedade" (Latour, 2012, p. 19).

Latour a afirmar que: "[...] nossa tendência é limitar o social aos humanos e às sociedades modernas, esquecendo que a esfera do social é bem mais ampla que isso" (Latour, 2012, p. 24). Ademais, ele também incorpora novos atores ao afirmar que: "O que entendiam por "sociedade" sofreu uma mudança não menos radical, o que se deve em grande parte à própria multiplicação dos produtos da ciência e da tecnologia" (Latour, 2012, p. 19). Nesse sentido, ele considera novos indivíduos, denominando-os de atores não humanos: "Trazer os não-humanos ao centro do debate sociológico, postular que os mesmos são dotados de agência e que, conseqüentemente, são atores de plenos direitos nos permite, sem dúvida, entender ainda mais o humano" (Latour, 2012, p. 15).

Outro ponto a ser considerado sobre a Teoria Ator-Rede é a noção de rede que entrelaça e realiza alianças, fluxos e mediações. As redes enfatizam a complexa interação entre atores humanos e não humanos e não deve ser confundida com outras interpretações mais comuns do termo (Maia; Serafim, 2011). De acordo com Freire (2006, p. 55), enquanto o conceito de rede em *internet* diz respeito ao transporte de "[...] informações por longas distâncias sem sofrerem quaisquer deformações, na TAR esta noção remete a fluxos, circulações e alianças, nas quais os atores envolvidos interferem e sofrem interferências constantes".

Nesse contexto, conforme apontado por Ribeiro *et al.* (2021, p. 113), o conceito de sociedade engloba um "[...] conjunto de associações ou encadeamentos de atores heterogêneos e que, justamente pelos elos que os mantêm relativamente – e temporariamente – unidos, constituem juntos uma rede". Além de apresentar

uma nova abordagem do social, Latour introduz novos termos, muitos dos quais derivam de sua jornada de estudos iniciada décadas antes da publicação do livro sobre a Teoria Ator-Rede. Na subseção seguinte são apresentados alguns desses termos.

2.1 Uma nova abordagem do social emerge junto a termos inovadores

Ao fazer uso de um vocábulo distinto do usual, Latour procura se distanciar das expressões convencionais utilizadas pelos sociólogos do social (Latour, 2012). Por isso, é importante compreender o significado de termos como “coletivo”, “ator”, “actantes”, “simetria”, “translação” ou “tradução” no contexto do arcabouço da Teoria Ator-Rede. A partir dessa perspectiva que começa com a concepção de rever o social, Latour sugere explorar as conexões que constantemente se formam, não apenas entre pessoas, mas também, entre elementos não humanos (Gonzales; Baum, 2013).

Ao substituir o termo “sociedade” por “coletivo”, ele reflete uma mudança conceitual significativa em sua abordagem, destacando a ênfase na interconexão dinâmica de diversos elementos e atores em oposição à ideia de uma entidade social estática. “Os fatores reunidos no passado sob o rótulo de um “domínio social” são simplesmente alguns dos elementos a agregar, no futuro, em algo que não chamarei de sociedade, mas de coletivo” (Latour, 2012, p. 34). Conforme o autor:

[...] doravante, a palavra ‘coletivo’ substituirá ‘sociedade’. Sociedade será apenas o conjunto de entidades já reunidas que, segundo os sociólogos do social, foram feitas de material social. Coletivo, por outro lado, designará o projeto de juntar novas entidades ainda não reunidas e que, por esse motivo, obviamente não são feitas de material social (Latour, 2012, p. 112).

O conceito de coletivo, por sua vez, conduz à ideia de uma rede heterogênea de interações que inclui tanto os atores humanos quanto os não humanos; esses, em conjunto com aqueles, têm o potencial para atuarem como actantes (pelo princípio da simetria), ou seja, ao participarem de um processo são capazes de exercer ou sofrer alguma forma de ação, tal como os humanos (Melo, 2011). Conforme Angeluci e Cacavallo (2017, p. 65), Latour “[...] reivindica um social de composição híbrida, entendido como coletivo sociotécnico de entidades humanas e não humanas”. Nesse sentido, o coletivo proposto pelo autor, congrega todos os

elementos – sejam eles pessoas, objetos, tecnologias ou ideias – que desempenham papéis ativos na construção da realidade social.

Outros importantes conceitos na Teoria Ator-Rede são os termos ator e actantes. Nessa teoria, a concepção de ator assume um viés abstrato, abrangendo “todos e tudo” aquilo que possa ser associado a algo ou a alguém, congregando e constituindo-se como parte de uma rede. “Empregar a palavra "ator" significa que jamais fica claro quem ou o que está atuando quando as pessoas atuam, pois o ator, no palco, nunca está sozinho ao atuar” (Latour, 2012, p. 75). Actantes, por sua vez, é um termo retomado de obras anteriores, mas que recebe uma análise mais aprofundada e contextualizada dentro do arcabouço teórico da Teoria Ator-Rede (Tozzini, 2019). De acordo com Latour (2000, p. 138) “Como mostrei anteriormente, tanto as pessoas capazes de falar como as coisas incapazes de falar têm portavozes [...]. Proponho chamar de actante qualquer pessoa e qualquer coisa que seja representada”.

Na Teoria Ator-Rede o termo “actante” é utilizado para designar qualquer entidade que desempenhe um papel ativo dentro de uma rede de relações, seja essa entidade humana ou não humana. A noção de actante é fundamental nessa teoria, pois postula que tanto objetos inanimados quanto seres vivos têm a capacidade de influenciar e serem influenciados nas redes de interação coletiva. Ademais, o actante deixa rastros que podem ser seguidos e investigados para melhor compreendermos suas interações à medida que seguirmos os traços deixados por ele ao longo da rede (Latour, 2012).

O actante na definição de Latour possui algumas características fundamentais: 1. *Possui ação*. Para Angeluci e Cacavallo (2017, p. 65) “Actante: é um termo emprestado da semiótica e que significa tudo aquilo que gera uma ação, que produz movimento e diferença [...]”. O importante é o ato e quem ou a coisa que age; 2. *É heterogêneo*. Conforme Coutinho e Viana (2019, p. 17) “O pressuposto básico da ANT é que o “social” deve ser definido como associação e compreendido em termos de rede, ou *ator-rede*, que envolve uma heterogeneidade de elementos humanos e não humanos”. 3. *É parte de uma rede complexa de interações*. Segundo Angeluci e Cacavallo (2017, p. 72), na Teoria Ator-Rede “[...] os atores humanos e não humanos são todos actantes de uma rede em que relações são construídas a partir de interações que geram, a princípio, disputas entre seus

participantes”; 4. *Pode atuar como mediador realizando translação ou tradução*. “Os mediadores não transportam simplesmente os elementos: eles transformam, traduzem, distorcem e modificam os elementos que transportam e não são, portanto, inócuos” (Melo, 2011, p. 182).

Para Angeluci e Cacavallo (2017, p. 66) “Isso explica o termo Ator-Rede, pois, dentro da rede, uma ação nunca é individual: se um actante age, é porque ele foi acionado por outro actante. Quando um aciona o outro, este último passa à ação”. Isso permite que uma ampla variedade de entidades, tanto humanas como não humanas, ao se associarem, possam performar realidades dinâmicas. Essas entidades são denominadas por Latour como actantes, as quais correspondem a qualquer elemento que age e que pode ser representado, em outras palavras, que deixa rastros (Latour, 2012). Para Braga e Suarez (2018, p. 222) “[...] uma entidade torna-se um actante quando faz uma diferença perceptível”. Portanto, para os autores supracitados (2018, p. 222) “[...] deve-se empregar o termo actante, que fornece diferentes figurações, ou formas diferentes de induzir os atores a fazer coisas para as mesmas ações [...]”.

O ato de interpretar os rastros “[...] teria sido legado por nossos antepassados caçadores que, por milênios aprenderam a reconstituir as formas e deslocamentos das presas invisíveis a partir de seus rastros selvagens” (Bruno, 2012, p. 684). Justamente por deixar pistas visíveis e capazes de serem detectadas pelos pesquisadores, que a Teoria Ator-Rede pode estabelecer-se como uma ferramenta robusta para analisar e compreender as complexas translações entre os actantes, por meio do princípio da “[...] simetria, que se refere ao exercício metodológico de analisar, em conjunto e na relação com os humanos, a presença e a agência do mundo natural e material [...]” (Camillis; Bussular; Antonello, 2016, p. 77). Nesse sentido, Latour iguala as pessoas e as coisas de forma diferente ao que vinha sendo comumente realizado nos estudos em ciências sociais e evidencia o mesmo grau de relevância entre as coisas e os humanos (Tozzini, 2019). Angeluci e Cacavallo (2017, p. 66), definem o princípio da simetria como a condição de “[...] dar a mesma importância aos actantes, sejam sujeitos ou objetos. Actantes humanos e não humanos estão no mesmo patamar”.

A expressão “translação”, por sua vez, abrange um conceito de grande relevância para a Teoria Ator-Rede ao ponto de certos autores a utilizarem como

sinônimo para essa abordagem, referindo-se a ela como “sociologia da translação”. Além disso, os momentos de translação têm sido usados por pesquisadores como uma metodologia de pesquisa. A ideia de translação tem suas raízes nos estudos de Michel Serres sobre o tempo, que propõem uma visão na qual o tempo não flui linearmente, mas sim de maneira caótica, inesperada e complexa. Serres vê os eventos históricos como multitemporais, nos quais passado, presente e futuro coexistem simultaneamente (Delgado; Andrade, 2019). Essa é a distinção fundamental entre a abordagem de Latour em relação aos sociólogos do social. Para ele, o tempo não é estático, mas sim fluído. Ele o concebe como uma interação em vez de uma força oculta ou externa que nos domina (Milanês, 2021). Segundo o teórico, “Se o social permanece estável e consegue justificar um estado de coisas, não é ANT” (Latour, 2012, p. 30).

Latour já havia empregado o termo translação muito antes de 2005, quando publicou a primeira versão, em inglês, do livro sobre a Teoria Ator-Rede (Tozzini, 2019). Tal conceito já é mencionado no livro “Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora” (Latour, 2000), em que ele menciona: “Chamarei de translação a interpretação dada pelos construtores de fatos aos seus interesses e aos das pessoas que eles alistam” (Latour, 2000, p. 178). Cada actante possui seus próprios interesses e interpreta os dos demais de acordo com sua conveniência. Essa múltipla mudança de interesses é referida por Latour como translação. Segundo Tozzini (2019), translação ou tradução, são nomenclaturas empregadas para descrever as relações de mediação performadas entre os agentes, relações das quais se esperam modificações. Para Angeluci e Cacavallo (2017, p. 65), tradução é um “termo ligado à comunicação e transformação dos actantes, bem como à constituição de redes. São relações que sempre implicam transformações”.

A Teoria Ator-Rede também incorpora em seu arcabouço teórico os conceitos de mediadores e intermediários (Braga; Suarez, 2018). A exemplo de outros termos usados no livro sobre a Teoria Ator-Rede, intermediários e mediadores já haviam sido empregados anteriormente em outras obras de Latour. “Intermediários” foi utilizado em “A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos” de Latour e Woolgar (1997), na obra original em inglês “*Laboratory life: the construction of*

scientific facts” (Latour; Woolgar, 1986), enquanto “mediadores” foi empregado no livro “*Pasteur: Guerre et paix des microbes*” de Latour (2001) (Tozzini, 2019).

Latour “[...] diferencia a compreensão de como o social é produzido. Contudo, uma coisa é compreender essa produção por meio de intermediários, outra é compreendê-la por meio de mediadores” (Tozzini, 2019, p. 355). Portanto, há distinções entre considerar um ator como mediador ou como intermediário na rede. O primeiro é aquele que transporta ou direciona a força em uma dada direção, sem, contudo, causar qualquer tipo de transformação. Por outro lado, o segundo é capaz de alterar circunstâncias, distorcendo e modificando o significado, pois atua realizando translações (Camillis; Bussular; Antonello, 2016).

Nas palavras de Latour “Um intermediário, em meu léxico, é aquilo que transporta significado ou força sem transformá-los: definir o que entra já define o que sai” (Latour, 2012, p. 65). Ao passo que:

Os *mediadores*, por seu turno, não podem ser contados como apenas um, eles podem valer por um, por nenhuma, por várias ou uma infinidade. O que entra neles nunca define exatamente o que sai; sua especificidade precisa ser levada em conta todas as vezes. Os mediadores transformam, traduzem, distorcem e modificam o significado ou os elementos que supostamente veiculam [...]. Um mediador apesar de sua aparência simples, pode se revelar *complexo* e arrastar-nos em muitas direções que modificarão os relatos contraditórios atribuídos a seu papel (Latour, 2012, p. 65).

Esses dois conceitos caracterizam o grau de relevância de um agente durante uma determinada ação (Malvezzi; Nascimento, 2020). Os intermediários mantêm as associações sociais invisíveis, enquanto os mediadores tornam as descrições visíveis, possibilitando que sejam disseminadas e reconhecidas na rede (Braga; Suarez, 2018). Os mediadores têm “[...] a capacidade de gerar transformações na rede. Nada do que entra sai da mesma forma” (Malvezzi; Nascimento, 2020, p. 8). Conforme Lemos (2022, p. 472) “Esse conceito central está vinculado aos de comunicação, comunidade, comum, não podendo ser reduzido, nem às relações mecânicas dos objetos, nem às intencionalidades conscientes dos humanos”. Em contrapartida “[...] na ação dos intermediários, as coisas são transportadas sem modificar a rede. Os significados entram e saem da mesma forma” (Malvezzi; Nascimento, 2020, p. 8).

É importante destacar uma diferença fundamental entre a Teoria Ator-Rede e as abordagens tradicionais das ciências sociais, qual seja o fato de que, para estas últimas, os objetos são vistos no âmbito social apenas como meros intermediários

(Camillis; Bussular; Antonello, 2016); ao passo que, para a Teoria Ator-Rede não se assume “[...] um tipo preferível de agregados sociais, existem incontáveis mediadores [...]”; é essa constante incerteza quanto a natureza íntima das entidades – elas se comportam como intermediários ou mediadores? [...]” (Latour, 2012, p. 67, 66), que mantém a Teoria Ator-Rede em constante evolução, desafiando-nos a repensar continuamente as dinâmicas e interações dentro das redes sociais e tecnológicas. A próxima seção será dedicada à descrição das cinco incertezas fundamentais abordadas no livro “Reagregando o Social: uma introdução à teoria do Ator-Rede”.

2.2 Um breve olhar sobre as cinco incertezas da Teoria Ator-Rede

A incerteza é um dos elementos centrais que alimenta a teoria proposta por Latour. Essa teoria enxerga os momentos de produção do social como permeados pela dúvida, pois o estado das coisas e seus significados são constantemente reajustados à medida que os actantes interagem. A indefinição dessas situações surge da dificuldade em prever quais actantes estão envolvidos, quantos são, como agem e quais outros são influenciados a agir (Salgado, 2018).

Para Cavalcante *et al.* (2017, p. 3), “A sociologia das associações não apresenta respostas e sim incertezas quanto à natureza dos grupos, da ação, das coisas, dos fatos e sobre o modo de conhecer e escrever sobre o social [...]”. Latour (2012) trabalha as ciências sociais não por meio de respostas, mas por uma lista de cinco grandes incertezas, as quais incluem questionamentos quanto à forma com que a sociologia tradicional trata a natureza dos grupos ou agrupamentos, das ações, dos objetos, dos fatos e relatos de risco.

Antes de detalhar as incertezas da Teoria Ator-Rede, é importante, esclarecer o significado de “incerteza”. Conforme Callon, Lascoumes e Barthe (2011):

Na verdade, a ciência muitas vezes se mostra incapaz de estabelecer a lista de mundos possíveis e de descrever cada um deles com exatidão. Isso equivale a dizer que não podemos antecipar as consequências das decisões que provavelmente serão tomadas; não temos um conhecimento suficientemente preciso das opções concebíveis [...]. As condições necessárias para que seja relevante falar de risco não são atendidas. Sabemos que não sabemos, mas isso é quase tudo o que sabemos: não há definição melhor de incerteza (Callon; Lascoumes; Barthe, 2011, p. 21, tradução própria).

Segundo Coutinho, Figueiredo e Silva (2016, p. 384), a palavra incerteza faz referência à “incapacidade de antecipar as consequências das decisões que são tomadas. [...], em consequência, não se tem um conhecimento suficientemente preciso das opções possíveis”. Nas subseções que seguem, as cinco incertezas descritas por Latour, serão mais bem detalhadas.

2.2.1 A natureza dos grupos – Não existem grupos, apenas formação de grupos

A primeira fonte de incertezas ou controvérsias, a que Latour refere-se em seu livro, diz respeito à expressão “não existem grupos, tão somente a formação de grupos” (Neves, 2020). A sociologia do social, alvo de críticas por parte de Latour, frequentemente começa suas pesquisas definindo conjuntos. Esses sociólogos partem de conceitos previamente estabelecidos por suas próprias teorias, abordando classes, papéis, organizações, agentes individuais, entre outros. Argumentam que essas delimitações são necessárias para restringir o escopo da investigação, e, portanto, partem do pressuposto de um conglomerado privilegiado, que já existe antes mesmo da análise, com o objetivo de descrevê-lo. Como consequência, os atores são forçados a se encaixarem em grupos predefinidos (Tozzini, 2019).

Contudo, a rede só existirá enquanto houver interatividade. Logo, não há grupo, mas um esforço constante para a formação de grupo, um processo interminável (Latour, 2012). Com sua teoria, Latour afirma que o ponto de partida não deve ser um conjunto predefinido, mas sim a atividade dos actantes. Ao observá-los, percebe-se que eles participam simultaneamente da constituição de diversos agrupamentos, por vezes, até mesmo contraditórios. Esses agrupamentos dos quais fazem parte, são continuamente construídos e desconstruídos, e a cada nova organização, estabelecem-se novas relações. A diferença fundamental entre a sociologia do social e a sociologia das associações é que a primeira foca no grupo, enquanto a segunda se concentra na formação de grupos (de associações). Ademais, enquanto a primeira percebe ordem e estabilidade, a sociologia das associações vê complexidade e dinamismo (Tozzini, 2019).

2.2.2 A natureza das ações – A ação é assumida

Uma ação é marcada pela imprevisibilidade e pela incerteza de tal modo que não é possível saber de antemão o seu resultado, ou seja, o que ela desencadeia e quais actantes agem ou agirão. A ação tem natureza plural, é feita por infinitos actantes e distribuída entre eles. Esse elemento de imprevisibilidade em relação à ação, assim como em relação aos actantes, é fortemente ressaltado na Teoria Ator-Rede (Salgado, 2018). De acordo com Latour:

A ação não ocorre sob o pleno controle da consciência; a ação deve ser encarada, antes, como um nó, uma ligadura, um conglomerado de muitos e surpreendentes conjuntos de funções que só podem ser desemaranhados aos poucos. É essa venerável fonte de incerteza que desejamos restaurar com a bizarra expressão ator-rede (Latour, 2012, p. 72).

Aquilo que motiva determinada ação de um grupo, para a sociologia do social, é visto como sendo uma força oculta que conduz os seus agentes a realizarem uma determinada ação. Em outras palavras, a sociedade, grupo, classe etc., ao qual o agente pertence, é o que determina o modo como ele se comporta. Por outro lado, para os sociólogos de associações, são os actantes que devem ditar seus atos. Ao deixar a ação “nas mãos” dos actantes, ela não é mais algo pré-determinado e constitui-se em uma constante incerteza, o que pode se transformar em incontáveis e alternados movimentos durante o processo de investigação (Tozzini, 2019). Portanto, “A ação deve permanecer como surpresa, mediação, acontecimento (Latour, 2012, p. 74).

Na tese “avaliação de espaços virtuais de comunicação utilizados em redes de aprendizagens *online*”, Neves (2020, p. 93) cita um exemplo dessa indefinição: “Essa segunda fonte de incerteza indica uma possibilidade de o professor induzir os alunos e objetos a fazerem algo que ele queira no ambiente, mobilizando mediadores não humanos na rede de aprendizagem”. Conforme expresso por Latour, a função do pesquisador não é decidir como os actantes devem se comportar ou o que os leva à ação, mas identificar as diversas relações que os actantes criam para si e para com os outros (Tozzini, 2019).

2.2.3 A natureza dos objetos – Os objetos também agem

A terceira fonte de incertezas descrita por Latour está fundamentada no papel frequentemente atribuído aos objetos nas relações sociais (Tozzini, 2019). Na Teoria Ator-Rede, os objetos que participam das interações permanecem abertos. Eles tomam a forma de atores, e junto aos humanos, articulam-se de maneira dinâmica e interativa (Braga, Suarez; 2018). Nesse sentido, mesmo os instrumentos técnicos ou os objetos podem ser considerados como “agentes”; pelo vocábulo de Latour: *atores*, *atuantes* ou *actantes*. Sendo assim, essa incerteza considera que, assim como os humanos, os objetos agem, e sua interação é evidenciada pelos rastros na rede em virtude do poder de modificação (Tozzini, 2019).

Assim, os movimentos e interações revelarão as combinações possíveis entre os diversos actantes, bem como os caminhos a serem seguidos para a formação de uma rede (Neves, 2020). Um exemplo é mencionado por Bruno (2012), segundo o qual, as tecnologias digitais podem configurar-se em dispositivos (objetos) capazes de realizar mediação, ou seja, pela Teoria Ator-Rede passam a atuar como atores (não-humanos) uma vez que configuram ou ordenam parte significativa da experiência que promovem em si, nos outros e no mundo.

2.2.4 A natureza dos fatos

A quarta fonte de incerteza trata da relação entre a ciência e o restante da sociedade (Tozzini, 2019). Esse vínculo é causa de controvérsias constantes (Braga; Suarez, 2018). São as incertezas que envolvem os fatos referentes aos estudos das ciências naturais (Tozzini, 2019). Quanto a essa indefinição, cabe mencionar as palavras de Coutinho, Figueiredo e Silva (2016), segundo os quais:

A proposta de um ensino de ciências voltado para as necessidades e interesses da sociedade pode ser reforçada diante do fato de que a crise das comunidades humanas, tanto local quanto globalmente, torna-se cada dia mais grave. Van Breda (2007), por exemplo, defende que o mundo está passando por uma “polycrise”, uma situação na qual não existe somente um único e grande problema, mas uma série de problemas sobrepostos e interconectados. Para além de uma longa lista de riscos que ameaçam as sociedades atuais, pode-se acrescentar, como se verá, as incertezas produzidas pela ciência e pela tecnologia (Coutinho; Figueiredo; Silva, 2016, p. 383).

De acordo com Latour, quando os *Sciences Studies* se propuseram a explicar a ciência por meio das ciências sociais, eles não consideraram que a elaboração de uma evidência científica pudesse comprometer a objetividade da própria ciência. Ao

investigar os processos de construção dos fatos, esses estudos acreditavam ser possível observar como os agentes humanos preparavam as condições para que um evento fosse reconhecido como uma constatação científica. Era por meio do esforço de criar esses cenários, nos quais seria possível estabelecer um fato científico, que a ciência poderia alcançar sua objetividade (Tozzini, 2019).

A insatisfação de alguns com as explicações oferecidas pelos cientistas sociais sobre a ciência ficou conhecida como “Guerras das Ciências (*Science Wars*)” (Tozzini, 2019). Para Latour, essa expressão se baseia na compreensão de que a ciência estaria separada do restante da sociedade. Por isso, ele não propõe que a atividade da sociologia deva modificar algo na ciência ou revelar algo oculto. A objetividade dos cientistas não é substituída ou abandonada (Latour, 2012). O resultado que se deseja é oposto: “O sociólogo das associações relataria toda a série de mediações que permitem que a objetividade da ciência se mantenha” (Tozzini, 2019, p. 360).

2.2.5 Os relatos de risco

Os estudos realizados sob o rótulo da ciência do social incluem o próprio ato de escrever relatos. Assim, no laboratório de um cientista social, essa tarefa exige perícia e habilidade na escrita para descrever objetivamente as conexões presentes no fenômeno investigado (Braga; Suarez, 2018). O trabalho do sociólogo não se resume a estudar a sociedade apoiada na interação somente entre seres humanos. Pelo contrário, deve abordar as múltiplas relações entre humanos e não humanos e revelar o coletivo que se forma a partir desses vínculos. Tudo isso deve ser realizado com base em uma questão de interesse, detalhar e relatar todos os tipos de atividades e mediações entre os atores (Tozzini, 2019).

Para “[...] Latour, o trabalho do sociólogo é produzir relatos. Relatos, conforme ele, nada mais são do que textos e, tal como o trabalho dos outros cientistas, são artificiais e objetivos ao mesmo tempo” (Tozzini, 2019, p. 361). Por esse motivo:

[...] encerrar um texto de ciência social como relato textual não enfraquece sua pretensão à realidade, mas constitui uma extensão do número de precauções que precisam ser tomadas e das habilidades exigidas dos pesquisadores. [...] Não há motivo para que os sociólogos de associações abandonem essa injunção quando abandonam a sociologia do social ou

quando acrescentam ao debate uma quinta fonte de incerteza, gerada pela escrita de seus próprios estudos (Latour, 2012, p. 187).

Latour defende a proposta de que não há problema em entender a atividade do sociólogo como produtora de relatos, pois todas as outras ciências também os produzem. Além disso, ele faz distinção entre um relato e um relato textual. Enquanto o primeiro trata de “meras histórias”, o segundo estaria vinculado à ideia da procura pela exatidão e a verdade. Logo, a questão a ser considerada é se o trabalho desenvolvido corresponde ou não a um bom relato (Tozzini, 2019). A resposta de Latour é direta “Definirei um bom relato como aquele que tece uma rede” (Latour, 2012, p. 189). Ele complementa, e descreve:

Em palavras mais simples: um bom relato ANT é uma narrativa, uma descrição ou uma proposição na qual todos os atores *fazem alguma coisa* e não ficam apenas observando. Em vez de simplesmente transportar efeitos sem transformá-los, cada um dos pontos no texto pode se tornar uma encruzilhada, um evento ou a origem de uma nova translação. Tão logo sejam tratados, não como intermediários, mas como mediadores, os atores tornam visível ao leitor o movimento do social. Assim, graças a inúmeras invenções textuais, o social pode se tornar de novo uma entidade circulante não mais composta dos velhos elementos que antes eram vistos como parte da sociedade (Latour, 2012. p. 189).

Resumidamente, diante de uma questão de interesse, o pesquisador de associações deve concentrar-se em descrever e relatar todas as atividades e intermediações entre os atores. No contexto da Teoria Ator-Rede, em que cada mediação pode gerar novas mediações, a pesquisa pode parecer interminável, e é exatamente essa a proposta de Latour (Tozzini, 2019).

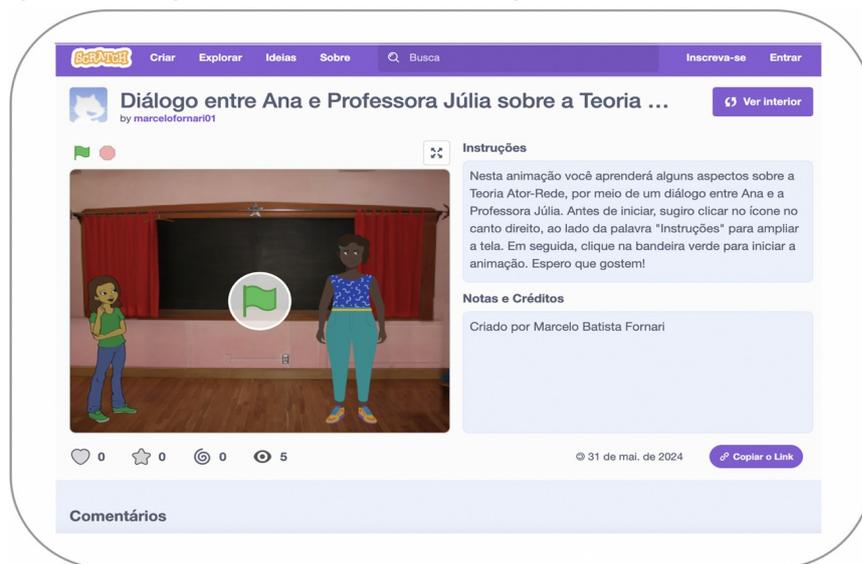
A Teoria Ator-Rede propõe uma visão diferente sobre o coletivo, considerando não apenas as relações entre humanos, mas também as conexões com os não humanos, sejam eles objetos, tecnologias ou outros elementos. Na seção que trata sobre a metodologia empregada nesta investigação, detalho como essas ideias foram utilizadas na estrutura metodológica, em particular na análise dos dados, de modo a articular a teoria discutida nesse capítulo aos objetivos da pesquisa.

SÍNTESE DOS CAPÍTULOS 1 E 2

Neste tópico, apresento uma breve síntese dos dois primeiros capítulos por meio do *Scratch*. O software *Scratch* é um projeto do grupo *Lifelong Kindergarten*, do *Media Lab* do *Massachusetts Institute of Technology*. Essa tecnologia digital pode ser utilizada de forma *on-line* ou *off-line* para apoiar o aprendizado por meio da programação visual, que corresponde a um método de programar com blocos que são encaixados como em um quebra-cabeça (Zanetti *et al.*, 2017).

Para representar o Capítulo 1, que trata do Pensamento Computacional, utilizo o *Scratch* como uma alternativa prática para demonstrar o uso da computação plugada, que corresponde a uma das abordagens para desenvolver o Pensamento Computacional. No que se refere ao Capítulo 2, que aborda a Teoria Ator-Rede, apresento um breve diálogo elaborado no *Scratch* entre duas personagens fictícias: Ana, a aluna, e Júlia, a professora. Elas dialogam sobre elementos centrais que sintetizam as ideias de Bruno Latour e sua visão de “reagregar o social”. A Figura 3 ilustra a página da *Web* de acesso à animação.

Figura 3 – Página da *Web* com a animação desenvolvida no *Scratch*



Fonte: Imagem do autor, elaborada a partir do software *Scratch* (2024).

Para acessar a animação, disponível no banco de projetos do *Scratch*, clique no link <https://scratch.mit.edu/projects/1030262832/> ou aponte a câmera para o QR Code ao lado.



CAPÍTULO 3

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Uma investigação ou pesquisa científica, é usualmente precedida por uma etapa chamada conceitual, que envolve o esboço do problema de estudo, revisão da literatura, definição dos objetivos (geral ou gerais e específicos), entre outros componentes. Posteriormente, segue-se para a fase metodológica ou também denominada de metodologia da pesquisa, a qual engloba elementos éticos, de delineamento metodológico, escolha dos participantes, identificação de variáveis, métodos para construção e análise dos dados (Bortolozzi, 2020).

No âmbito social, as pesquisas costumam utilizar abordagens metodológicas que permitem as ciências sociais reforçarem suas capacidades específicas de persuasão (Bauer; Gaskell; Allum, 2002). Investigações nessa área costumam envolver a análise de questões de pesquisa por meio de “[...] métodos empíricos (p. ex.: perguntas, observação, análise dos dados, etc.). Seu objetivo é fazer afirmações [...] que possam ser generalizadas ou testar essas declarações” (Flick, 2013, p. 18). Além disso, as investigações sociais podem apresentar uma ampla variedade de propósitos, que contemplam desde a descrição de um determinado fenômeno, sua explicação ou mesmo a avaliação de uma intervenção do contexto em estudo (Flick, 2013).

3.1 Caracterização de pesquisas na área de educação/ensino e delineamento metodológico desta pesquisa

As pesquisas em educação/ensino, de modo particular, caracterizam-se por processos com ampla complexidade, imprevisibilidade, pluralidade de ideias e concepções, e que estão em constante mudança. Essas condições conferem às pesquisas desenvolvidas notável identificação com a abordagem qualitativa (Lara; Molina, 2011). Também compreendem uma ampla diversidade de elementos, os quais evidenciam a necessidade de investigações em uma vasta multiplicidade de assuntos (Souza; Kerbauy, 2017).

Neste trabalho, a abordagem qualitativa emerge de maneira proeminente, desde a formulação do problema de pesquisa até os objetivos, tanto gerais quanto específicos, permeando todo o processo de análise das informações produzidas, os resultados obtidos e as discussões realizadas. Em complemento ao delineamento metodológico, este estudo apresenta finalidades exploratórias e descritivas, natureza aplicada, com procedimentos que envolveram a pesquisa de campo do tipo participante.

Por estudar elementos subjetivos do comportamento humano e de construção social, a pesquisa qualitativa tem caráter reflexivo e tende a ser complexa. O que mais a distingue da quantitativa é o fato de envolver a interação dinâmica entre o pesquisador e o objeto a ser estudado, pois, em geral, o participante dificilmente será envolvido na pesquisa quantitativa de forma significativa após a coleta dos dados. Além disso, a pesquisa qualitativa promove maior ênfase na indução, partindo de elementos individuais para prover hipóteses, e de forma cautelosa, possíveis generalizações (Günther, 2006).

Conforme Flick (2009), a pesquisa qualitativa possui relevância particular para os trabalhos que envolvam estudos sobre relações sociais, devido a pluralização de esferas que estão presentes nestes fenômenos. Minayo, Gomes e Deslandes (2010, p. 21) descrevem que “A pesquisa qualitativa responde a questões muito particulares. Ela se preocupa, nas ciências sociais, com um nível de realidade que não pode ou não deveria ser quantificado”. Para Flick (2009), seus principais elementos envolvem a escolha adequada de:

Métodos e teorias convenientes; no reconhecimento e na análise de perspectivas; nas reflexões dos pesquisadores a respeito de suas pesquisas como parte do processo de produção de conhecimento; e na variedade de abordagens e métodos (Flick, 2009, p. 23).

Lösch, Rambo e Ferreira (2023) observam que pesquisas com finalidades exploratórias vêm sendo amplamente usadas para investigar fenômenos caracterizados como complexos na educação. Esse tipo de pesquisa investiga explicações para questionamentos, procura identificar e entender acontecimentos ou fatos no campo da educação que precisam ser averiguados, cujo propósito é envolver o agente que colaborará com o processo de investigação, por meio de reflexões, análise da realidade e produção de conhecimento. Bortolozzi (2020) descreve que pesquisas com finalidades exploratórias visam esclarecer conceitos ou

ideias, para, posteriormente, formular problemas mais precisos ou mesmo para testar hipóteses por meio de novos estudos.

Quanto às pesquisas cujas finalidades são descritivas, essas caracterizam-se por buscar identificar as variáveis fundamentais envolvidas em uma situação ou comportamento específico e descrevê-las em detalhes. Embora possam sugerir relações entre essas variáveis, o objetivo principal não é determinar a natureza precisa dessas relações. Em vez disso, concentram-se em fornecer uma compreensão detalhada do fenômeno em questão dentro do contexto em que ocorre (Bortolozzi, 2020). O propósito descritivo de parte desta pesquisa pode ser evidenciado pelos momentos que envolvem a atuação prática dos participantes. De acordo com Gil (2002, p. 42), “As pesquisas descritivas são, com as exploratórias, as que habitualmente realizam os pesquisadores sociais preocupados com a atuação prática”.

Outro elemento classificatório de uma pesquisa é quanto à sua natureza, característica essa, que abrange duas grandes categorias:

A primeira, denominada pesquisa básica, reúne estudos que tem como propósito preencher uma lacuna no conhecimento. A segunda, denominada pesquisa aplicada, abrange estudos elaborados com a finalidade de resolver problemas identificados no âmbito das sociedades em que os pesquisadores vivem. Embora as duas categorias correspondam a pesquisas que têm propósitos muito diferentes, nada impede que pesquisas básicas sejam utilizadas com a finalidade de contribuir para a solução de problemas de ordem prática. Da mesma forma, pesquisas aplicadas podem contribuir para a ampliação do conhecimento científico e sugerir novas questões a serem investigadas (Gil, 2010, p. 32-33).

Sobre a natureza aplicada de uma pesquisa, Gerhardt e Silveira (2009) descrevem essa característica como sendo o objetivo de estudos voltados para a produção de resultados que promovam a resolução prática para problemas específicos. Enquanto Almeida, Leite e Tuani (2016) definem esse tipo de pesquisa como aquela que visa gerar conhecimentos práticos, focados na resolução de problemas específicos e relacionados a interesses pontuais.

Quanto aos procedimentos, as pesquisas de campo abrangem investigações que, para além da revisão bibliográfica ou documental, também contemplam a constituição de dados, que poderá incluir diferentes tipos de estudo, entre os quais: a pesquisa *ex-post-facto*⁹, a pesquisa participante, a pesquisa-ação, entre outras. No

⁹ A pesquisa *ex-post-facto* tem por objetivo investigar possíveis relações de causa e efeito entre um determinado fato identificado pelo pesquisador e um fenômeno que ocorre posteriormente. A principal característica deste tipo de pesquisa é o fato de os dados serem coletados após a ocorrência dos eventos (Gerhardt; Silveira, 2009, p. 38, *apud* Fonseca, 2002, p. 32).

caso da pesquisa participante, uma de suas principais características é a identificação e o envolvimento do pesquisador com as pessoas investigadas (Gerhardt; Silveira, 2009). Comparando as investigações de campo em relação àquelas que implicam levantamento, as primeiras têm como diferencial o fato de que “[...] o planejamento do estudo de campo apresenta muito maior flexibilidade, podendo ocorrer mesmo que seus objetivos sejam reformulados ao longo da pesquisa” (Gil, 2002, p. 53). Ademais, as pesquisas de campo caracterizam-se por interpelações diretas, com a coleta de dados dentro do contexto de estudo (Almeida; Leite; Tuani, 2016). A seção seguinte abordará elementos relacionados aos participantes envolvidos nesta investigação.

3.2 Participantes da pesquisa

A amostra desta pesquisa caracteriza-se por ser não probabilística, composta por doze professores da Educação Básica, provenientes tanto da rede pública quanto da rede privada, que atuam em municípios da Região Oeste do Paraná e que se inscreveram voluntariamente no curso Pensamento Computacional no Ensino de Ciências. Nesse grupo, há educadores de três municípios, designados como “*Município 1, Município 2 e Município 3*”. Para resguardar o anonimato, a privacidade e o sigilo, os participantes foram identificados por um código formado por uma letra maiúscula do alfabeto português seguido por um número cardinal, ambos escolhidos de forma aleatória, como, por exemplo, “F6”, utilizado para discernir um dos participantes da pesquisa.

O curso de formação “Pensamento Computacional no Ensino de Ciências” está vinculado ao projeto de extensão “Formação Docente para o Ensino de Ciências e Biologia” e ao projeto de pesquisa “Retrato da Formação Docente para o Ensino de Ciências, Biologia e Saúde”. Ambos contemplam ações subsidiadas por atividades de caráter multidisciplinar. O projeto de pesquisa, adicionalmente, compreende investigações de cunho científico e fora submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Unioeste, via Plataforma Brasil, no ano de 2022, e aprovado conforme Pareceres nº 5.303.276 21 de março de 2022 e 6.052.859 de 11 de maio de 2023. As pesquisadoras responsáveis são as

Professoras Dras. Alessandra Crystian Engles dos Reis, Solange de Fátima Reis Conterno e Fernanda Aparecida Meghioratti.

O processo de apresentação e divulgação do curso foi realizado por meio da utilização de grupos de *WhatsApp*, onde foram compartilhadas informações e convites para participação, além de visitas presenciais em algumas escolas, com o objetivo de esclarecer dúvidas e incentivar o engajamento dos professores na formação. A colaboração dos educadores na pesquisa foi voluntária e ocorreu mediante condições descritas no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Apêndice A), que é um dos documentos integrantes do Projeto de Pesquisa “Retrato da Formação Docente para o Ensino de Ciências, Biologia e Saúde”. Na seção seguinte estão descritos os instrumentos utilizados para a constituição dos dados mencionados no projeto de pesquisa e aprovados para utilização pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos.

3.3 Constituição dos dados

Os instrumentos utilizados para a constituição dos dados desta pesquisa envolveram a aplicação de Questionários (QT) – vide Apêndice B –, Gravações Audiovisuais (GAV), *in loco* nos encontros presenciais, e pelo Microsoft Teams Meeting® para os virtuais síncronos, além da elaboração de Diários de Campo (DC) dos dois primeiros encontros.

Parte das questões que integram os questionários foram extraídas na íntegra do Guia EduTec (2023), mediante prévia autorização pelo Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB), ou parcialmente modificadas para atender aos objetivos dessa pesquisa. Os questionários foram validados pelos membros do Grupo de Pesquisa em Educação em Ciências e Biologia (GECIBIO) da Unioeste Cascavel, no dia 10 de outubro de 2023, por meio da aplicação e análise das perguntas que os constituem. Os apontamentos e sugestões para alterações ou correções foram avaliados em conjunto com as professoras-orientadoras dessa dissertação, para, posteriormente, serem implementados em campo.

Os seis questionários (Apêndice B) estão estruturados em oito blocos e foram aplicados durante os dois primeiros encontros do curso de formação. Essa estrutura foi realizada para agrupar questões em conjuntos, que contemplam perguntas para

responder aos diferentes estratos da pesquisa, como: dados pessoais acerca da formação e atuação profissional dos participantes, percepção sobre as expressões “Pensamento Computacional” e “Computação Desplugada”, entre outros elementos. Essa segmentação em blocos não possui, obrigatoriamente, relação direta com os objetivos específicos da pesquisa, e foi realizada, exclusivamente, para facilitar o posterior processo de análise e interpretação das informações.

A divisão em seis questionários foi feita para subsidiar alguns dos propósitos da pesquisa e para equilibrar a relação entre número de questões e o tempo de duração de cada encontro, considerando a realização das explanações, discussões e das atividades expositivas e teórico-práticas formuladas para o curso. Os momentos de aplicação dos questionários foram pensados levando em conta dois fatores: não comprometer a investigação dos objetivos da pesquisa e a relação entre o tempo para o preenchimento *versus* as ações planejadas para o curso.

Em consideração às condições mencionadas, os questionários 1 e 2 foram aplicados no início do primeiro encontro, logo após as boas-vindas e breve explicação sobre o que seria abordado em cada ocasião do curso, ao passo que, os demais questionários foram aplicados em diferentes momentos do segundo encontro. Excepcionalmente, dois dos participantes os preencheram no terceiro encontro, pois não estiveram presentes no segundo. Outros dois professores participaram somente do primeiro e responderam unicamente os questionários 1 e 2. Especificamente, foram utilizados apenas esses dois para atender aos objetivos dessa dissertação.

A transcrição das gravações foi realizada por meio da plataforma *on-line* Transkriptor® para converter os arquivos audiovisuais em arquivos editáveis; esses foram analisados e os trechos selecionados com base em sua relevância, tendo em vista os objetivos específicos. Aqueles com vícios de linguagem foram corrigidos a fim de facilitar a compreensão, a análise e a posterior discussão dos resultados, sem alterar o sentido.

Todos os documentos, tanto os físicos quanto os virtuais, ficarão em posse dos responsáveis pela pesquisa por, no mínimo, cinco anos, com os devidos cuidados para preservar a confidencialidade dos dados e resguardar o anonimato dos participantes.

3.4 Caracterização do curso Pensamento Computacional no Ensino de Ciências

O curso “Pensamento Computacional no Ensino de Ciências” com certificação de 25 horas pela Unioeste Cascavel foi concebido com o objetivo de auxiliar na formação de professores da Educação Básica, e buscou promover uma integração entre teoria e prática no contexto educacional. Inicialmente, foram registradas 23 (vinte e três) inscrições, das quais 12 (doze) integrantes compareceram ao primeiro encontro. A frequência aos eventos oscilou entre 8 (oito) e 12 (doze) participantes. O curso, realizado entre novembro de 2023 e março de 2024, decorreu em quatro encontros, sendo os três primeiros realizados de forma presencial, proporcionando aos participantes uma experiência de aprendizagem direta e interativa. O quarto e último ocorreu de forma virtual síncrona, via Microsoft Teams Meeting®. Essa abordagem híbrida está sintetizada no Quadro 1, que resume a estrutura, formato e as principais ações desenvolvidas em cada encontro do curso de formação.

Quadro 1 – Encontros, datas e resumo das ações desenvolvidas durante o curso Pensamento Computacional no Ensino de Ciências

(continua)

Encontros	Data	Resumo das Ações Desenvolvidas
1º Encontro Presencial	07/11/2023	1) Acolhida; 2) Apresentação do curso; 3) Aplicação do questionário inicial; 4) Apresentação e discussão das normas da BNCC, do estado do Paraná e dos municípios onde os participantes atuam profissionalmente, referentes ao PC; 5) Atividade teórico-prática desplugada.
2º Encontro Presencial	23/11/2023	1) Histórico do PC; 2) Continuidade do questionário; 3) Pilares conceituais do PC e abordagens plugadas e desplugadas; 4) Atividade teórico-prática desplugada.
3º Encontro Presencial (1ª Etapa)	01/12/2023	1) Apresentação do <i>software Scratch</i> e de seus comandos básicos; 2) Atividade teórico-prática desplugada; 3) Atividade teórico-prática plugada, por meio do <i>Scratch</i> .
3º Encontro Presencial (2ª Etapa)	08/12/2023	

(conclusão)

Encontros	Data	Resumo das Ações Desenvolvidas
4º Encontro Virtual (1ª Etapa)	19/02/2024	1) Apresentação e socialização das atividades sugeridas pelos participantes; 2) Encerramento do curso.
4º Encontro Virtual (2ª Etapa)	06/03/2024	

Fonte: Dados da Pesquisa (2024).

O terceiro e quarto encontros ocorreram em duas etapas, contando com os mesmos conteúdos e procedimentos metodológicos em ambas as datas. Essa segmentação foi organizada para aumentar a participação dos professores inscritos, levando em consideração que alguns tinham compromissos escolares ou pessoais em uma das datas. Por consequência, essa abordagem flexível foi importante para garantir uma ampla participação e engajamento dos educadores ao longo do curso.

As temáticas das atividades teórico-práticas foram selecionadas considerando a familiaridade dos pesquisadores com os temas e conteúdos do Ensino de Ciências trabalhados; a fim de contemplar, também foram distribuídas ao menos uma atividade para cada etapa: Ensino Fundamental I, Ensino Fundamental II e Ensino Médio. A seguir, nas subseções, são descritos os temas explorados, as metodologias empregadas e as experiências teórico-práticas proporcionadas aos participantes, possibilitando uma compreensão da trajetória formativa desenvolvida durante o curso.

3.4.1 Primeiro encontro do curso Pensamento Computacional no Ensino de Ciências

Os instantes iniciais do primeiro encontro foram dedicados à recepção aos participantes, com a equipe organizadora dando as boas-vindas e apresentando os palestrantes e demais membros do grupo de apoio. Em seguida, foi realizada uma breve introdução dos temas que seriam abordados durante o curso, das atividades programadas e da dinâmica geral dos encontros. Ao final dessa etapa, foi explicado que o curso incluiria a coleta de dados para uma pesquisa de mestrado em

andamento. Os participantes foram informados sobre o objetivo desta pesquisa, sua importância e como suas contribuições seriam essenciais para o estudo. Foi enfatizado que a colaboração era voluntária e que eles poderiam contribuir, caso se sentissem à vontade.

Foram distribuídas cópias impressas do TCLE e dos dois primeiros questionários aos participantes. O TCLE foi projetado no quadro para uma leitura conjunta. Em seguida, foram convidados a contribuir com a pesquisa, se assim desejassem. Foi-lhes concedido um tempo de aproximadamente 30 minutos para que pudessem reler o termo, preencher e assinar o documento, além de responder às perguntas dos questionários.

Posteriormente, seguiu-se com uma breve explanação sobre as diretrizes que regulam o ensino do Pensamento Computacional na Educação Básica. Foram abordados os trechos da BNCC de 2018 para o novo Ensino Médio que tratam sobre o tema, além do Complemento à Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2022) que versa sobre o Ensino de Computação. Desse último documento, salvo o Pensamento Computacional, foi percorrido brevemente sobre os outros dois eixos que compõem o Ensino de Computação: mundo digital e cultura digital. Por fim, foi apresentado o Caderno de Itinerários Formativos do estado do Paraná de 2023 (Paraná, 2023), especificamente sobre a unidade curricular do Pensamento Computacional no contexto do Novo Ensino Médio.

Ao final dessa etapa, foram projetadas no quadro duas questões para discussão: 1) Como está a implementação do Complemento de Computação na(s) escola(s) em que você trabalha? 2) Em relação ao Pensamento Computacional, como e por quais profissionais está sendo lecionado na(s) escola(s) em que você trabalha? Os participantes foram convidados a compartilhar, para uma análise coletiva, informações pertinentes às questões colocadas em debate, caso as possuíssem. É importante destacar que essas foram apenas duas perguntas iniciais lançadas para abrir a discussão.

À medida que os participantes expressavam suas opiniões, outros tópicos foram levantados, como as condições de infraestrutura dos laboratórios de informática/computação e de ciências. Além disso, os palestrantes também buscaram explorar, caso surgissem evidências, a possibilidade de articulação entre o Pensamento Computacional e o Ensino de Ciências e Biologia (ou Ciências da

Natureza e suas Tecnologias, conforme a nomenclatura que abrange o ensino de biologia no contexto do novo Ensino Médio).

Depois dessa etapa, os palestrantes explicaram sobre o conceito e pilares do Pensamento Computacional. Em seguida, foi realizada a primeira atividade teórico-prática, um jogo de tabuleiro que abordou a importância da polinização e o papel crucial das abelhas nesse processo. A estratégia do jogo foi baseada no vídeo “Programação desplugada!”, referenciado por Cunha (2020). A partir dele, a atividade desplugada foi elaborada de forma articulada ao Ensino de Ciências, como uma alternativa que possibilitasse aos participantes explorar o conceito e os pilares do Pensamento Computacional integrados aos conhecimentos científicos. A descrição detalhada, com as orientações entregues aos participantes, encontra-se no apêndice C.

3.4.2 Segundo encontro do curso Pensamento Computacional no Ensino de Ciências

O segundo encontro começou com uma breve revisão da atividade desplugada realizada no anterior. Posteriormente, foram explicados conceitos de termos como analógico, digital, informática e computação. A concepção de Pensamento Computacional foi retomada, sendo apresentada aos participantes as versões descritas na literatura por diferentes autores e instituições, bem como os pilares que o compõem e as diversas formas de representar o pilar do algoritmo. O encontro também incluiu explicações sobre o histórico do Pensamento Computacional e dos computadores.

Dando continuidade, foi realizada a segunda atividade teórico-prática, também desplugada, que abordou conceitos básicos de filogenia e a interpretação de cladogramas. A filogenia emprega representações gráficas, tais como cladogramas e árvores filogenéticas para detalhar as relações evolutivas entre os seres vivos. Essas representações são importantes, pois por meio delas é possível visualizar as características compartilhadas e exclusivas de cada grupo biológico, o que proporciona uma visão abrangente das interações evolutivas e dos processos que moldaram a diversidade biológica ao longo do tempo (Souza; Rocha, 2015).

Assim como na primeira atividade, foi efetuada uma breve explicação teórica em que foram abordados temas como, o que é filogenia, plesiomorfia, apomorfia, sinapomorfia e autopomorfia. Também foram apresentados exemplos de parentescos e suas apomorfias, representados por cladogramas, para demonstrar os componentes básicos de um cladograma: raiz, ramo e nó. Em seguida, foi realizada a atividade desplugada, elaborada a partir dos fundamentos teóricos descritos no artigo de Menezes Júnior e Silva (2023).

Sob a orientação dos palestrantes, os participantes foram desafiados a resolver um problema teórico-prático, aplicando os conceitos e explicações sobre filogenia e cladograma. A tarefa incluiu a identificação da ordem evolutiva correta de um grupo fictício de joaninhas, conforme descrito no artigo citado no parágrafo anterior. Após essa etapa inicial, os participantes foram instigados a estruturar o passo a passo para a resolução do problema, utilizando a lógica do Pensamento Computacional e fundamentando-se em seus quatro pilares. O roteiro com as instruções básicas, entregue aos participantes, encontra-se no apêndice D.

3.4.3 Terceiro encontro do curso Pensamento Computacional no Ensino de Ciências

Esse encontro presencial foi segmentado em duas etapas, ambas abordando a mesma temática e incluindo a implementação de duas atividades teórico-práticas sobre conceitos básicos de genética e expressão gênica. Uma dessas delas foi conduzida de forma desplugada, enquanto a outra, plugada, foi realizada por meio da plataforma *Scratch*. Durante as explicações feitas antes das atividades práticas, foram apresentados concepções sobre a constituição e estrutura do DNA, mutações genéticas e expressão gênica.

A primeira atividade, desplugada, consistiu no desenvolvimento da segunda proposta descrita por Santos *et al.* (2022) sobre o albinismo em macacos-prego (*Sapajus apella*). O objetivo foi identificar, entre um grupo de quatro sequências de DNA, qual ou quais dessas sequências poderiam apresentar mutações capazes de interromper (*stop codon*) a expressão gênica do gene que codifica para a enzima tirosinase. Essa enzima atua na transformação da tirosina em melanina e está associada à manifestação do albinismo em indivíduos com alterações em sua

expressão (Santos *et al.*, 2022). Depois de identificada a sequência (indivíduo) albina, os participantes foram solicitados a resolver o problema utilizando os princípios do Pensamento Computacional. Ao final, deveriam construir um algoritmo na forma de um diagrama que estruturasse a resolução do problema em questão.

Já a quarta e última atividade teórico-prática do curso, desenvolvida por meio da abordagem plugada, foi realizada utilizando *notebooks*. Os professores foram orientados a fazer o *download* prévio do *Scratch* diretamente na plataforma do projeto para que o exercício fosse conduzido de forma *off-line*. Durante o encontro, foram ensinados os comandos básicos do programa, que usa uma estrutura em blocos. Em seguida, os participantes deveriam criar uma história, com pelo menos dois personagens, por meio de um diálogo sobre a estrutura do DNA. Essa história poderia ser elaborada fazendo uso de textos, imagens ou vídeos. Após a conclusão, houve um tempo reservado para compartilhar os resultados e discutir como os pilares do Pensamento Computacional estavam integrados na atividade.

Para essa etapa, tal qual o roteiro entregue aos participantes na primeira dinâmica do encontro, seguiu-se a descrição da atividade desplugada mencionada anteriormente por Santos *et al.* (2022). Por outro lado, as instruções referentes à proposta realizada por meio do *Scratch* foram transmitidas exclusivamente de forma oral.

3.4.4 Quarto encontro do curso Pensamento Computacional no Ensino de Ciências

O último encontro foi realizado em duas etapas. Ambas ocorreram de forma *on-line* síncrona por meio do Microsoft Teams Meeting®; trataram do mesmo assunto e empregaram a mesma abordagem pedagógica. Nestes momentos, os participantes compartilharam propostas e sugestões para desenvolver atividades, plugadas ou desplugadas, que incorporassem o Pensamento Computacional na resolução de problemas pertinentes ao Ensino de Ciências ou Biologia. Também se proporcionou um espaço para discussões sobre os desafios, oportunidades e a importância de articular o Pensamento Computacional no Ensino de Ciências.

Ao final, foram feitos agradecimentos pela contribuição de todos os participantes, equipe de apoio e membros externos que colaboraram para a realização do curso.

3.5 Método de análise dos dados

A realidade é formada por uma rede complexa com múltiplas variáveis envolvidas. Quando se deseja explicar algo, seja um fenômeno ou assunto, material ou imaterial, com base em suas propriedades visíveis ou inobserváveis, em suas qualidades ou relações com outras variáveis, o fato é que será necessário decidir, diante de uma multiplicidade de possibilidades, quais elementos serão levados em consideração (Tozzini, 2019).

Para a análise dos dados na presente pesquisa, foram utilizados os pressupostos da Teoria Ator-Rede como referência teórico-metodológica, na qual as variáveis são compreendidas como atores ou actantes, e evidenciadas por meio das múltiplas conexões e translações que podem brotar e serem performadas entre esses atores. Entretanto, realizar estudos em ciências sociais no estilo da Teoria Ator-Rede não se constitui em algo trivial. Pelo contrário, caracteriza-se por ser uma tarefa desafiadora, pois envolve constantemente a incerteza em relação à natureza dos atores ou actantes, dos agrupamentos, das ações, dos objetos, dos fatos e à maneira de conhecer e escrever sobre o social (Milanês, 2021).

De modo geral, os pesquisadores preferem os extremos ao invés do equilíbrio. Essa condição pode ser observada pelo modo diferenciado que costumam tratar os atores humanos em comparação aos não humanos. Na Teoria Ator-Rede, ao contrário, o equilíbrio é evocado a partir do princípio da simetria. Contudo, buscar essa igualdade não significa tratar com equivalência os diferentes atores que compõem determinada rede, ou mesmo excluir um ator em detrimento de outro. Por exemplo, os não humanos em suas relações com os humanos, são usualmente tratados como intermediários, não sendo reservado para aqueles o caráter de mediador (Camillis; Bussular; Antonello, 2016). Não é essa a premissa de Latour, evidenciada na Teoria Ator-Rede pelo princípio da simetria (conformidade, igualdade) entre humanos e não humanos, segundo a qual, foi desenvolvido o percurso dessa análise.

Para tanto, a abordagem por meio da Teoria Ator-Rede exige a capacidade de observar a realidade social pela concepção de uma rede de associações, originada no mapeamento das interações coletivas produzidas pelos próprios atores, intermediários e mediadores, oriundas da riqueza das descrições de seus rastros (Braga; Suarez, 2018). Para Melo (2011), essas articulações proporcionam mais oportunidades de produzir “objetos” novos em relação ao modelo de ciência atual, que busca a exatidão da réplica e, conseqüentemente, cai na repetição, por vezes desnecessária e infrutífera.

As associações, por sua vez, são mais férteis na produção de diferenciações e, assim, muito mais ricas para a Teoria Ator-Rede. Portanto, “Um bom relato seria, então, aquele que é capaz de tecer uma rede” (Latour, 2012, p. 189). Rede essa, elaborada a partir de uma narrativa bem detalhada e descritiva dos fatos e das ações dos actantes, abordando, de modo especial, os mediadores e sua capacidade de influenciar a ação dos demais actantes (Braga; Suarez, 2018).

A Teoria Ator-Rede apresenta uma série de argumentos que justificam seu uso como referencial metodológico para estudos em diversas áreas do conhecimento. Em primeiro lugar, enfatiza as relações e interações entre atores humanos e não humanos, oferecendo uma compreensão mais abrangente dos fenômenos, inclusive dos educacionais (Melo, 2011). Angeluci e Cacavallo (2017) enfatizam essa relevância ao utilizarem a Teoria Ator-Rede aplicada ao processo de aprendizagem híbrida. Tal condição não me parece diferente no contexto do Ensino de Ciências, em que essa abordagem permite analisar como elementos diversos, especificamente estudantes, professores, tecnologias e currículos, interagem e influenciam uns aos outros, proporcionando uma visão mais ampla e detalhada das práticas didáticas.

Além do mais, ao descentralizar o foco no indivíduo, reconhecendo o papel das infraestruturas, políticas educacionais e tecnologias nos processos de ensino e de aprendizagem, a Teoria Ator-Rede ajuda a compreender como fatores externos moldam a educação, oferecendo uma visão abrangente e integrada. Outro ponto relevante é sua capacidade de mapear controvérsias e conflitos. Ao seguir as associações e disputas entre distintos atores, os pesquisadores podem identificar pontos de tensão e entender como interesses e perspectivas variadas influenciam as

atuações e políticas educacionais. Isso é crucial para um campo que busca compreender e melhorar suas condutas que são diversificadas e complexas.

Além disso, a flexibilidade e o dinamismo da Teoria Ator-Rede são particularmente adequados para capturar a natureza em constante evolução das práticas de ensino e da formação docente, como salientam Angeluci e Cacavallo (2017). A Teoria Ator-Rede não se prende a categorias fixas, permitindo acompanhar o movimento e as transformações das redes educacionais ao longo do tempo (Milanês, 2021). Também, a ênfase na descrição detalhada dos fenômenos facilita a produção de conhecimento baseado em dados observáveis. No contexto do Ensino de Ciências e da formação de professores, isso é fundamental para desenvolver análises consistentes e evitar interpretações de caráter especulativo dos processos pedagógicos.

Diante do exposto, considera-se que a Teoria Ator-Rede com sua capacidade de mapear e analisar as redes de relações, oferece um arcabouço consistente para investigar como o Ensino de Ciências é mediado por tecnologias digitais e de como o Pensamento Computacional pode ser incorporado nas práticas pedagógicas, ao mesmo tempo em que considera os fatores sociológicos que moldam essas práticas. Ao rastrear como novas ideias e tecnologias são adotadas e adaptadas, é possível oferecer percepções valiosas sobre processos de mudança e melhoria na educação científica. Assim, com seu enfoque descritivo e inclusivo, fornece uma base metodológica consistente, promissora (Coutinho *et al.*, 2016) e transformadora para as pesquisas educacionais, ao possibilitar a análise das associações entre atores humanos e não humanos.

Os diversos motivos discutidos nesta seção e nos capítulos anteriores formam a base teórica que sustenta esta investigação. Essas razões, que abrangem uma ampla gama de questões e perspectivas, convergem para uma compreensão integrada das inter-relações entre o Ensino de Ciências, as tecnologias digitais, o Pensamento Computacional e os componentes sociológicos do ambiente educacional. Essa confluência de fatores demonstra a complexidade e a interconexão dos elementos envolvidos, justificando, assim, a escolha da Teoria Ator-Rede como a abordagem metodológica adequada ao contexto e objetivos desta pesquisa.

Portanto, na seção seguinte, está apresentada uma descrição do percurso metodológico seguido nesta investigação, percurso esse que está fundamentado nas premissas da Teoria Ator-Rede e delineado para refletir a complexidade das associações entre os diversos elementos estudados.

3.5.1 Construção metodológica desenvolvida para a análise dos dados dessa pesquisa

A Teoria Ator-Rede, como um referencial metodológico, permeia a ideia segundo a qual o pesquisador deve examinar o fenômeno mantendo o foco na realidade coletiva investigada, nas ações dos atores e sobretudo na riqueza das descrições, sem recorrer a julgamentos, predefinições ou contradições fundamentadas em conceitos prévios. Dessa forma, o estudo adota uma perspectiva ampliada, possibilitando que o não humano também contribua para a compreensão do humano, sempre levando em conta a realidade coletiva e as peculiaridades do fenômeno ou questão de pesquisa (Braga; Suarez, 2018). A ideia de que essa teoria possui um viés muito mais descritivo do que teórico, no sentido de explicar os porquês dos acontecimentos (Neves, 2020), também é defendida por outros estudiosos, a exemplo de Law (2009) e Mol (2010).

Como já mencionado, na Teoria Ator-Rede, nenhuma entidade é delineada essencialmente. Portanto, um dos primeiros passos do pesquisador é definir cuidadosamente “[...] o(s) actante(s) – (por exemplo, pessoa, grupo, ideia, conceito, objeto, material, plantas, animais etc.) – que serão seguidos” (Coutinho; Viana, 2019, p. 19). Essa designação não é fixa, mas dinâmica, reconhecendo que as entidades adquirem significado e relevância dentro das redes de relações em que estão inseridas. Redes essas que são compreendidas por actantes, que podem ser humanos ou não humanos, e cuja importância é determinada pelas relações e influências que exercem dentro da rede (Coutinho; Viana, 2019).

Portanto, ao acompanhar de maneira atenta o desenrolar das ações nas redes à luz dos conceitos de mediador e intermediário, é possível observar quando os actantes estabelecem novas alianças, assim como quando um fato se solidifica (Malvezzi; Nascimento, 2020). Dessa forma, ao transpor os cuidados delineados por Latour aos processos de ensino e aprendizagem, Melo (2011) conduz a uma análise

ponderada e amplia a discussão, alinhando a Teoria Ator-Rede ao contexto educacional. A autora ressalta a importância de uma abordagem reflexiva e dinâmica na condução do processo educativo. Nesse ínterim, destaca a necessidade de os educadores estarem atentos às nuances e complexidades que permeiam o ambiente de aprendizagem, uma vez que:

Aprender significa estarmos disponíveis para realizar uma boa quantidade de traduções empreendidas a partir das relações que estabelecemos com elementos variados, nesta empreitada em que humanos e não humanos não são meros intermediários, mas ativos mediadores (Melo, 2011, p. 185-186).

Sua observação não apenas enfatiza a necessidade de documentar e acompanhar os movimentos dos agentes educacionais, mas também destaca a importância de uma postura aberta e receptiva às transformações. Ao reconhecer a dinâmica inerente a esses processos, Melo (2011) instiga os educadores a adotarem uma abordagem flexível e adaptativa, capaz de promover uma educação significativa e transformadora para os alunos.

Nessa perspectiva, procuramos construir à luz da Teoria Ator-Rede, um percurso metodológico com vistas a descrever as interações entre os distintos actantes envolvidos nas redes sociotécnicas constituídas ao longo dos *Momentos* (etapas) do curso de formação docente “Pensamento Computacional no Ensino de Ciências”. A primeira seção dos resultados e discussões não está amparada na Teoria Ator-Rede e abrange uma descrição simples dos participantes implicados na pesquisa. As demais seções que tratam dos *Momentos* do curso de formação estão estruturadas nos fundamentos da Teoria Ator-Rede, conforme detalhado na subseção seguinte.

3.5.1.1 Análise metodológica dos distintos *Momentos* do Curso de Formação à luz da Teoria Ator-Rede

A investigação dos dados amparados na Teoria Ator-Rede foi conduzida de forma sequencial, considerando a ordem cronológica do curso, com a intenção de responder aos objetivos específicos que coincidem com a ordem com que o curso foi realizado. Para tanto, partimos dos conceitos de mediador (actantes – agentes e objetos – que provocam modificações) e intermediário (actantes que reproduzem as ações sem modificá-las) identificados durante a realização dos encontros. Essa

análise foi guiada de modo a evidenciar as translações existentes entre os actantes identificados durante as diversas etapas do curso, com vistas a refletir sobre os objetivos da pesquisa.

Portanto, os atores – humanos e não humanos – que compõem o curso de formação de professores ministrado, serão gradualmente demonstrados nas seções seguintes, considerando a presença dos actantes mediadores e intermediários, a formação de agrupamentos e os objetivos específicos que permeiam o desenvolvimento dessa investigação. O Quadro 2 mostra a segmentação das etapas ou *Momentos* do curso e a relação com os objetivos específicos da pesquisa.

Quadro 2 – Relação entre os Momentos do curso e os objetivos específicos da pesquisa

Momentos do Curso	Objetivos Específicos da Pesquisa
<p style="text-align: center;"><i>Momento 1</i> (Primeiro Encontro)</p>	<p>Descrever e analisar as compreensões iniciais dos participantes sobre o Pensamento Computacional associadas ao Ensino de Ciências no contexto do curso de formação continuada.</p>
<p style="text-align: center;"><i>Momento 2</i> (Primeiro Encontro)</p>	<p>Conhecer como está a implementação de alguns documentos que orientam o ensino do Pensamento Computacional na Educação Básica e sua articulação com o Ensino de Ciências sob a ótica dos participantes do curso.</p>
<p style="text-align: center;"><i>Momento 3</i> (Primeiro, Segundo e Terceiro Encontros)</p>	<p>Propor, desenvolver e analisar atividades teórico-práticas planejadas que articulem o Pensamento Computacional e o Ensino de Ciências.</p>
<p style="text-align: center;"><i>Momento 4</i> (Primeiro, Segundo, Terceiro e Quarto Encontros)</p>	<p>Analisar, à luz da Teoria Ator-Rede, as redes sociotécnicas constituídas ao longo do curso e os processos de tradução que emergem das compreensões sobre o Pensamento Computacional no Ensino de Ciências.</p>

Fonte: Dados da Pesquisa (2024).

Os diversos actantes envolvidos nos *Momentos* do curso foram evidenciados a partir da **formação de grupos ou agrupamentos**. As interações e relações observadas foram descritas com base nos rastros deixados por esses actantes. Os rastros, demonstrados pelas correlações de translação e outras conexões, foram analisados tendo como guia o objetivo específico em questão e as interações

verificadas pela formação dos distintos agrupamentos envolvidos nas redes sociotécnicas.

Um ponto de atenção especial para o investigador que utiliza a Teoria Ator-Rede é o conceito de “Agrupamentos”, que se refere aos actantes reunidos. Identificar um “agrupamento” pode ser uma tarefa complexa, já que eles têm uma tendência a modificar seus limites, incorporar novos membros e alterar ou reformular suas fronteiras constantemente. Segundo Latour “[...] não há grupos, apenas formação de grupos” (Latour, 2012, p. 49). Além disso, em qualquer momento, um actante pode pertencer a mais de um agrupamento simultaneamente, o que coloca um nível de complexidade adicional a esse processo (Coutinho; Viana, 2019).

O desafio de identificação dos agrupamentos é mais uma das razões que justificam a segmentação da análise em *Momentos*, pois dessa maneira, torna-se possível captar melhor as dinâmicas e interações dentro e entre os agrupamentos e os actantes que os compõem, favorecendo uma compreensão mais detalhada da rede de relações em estudo.

Para compreender as relações supracitadas, foram considerados os seguintes elementos: a) Identificação dos Actantes: Descrever quem são os actantes envolvidos; b) Mapeamento das Relações: Descrever como os agrupamentos formados estão conectados, incluindo os tipos de vínculos e interações entre eles; c) Formação dos Agrupamentos: Analisar como os agrupamentos se formam e como seus limites mudam ao longo dos diferentes *Momentos* analisados; d) Dinâmica das Transformações: Explorar as mudanças dentro dos agrupamentos, como a entrada de novos membros e a saída de membros antigos (ao longo dos diferentes *Momentos*); e, e) Impacto das Relações: Examinar o efeito das associações nas ações dos actantes/agrupamentos na configuração geral da rede. Essa estrutura, desenvolvida de maneira predominantemente descritiva, consiste em quatro etapas:

- *Primeira Etapa*: Inicialmente foi feita uma representação da estrutura sociotécnica, tendo como ponto de partida a formação dos agrupamentos, a qual fora estruturada a partir dos rastros deixados pelos diversos actantes envolvidos, quer sejam humanos ou não humanos. Em seguida, foi traçada uma perspectiva para ilustrar como esses rastros contribuíram

para a configuração dos agrupamentos, e assim, oferecer uma visão das dinâmicas que formam a rede.

- *Segunda Etapa:* Posteriormente foi descrita a natureza dos actantes e das relações estabelecidas entre os diferentes agrupamentos formados, focando nas interações entre os intermediários e os mediadores, evidenciando as conexões e translações que ocorrem entre os diferentes agrupamentos da rede. A análise se aprofundou nessas interações, destacando como os mediadores influenciam as relações e como os intermediários desempenharam seus papéis na coesão e funcionalidade da rede sociotécnica.
- *Terceira Etapa:* Foi realizada uma descrição das evidências que se relacionam com o objetivo específico do *Momento* analisado. Essas foram contextualizadas para demonstrar como as interações observadas se alinham com o objetivo específico, oferecendo uma compreensão sobre as dinâmicas descritas. Além disso, essa etapa serviu para conectar as observações e análises anteriores ao objetivo geral em estudo. Ademais, discutiram-se os resultados obtidos com diferentes referenciais bibliográficos, visando a uma interpretação contextualizada à luz das fundamentações teóricas. Especificamente, os dois primeiros *Momentos* focaram em discussões de tópicos tratados no primeiro capítulo teórico deste trabalho, enquanto o terceiro *Momento* mesclou componentes dos capítulos 1 e 2. Já o quarto e último *Momento* trouxe à baila, principalmente, o segundo capítulo teórico, abordando elementos adicionais que refletem as ideias de Bruno Latour, com ênfase na classificação das associações. Nesse contexto, exploraram-se as noções de mediadores fortes e fracos e sua influência na rede sociotécnica do curso de formação de professores.
- *Quarta Etapa:* Por fim, os resultados foram analisados considerando o papel dos actantes na rede sociotécnica e a força/intensidade de suas associações. Foi utilizado o *software* Gephi para representar graficamente

essas associações e identificar os actantes que performaram como mediadores, sejam fortes ou fracos, com o objetivo de interpretar as transformações cronológicas entre os diferentes *Momentos* do curso. Esse percurso metodológico contribuiu para uma melhor compreensão de como ocorreu a incorporação do Pensamento Computacional ao Ensino de Ciências pelos professores participantes, especialmente durante as atividades teórico-práticas desenvolvidas e nas propostas de atividades elaboradas por eles na etapa final do curso de formação.

A delimitação metodológica aqui apresentada, procura evidenciar não apenas o percurso adotado para a constituição dos dados, mas também o esforço em articular uma perspectiva investigativa sensível aos múltiplos elementos que configuram a prática docente contemporânea. Ao se optar por uma abordagem qualitativa e fundamentada na Teoria Ator-Rede, buscamos compreender as associações e o dinamismo das redes sociotécnicas configuradas ao longo dos diferentes *Momentos* do curso, a partir das interações entre professores, tecnologias, materiais didáticos e demais elementos envolvidos na formação.

Nesse sentido, o próximo capítulo apresentará os resultados obtidos por meio dessa análise, com destaque para a caracterização dos participantes, suas compreensões iniciais sobre o conceito de Pensamento Computacional, sua implementação e sua articulação com o Ensino de Ciências, evidenciada nas diferentes atividades teórico-práticas desenvolvidas ao longo da experiência formativa. Também serão discutidas as condições, desafios e possibilidades para a integração do Pensamento Computacional nas práticas pedagógicas da Educação Básica, e assim ampliar a compreensão sobre seu potencial, quando integrado de forma crítica, reflexiva e situado no contexto do Ensino de Ciências.

CAPÍTULO 4

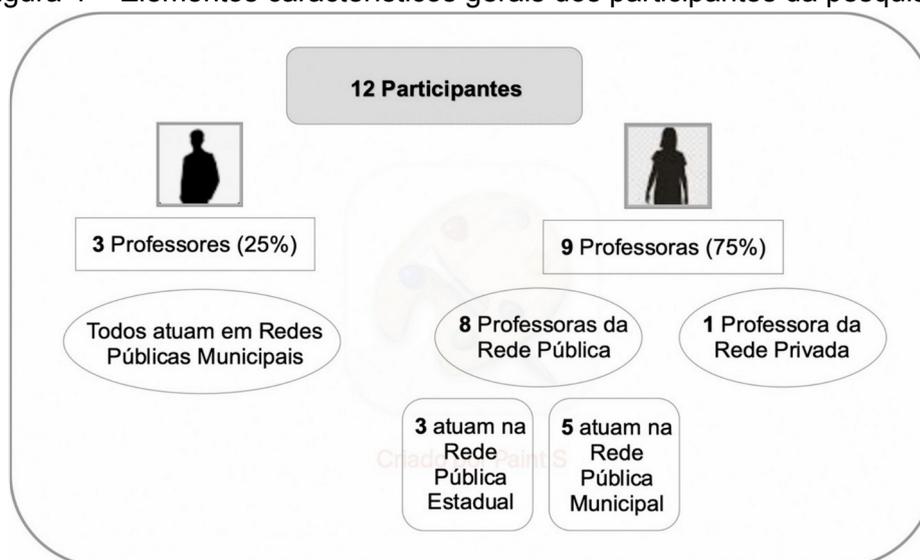
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Caracterização dos participantes da pesquisa

As informações que compõem a primeira seção deste capítulo são provenientes de questões do segundo questionário desta pesquisa, aplicado durante o primeiro encontro do curso de formação. São perguntas cuja finalidade consiste em compreender o perfil do grupo de professores participantes. O questionário aborda diversos elementos como sexo, formação inicial, nível de instrução, tempo de atuação como professor de ciências e/ou biologia, dentre outros.

Entre os professores que participaram do curso de formação, todos atuam em escolas de Educação Básica em cidades da região Oeste do Paraná. Dos 12 (doze) participantes, 1 (um) pertence à rede privada e os demais às redes públicas de ensino, municipais ou estadual (Figura 4).

Figura 4 – Elementos característicos gerais dos participantes da pesquisa



Fonte: Elaboração própria, a partir de Dados da Pesquisa (2024).

A formação docente abrange reflexões que combinam elementos teóricos e práticos, além de considerar a diversidade e multiplicidade dos fatores coletivos. Portanto, é preciso considerar que o docente, como profissional da educação, está em constante transformação. Sua formação inicial é voltada, sobretudo, para a

compreensão das práticas pedagógicas, a elaboração de conhecimentos técnicos, didáticos e o começo de seu desenvolvimento profissional (Coelho; Costa; Motta, 2021).

Diante da complexidade de elementos envolvidos na formação inicial, os professores foram questionados sobre essa etapa de suas vidas acadêmicas. Entre os 12 (doze) participantes, 7 (sete) responderam que possuem formação inicial em pedagogia, enquanto 3 (três), em ciências biológicas. Dois participantes não têm formação inicial em nenhum destes dois cursos, mas um deles em educação física e o outro em engenharia ambiental. Nesse grupo de professores 3 (três) possuem mais de uma graduação: um é licenciado em matemática, outro em química e o terceiro em história.

Além do mais, 7 (sete) desses participantes finalizaram a formação inicial ou seu primeiro curso acadêmico entre os anos de 2006 e 2008, enquanto os demais, durante o período de 2014 a 2018. Estas informações revelam que nesse grupo de professores, todos concluíram sua primeira graduação antes da publicação do Complemento de Computação (Brasil, 2022), e, portanto, não tiveram a oportunidade, durante essa fase de suas formações, de entrar em contato com as habilidades e conhecimentos sobre o Pensamento Computacional, tal como está previsto no documento publicado em 2022.

Outro elemento importante durante a formação inicial de um professor, é a prática do estágio. Conforme Leite, Carmo e Magalhães Júnior (2018), o estágio supervisionado representa a primeira inserção prática para a maioria dos futuros educadores, e traz consigo momentos de ansiedade, incertezas e desafios. Por isso, é importante proporcionar condições que permitam uma formação crítica e reflexiva sobre os conhecimentos científicos, além de bases teóricas e conceituais sólidas, capazes de trazer segurança para superar as dificuldades durante esse momento.

Por se tratar de um elemento importante durante a graduação, foi questionado aos participantes se tiveram prática de estágio supervisionado. Todos responderam que sim, mas que não foi explorado o uso de tecnologias e materiais digitais. Um deles informou que teve prática de estágio, contudo, restringiu-se somente à observação, sem regência ou participação, em contraponto aos outros 11 (onze) participantes. Nenhum dos professores relatou não ter feito estágio supervisionado

durante a formação inicial ou que o tenham realizado de forma que o uso das tecnologias e materiais digitais tivessem sido amplamente explorados.

Seguindo adiante na caracterização dos participantes, foi verificado que 1 (um) deles possui doutorado, 6 (seis), mestrado, 4 (quatro), especialização e 1 (um), apenas o ensino superior completo. Essas informações revelam que uma parcela considerável desses participantes, em sua maioria educadores da rede pública, possui um elevado grau de instrução. Como a inscrição na formação ocorreu de forma voluntária, é possível identificar nesses professores uma perceptível intenção de aperfeiçoamento, o que pode ser notado nos dados explicitados. Também percebe-se um interesse pela área de tecnologia, já que essa era a temática do curso, o que acabam por favorecer um perfil diferenciado quando comparado a outros contextos.

Quanto a etapa e componente curricular que atuam em suas escolas, 6 (seis) dos 12 (doze) participantes responderam que ministram aulas no componente curricular de ciências para o ensino fundamental, 4 (quatro), para a etapa correspondente ao ensino fundamental, mas como docente de outro componente curricular. Um deles é professor no ensino médio na área de ciências da natureza e suas tecnologias, enquanto outro atua no ensino fundamental como professor de ciências, e também no ensino médio, mas em outra área.

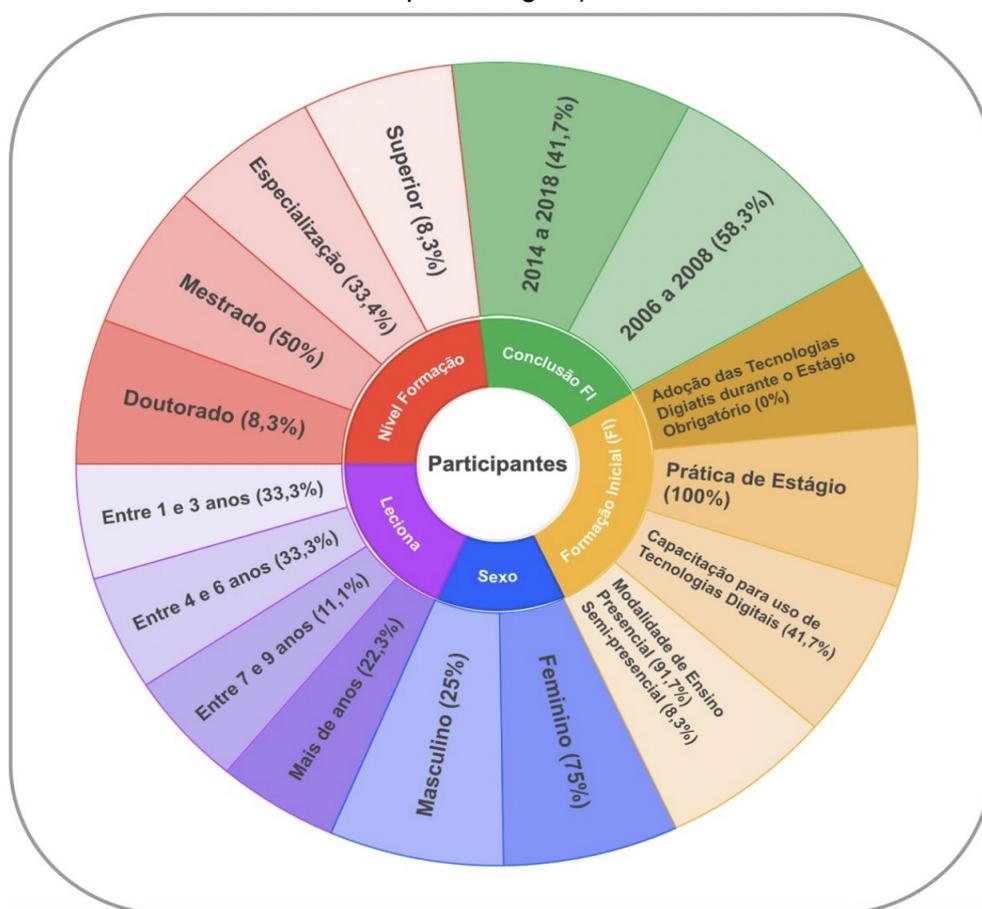
Para melhor caracterizar a etapa de atuação deste grupo de professores, foi solicitado que respondessem se trabalham com o ensino fundamental I (do 1º ao 5º ano), ensino fundamental II (6º ao 9º ano), ensino médio e/ou na educação de jovens e adultos (EJA). As respostas mostraram que 7 (sete), 2 (dois) e 1 (um) participantes atuam, exclusivamente, no ensino fundamental I, ensino fundamental II e ensino médio, respectivamente. Um respondeu que é professor do ensino fundamental I e II, e outro ministra aulas para o ensino fundamental I, II e para o ensino médio. Nenhum membro desse grupo atua na EJA.

Ainda no que diz respeito à caracterização desses professores, 9 (nove) dos 12 (doze) responderam à pergunta sobre o período em que ministravam aulas de ciências e/ ou biologia. Infelizmente, 3 (três) não se manifestaram a esse respeito. Na ocasião, 3 (três), 3 (três) e 1 (um) participantes lecionavam ciências ou biologia entre 1 e 3 anos, 4 e 6, e entre 7 e 9 anos, respectivamente. Outros 2 (dois) professores responderam que lecionavam há mais de 10 anos. É importante frisar

que 1 (um) desses que respondeu “há mais de 10 anos”, informou no momento do preenchimento do questionário, que não estava atuando em sala de aula, pois ocupa cargo na direção da escola.

Nesta seção, foram analisados diversos fatores com o objetivo de compreender o perfil dos professores que participaram do curso. A Figura 5 resume os principais elementos avaliados, subdivididos em: Sexo/Gênero; Elementos gerais sobre a Formação Inicial (FI); Período de Conclusão da Formação Inicial; Nível de Formação dos Participantes; e, Tempo que Lecionam Aulas de Ciências e/ou Biologia.

Figura 5 – Principais elementos que caracterizam o perfil dos participantes da pesquisa (em porcentagem)



Fonte: Imagem elaborada pelo autor, a partir do software EdrawMind Edraw (2024).

Na próxima seção, encontra-se a análise da percepção que o grupo de professores participantes do curso de formação possui em relação à expressão “Pensamento Computacional”. Apesar de não haver na literatura um conceito amplamente aceito e difundido sobre o que é, identificamos algumas características

comuns a muitas destas definições. Ademais, mesmo que a maioria delas não mencione que o Pensamento Computacional abrange um meio para a compreensão de como as tecnologias digitais são desenvolvidas, parece ficar claro, a partir dos conhecimentos e habilidades associados a ele, que o seu ensino contribui nesse sentido. Isso porque ele incorpora os princípios fundamentais da computação, os quais ajudam a entender os elementos gerais de como essas tecnologias são criadas. O entendimento desse tópico representa um ponto relevante para que os professores possam integrar de forma eficaz as habilidades de resolução de problemas, por meio da abstração, decomposição, reconhecimento de padrões e algoritmos em suas práticas pedagógicas.

A compreensão mencionada no parágrafo anterior possibilita que os educadores desenvolvam nos alunos a capacidade de abordar questões complexas de maneira sistemática e lógica, favorecendo um aprendizado com foco na autonomia, na criticidade e alinhado aos desafios da era digital. Além disso, ao entender e aplicar de modo abrangente o Pensamento Computacional, os professores podem criar atividades que incentivem a criatividade e a inovação, preparando os estudantes para um futuro em que a tecnologia e a ciência se entrelaçam para exercer um papel proeminente no progresso da humanidade.

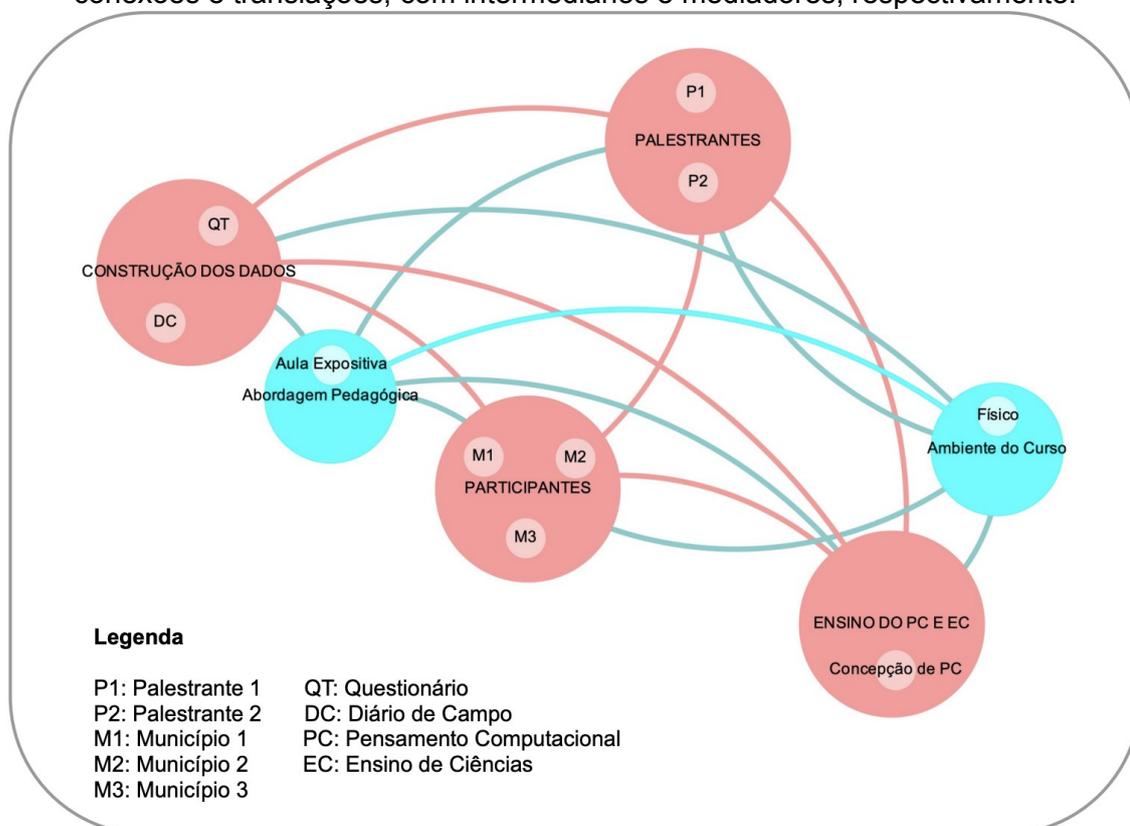
Por essas razões, é importante que o professor e, por conseguinte o aluno, compreendam o que é o Pensamento Computacional. Esse é o objeto de estudo abordado na próxima seção. Para isso, procedo da abordagem metodológica da Teoria Ator-Rede para evidenciar como se deu a formação da rede sociotécnica a partir dos rastros deixados pelos atores humanos e não humanos e as relações entre esses durante o primeiro *Momento* do curso, também para analisar a percepção que os professores participantes têm em relação ao que é o Pensamento Computacional.

4.2 Percepção e reflexões em relação ao conceito de Pensamento Computacional

Com o objetivo de investigar os resultados do *Momento 1*, que visa descrever e analisar as compreensões iniciais dos participantes sobre o Pensamento Computacional associadas ao Ensino de Ciências, começo com uma descrição da

formação dos agrupamentos durante essa etapa do curso formativo. Essa descrição abrange tanto os elementos e objetos utilizados quanto as pessoas que participaram ativamente da ação, desde o processo inicial até a configuração da rede sociotécnica estabelecida no *Momento* em análise. A Figura 6 demonstra um esquema visual que proporciona um entendimento detalhado das dinâmicas internas e das interdependências que caracterizam a rede, facilitando a verificação dos padrões de comunicação e colaboração entre os actantes.

Figura 6 – Estrutura da rede sociotécnica estabelecida durante o *Momento 1* do curso de formação, a partir da relação entre os distintos agrupamentos formados e as respectivas conexões e translações, com intermediários e mediadores, respectivamente.



Fonte: Imagem do autor, elaborada a partir do *software* Gephi¹⁰ e Paint S® (2024).

A figura em questão, que ilustra essa rede, permite uma visualização das interações desde as conexões tênues entre agrupamentos de actantes intermediários até as translações entre agrupamentos constituídos por actantes mediadores, envolvidos na dinâmica do curso, refletindo a complexidade e a profundidade das relações estabelecidas ao longo do *Momento 1* desse processo formativo. É importante frisar que a estrutura da rede demonstra as associações

¹⁰ A imagem foi construída apenas com intenção ilustrativa, sem atribuição de peso estatístico em relação ao tamanho dos nós (círculos) e arestas.

entre agrupamentos constituídos por actantes que performaram como intermediários durante essa etapa, representados por círculos azul-turquesa. Ao passo que, os actantes que atuaram ao longo do *Momento 1*, como mediadores, ou que performaram predominantemente como tal durante essa etapa, estão representados em agrupamentos indicados por círculos de cor vermelho-claro.

A diferenciação entre esses agrupamentos é essencial para compreender a dinâmica da rede e visualizar como as interações e translações se organizam. As conexões entre agrupamentos formados por actantes intermediários são representadas por linhas contínuas de coloração azul-turquesa claro, destacando a natureza intrincada dessas relações. Já as translações unidirecionais entre agrupamentos mediadores e agrupamentos de actantes intermediários são ilustradas por linhas de cor azul-turquesa escuro. Por fim, as translações entre agrupamentos mediadores — tanto as mais frágeis como as mais fortes, sejam unidirecionais ou bidirecionais, e com potencial de provocar mudanças impactantes na rede — são destacadas por linhas contínuas de cor vermelho-escuro.

Os instrumentos utilizados para a construção dos dados formam o agrupamento denominado “*Construção dos Dados*”, constituído por actantes com potencial para modificar a rede. Os rastros deixados por esses atores não humanos, especialmente pelo actante *Questionário (1)*, representou uma das principais fontes de dados usadas para a descrição desta etapa do estudo. O actante *Diário de Campo*, por sua vez, apesar de pertencer a um agrupamento mediador (devido à expressiva força do actante *Questionário*) demonstrou um menor potencial para promover mudanças na rede durante essa etapa. Essa condição leva a crer que o dinamismo da rede o tenha feito oscilar entre um mediador fraco e, por vezes, como um actante intermediário.

Além desses, a experiência dos investigadores desenvolvida durante o curso de formação, representada pelos “*Palestrantes 1 e 2*” também serviu como uma fonte adicional de informações. Ambos os agrupamentos “*Palestrantes*” e “*Construção dos Dados*”, desempenharam papéis centrais na rede por meio de interações de translação, atuando como protagonistas ao lado de outros dois agrupamentos mediadores: os “*Participantes*” (composto por professores dos Municípios 1, 2 e 3) e o “*Ensino do Pensamento Computacional Articulado ao*

Ensino de Ciências”, representado por “*Ensino do PC e EC*”, na imagem da Figura 6.

Por outro lado, a formação dos agrupamentos constituídos por actantes intermediários, como a “*Abordagem Pedagógica*”, por meio do enfoque expositivo da aula, e o “*Ambiente (físico) do Curso*”, apesar de deixarem rastros, estabeleceram apenas conexões, sem a capacidade de modificar radicalmente a estrutura da rede sociotécnica em investigação, formada durante essa etapa do curso.

Ao analisar o dinamismo e variedade dos actantes que compõem os agrupamentos formados em relação ao objetivo específico deste *Momento 1*, observa-se que entre os participantes do curso, a concepção para a expressão “Descreva o que você entende por Pensamento Computacional”, proveniente do actante *Questionário (1)*, revela nas respostas dos professores uma multiplicidade de termos, os quais são mencionados adiante, ainda nessa seção.

Nesse caso, entendemos que o *Questionário* se constituiu como um relevante mediador da rede, ao levar os docentes a refletirem a respeito da temática do Pensamento Computacional, colocando em ação a expressão de suas concepções. Informações complementares também resultaram do actante *Diário de Campo*, elaborado por dois colegas do Projeto de Extensão. Por meio desse último actante, descrevo os momentos entre o início do curso até a apresentação do TCLE, que precedeu o preenchimento dos questionários 1 e 2 pelos professores participantes, conforme descrições que seguem:

[...] o curso de formação de professores intitulado “Pensamento Computacional no Ensino de Ciências” [...] foi ministrado pelo Palestrante 1, discente vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática e pelo Palestrante 2, docente do referido Programa de Pós-Graduação [...] o Palestrante 2 deu as boas-vindas aos participantes [...] e apresentou o outro ministrante do curso e demais colaboradores do projeto de extensão da Unioeste (Diário de Campo 2, p. 1).

Foi também explicado sobre a dinâmica das ações de formação continuada ofertadas pelo Projeto de Extensão, bem como informações a respeito do Grupo de Pesquisa em Educação em Ciências e Biologia da Unioeste e as suas especificidades. Além disso, foi enfatizada a:

[...] importância de trocar experiências e realizar intervenções para compartilhar conhecimentos com os professores. O Palestrante 1 apresentou o que será abordado em cada um dos encontros. [...], a temática da sua pesquisa e falou sobre a importância da participação dos professores quanto a responder aos questionários. Pediu que os participantes, sempre que possível, retratem a realidade da sua prática pedagógica para que possamos compreender as

diferentes realidades. O Palestrante 2 explicou [...] que o projeto passou pelo Comitê de Ética [...] e as especificidades do TCLE. Em seguida, o Palestrante 1 enfatizou que os professores não serão identificados” pois serão utilizados “códigos para identificar os questionários [...] (Diário de Campo 1, p. 1).

Ao examinar a diversidade de professores que compõem o agrupamento “*Participantes*” e a pluralidade de respostas em relação ao objetivo específico investigado, fica evidente em suas respostas a variedade de percepções que eles possuem em relação à pergunta contida no *Questionário (1)* “Descreva o que você entende por Pensamento Computacional”. É prudente salientar que nesse grupo em específico, a inscrição no curso de formação foi motivada pelo interesse dos próprios participantes.

Nesse contexto, foi observado que quatro professores já estavam trabalhando com o Pensamento Computacional nos anos iniciais do ensino fundamental em um dos municípios participantes da formação. Apresento, inicialmente, as respostas desses, todos docentes do Município 3. De modo particular, eles demonstraram uma melhor percepção do conceito de Pensamento Computacional em relação aos demais, conforme evidenciado a seguir. Um deles descreveu sua percepção como sendo: “Maneiras diferentes de resolver problemas, que precisam seguir uma metodologia, ou melhor, uma ordem de comandos formando uma estratégia” (Participante I9, QT1 – Questão 1). Os outros três professores deste município apresentaram respostas com analogia muito semelhante ao *Participante I9*, conforme evidenciado:

Pensamento computacional pode ser definido como um rol de procedimentos organizados, utilizados para definir uma ação. Para facilitar o entendimento, é como uma receita de bolo, que deve ser observado seu passo a passo para se chegar com sucesso no final da receita. O pensamento computacional tem quatro pilares fundamentais: abstração, resolução de problemas, decomposição e raciocínio lógico (Participante J10, QT1 – Questão 1).

Podemos apontar que o pensamento computacional são instâncias necessárias para resolução de um problema ou chegar a um objetivo. Quanto às divisões do pensamento computacional, é possível enaltecer 4 pilares segundo os quais são etapas ou aspectos [elementos] a serem considerados para a resolução do problema segundo: abstração, reconhecimento de padrões, decomposição, e o último pilar a ser considerado, algoritmos (Participante G7, QT1 – Questão 1).

Pensamento computacional é uma habilidade de criar estratégias da mesma forma que um computador cria para resolver situações, com ou sem o uso de tecnologias (Participante F6, QT1 – Questão 1).

Em suas respostas, é possível observar diversos elementos usualmente encontrados nas definições conceituais da literatura sobre o Pensamento Computacional, tais como: “resolver problemas” ou suas variações (resolução de um problema, resolução do problema, resolver situações e resolução de problemas), “estratégia” e seu plural (estratégias) e “procedimentos organizados” (sinônimo para conjunto de etapas ou por meio de passos claros).

Tal constatação pode ser observada a partir da definição de Brackmann (2017), que conceitua o Pensamento Computacional como uma faceta que contempla múltiplas capacidades humanas, entre as quais a crítica e a criativa, que por meio dos fundamentos da computação, aplicados aos variados ramos do conhecimento, procura identificar e resolver problemas diversos, empregando um conjunto de etapas coerentes, de forma que tanto uma pessoa como uma máquina sejam capazes de executá-las de maneira eficaz.

Nas respostas dos *Participantes G7* e *J10*, são mencionados os pilares do Pensamento Computacional, que, de modo geral, não são definidos explicitamente pela literatura ao descreverem o seu conceito. Na resposta do *Participante J10*, ele escreve sobre a sua percepção acerca do Pensamento Computacional como sendo composta pelos pilares da “abstração, resolução de problemas, decomposição e o raciocínio lógico”. Contudo, “resolução de problemas e o raciocínio lógico”, descritos pelo participante, não estão compreendidos entre os quatro pilares.

Os conceitos de Pensamento Computacional encontrados na literatura, de modo abrangente, não detalham as diversas competências que ele pode auxiliar a desenvolver. Sobre o raciocínio lógico, trata-se de uma habilidade cognitiva compreendida no rol de suas habilidades (Guarda; Pinto, 2021). Conforme Wing (2006), o Pensamento Computacional também ajuda a exercitar a capacidade analítica, investigativa, de comunicação e a imaginação. A questão do raciocínio, por sua vez, possui uma conexão relevante com o processo de resolução de problemas (Ribeiro; Foss, Cavalheiro, 2019). Segundo Copi (1978, p. 20), “Todo raciocínio é pensamento, mas nem todo pensamento é raciocínio [...] Há muitos processos mentais ou tipos de pensamento que são distintos do raciocínio”. Por sua vez, a lógica compreende o “[...] estudo dos métodos e princípios usados para distinguir o raciocínio correto do incorreto” (Copi, 1978, p. 19).

Para Ribeiro, Foss e Cavalheiro (2019), o propósito fundamental do raciocínio lógico é, essencialmente, descobrir verdades e identificar regularidades, por meio de inferências coerentes baseadas em princípios estruturados. Conforme esses autores, ele compreende a estruturação do pensamento de acordo com normas de coerência da lógica, de modo que se chegue a uma conclusão ou resolução de um problema. Em resumo, raciocínio é uma forma de pensar e concluir, enquanto a lógica se ocupa das regras e dos princípios que governam esse processo de pensamento (Copi, 1978).

De acordo com Scolari, Bernardi e Cordenonsi (2007, p. 3), no âmbito educacional “[...] é necessário que o raciocínio lógico seja desenvolvido desde as primeiras etapas, sendo que a Informática, através de jogos educacionais, pode contribuir de forma motivadora para isto”. Nesse ínterim, o raciocínio computacional pode ser deveras útil, pois corresponde a:

[...] uma generalização do raciocínio lógico: um processo de transformação de entradas em saída, onde as entradas e a saída não são necessariamente sentenças verdadeiras, mas qualquer coisa (elementos de um conjunto qualquer), sendo que as entradas e a saída nem precisam ser do mesmo tipo, e as regras que podemos utilizar não são necessariamente as regras da lógica, mas um conjunto qualquer de regras ou instruções bem definidas. Da mesma forma que o produto do raciocínio lógico é a prova, o produto do raciocínio computacional é a sequência de regras que define a transformação, que comumente chamamos de algoritmo (Ribeiro; Foss, Cavalheiro, 2019, p. 26).

Ribeiro, Foss e Cavalheiro (2019) descrevem mais detalhes sobre a diferença entre o raciocínio lógico e o computacional. Diferentemente da lógica matemática, que se concentra em proposições e suas relações, o foco da computação está nos processos. Por isso, o resultado do processo de raciocínio computacional deve ser uma descrição objetiva e não ambígua de um procedimento. Na computação, constrói-se modelos desses processos, também conhecidos como algoritmos. Esses, podem variar em termos de estrutura e complexidade, sendo descritos em linguagem natural, específicas, ou como programas em uma linguagem de programação.

Em resumo, segundo as autoras supracitadas, o raciocínio lógico é, de modo geral, abstrato, enquanto o raciocínio computacional é uma aplicação prática voltada para a resolução de problemas, por meio de algoritmos e programas de computador. Essa diferença ocorre na forma como deve ser estruturada a entrada (*input*), mas principalmente a saída (*output*) dos dados e informações. O raciocínio

computacional, requer, especialmente na saída, uma estrutura em linha com o pensamento algoritmo.

Portanto, no Pensamento Computacional, a saída deve tomar uma estrutura definida por meio do algoritmo ou do pensamento algoritmo, o qual, por sua vez, pode ser representado de forma descritiva, mediante pseudocódigos, fluxogramas ou lista de instruções que detalham o passo a passo do procedimento a ser seguido para resolver um problema. Já no raciocínio lógico, a estrutura de saída não requer uma implementação prática, sendo expressa por meio de proposições, teoremas e provas, focando na validade das conclusões derivadas a partir de premissas dadas.

Retornando ao objetivo específico em questão, é importante destacar que um dos professores participantes mencionou em sua resposta a expressão “realizadas por agentes humanos ou máquinas”. Outro participante usou os termos “plugada e desplugada” em sua resposta, conforme segue:

Acredito que seja uma maneira de compreender os fenômenos do mundo natural e artificial, por meio de um conjunto de ações lógicas que constroem informações essenciais para a resolução de problemas. O pensamento computacional pode ser articulado por intermédio de uma máquina (Plugado) ou por uma ou várias interações humanas como em um jogo de xadrez (Desplugado) (Participante A1, QT1 – Questão 1).

Apesar do *Participante A1* mencionar as duas principais abordagens para desenvolver o Pensamento Computacional, por meio de atividades plugadas e desplugadas, sua explicação sobre essas alternativas apresenta equívocos. De fato, pode ser desenvolvido com o auxílio de máquinas, contudo, quem articula (planeja, pensa e organiza) o Pensamento Computacional, é o ser humano. Sua execução, por outro lado, pode ser realizada tanto por pessoas como por máquinas. De qualquer modo, esse professor traz em sua resposta a variedade de possibilidades pela qual o Pensamento Computacional pode ser implementado, seja com tecnologias e dispositivos digitais ou mesmo sem a utilização desses artefatos.

A esse respeito, a literatura aponta justamente essas duas maneiras como sendo as principais abordagens para se trabalhar os conceitos e pilares do Pensamento Computacional. Pelo desenvolvimento de atividades plugadas, realizadas com a utilização de computadores ou equipamentos semelhantes, ou por meio de atividades desplugadas, executadas sem o uso de tecnologias ou artefatos digitais (Barros; Reategui; Teixeira, 2021). Além da possibilidade de serem trabalhadas de forma isolada, as abordagens também podem ser combinadas

mediante estratégias mistas, que integram elementos de ambas: plugada e desplugada (Grebogy; Santos; Castilho, 2021).

Brackmann (2017) afirma que, muito embora o emprego de atividades que envolvam a utilização de computadores seja a metodologia predominante para ensinar as habilidades do Pensamento Computacional nas escolas, educadores e pesquisadores também estão fazendo uso da abordagem desplugada. Na plugada, diferentes tecnologias têm sido empregadas (Barros; Reategui; Teixeira, 2021). Entretanto, existem desafios para o desenvolvimento dessas práticas, especialmente no que diz respeito à capacidade de disponibilizar meios e equipamentos tecnológicos adequados. Por isso, é necessário expandir os conhecimentos relacionados às atividades desplugadas e ampliar os estudos que investiguem as necessidades para o desenvolvimento do Pensamento Computacional por meio dessa abordagem (Ticon; Mól; Legey, 2022).

A abordagem desplugada, sem o uso de tecnologias digitais, também conhecida na literatura pelas expressões “Computação Desplugada”, “Atividades Desplugadas” ou no inglês “*Unplugged Activities*”, tem sido utilizada em muitas escolas, em especial naquelas que não possuem infraestrutura adequada, como computadores, conexão de *internet* ou que tenham dificuldades de prover tais condições (Bell; Witten; Fellows, 2011). Essa opção apresenta algumas vantagens, entre as quais, sua facilidade de aplicação em diferentes contextos, situações e realidades econômicas e sociais (Brackmann, 2017). Ademais, é uma abordagem importante, especialmente na educação infantil e no ensino fundamental I, etapas em que as crianças ainda estão desenvolvendo o pensamento abstrato e, portanto, os materiais manipulativos, jogos e brincadeiras são valiosos para o desenvolvimento das habilidades associadas ao Pensamento Computacional. Dessa maneira, tópicos importantes da computação podem ser ensinados sem a necessidade de meios digitais, dispondo da computação desplugada.

Apesar do ensino do Pensamento Computacional por meio de atividades desplugadas representar uma alternativa interessante, existem dúvidas em relação à sua efetividade. Brackmann (2017) observa que, enquanto a eficácia com a utilização de computadores para promover o desenvolvimento de habilidades do Pensamento Computacional é amplamente estudada, a abordagem desplugada não recebe a mesma atenção nas pesquisas. O autor destaca que, embora o uso de

atividades desplugadas seja aceito na comunidade científica, elas geralmente são vistas como complementares às plugadas; além disso, seu impacto no desenvolvimento do Pensamento Computacional ainda não é completamente compreendido, especialmente quando empregadas de maneira isolada.

Por outro lado, a utilização da computação desplugada tem sido amplamente difundida para a formação de professores. Isso ocorre, devido à praticidade de aplicação, à amplitude de possibilidades que podem ser implementadas e ao fato de facilitarem a compreensão, haja vista que muitos dos que estão atuando no momento, não tiveram a oportunidade de entrar em contato com esses conhecimentos durante a formação inicial. Além disso, uma parcela destes educadores apresenta dificuldades com elementos relacionados ao letramento digital. Desse modo, a abordagem desplugada parece contribuir para ampliar a autoconfiança e a aquisição de conhecimentos básicos sobre o Pensamento Computacional de maneira mais agradável para a maioria destes professores (Brackmann, 2017).

Entre as sete respostas restantes para a Questão 1, todas provenientes de professores dos Municípios 1 e 2, é possível identificar uma variedade de elementos. Essas respostas podem ser classificadas em dois grupos distintos. O primeiro inclui aquelas que, muito embora apresentem concepções um tanto vagas, ainda assim, incorporam ao menos um termo ou expressão central, usualmente encontrado nas definições literais sobre o Pensamento Computacional, como “resolver problemas” ou “realizar uma ação”. A seguir são descritas as respostas dos dois professores que pertencem a esse primeiro grupo:

Vejo como uma maneira de utilizar as ferramentas [tecnologias] computacionais para resolver problemas práticos do dia a dia. Assim como criar espaço para o desenvolvimento de ideias e criações dos alunos (Participante N14, Questão 1 – QT1).

A capacidade de agir e refletir com rapidez ou de maneira a buscar resolver uma ação/raciocínio sem uso de uma máquina (calculadora...), mas com a capacidade cognitiva... Hoje as máquinas resolvem muito das ações e situações diárias/cotidianas, de maneira que nem mesmo um número de celular sabemos ou uma data de nascimento lembramos, senão por meio de um equipamento... (Participante S19, Questão 1 – QT1).

Por outro lado, as outras cinco respostas que compõem o segundo grupo são bastante vagas e, por vezes, confusas. Algumas delas trazem elementos distantes da ideia central do que vem a ser o Pensamento Computacional. É o caso das três

seguintes respostas: “Uso de meios tecnológicos em sala de aula, aprimorando as metodologias usadas pelos professores, atrelando conteúdo a práticas mediáticas” (Participante P16, QT1 – Questão 1). “Quando eu li a frase; remeteu-me a programas de computador; aqueles programinhas que se coloca // e letras!” (Participante H8, QT1 – Questão 1). “Mistura de ideias junto com a computação. Jogos criativos para interagir junto com o aluno, mas muito vago ainda” (Participante M13, QT1 – Questão 1). Os outros dois professores deste segundo grupo também descreveram respostas que seguem a mesma linha de pensamento:

Compreendo que seja a utilização de diferentes tecnologias da informação e comunicação, bem como o uso das tecnologias digitais, resumindo das TDIC`s. Reflito também que pelo termo foca-se bastante no uso do computador (Participante T20, Questão 1 – QT1).

Atividades curriculares que usam o computador, atividades de pesquisa baseadas nas plataformas digitais. Onde é possível alunos buscarem conhecimento por meio da interação digital (Participante K11, QT1 – Questão 1).

Muito embora o Pensamento Computacional possa ser desenvolvido por meio de plataformas digitais, como no caso do *Scratch*, essas respostas, sobretudo as dos *Participantes P16, T20 e K11*, contempla elementos que têm uma maior proximidade à definição de letramento digital, do que propriamente a de Pensamento Computacional. De acordo com Ribeiro e Freitas (2012), o letramento digital compreende um rol de capacidades, entre as quais, a de utilizar as tecnologias digitais para o acesso, compreensão, integração, comunicação e a criação de informações de maneira ética e eficiente.

Embora não haja na literatura uma definição única e amplamente aceita para definir o que é o Pensamento Computacional, a maioria dos autores o descreve como um conjunto de habilidades usado na busca por soluções de problemas nos diversos ramos do conhecimento, com a utilização dos fundamentos da computação por meio de uma sequência lógica de etapas, as quais podem ser executadas por agentes humanos ou máquinas, para se chegar à resolução do problema (Wing, 2006; ISTE; CSTA, 2011; Brackmann, 2017; Rosas *et al.*, 2017; Brasil, 2018).

Apesar de alguns dos professores que frequentaram o curso de formação terem mostrado um nível médio de conhecimento sobre o conceito de Pensamento Computacional, ficou evidente que a maioria ainda o associa estritamente à computação, aos computadores e ao uso de tecnologias digitais, presumindo, assim, sua aplicação exclusivamente por meio de atividades plugadas. Apenas um dos

docentes mencionou a possibilidade de desenvolvê-lo de maneira plugada e desplugada, sugerindo uma visão mais abrangente e flexível.

Por outro lado, houve um professor que o definiu como sendo: “A capacidade de agir e refletir com rapidez ou de maneira a buscar resolver uma ação/raciocínio sem uso de uma máquina [...]” (Participante S19, QT1 – Questão 1). Tal resposta pressupõe que o Pensamento Computacional possa ser executado exclusivamente pelo ser humano, o que demonstra o desconhecimento da possibilidade de ser trabalhado de maneira plugada, por meio de dispositivos digitais ou mesmo de forma integrada, mesclando ambas as abordagens.

Nesse contexto específico, podemos estabelecer uma comparação ao considerar os dados descritos em nossa pesquisa com os de Beleti Junior e Sforini (2022), que investigaram a percepção do termo “Pensamento Computacional” entre professores da Educação Básica de diversas áreas do conhecimento, com prevalência para os de ciências humanas e sociais. No estudo conduzido por esses autores, pouco mais de 77% dos educadores responderam não ter conhecimento do termo. Dos quase 23% que responderam compreender seu conceito, ao analisarem suas explicações, constataram:

[...] descrições relacionadas à resolução de problemas em dez das respostas, algumas incluindo tecnologias ou computadores, totalizando sete menções a essas palavras, seguido de definições que envolvem conceitos básicos de computação para analisar problemas (3), programação (2) e raciocínio lógico (1) (Beleti Junior; Sforini, 2022, p. 148).

Ao refletir sobre os resultados de Beleti Junior e Sforini (2022), é possível traçar paralelos com a pesquisa desenvolvida nessa dissertação. Ambos os estudos compartilham como um dos objetivos: o de investigar como professores da Educação Básica percebem o Pensamento Computacional. Além disso, apontam para tendências similares que demonstram a necessidade de iniciativas formativas mais abrangentes e aprofundadas. Essas ações devem proporcionar condições para que os educadores, independentemente da área curricular, sejam capacitados a incorporar os conhecimentos e habilidades associados ao Pensamento Computacional em suas práticas pedagógicas.

A esse respeito, o Pensamento Computacional, devido à sua flexibilidade e amplitude, pode ser integrado aos vários campos do conhecimento e, por isso, tem sido objeto de diversas pesquisas atuais, com objetivos de compreender sua definição, alternativas de como inseri-lo junto aos diferentes componentes

curriculares e maneiras para desenvolver seu potencial nos processos de ensino e aprendizagem (Beleti Junior; Sforini, 2022). Contudo, ainda são poucas e muito recentes as ações de formação direcionadas para a implementação do Pensamento Computacional para o Ensino de Ciências. Essa foi, inclusive, uma das principais barreiras relatadas pelos professores que participaram do curso promovido, conforme discutido em seção posterior. Esse obstáculo compromete uma difusão mais ampla do Pensamento Computacional para a resolução de problemas que envolvam conteúdos específicos, como no caso do Ensino de Ciências e Biologia, assim como de diversos outros componentes curriculares da Educação Básica.

Além do mais, é importante destacar que a estrutura da rede sociotécnica deste *Momento 1* foi delineada com base nos rastros deixados pela formação de agrupamentos, especialmente a partir das informações obtidas por meio de questionários. Ressalta-se que a resposta com os participantes se concentrou nesse instrumento, o que impôs certas limitações a um engajamento significativo. Nas etapas subsequentes, espera-se uma interação em que os professores possam expressar suas opiniões oralmente e participar de atividades teórico-práticas. Assim, prevê-se que esse engajamento ampliado permita maior dinamismo e fluidez à rede em desenvolvimento, e proporcione uma compreensão aprofundada de suas associações e impactos frente aos objetivos investigados.

4.3 Análise de normas e documentos que regem o ensino do Pensamento Computacional e sua implementação na Educação Básica

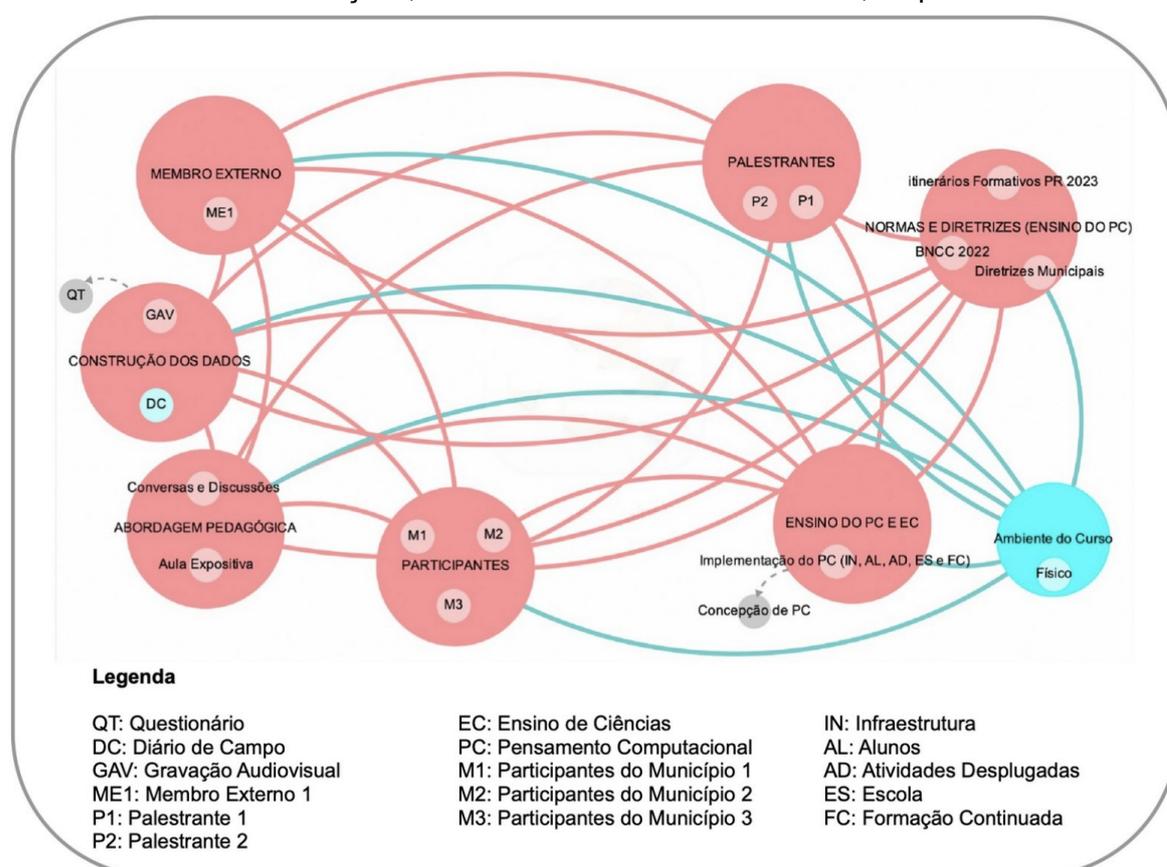
O *Momento 2* ocorreu presencialmente e foi uma continuidade do primeiro encontro do curso. Esta fase está centrada na reflexão e análise dos resultados, alinhados ao segundo objetivo específico desta investigação, o de “*Conhecer como está a implementação de alguns documentos que orientam o ensino do Pensamento Computacional na Educação Básica e sua articulação com o Ensino de Ciências sob a ótica dos participantes do curso*”.

Entre esses documentos, está o Complemento à BNCC (Brasil, 2022), que aborda, dentre outros assuntos, o eixo do Pensamento Computacional, bem como o Caderno de Itinerários Formativos do Estado do Paraná de 2023 (Paraná, 2023), sobre o mesmo tema. Além disso, foram realizados diálogos e discussões com os

professores participantes do curso de formação, tratando questões sobre a implementação do Pensamento Computacional nas escolas onde atuam e a existência de eventuais iniciativas para integrá-lo ao Ensino de Ciências e Biologia.

Tal como no *Momento* anterior, a estrutura da rede sociotécnica, que evidencia a formação dos agrupamentos observados durante o *Momento 2*, foi construída e está ilustrada na Figura 7. A imagem apresenta os agrupamentos que atuaram como intermediários, representados por círculos de cor azul-turquesa claro. Conforme Latour, um intermediário na rede “[...] é aquilo que transporta significado ou força sem transformá-los: definir o que entra já define o que sai” (Latour, 2012, p. 65). Por outro lado, os agrupamentos que atuaram como mediadores estão ilustrados por círculos em vermelho-claro.

Figura 7 – Estrutura da rede sociotécnica estabelecida durante o *Momento 2* do curso de formação, a partir da relação entre os distintos agrupamentos formados e suas respectivas conexões e translações, com intermediários e mediadores, respectivamente



Fonte: Imagem do autor, elaborada a partir do *software* Gephi¹¹ e Paint S® (2024).

¹¹ A imagem foi construída apenas com intenção ilustrativa, sem atribuição de peso estatístico em relação ao tamanho dos nós (círculos) e arestas.

A ilustração também mostra as relações entre os agrupamentos formados por actantes que, no conjunto, performaram como mediadores, e os agrupamentos de actantes intermediários. Essas interações são demonstradas por linhas contínuas em azul-turquesa escuro, indicando translações unidirecionais partindo do agrupamento mediador em direção ao intermediário. Por outro lado, nesse esquema visual, as translações entre agrupamentos mediadores, que podem ser tanto unidirecionais quanto bidirecionais, são evidenciadas por linhas contínuas de cor vermelho-escuro.

A representação da Figura 7 também mostra os actantes que, em contraste com o *Momento 1*, não mantiveram relação com os agrupamentos formados durante o *Momento 2*. Essas alterações revelam mudanças nas interações entre os agrupamentos ao longo do tempo. As linhas tracejadas em cinza, observadas na figura, indicam os actantes que perderam sua conexão com as novas configurações grupais, e revelam a dinâmica das transformações dentro da rede. Em outras palavras, são actantes cujos rastros não foram percebidos nesta etapa específica da análise. Essa condição destaca a ausência de continuidade ou de evidências que comprovem sua influência durante essa fase do curso, proporcionando uma visão mais clara das transformações na rede.

A mesma ilustração apresenta os instrumentos envolvidos na constituição dos dados deste *Momento* do curso, organizados sob o agrupamento denominado “*Construção dos Dados*”. Este agrupamento inclui o actante intermediário *Diário de Campo* e as transcrições do mediador *Gravações Audiovisuais*, que captou a abordagem expositiva, as conversas, as discussões e demais interações com o objetivo de registrar a riqueza das relações entre os diferentes atores envolvidos, bem como o impacto das abordagens pedagógicas utilizadas. Além disso, essas interações foram sutilmente complementadas pelo actante *Diário de Campo*. As impressões dos *Palestrantes* também foram consideradas, reconhecendo que as “digitais dos analistas” exercem influência nos resultados.

Faz-se necessário esclarecer que no *Momento 2*, o agrupamento “*Construção dos Dados*” está constituído por actantes que, em conjunto, possibilitaram sua atuação como um forte mediador. Isso se deve à acentuada força das associações envolvendo o mediador *Gravações Audiovisuais*, em comparação ao actante intermediário *Diário de Campo*, ambos pertencentes ao mesmo agrupamento.

Recordemos que os mediadores têm “[...] a capacidade de gerar transformações na rede. Nada do que entra sai da mesma forma” (Malvezzi; Nascimento; 2020, p. 8). Ademais, Latour (2012) ressalta que, assim como os humanos, os instrumentos técnicos ou os objetos também agem e podem ser considerados como “agentes”, ou seja, *atores*, *atuantes* ou *actantes*.

As *Gravações Audiovisuais*, de modo especial, ocuparam um papel central no agrupamento “*Construção dos Dados*”, não atuando apenas com um mero instrumento para registrar as interações, mas como um mediador ativo. Sua performance como tal, ilustrada na Figura 7, reforça sua importância na formação da rede sociotécnica, possibilitando que os diálogos e debates fossem analisados sob diferentes ângulos. Outrossim, ao capturar as nuances das falas e as dinâmicas das associações, as *Gravações Audiovisuais* ajudaram a identificar componentes mais sutis durante essa etapa do processo formativo, evidenciando como os “*Participantes*”, de maneira coletiva, desenvolveram elementos relativos ao objetivo específico em estudo. É possível que, sem esse olhar minucioso, atento às *Gravações Audiovisuais*, usando apenas questionários ou a visão dos “*Palestrantes*”, muitos desses detalhes passassem despercebidos. Essa atuação das *Gravações Audiovisuais* destaca a sua relevância e influência na rede, ampliando as possibilidades de análise e enriquecendo a interpretação dos dados.

Além disso, conforme destacado na ilustração no começo desta seção, o actante *Questionário* não fez parte desse *Momento*, ao passo que foi incorporada a colaboração de um integrante da equipe de apoio do curso. Esse integrante, que atua como professor de ciências em uma das escolas da rede municipal do Município 1, constitui um novo agrupamento, denominado “*Membro Externo*”, que não estava presente no *Momento* anterior. A inclusão desse professor foi construtiva, pois ele trouxe informações importantes sobre a implementação do Pensamento Computacional na escola que atua. Vale destacar que, sempre que houve a colaboração deste actante, seu posicionamento foi salientado, a fim de deixar evidente a sua opinião em relação aos demais participantes do curso.

Pessoalmente, considero construtiva a inclusão do posicionamento desse professor (*Membro Externo*), pois, embora o percurso da conversa tenha sido mediado pelos palestrantes a partir de um “*script* pré-definido”, o diálogo tomou corpo e foi sendo conduzido de acordo com o ponto de vista e opinião dos

participantes. Como esclarece Latour (2012, p. 77): “Qualquer entrevista, narrativa ou comentário, por trivial que pareça, enriquecerá o analista com um conjunto assombroso de entidades para explicar o curso de uma ação”. Assim, a contribuição deste professor em trechos específicos não compromete a análise dos dados. Pelo contrário, suas falas ampliaram o debate e trouxeram subsídios importantes para aprofundar a compreensão sobre a implementação do Complemento à BNCC (Brasil, 2022), especificamente quanto ao Pensamento Computacional na rede municipal de ensino do Município 1.

Nesta fase do curso, fez-se presente o agrupamento “*Normas e Diretrizes*”, ausente no *Momento 1*. Esse performou como mediador, por meio dos actantes: *Diretrizes Municipais, Itinerários Formativos do Estado do Paraná do ano de 2023*, bem como, pelo *Complemento à BNCC de 2022*. Ademais, como no *Momento anterior*, o agrupamento “*Abordagem Pedagógica*” esteve presente, representado pelos actantes *Aula Expositiva e Conversas e Discussões*. Contudo, nesta etapa, atuou como mediador, estabelecendo translações unidirecionais ou bidirecionais com os demais agrupamentos e representou uma das principais formas de interação no contexto desta fase, especialmente por meio do actante *Conversas e Discussões*. Essas translações não apenas transmitiram informações, mas também incentivaram a troca de ideias e a construção coletiva do conhecimento. Isso foi particularmente relevante para os agrupamentos “*Participantes*”, “*Membro Externo*”, “*Palestrantes*”, “*Normas e Diretrizes*” e o “*Ensino do Pensamento Computacional articulado com o Ensino de Ciências*” — *Ensino do PC e EC* —, possibilitando reflexões alinhadas ao segundo objetivo específico desta pesquisa.

Todo esse percurso contou com a participação do agrupamento “*Ambiente (físico) do Curso*”, que proporcionou um espaço adequado para o desenvolvimento das diversas interações desta etapa, favorecendo a reflexão e o engajamento dos envolvidos. É importante frisar que esse agrupamento foi o único caracterizado como intermediário durante o *Momento 2*. Embora o ambiente físico tenha sido um actante influente, as interações não estariam comprometidas caso ocorressem em outros formatos, como no ambiente virtual, de maneira híbrida ou em espaços escolares não formais.

A dinâmica do *Momento 2* iniciou com os palestrantes expondo algumas diretrizes sobre o ensino do Pensamento Computacional para a Educação Básica,

seguida pela apresentação pessoal de cada um dos participantes. Posteriormente, houve uma etapa de diálogo coletivo envolvendo os actantes dos agrupamentos “*Participantes*”, “*Membro Externo*” e “*Palestrantes*”. Durante essas conversas e discussões, os actantes dos dois primeiros agrupamentos manifestaram suas opiniões sobre a implementação do Pensamento Computacional nas escolas em que atuam. A análise desses debates focou no segundo objetivo específico deste trabalho, por meio de um percurso descritivo que detalha se, além da implementação do Pensamento Computacional, há articulação com outros componentes curriculares, particularmente aos atrelados com o Ensino de Ciências.

Conforme explorado nas subseções seguintes, o actante *Implementação do PC (IN, AL, AD, ES e FC)* demonstrou ser um mediador essencial na rede por sua capacidade de alistar um grupo heterogêneo de outros actantes e mobilizar diferentes fatores do contexto escolar. Entre esses fatores, destacam-se: Infraestrutura (IN), Alunos (AL), Atividades Desplugadas (AD), Escola (ES) – entendida como o conjunto das condições institucionais que apoiam e incentivam o ensino do Pensamento Computacional – e as Formações Continuidas (FC). Na rede, esses elementos não atuam de maneira isolada, mas se reconfiguram constantemente, revelando uma dinâmica de constantes transformações do actante *Implementação do PC (IN, AL, AD, ES e FC)*. Esse dinamismo será mais bem observado ao longo das próximas subseções, a partir dos relatos e discussões dos professores participantes.

No decurso, são descritos trechos abordados durante as apresentações dos palestrantes por meio do actante *Aula Expositiva*, que precederam a etapa subsequente de conversas e discussões.

4.3.1 Análise de diretrizes e normas que regem o ensino do Pensamento Computacional

Como mencionado ao longo deste trabalho a implementação do Pensamento Computacional, como conteúdo obrigatório no Brasil, ocorreu com a publicação do Complemento à BNCC em 2022. Durante a apresentação pelo agrupamento “*Palestrantes*”, foi procurado prover aos participantes, informações sobre esse documento, assim como sobre o Caderno de Itinerários Formativos do estado do

Paraná referente ao ano de 2023 (Paraná, 2023), especificamente sobre a seção que trata do Pensamento Computacional. No *Diário de Campo* foram registrados momentos dessa etapa, conforme evidenciado a seguir:

Palestrante 1 falou sobre a BNCC e o seu complemento lançado em 2022. [...], que trouxe os eixos pensamento computacional, mundo digital e cultura digital. [...] e explicou o que cada um destes eixos aborda (Diário de Campo 1, p. 1).

Em seguida, o *Palestrante 2* complementou, salientando que "[...] estamos inseridos em uma sociedade midiática e que é importante sabermos selecionar as informações" (Diário de Campo 1, p. 2).

No estado do Paraná, o Caderno de Itinerários Formativos (Paraná, 2023) aborda o ensino da unidade curricular Pensamento Computacional no contexto do Novo Ensino Médio e, de acordo com esse documento, é ofertado em escolas de ensino médio (regular e em tempo integral) e colégios cívico-militares. A carga horária prevista é de duas aulas semanais e contempla conteúdos como lógica e linguagens de programação, como JavaScript e GitHub, linguagens de marcação (HTML) e folhas de estilo (CSS), além de orientação profissional.

Com base nos documentos citados no início desta seção, pode-se constatar que houve um avanço na ampliação do ensino do Pensamento Computacional ao nível nacional, uma vez que, o Complemento à BNCC publicado em 2022, tornou obrigatória a sua inserção para todas as etapas da Educação Básica. No entanto, persistem desafios, entre os quais, uma maior articulação com os conteúdos dos demais componentes curriculares, como o Ensino de Ciências e, principalmente, a formação de profissionais capazes de promover a sua implementação de maneira eficaz.

Esses desafios são evidenciados nas subseções seguintes, nas quais os participantes relatam suas experiências sobre as condições da implementação do Pensamento Computacional nas escolas em que trabalham e, se há articulação com o Ensino de Ciências. As subseções estão organizadas por município, abrangendo as cidades onde atuam os professores inscritos no curso de formação. Os trechos dos diálogos entre diferentes actantes são descritos no intuito de aprofundar a análise do segundo objetivo específico desta pesquisa.

Essas conversas e discussões, inicialmente conduzidas pelo agrupamento "*Palestrantes*", à medida que avançavam, tornavam-se mais participativas e interativas, com contribuições dos agrupamentos "*Participantes*" e "*Membro*

Externo”. Os resultados mostraram variações significativas na implementação do Pensamento Computacional nos Municípios 1, 2 e 3, com diferenças, até mesmo, entre escolas da mesma rede, especialmente nas escolas públicas municipais do Município 1. Para facilitar a compreensão dos resultados, a análise descritiva foi organizada por município, começando pelo Município 1, na subseção a seguir.

4.3.1.1 Implementação do Pensamento Computacional e sua articulação com o Ensino de Ciências em escolas do Município 1

Como houve inscrições de professores das redes públicas municipal e estadual, além da rede particular, a análise do Município 1 segue esta ordem. A investigação dos relatos e discussões dos professores revelou que a implementação do Pensamento Computacional varia significativamente entre as diferentes escolas da rede pública municipal. Além disso, sua organização e consequente implementação ainda parecem estar em um estágio relativamente incipiente, sem evidências de ações que o articulem ao ensino voltado para a resolução de problemas relacionados aos conteúdos de ciências ou biologia. O *Participante H8* relatou:

[...] nas aulas de ciências, a gente tem toda a liberdade de conversar com o professor de informática, e falar: olha, gostaria que você trabalhasse o sistema digestivo com os alunos dentro da prática da informática. Ele planeja a aula, passa para mim e fixa se é aquilo mesmo. Após, aplica com os alunos. [...] mas assim, para falar sobre o pensamento computacional, não [...]. Pra começar, nem eu sabia o que era o pensamento computacional! (Participante H8, GAV – Encontro 1).

O *Participante T20*, também docente da rede municipal deste mesmo município, complementou a fala de seu colega destacando a constante troca e até mesmo a ausência de profissionais capacitados para atuar no processo de ensino e aprendizagem dessa área do conhecimento. Além do mais, mencionou que desconhecia o termo Pensamento Computacional. Conforme seu relato:

[...] estou afastada desde 2022, [...] e até o momento em que eu estava atuando lá na escola, que é uma escola periférica [...], a cada seis meses sai o instrutor de informática. A cada seis meses fica [em referência à escola] sem um instrutor de informática. E mesmo quando tem, a gente percebe que as aulas de informática são apenas com joguinhos. Não tem muito essa questão de interação entre os professores e o instrutor de informática, é meio complicado..., pelo menos na minha comunidade [...]. E também, como eu falo com as professoras..., eu nunca escutei falar no termo pensamento computacional.

Então, para mim, está sendo muito bacana estar aqui nessa formação (Participante T20, GAV – Encontro 1).

Os comentários suscitaram dúvidas sobre a formação dos profissionais que trabalham no ensino desse campo do conhecimento. Por isso, um dos palestrantes perguntou: “Mas esse instrutor, é um profissional que tem uma formação específica?” (Palestrante 1, GAV – Encontro 1). O *Participante H8* (GAV – Encontro 1) mencionou: “É, de informática”, e o *Participante T20* (GAV – Encontro 1) complementou: “Como ele não tem pedagogia, ele não é um professor da educação tradicional”. Nesse ínterim, o actante do agrupamento “*Membro Externo*” trouxe informações adicionais: “[...] a formação deles é de ensino médio. Não é preciso ter uma formação em informática” (Membro Externo, GAV – Encontro 1).

Na sequência dessa série de diálogos, o *Palestrante 1* (GAV – Encontro 1) também indagou: “E ele [em referência ao instrutor de informática] busca trabalhar com professores de diferentes disciplinas? Como funciona?”. O *Participante T20* esclareceu:

É indicado pelo município um professor de informática, um instrutor de informática quero dizer, para trabalhar os conteúdos, alguns de matemática [gravação audiovisual incompreensível], mas isso não acontece (Participante T20, GAV – Encontro 1).

Ademais, os actantes do agrupamento “*Participantes*” da rede municipal do Município 1 informaram que as aulas dessa área do conhecimento, denominadas pelo termo “informática”, são ministradas uma vez por semana com duração de 40 minutos. Também destacaram que é difícil ter acesso aos laboratórios de informática devido à limitada quantidade de salas equipadas, quando comparado ao número de turmas que precisam ser atendidas. Acrescentaram, também, que há escassez de computadores de mesa. Sem demora o *Participante I9* (GAV – Encontro 1), professor na rede municipal do Município 3, questionou os professores do Município 1: “E quantos computadores tem essa aula? [em referência às salas dos laboratórios de informática]”. O *Participante T20* (GAV – Encontro 1), respondeu: “Vinte! Então você tem que dividir. Dois para cada um [referindo-se que há um computador para cada dois alunos]”.

É interessante notar que, de modo geral, os professores da rede municipal de ensino do Município 1 utilizam o termo “informática” em vez de “computação”. Isso ocorre tanto ao referirem-se ao ensino de informática quanto aos laboratórios.

Acerca das diferenças entre essas nomenclaturas, é relevante trazer informações da literatura. Segundo José Neto (2009), a informática é:

[...] considerada a área mais vasta e abrangente do conhecimento, que se refere ao estudo da informação e da sua manipulação automática, e que é conhecida pelo nome de Informática. Como parte nobre da Informática, identifica-se a Ciência da Computação, importante membro de uma grande diversidade de compartimentos do conhecimento humano associados à especialidade, os quais envolvem, entre outros, assuntos relacionados com modelagens, métodos, cálculos, análises, teorias, etc (José Neto, 2009, p. 6).

Na literatura, ainda há discordâncias quanto à definição exata dos termos “informática” e “computação”. Essa falta de consenso se reflete até mesmo nas universidades. Enquanto algumas criaram Institutos de Computação, como é o caso da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), outras optaram por Institutos de Informática, como a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Apesar dessas diferenças, todas compartilham objetivos muito semelhantes relacionados à extensão, ensino e pesquisa em ciência da computação e suas aplicações (Nunes, 2010).

Embora existam divergências, prevalecem referências que afirmam que a informática se ocupa do tratamento da informação por meio do uso de equipamentos e procedimentos da área de processamento de dados. Na informática, o foco está nos dados, ou seja, na estrutura e na forma de armazenar e recuperar essas informações (Kozak, 2002). Por outro lado, a computação possui uma definição mais ampla e está intrinsecamente focada em cálculos e na transformação de dados, e pode ser vista como a aplicação prática das tecnologias computacionais para resolver problemas e realizar tarefas. Por vezes, também é chamada de ciência da computação, porém, esta é um ramo mais restrito, com foco no estudo teórico e sistemático de algoritmos, teoria da computação, linguagens de programação, estruturas de dados, entre outros conceitos fundamentais voltados para a pesquisa e o desenvolvimento de novos conhecimentos e tecnologias (Martins, 2020).

Dando continuidade à análise, o actante do agrupamento “*Membro Externo*” destacou que, em 2020, houve uma reformulação do currículo municipal e que, atualmente, existe um projeto específico que fornece *netbooks*. Segundo seu relato: “Na escola que atuo, são 60 equipamentos que os professores podem utilizar. É um *bunker* com os *netbooks*, que podem ser levados para a sala [...]” Ele complementa:

“Então, talvez a questão do Pensamento Computacional já esteja sendo implantada” (Membro Externo, GAV – Encontro 1).

É importante salientar que, dos sete participantes do Município 1, quatro atuam na rede pública municipal, sendo que um deles trabalha tanto na rede pública municipal quanto estadual. Desses quatro, dois estão afastados desde 2022 e 2023, respectivamente. Além disso, o membro externo também está afastado de suas atividades como professor do Município 1 desde 2023.

Outro ponto levantado nas discussões envolveu relatos sobre as condições de infraestrutura e acesso a equipamentos, como computadores, *tablets*, *notebooks*, *netbooks* e similares. Os participantes reconheceram que as condições não são equânimes entre as escolas públicas do município, conforme destacou o *Participante H8* (GAV – Encontro 1): “Na realidade, cada escola é diferente, não é mesmo?” Essa situação se estende não apenas à quantidade de computadores e estrutura dos laboratórios de informática, mas também a outros ambientes, como os laboratórios de ciências. A esse respeito, ele comenta:

Principalmente as escolas integrais, elas têm laboratórios de ciências. Onde o professor [omitido para manter o sigilo] [...] leciona, nessa escola, há um dos melhores laboratórios, mais bem equipados e completos da rede (Participante H8, GAV – Encontro 1).

Contudo, essa realidade parece restrita a poucas escolas, conforme lamenta o *Participante H8* (GAV – Encontro 1): “Os nossos aqui [referindo-se as escolas municipais, de maneira geral] estão sendo fechados por falta de espaço”. Essa situação é complementada pelo *Participante T20* (GAV – Encontro 1): “A gente vê isso muito nas escolas centrais [do município] ou aquelas que estão sendo reformadas”. Nos diálogos também emergiram relatos sobre a qualidade e as condições de acesso à *internet*. Sobre esse tema, o *Palestrante 1* questionou:

[...] vocês têm acesso à *internet* de boa qualidade na escola? E os alunos podem utilizar, desde que seja autorizado, com uma breve autorização, para uma atividade..., ou não? (Palestrante 1, GAV – Encontro 1).

As respostas foram unânimes. “Não, não” (Participante H8, GAV – Encontro 1). “Pra celular não!” (Membro Externo, GAV – Encontro 1). Outro participante complementa: “As vezes que eu tentei utilizar com o celular, que a diretora liberou na época, mas eles [em referência aos estudantes] ficavam fazendo vídeo *live*” (Participante T20, GAV – Encontro 1).

Portanto, em relação à conexão de *internet*, os professores mencionaram a necessidade de solicitar autorização prévia para atividades que envolvam o seu uso. Informaram também que, atualmente, os alunos não têm acesso livre à rede e que o uso de aparelhos celulares, *smartphones* e similares em sala de aula e laboratórios não é permitido, exceto em equipamentos de propriedade das escolas.¹²

Sobre a implementação do Pensamento Computacional, os actantes que atuam na rede municipal deste município sugerem que, ao menos por enquanto, as escolas municipais devem priorizar atividades que façam uso da abordagem desplugada. Isso é evidenciado pelas declarações de alguns deles: “Eu acho que a prioridade terá que ser as atividades desplugadas” (Participante T20, GAV – Encontro 1). “Eu também acho. Acho que tem que ser atividades desplugadas” (Participante H8, GAV – Encontro 1).

Ainda analisando as condições de implementação do componente curricular de computação, especificamente em relação ao Pensamento Computacional, nas escolas dos “*Participantes*” do Município 1, que atuam na rede estadual, o *Participante P16* explicou que o ensino de informática enfrenta dificuldades devido ao uso intensivo dos laboratórios com computadores por apenas alguns professores. Essa dificuldade ocorre principalmente em virtude da intensa utilização de plataformas em algumas disciplinas, notoriamente matemática e língua portuguesa, tanto para o ensino e a aprendizagem, quanto para os processos de avaliação. Aparentemente, na rede estadual, o termo “informática” também parece predominar para se referir ao ensino de computação, ao menos entre esse grupo de professores que participou do curso de formação.

A demanda por computadores para acesso às plataformas digitais dificulta o uso desses equipamentos por professores de outros componentes curriculares. O *Participante P16* expressa preocupação com a falta de uma melhor infraestrutura, pois acredita que a presença de computadores poderia facilitar o planejamento de aulas mais atrativas para os alunos: “[...] têm vários *sites* legais de química [...], de biologia também. Mas você consegue [usar]? Não consegue” (Participante P16, GAV – Encontro1). Ele também mencionou que o estado do Paraná tem fornecido outras

¹² Cumpre destacar que, na época em que a pesquisa foi aplicada, não havia legislação específica que regulamentasse o uso de aparelhos celulares ou similares, de caráter pessoal, no ambiente escolar. A Lei nº 15.100, que trata da utilização, por estudantes, de dispositivos eletrônicos portáteis pessoais nos estabelecimentos de ensino da Educação Básica, tanto públicos quanto privados, entrou em vigor em 13 de janeiro de 2025.

tecnologias, incluindo o *Educatron*, uma televisão utilizada para transmitir conteúdos multimídia, realizar videochamadas, entre outras funções. Contudo, a quantidade disponível e as condições de manutenção ficam muito aquém das reais necessidades.

O *Participante P16* também comentou que, na escola em que trabalha, há rede de *internet* de boa qualidade. No entanto, o uso de *smartphones* e dispositivos similares para atividades escolares é bastante restrito e requer autorização prévia, o que desencoraja essa abordagem. Esse actante não mencionou a possibilidade de desenvolver o Pensamento Computacional por meio de atividades desplugadas. Além disso, possui poucas informações sobre a implementação do Complemento à BNCC (Brasil, 2022) na instituição em que atua, tampouco sobre ações que envolvam o Pensamento Computacional articulado ao Ensino de Ciências.

Já o *Participante N14*, professor da rede estadual no Município 1, mencionou que o laboratório de informática da escola em que trabalha possui 40 computadores, o que permite o atendimento adequado de uma turma. No entanto, destacou a necessidade de ampliar essa infraestrutura para satisfazer à demanda da escola. Também enfatizou a obrigatoriedade do uso de plataformas digitais para alguns componentes curriculares e suas implicações: “[...] a gente ouve muita reclamação dos colegas que utilizam a plataforma. Que os alunos não pensam a respeito do que estão fazendo” (Participante N14, GAV – Encontro1). Ele ressalta que, para atender às imposições de “nível de aprendizado”, muitos professores acabam realizando parcialmente algumas tarefas compulsórias na plataforma digital, especialmente aquelas que exigem digitação. O participante observa:

Principalmente na digitação e leitura. Eles [em referência aos alunos] têm que escrever a redação no papel e em seguida só digitar. E tem vários alunos que não sabem digitar! Então, para o professor ficar no “azulzinho”, no “verdinho” [...] tem que digitar a redação (Participante, N14, GAV – Encontro1).

Esse participante acredita que a maneira como as plataformas digitais estão sendo utilizadas mascara a realidade, criando uma ilusão com números que, na verdade, não correspondem à qualidade desejada quanto ao nível de aprendizado dos alunos. Sobre a implementação do Pensamento Computacional, relatou que, na escola onde atua, a professora responsável pelo componente de computação:

[...] trabalha com alguma coisa de programação, de linguagem também..., de desenvolver essa parte. Mas ela falou que é bem precária a situação, bem complicada. Os alunos chegam sem base nenhuma [...], não sabem nem ligar o computador [...] (Participante, N14, GAV – Encontro1).

Complementando sobre esse tema, o actante explicou que a aplicação do Pensamento Computacional está sendo desenvolvida a partir do 8º ano do ensino fundamental e no ensino médio. Informou ainda que, até onde sabe, na escola que atua, prevalece o uso de atividades desplugadas:

[...] falando desse lugar [referindo-se à instituição onde atua] não tem nada feito no computador. Toda a atividade é realizada usando o Pensamento Computacional, mas executada com “papel”. Coisas assim [...] (Participante N14, GAV – Encontro1).

Outro actante do curso, o *Participante K11*, destacou que o ensino do Pensamento Computacional no colégio particular onde trabalha, localizado no Município 1, começou em 2023, com foco na aplicação e resolução de problemas relacionados, sobretudo, a conteúdos de matemática. Esse professor reconheceu ter pouco conhecimento sobre o tema, mas percebe a importância de expandir a aplicação do Pensamento Computacional para outros componentes curriculares, especialmente para ciências, área na qual atua.

Um elemento intrigante observado por vários participantes do Município 1 é a dificuldade que muitos alunos enfrentam ao usar computadores e manipular comandos no teclado, apesar de serem considerados “nativos digitais”, conceito esse criado pelo educador e pesquisador Marc Prensky em 2001. Ele descreveu essa geração de jovens como nascida na era em que informações rápidas e acessíveis na *internet*, a chamada *World Wide Web*, já estavam amplamente disponíveis (Pescador, 2010).

O fato de nascerem nesse universo tecnológico e digital nos leva a pensar que possuem um amplo domínio de computadores e aparelhos similares. No entanto, essa premissa nem sempre é verdadeira. Muitos jovens da geração digital não dominam o uso do teclado para funções simples, atalhos básicos e até mesmo para ligar e desligar um computador. Como apontam Azevedo *et al.* (2018, p. 618) “As telas e *touchscreens* como espaço de escrita e de leitura trouxeram novas necessidades para o uso da linguagem em eventos de letramento”.

Ademais, conforme aponta o relatório da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) publicado em 2021, embora os adolescentes sejam considerados nativos digitais, isso não garante que eles compreendam e utilizem eficientemente o conhecimento disponível na *internet*. Muitos têm grande

dificuldade em entender textos *online*, localizar fontes confiáveis, avaliar a credibilidade das informações e distinguir fatos de opiniões (OECD, 2021).

Essas circunstâncias indicam a necessidade de um olhar diferenciado para o letramento digital, sem deixar de lado elementos que proporcionem condições para que os discentes compreendam o funcionamento e o desenvolvimento dos dispositivos e do ambiente digital. Nesse contexto, o Pensamento Computacional surge como um aliado importante, ao oferecer estratégias que favorecem a resolução de problemas nas variadas áreas do conhecimento, ao mesmo tempo em que contribui para ampliar o desenvolvimento de diferentes habilidades cognitivas e para a formação de estudantes proativos, em um mundo marcado pelo uso de tecnologias digitais.

4.3.1.2 Implementação do Pensamento Computacional e sua articulação com o Ensino de Ciências em escolas do Município 2

O único professor deste município, presente no curso de formação, o *Participante M13*, atua na rede pública estadual de ensino. Assim como os demais participantes da rede estadual, suas colocações deram ênfase ao uso das plataformas digitais. No entanto, diferentemente dos outros, esse actante utiliza esse recurso, pois leciona matemática para os últimos anos do ensino fundamental e para o ensino médio. Ele destacou que o uso das plataformas é direcionado principalmente para as avaliações, embora também as utilize no processo de ensino e aprendizagem.

Sobre a implementação do Pensamento Computacional na escola de atuação, explicou que, por trabalhar com a disciplina de matemática, desenvolveu atividades relacionadas ao tema em 2022. No entanto, não tem detalhes de como o ensino de computação está sendo conduzido após a publicação do Complemento à BNCC de 2022. Ainda assim, com base em sua experiência, destaca a significância do Pensamento Computacional e espera que seu ensino seja ampliado. Esse professor reconhece a importância do assunto, não apenas para a matemática, mas também para os demais componentes curriculares, bem como, a relevância da formação continuada para o processo de implementação.

4.3.1.3 Implementação do Pensamento Computacional e sua articulação com o Ensino de Ciências em escolas do Município 3

Entre os quatro actantes do agrupamento “*Participantes*”, que atuam no Município 3, todos são educadores em escolas públicas da rede municipal de ensino. O *Participante 19* explicou que as instituições municipais ofertam educação infantil e os primeiros anos do ensino fundamental (até o quinto ano), atendendo crianças de 4 a 10 anos de idade. Os participantes relataram que, diferentemente do Município 1, neste não há técnicos ou instrutores de informática responsáveis por ministrar aulas desta área do conhecimento. Essa função sempre foi desempenhada por professores de carreira ou substitutos, com formação em pedagogia ou alguma licenciatura.

O *Participante G7* explicou que, apesar de a maioria desses educadores não terem recebido esse conjunto de saberes durante a formação inicial, o município está garantindo, por meio de formações continuadas, o conhecimento mínimo necessário. Na visão dele, sejam técnicos ou professores, o primordial é investir em formação. Conforme relato: “E isso está fazendo a diferença. Não existe um modelo ideal de ter os técnicos e ter os professores [...]” (Participante G7, GAV, Encontro 1). E complementa: “[...] somente com o processo de formação continuada” (Participante, G7, GAV – Encontro 1), reforçando a importância de capacitar os profissionais da educação, sobretudo, neste momento.

Porém, assim como apontado por participantes do Município 1, os professores deste município também afirmaram que muitos alunos enfrentam dificuldades em manusear comandos básicos no computador, apesar de a tecnologia fazer parte do cotidiano da maioria das pessoas, especialmente dos jovens e crianças. Conforme aponta o *Participante F6*:

Tem estudantes que não conseguem desligar o computador, ligar, não sabem [utilizar] o intervalo de rolagem, não sabem os nomes, as nomenclaturas [referindo-se as teclas que representam as letras, números, símbolos e outras funções do teclado de computadores]. Eu vejo muita dificuldade nisso [...] (Participante F6, GAV – Encontro 1).

O *Participante 19* esclareceu que a utilização de tecnologias, como um apoio pedagógico, por meio das aulas de informática começou em 2008:

[...] a gente nunca teve um técnico de informática, era o professor mesmo, o pedagogo que assumia aquelas aulas [em referência às aulas de informática] [...] iniciou em 2008, como uma questão de auxílio, como uma ferramenta

[tecnologia], um apoio pedagógico para as outras disciplinas [...] (Participante I9, GAV – Encontro 1).

Na época, segundo o mesmo participante, havia um único docente responsável por todas as disciplinas:

[...] a professora desenvolvia atividades, procurava na *internet*, na rede, atividades lúdicas [...]. Então não existia aquela coisa de você saber o que é um computador, *hardware*, *software*, nada disso não. Não era um curso de informática, era simplesmente um apoio pedagógico. E foi assim que aprendemos. [...] as coisas foram avançando, e hoje a gente não tem mais informática. Hoje é computação [...] (Participante I9, GAV – Encontro 1).

Nas escolas deste município, o ensino do Pensamento Computacional começou antes mesmo da publicação do Complemento de Computação de 2022. Atualmente, as escolas municipais oferecem os componentes curriculares de computação e robótica educacional, que desenvolvem o Pensamento Computacional, abrangendo tanto elementos teóricos e conceituais quanto atividades práticas, plugadas e desplugadas. Ademais, desde meados de 2022, o município conta com o “Programa Aluno Conectado”, que proporciona conexão de *internet* com qualidade adequada para as escolas, *notebooks* para os professores e *tablets* para uso dos estudantes durante as atividades planejadas pelos docentes.

O *Participante F6* salienta que os professores de sua escola têm acesso a *tablets* e que muitos os utilizam para desenvolver atividades nos diversos componentes curriculares com os alunos. Essas atividades, contudo, não envolvem necessariamente o Pensamento Computacional. Os *tablets* são tecnologias de apoio pedagógico, disponíveis para serem usados por educadores de todos os componentes curriculares, não sendo restritos às aulas de computação e robótica. Mesmo assim, ele relata que há “[...] um pouco de resistência [...] por conta da dificuldade, do novo. Tudo que é novo, tudo que tira você daquilo que já faz há anos..., mas enfim [...]” (Participante F6, GAV – Encontro 1).

Entretanto, os professores deste município também destacaram a necessidade de utilizar tecnologias como instrumentos que possam ir além do simples apoio educacional. A esse respeito, o *Participante I9* (GAV – Encontro 1) comentou: “Eu vejo que ainda usam [referindo-se às tecnologias] como apoio pedagógico [...]. Mas isso é uma condição cultural. Não há, ainda, essa questão..., de dominar o que é o Pensamento Computacional e aplicá-lo”. Sobre esse elemento, outro participante complementou:

Há necessidade também do que o [Palestrante 2] colocou. A articulação entre o que ele [referindo-se aos professores de modo geral] já domina com essas ferramentas [tecnologias] digitais. Uma coisa não vem substituir a outra, mas somar. E a dificuldade está aí! (Participante G7, GAV – Encontro 1).

Foi informado pelos participantes que as escolas do Município 3 dispõem de condições muito semelhantes, proporcionando aos professores infraestrutura e estímulos uniformes para o desenvolvimento de atividades envolvendo robótica educacional, computação e, por meio delas, o Pensamento Computacional, conforme fala do *actante J10*:

Todas as nossas 36 escolas já têm robótica. A gente não tem nenhuma escola da rede municipal que não tenha computação e robótica. Mesmo as escolas que são dos distritos, do interior, eles [referindo-se aos professores e estudantes] têm os mesmos equipamentos. Os mesmos que a gente, nas escolas da cidade. Então, os alunos têm os mesmos acessos [...]. Pelo menos o acesso eles têm [...] (Participante J10, GAV – Encontro 1).

Em relação à estrutura dos laboratórios de ciências, ao contrário do Município 1, os participantes do Município 3 relataram possuir uma infraestrutura adequada. Embora nem todas as 36 escolas municipais tenham laboratórios completos, em geral, são bem estruturados. Sobre o assunto, o *actante G7* mencionou: “Há várias escolas com laboratório de ciências, todos equipados com instrumentos” (Participante G7, GAV – Encontro 1).

O *Participante I9* destacou que o desafio atual das escolas municipais é disseminar o Pensamento Computacional de forma que possa ser aplicado pelos professores dos diversos componentes curriculares, para além dos que lecionam computação e robótica educacional: “Agora o nosso trabalho é ampliar para a sala de aula. Que os outros profissionais tenham esse conhecimento para conseguir desenvolvê-lo” (Participante I9, GAV – Encontro 1).

Sobre o desafio mencionado pelo *Participante I9*, o seu colega, o *actante G7* complementou: “[...] colocar o pensamento computacional em outros componentes curriculares é uma necessidade!” (Participante G7, GAV – Encontro 1). Esse último reforçou a fala do *actante I9* sobre o maior desafio do Município 3, que está centrado em desenvolver ações para integrar e utilizar os conhecimentos e habilidades do Complemento à BNCC de 2022, para que sejam aplicados na resolução de problemas pelos professores de diversas disciplinas, não se limitando apenas às aulas de computação e robótica educacional.

Os professores desse município, que estavam participando do curso de formação, foram unânimes em destacar que não houve dificuldade na implementação do complemento de computação e, conseqüentemente, do Pensamento Computacional. Isso se deve ao fato de que o município já vinha desenvolvendo atividades semelhantes às exigidas pela normativa de 2022 desde 2018. A esse respeito, o *Participante G7* (GAV – Encontro 1) comentou: “Quando chegou o complemento da BNCC não foi um choque. Porque nós já estávamos no processo de transição”.

Nas escolas municipais o componente curricular de computação já está desenvolvendo os três eixos mencionados pelo Complemento à BNCC de 2022. Além disso, também é ofertado o componente curricular obrigatório de robótica educacional, que desenvolve atividades teóricas e práticas que incorporam elementos do Pensamento Computacional, além de abordar constituintes básicos de introdução à programação.

Conforme explicou o *actante J10*, a Secretaria Municipal de Educação possui o Núcleo de Inovação e Tecnologias Educacionais (NIT), encarregado de planejar, organizar e executar formações para os professores que lecionarão os componentes de computação e robótica. Dos quatro participantes desse município, presentes no curso, dois deles são membros do NIT.

Sobre as formações desenvolvidas pelo município, elas são resultado de um projeto estruturado por meio de formações continuadas de três níveis, conforme explicado pelo *Participante J10*. Atualmente, elas são destinadas prioritariamente aos professores interessados, assim como àqueles que já lecionam ou lecionarão os componentes de computação e robótica. O *actante G7*, explica:

A gente tem organizado [...] três tipos de formação. Iniciantes, para aqueles que “caem de paraquedas” ou querem assumir os componentes; intermediários [...] e o nível avançado [...]. Trabalhamos com esses três níveis (Participante G7, GAV – Encontro 1).

O *Participante G7* detalhou que as escolas não fazem uso do sistema operacional *Windows*, mas sim do *Linux*. Por ser um sistema novo para a maioria dos educadores, a abordagem inicial das formações engloba a familiarização com a interface do *Linux*. De modo geral, os laboratórios de computação não possuem uma quantidade suficiente de computadores para atender à demanda de um

equipamento por aluno. Por isso, os professores são incentivados a desenvolver atividades que promovam o aprendizado colaborativo.

Esse mesmo participante explicou que a formação para os professores iniciantes, que ministrarão computação, abrange elementos conceituais sobre como a disciplina deve ser desenvolvida. Ele enfatizou que, embora a computação plugada também seja abordada, o foco inicial são as atividades desplugadas. Conforme informou:

A partir do momento em que a gente vai fomentando o desplugado, o computador não é mais o ator principal, ele se torna um coadjuvante. [...] primeiro trabalhamos a computação desplugada, depois o computador, [...], o algoritmo [...] (Participante G7, GAV – Encontro 1)

O mesmo ocorre com as formações para os professores que ministrarão o componente de robótica:

Primeiro se apresenta o case, as peças, o aspecto [elemento] conceitual e, à medida que vai passando, a gente vai colocando complexidade naquilo [referindo-se à medida que o professor evolui nas formações] (Participante G7, GAV – Encontro 1).

O *actante* G7 afirmou que, nas formações, incentiva-se os professores que os componentes de computação e de robótica não devem se limitar à mera replicação de temas de outras disciplinas, como matemática, português, etc. Essas formações incluem elementos teóricos e práticos, como robótica, programação em blocos, por meio do *Scratch* ou tecnologias similares, bem como diferentes conteúdos. Desde então, os educadores são estimulados, com o auxílio do NIT, a criar, inovar e desenvolver novos projetos, conforme relatado pelo *Participante J10* (GAV – Encontro 1): “A partir das formações, o professor vai avançando e fazendo a automação dos próprios projetos”. Entretanto, ressalta que a alta rotatividade, em torno de 50%, torna esse processo um tanto exaustivo. O *actante* em questão salienta que muitos dos professores não desejam continuar com o desafio de lecionar os componentes de computação e robótica. Ele forneceu mais detalhes de como ocorrem essas formações:

[...] temos articulado computação e robótica. Então, o nosso currículo conversa um com o outro [...]. Se a professora só dá [ministra] computação e, amanhã ou depois, precisar ir para a robótica, ela conseguirá dominar, porque o conteúdo se relaciona com o outro. A gente trabalhou bastante o pensamento computacional por meio desse processo (Participante J10, GAV – Encontro 1).

Explicou que, elementos do Pensamento Computacional começaram a ser desenvolvidos nas escolas municipais, em 2018. Isso se deu por meio do

componente de robótica educacional, partindo de um projeto-piloto, baseado em uma escola “modelo”, localizada no Município 1. Também afirmou que a instituição de ensino em questão serviu como uma inspiração, até porque:

[...] a partir de lá [em referência à escola do Município 1] a gente foi desenvolvendo. Mas eles tinham um tipo de metodologia que para nós não era factível, não funcionaria. Então a gente tentou implementar de uma outra forma (Participante J10, GAV – Encontro 1).

Contudo, salienta que os esforços para a formação de professores são contínuos, especialmente devido à alta rotatividade, com muitos não permanecendo na mesma escola. Isso torna necessário capacitar constantemente novos educadores para assumir os componentes em questão. Nas palavras do *Participante J10* (GAV – Encontro 1): “A gente forma 70 professores em um ano. E, no ano seguinte, é preciso formar mais 70!”.

Ao serem questionados pelo *actante H8* do Município 1, sobre o desempenho dos docentes nos componentes de robótica e computação, o *Participante F6* tomou a palavra e compartilhou sua experiência como professor iniciante de robótica:

Depende do professor..., da vontade dele. Por exemplo, eu vejo muita dificuldade, porque eu não tinha [ministrado o componente de] robótica, mas assumi a disciplina, fiz a formação e eu me esforço. Mas tenho uma dificuldade grande porque tenho [mais] três disciplinas: ensino religioso, laboratório de ciências e filosofia (Participante F6, GAV – Encontro 1).

E complementa “[...] se eu pegasse somente robótica e trabalhasse junto com a professora de computação [...] eu poderia estar muito avançado!”. Porém, lamenta “Não foi assim. Por que não tem como” (Participante F6, GAV – Encontro 1).

O *Participante I9* acredita que tudo o que é novo precisa de tempo para ser compreendido, edificado e incorporado aos processos de ensino e aprendizagem: “[...] vai um tempo ainda, porque a nossa formação [em referência à inicial] não foi direcionada pra isso” (Participante I9, GAV – Encontro 1). Já o *actante F6*, que passou a lecionar robótica em 2023 no Município 3, concorda com as dificuldades levantadas pelo *actante I9*, apesar do interesse que sempre teve por tecnologia. De acordo com seu relato:

[...] eu comecei esse ano, então tudo é novo pra mim. Tenho uma ligação com a tecnologia [...]. Costumava observar meus irmãos desmontando computadores, montando [...], sou muito curioso. Então eu sempre quero saber. Comecei fazendo trabalho intermediário de robótica [em referência ao componente curricular], mas eu não dei [lecionei] aula de computação todos os meus anos de município [...] (Participante F6, GAV – Encontro 1).

O *Participante F6* reforça a necessidade de persistir, pois tudo que é novo, no início, causa desconforto. E ressalta que é preciso estudar e perseverar:

[...] tudo é novo pra mim também. Estou aprendendo. Eu leio, busco e estou fazendo as formações conjuntas [referindo-se às formações continuadas ofertadas pelo NIT]. Eu vejo um pouco dessa dificuldade, mas acredito que é um caminho. Tudo vai chegar! (Participante F6, GAV – Encontro 1).

Esse actante finalizou seu relato mencionando que, apesar dessas dificuldades, os professores têm se esforçado e gradualmente estão superando os desafios. Corroborando com as afirmações do *actante F6*, o *Participante J10* reforçou:

[...] estamos há três anos fazendo formação com os professores. O que a gente percebe é que o professor que se fixou na robótica ou na computação e tem participado das formações ao longo do tempo, hoje [...] ele tem autonomia [...] (Participante J10, GAV – Encontro 1).

E complementou destacando que a Secretaria Municipal de Educação está fomentando oportunidades e que os educadores “[...] estão avançando, estão procurando..., e a gente oferta vários outros tipos de formação em tecnologia. O município tem oportunizado! [...] e são esses professores que têm procurado, têm se especializado e [que] têm avançado” (Participante J10, GAV – Encontro 1).

As colocações dos participantes desse município, em distintos momentos, reforçaram a importância da formação continuada. Conforme o *Participante J10* (GAV – Encontro 1): “[...] eu acho que a formação continuada é um ponto, ela é um divisor de águas. [...] se aquele professor tem afinidade com a área e entendeu qual é a ideia da proposta, ele vai avançar”. Esse actante complementa que é essencial haver estímulos por parte dos gestores escolares, bem como interesse e curiosidade por parte dos profissionais da educação para com o aprendizado contínuo.

Essa condição, segundo a qual a formação de professores não deve se restringir aos temas abordados na graduação inicial, é enfatizada por Teles, Luz e Albuquerque (2013) como fundamental para um melhor desempenho das atribuições docentes. Isso se deve ao fato de que, dada a complexidade da educação, é imprescindível que os professores estejam preparados para enfrentar novos desafios, especialmente diante das rápidas e constantes mudanças coletivas e tecnológicas.

De modo geral, a implementação do Pensamento Computacional nas escolas em que os participantes atuam, revela diferentes estágios e obstáculos, embora haja

consenso sobre sua importância para a Educação Básica, especialmente no Ensino de Ciências. A partir dos relatos dos professores, o Município 3 demonstra uma estrutura mais consolidada, com programas, infraestrutura e formações continuadas que têm favorecido sua efetivação. Já os Municípios 1 e 2 enfrentam maiores limitações, tanto em recursos e formação docente, quanto no uso das tecnologias para além do mero apoio didático. Porém, em todos os contextos, a formação continuada dos professores foi apontada como fator central para superar resistências, adversidades e integrar o Pensamento Computacional à prática pedagógica, por meio da resolução de problemas, próprios do Ensino de Ciências e Biologia.

Essa etapa, de entender como os documentos que orientam o ensino do Pensamento Computacional estão sendo implementados, especialmente no Ensino de Ciências, representa um passo fundamental para identificar os desafios, dificuldades e oportunidades decorrentes desse cenário. A análise, desenvolvida a partir dos objetivos específicos tratados até esse momento, traz alicerces essenciais para avançar na criação de atividades, sejam plugadas ou desplugadas, que se materializam em resultados práticos para o dia a dia da sala de aula, de forma simples e acessível.

Nesse contexto, o passo seguinte é traduzir os conhecimentos sobre a compreensão do Pensamento Computacional e as diretrizes que orientam sua implementação na Educação Básica, investigados nos dois primeiros objetivos específicos desse trabalho, em propostas concretas, por meio da elaboração, aplicação e avaliação de atividades pedagógicas. Essas atividades, que reuniram teoria e prática, visaram estimular os professores participantes do curso a desenvolverem o Pensamento Computacional para a resolução de problemas inerentes a conteúdos de ciências e biologia. Esse é o foco central do próximo objetivo específico desta pesquisa, que está detalhado a seguir.

4.4 Desenvolvimento e análise de atividades teórico-práticas articulando o Pensamento Computacional e o Ensino de Ciências

O conhecimento básico dos princípios fundamentais do Pensamento Computacional, as condições de infraestrutura e materiais disponíveis nas escolas

de Educação Básica, bem como, o perfil dos estudantes e professores, são fatores essenciais para criar e desenvolver atividades que incrementem o Pensamento Computacional voltado à resolução de problemas, independentemente do componente curricular que sejam implementadas. Pela perspectiva da Teoria Ator-Rede, essas conjunturas podem ser compreendidas como actantes, que performam interações de estabilização ou desestabilização na organização da rede sociotécnica. Nesse contexto, os elementos não humanos exercem influência tão significativa quanto os humanos (Latour, 2012), contribuindo ativamente para a construção do processo educativo (Melo, 2011). Por isso, descrevo nessa subseção, a partir dos rastros dos actantes evidenciados no *Momento 3*, a estrutura da rede delineada proveniente das atividades teórico-práticas realizadas no curso de formação.

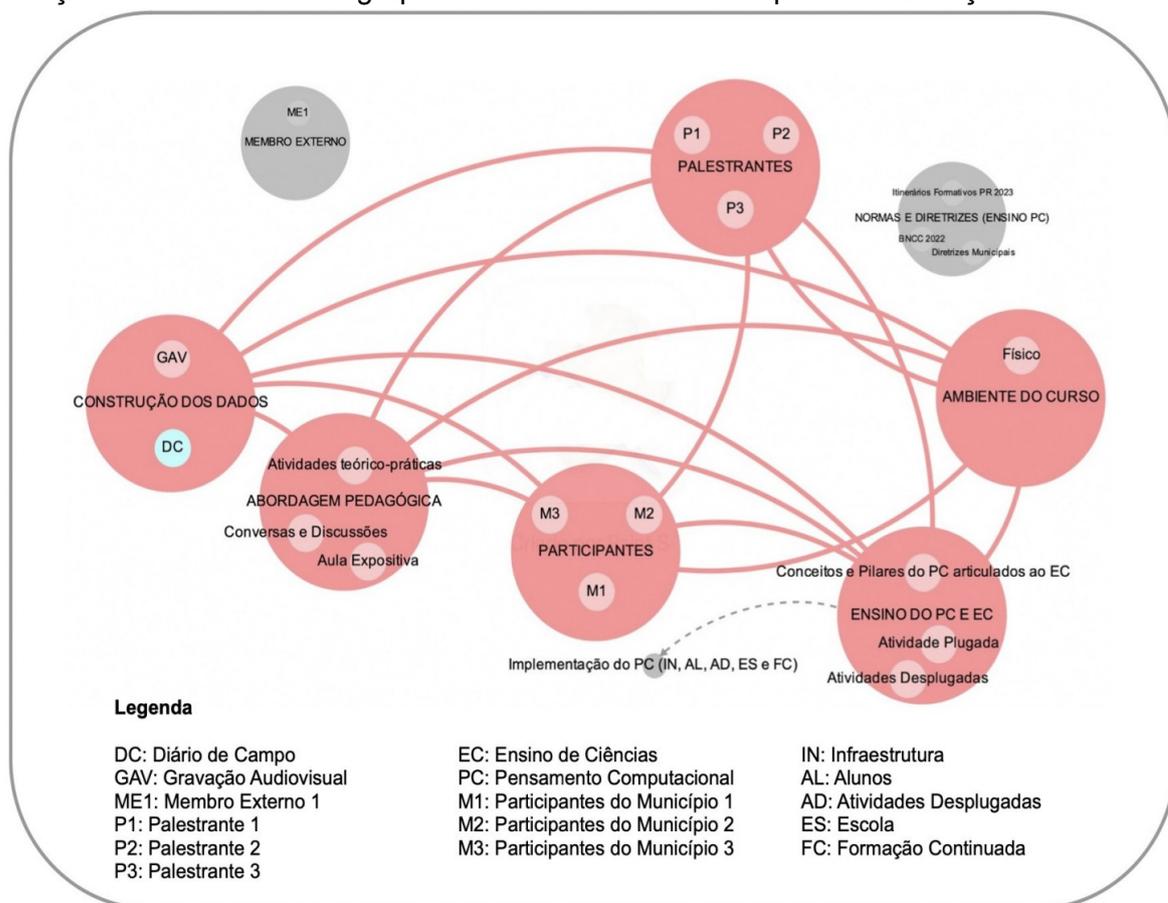
Como nas seções anteriores, inicio com a ilustração (Figura 8) que demonstra os agrupamentos constituídos por atores humanos e não humanos envolvidos na rede sociotécnica do *Momento 3*. Essa imagem destaca os rastros dos actantes abrangidos no conjunto de atividades, plugadas e desplugadas, planejadas e realizadas durante o curso e as associações observadas na rede ao longo desta etapa. O mapeamento dos rastros deixados pelos agrupamentos e os actantes que os compõem é peça central na abordagem metodológica empregada nessa investigação, à luz da Teoria Ator-Rede. Dessa maneira, descrevem-se as dinâmicas e as associações entre os agrupamentos que atuaram como mediadores (ilustrados por círculos em vermelho-claro).

As dinâmicas envolveram três atividades desplugadas (a, b e c) e uma plugada (c), respectivamente, com as seguintes temáticas: a) Polinização e a importância das abelhas nesse processo; b) Filogenia e a interpretação de cladogramas; e, c) Princípios básicos de genética (estrutura e características do DNA), mutações e de expressão gênica, essa última elaborada por meio da plataforma Scratch, utilizada de forma *off-line*.

Conforme mostrado na Figura 8, no *Momento 3*, todos os agrupamentos atuaram como mediadores por meio de translações unidirecionais ou bidirecionais, convergindo com a ideia de translação de Latour. Sendo assim, esses agrupamentos podem transformar, distorcer e estabilizar as associações na rede, o que dialoga

com o que o autor descreve como a centralidade dos mediadores para a manutenção ou a transformação de redes (Latour, 2012).

Figura 8 – Estrutura da rede sociotécnica estabelecida durante o *Momento 3*, a partir da relação entre os distintos agrupamentos formados e as respectivas translações entre eles



Fonte: Imagem do autor, elaborada a partir do *software* Gephi¹³ e Paint S® (2024).

Na ilustração, observam-se agrupamentos que já vinham performando como mediadores desde o *Momento 1*, como o “*Palestrantes*”, que passou a contar com um novo actante, o *Palestrante 3*, assim como os agrupamentos “*Participantes*”, “*Construção dos Dados*” e o “*Ensino do Pensamento Computacional articulado com o Ensino de Ciências*” — *Ensino do PC e EC*. Destaco, neste último, a ausência do actante “*Implementação do PC (IN, AL, AD, ES e FC)*”, evidenciado pelas linhas tracejadas em cor cinza na Figura 8, o que não indica, necessariamente, seu desaparecimento neste *Momento*, mas sua redistribuição na rede, especialmente como parte integrante das diversas atividades teórico-práticas que são exploradas

¹³ A imagem foi construída apenas com intenção ilustrativa, sem atribuição de peso estatístico em relação ao tamanho dos nós (círculos) e arestas.

nas subseções seguintes. Em outras palavras, ele foi “incorporado” por outros agrupamentos mais fortes e consolidados nesta etapa do curso de formação.

De forma similar, o agrupamento “*Ensino do PC e EC*” passou a contar com os actantes *Atividades Desplugadas* e *Atividade Plugada*, ambas elaboradas e desenvolvidas com base nos *Conceitos e Pilares do Pensamento Computacional articulado ao Ensino de Conteúdos de Ciências*. Esses novos actantes emergem como fortes mediadores ao estabelecerem traduções intensas com os demais elementos da rede e, diferentemente dos *Momentos* anteriores, ambos — sobretudo, o actante *Atividades Desplugadas* — ganham visibilidade, modificando as inter-relações e evidenciando o processo contínuo de reconfiguração da rede.

Um elemento marcante deste *Momento* é a atuação do agrupamento “*Ambiente do Curso*”, que, pela primeira vez, atuou como mediador, em contraste com os dois *Momentos* anteriores. Já o agrupamento “*Abordagem Pedagógica*” manteve-se como mediador, mas incorporou um novo elemento à rede: o actante *Atividades Teórico-Práticas*, o qual possui estreita relação com aqueles do agrupamento “*Ensino do PC e EC*”, porém, com diferenças importantes: enquanto os actantes deste último deixam rastros vinculados à implementação e ao desenvolvimento da prática em ação, o actante “*Atividades Teórico-Práticas*” refere-se aos rastros originados no planejamento e na elaboração das atividades desplugadas e plugada.

Esse novo actante perpassa elementos que vão desde os fundamentos teóricos, ligados aos conteúdos das atividades, até os processos de preparação e mobilização de recursos e materiais necessários para a construção das atividades. A distinção entre os actantes dos agrupamentos “*Abordagem Pedagógica*” e o “*Ensino do PC e EC*” evidencia a dualidade da rede, com rastros não apenas relacionados com a implementação das atividades teórico-práticas, mas também com o seu planejamento e organização. Tal dinamismo contribui para uma mobilização mais consistente da rede, que se reconfigura continuamente à medida que os actantes interagem e se traduzem durante essa etapa do curso.

O surgimento de novos actantes e agrupamentos, ou a modificação destes, como é o caso do “*Ambiente do Curso*”, demonstra o caráter fluido e dinâmico das redes sociotécnicas. Da mesma forma, a permanência de agrupamentos anteriores, como “*Abordagem Pedagógica*”, revela que a rede não apenas se reconfigura, mas

também preserva elementos que sustentam a continuidade de associações importantes para sua estabilização (Latour, 2012).

Ainda no *Momento 3*, os agrupamentos “*Membro Externo*” e “*Normas e Diretrizes*” não estão presentes, o que indica que seus rastros não foram evidenciados. Isso não significa, contudo, que suas impressões e influências exercidas sobre os demais agrupamentos durante o *Momento 2* tenham sido “esquecidas”. Tal circunstância é enfatizada por Latour, para quem a ausência de rastros em um dado momento não significa, necessariamente, a inexistência ou a invisibilidade de um agrupamento ou actante.

A não evidência de rastros não torna esses agrupamentos irrelevantes para o objetivo da investigação. Uma hipótese que pode ser levantada, sobretudo em relação às “*Normas e Diretrizes*”, é que esse agrupamento possa ter realizado interseção com outros agrupamentos e, eventualmente, tenha sido incorporado a outros mediadores mais fortes, ampliando de forma indireta o espectro de influência nas translações destes agrupamentos. Essa condição reforça o dinamismo das associações, característico das investigações amparadas pela Teoria Ator-Rede. Ademais, actantes ou agrupamentos ausentes em determinado momento podem continuar a exercer efeitos ocultos na rede, sendo capazes de, inclusive, ressurgir em futuras interações.

O estudo desse *Momento* estendeu-se ao longo dos três primeiros encontros, com atividades teórico-práticas que envolveram diferentes temáticas de ciências e biologia. Antes de cada dinâmica, foi realizada uma explanação sobre o que seria trabalhado. Essa prática de explicar ou relembrar o assunto antes das atividades, descrita no início de cada subseção, teve a função de preparar os actantes humanos (os professores participantes), para que se engajassem de maneira efetiva durante as dinâmicas.

Com esse objetivo em mente, cada atividade teórico-prática descrita pode ser entendida como uma sequência de translações, nas quais as compreensões científicas são traduzidas para ações práticas, integradas às concepções e pilares do Pensamento Computacional. Esse processo foi importante para fortalecer as associações entre os diferentes elementos da rede, transformando-os em produtos integrados que podem ser mobilizados a partir das tarefas realizadas.

Dando sequência ao processo previamente descrito, as atividades teórico-práticas, por meio de jogos e dinâmicas — tanto plugadas quanto desplugadas —, performaram como mediadores não humanos que facilitaram a interação entre os professores participantes e os conteúdos de ciências e biologia trabalhados. Essa mediação foi fundamental para a disseminação do conhecimento e está em consonância com as ideias apresentadas por Latour em seu livro “Ciência em Ação” (Latour, 2000). A seguir, segmentado em três subseções de acordo com os conteúdos abordados, descrevo o desenvolvimento de cada uma das atividades teórico-práticas seguido pela análise e discussão dos resultados, pautados na Teoria Ator-Rede, conforme estrutura detalhada no capítulo 3.

4.4.1 Atividade desplugada: polinização e a relevância das abelhas

A primeira atividade teórico-prática do curso abordou a temática da polinização¹⁴ e o papel fundamental das abelhas nesse processo. É importante destacar que parte dos dados relacionados à essa proposta foram publicados no artigo intitulado: “*Alternativas para o desenvolvimento do Pensamento Computacional no Ensino de Ciências por meio de uma atividade desplugada*” (Fornari *et al.*, 2025)¹⁵. Apesar de ter sido originalmente pensado para alunos dos primeiros anos do ensino fundamental, o jogo apresenta uma estrutura que permite adaptações para outras etapas da Educação Básica. O exercício desenvolvido integrou habilidades dos componentes curriculares de ciências, matemática e do Pensamento Computacional. A seguir, destaco algumas dessas habilidades:

Ciências: “Descrever características de plantas e animais (tamanho, forma, cor, fase da vida, local onde se desenvolvem, etc.) que fazem parte de seu cotidiano e relacioná-las ao ambiente em que eles vivem” (Brasil, 2017, p. 335). “Identificar características sobre o modo de vida [...] dos animais mais comuns no ambiente próximo” (Brasil, 2017, p. 337). “Analisar e construir cadeias alimentares simples,

¹⁴ A polinização é uma interação ecológica fundamental que pode ocorrer por meio de agentes abióticos, como o vento e a água, ou por agentes bióticos, principalmente insetos, que desempenham um papel central nesse processo (Raymundo; Alencar, 2022). Essa atividade é essencial para a produção de alimentos e, conseqüentemente, para a segurança alimentar e a sobrevivência humana (Patel *et al.*, 2021).

¹⁵ Link de acesso direto à publicação: <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/14251>

reconhecendo a posição ocupada pelos seres vivos nessas cadeias [...]” (Brasil, 2017, p. 339).

Matemática: “Descrever deslocamentos e localização de pessoas e de objetos no espaço, [...] empregando termos como direita e esquerda, mudanças de direção e sentido [...]” (Brasil, 2017, p. 293).

Pensamento Computacional: “Identificar e seguir sequências de passos aplicados no dia a dia para resolver problemas” (Brasil, 2022, p. 12). “Reorganizar e criar sequências de passos em meios físicos ou digitais, relacionando essas sequências à palavra Algoritmos” (Brasil, 2022, p. 12). Além dessas, também ressaltou:

Criar e simular algoritmos representados em linguagem oral, escrita ou pictográfica, construídos como sequências com repetições simples (iterações definidas) com base em instruções preestabelecidas ou criadas, analisando como a precisão da instrução impacta na execução do algoritmo (Brasil, 2022, p. 16).

Criar e simular algoritmos representados em linguagem oral, escrita ou pictográfica, que incluam sequências e repetições simples com condição (iterações indefinidas), para resolver problemas de forma independente e em colaboração (Brasil, 2022, p. 18).

O jogo envolveu um tabuleiro especialmente criado para o curso, inspirado no vídeo “Programação desplugada!”, referenciado por Cunha (2020). Nesse contexto, tanto o tabuleiro quanto o conjunto de “figurinhas”, que o compõem (Figura 9), são parte integrante do actante não humano “*Atividades Desplugadas*”, que performou como mediador na rede sociotécnica.

Dessa forma, pela perspectiva da Teoria Ator-Rede, os elementos utilizados na atividade desplugada não atuaram como meros objetos inanimados e sem relevância, mas foram partes constituintes de um actante que integrou conceitos teóricos e práticos. Essa articulação ocorreu por meio de um jogo interativo, que permitiu aos professores refletirem sobre os fundamentos e pilares do Pensamento Computacional à medida que desenvolviam a atividade. A atuação do agrupamento “*Ensino do Pensamento Computacional articulado com o Ensino de Ciências*” — *Ensino do PC e EC* — na rede, especialmente do actante *Atividades Desplugadas*, influenciou diretamente o engajamento e a interação com outros agrupamentos, como os “*Participantes*”, “*Palestrantes*” e o próprio “*Ambiente do Curso*”.

Figura 9 – Tabuleiro e distribuição das “figurinhas” estruturados por uma das duplas de professores que participaram do curso de formação



Fonte: Dados da Pesquisa (2023).

A etapa de montagem do tabuleiro e a realização do jogo foram precedidos por explicações introdutórias. O “[...] Palestrante 2 apresentou diferentes tipos de abelhas [...] e a importância delas. Explicou sobre como elas produzem o mel e os fatores que interferem na polinização” (Diário de Campo 1, p. 2). Quatro aspectos foram destacados com ênfase nesse processo devido à considerável influência negativa que exercem, a saber: desmatamento, queimadas, agrotóxicos e a urbanização (Beringer; Maciel; Tramontina, 2019).

O conteúdo apresentado sobre a polinização e a relevância das abelhas nesse processo, mencionado pelo *Palestrante 2*, destaca como o conhecimento científico é transformado em algo aplicável ao contexto educacional. As translações evidenciadas entre os diversos agrupamentos da rede objetivaram estabilizar o entendimento sobre a importância das abelhas e sua relação com o ecossistema por meio de sua atuação no procedimento de polinização, utilizando o jogo para construir esse aprendizado, articulando saberes científicos ao Pensamento Computacional.

Após as explicações iniciais, os professores participantes, organizados em duplas, receberam as instruções (vide apêndice C) e em seguida prosseguiram com o jogo, cujo objetivo principal consistiu em encontrar no tabuleiro, montado

livremente por cada dupla, o caminho mais próximo entre as figuras da abelha *Xylocopa grisescens* e a flor do maracujá. Nos primeiros momentos da atividade surgiram dúvidas por parte dos “[...] participantes para entender a dinâmica do jogo e, posteriormente, de como deveriam montar (o tabuleiro) e desenvolver a atividade” (Diário de Campo 2, p. 3-4). Essas incertezas foram gradualmente sanadas à medida que os professores compreendiam melhor a lógica do jogo e progrediam em sua execução.

As dificuldades iniciais relatadas pelos professores, tanto em compreender a dinâmica quanto em montar o tabuleiro, podem ser interpretadas como momentos de instabilidade dentro da rede sociotécnica. Conforme observa Salgado (2018, p. 75), “A ação de reagrupar o social, e de seguir os atores enquanto eles agem, reconhece a instabilidade do social [...] e demarca a dimensão pragmática da abordagem sociológica proposta pela Teoria Ator-Rede”.

Tais circunstâncias revelam a necessidade de realinhamento entre os agrupamentos para que a rede se estabilize, ao menos, “temporariamente”. Latour (2012) afirma que a força de uma rede está em sua capacidade de “alinhar” continuamente seus agentes, o que nesse caso, foi realizado por meio de instruções que facilitaram a compreensão da atividade por parte dos participantes. Ainda assim, como salienta o autor, essa estabilidade é momentânea, uma vez que trabalhar com a Teoria Ator-Rede implica em lidar com constante incerteza e dinamismo.

Transpostas as dificuldades iniciais, os participantes foram instigados, no decorrer do jogo, a mencionar em quais momentos os pilares do Pensamento Computacional estavam sendo mobilizados. Houve diferentes comentários e interpretações, mas a maioria dos professores demonstrou maior facilidade em identificar a abstração e o reconhecimento de padrões. Sobre o pilar abstração, o *Participante F6* comentou: “Havia duas abelhas, portanto, primeiro, era preciso focar na abelha em que tínhamos interesse” (Participante F6, GAV - Encontro 1). Outro integrante destacou o segundo elemento essencial à abstração do problema: “Eu complementar com a flor de maracujá” (Participante G7, GAV - Encontro 1).

As falas desses participantes evidenciam os componentes centrais do processo de abstração na atividade: a abelha da espécie *Xylocopa grisescens* e a flor de maracujá. Para resolver o desafio, era necessário concentrar-se nesses dois elementos e nos obstáculos colocados à polinização presentes no tabuleiro. Como

mencionam Fernández *et al.* (2018), a abstração tem como foco os constituintes que estão diretamente vinculados ao problema, desconsiderando os que não sejam relevantes para a sua resolução.

Quanto aos pilares da decomposição e do reconhecimento de padrões, ambos foram mencionados pelo *Participante J10*: “Eu associei a decomposição como o movimento de deslocamento, para o lado direito, esquerdo... Enfim, colocar [em referência ao ato de decompor] em sequência. Também acho que já temos aí o reconhecimento de padrões” (*Participante J10*, GAV – Encontro 1). Por fim o pilar do algoritmo foi sintetizado na fala do *Participante G7*, ao afirmar que: “[...] o algoritmo é a solução, é o todo” (*Participante G7*, GAV – Encontro 1).

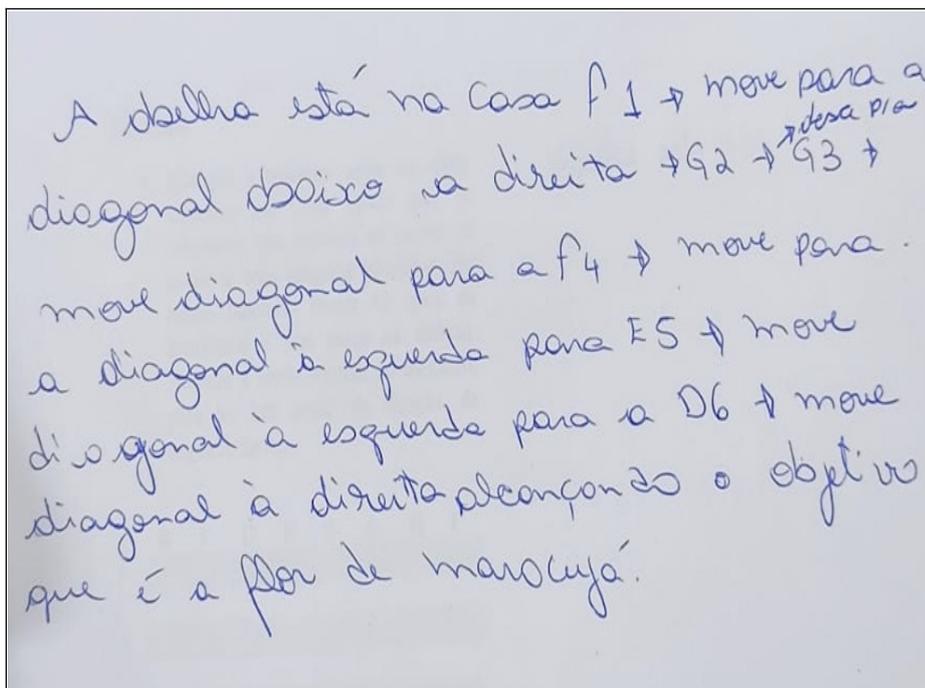
As discussões em torno das diferenças de como os participantes observaram os pilares do Pensamento Computacional no decorrer da atividade ilustram a existência de controvérsias dentro da rede. Essas contestações são normais e até mesmo desejáveis, pois evidenciam o dinamismo na rede e a impulsionam a refinar as associações entre os agrupamentos. No caso dessa atividade desplugada, os debates favoreceram a compreensão dos conceitos e estreitaram a relação entre teoria e prática.

Depois de breve discussão para identificar os pilares do Pensamento Computacional durante a atividade, os participantes foram instruídos a elaborar um algoritmo descritivo, com detalhes de cada etapa correspondente ao percurso lógico mais simples entre a abelha *Xylocopa grisescens* e a flor correspondente, a partir do tabuleiro montado. A descrição do algoritmo deveria permitir a reprodução do percurso no tabuleiro, por outra pessoa ou por uma máquina, se necessário, adequando-se o algoritmo a uma linguagem de programação. A Figura 10 apresenta um dos esboços iniciais elaborado por uma das duplas participantes.

É importante destacar que o algoritmo descritivo, desenvolvido pelos participantes, não representa apenas o resultado da atividade, mais do que isso, atua como um elemento estabilizador “momentâneo” da rede ao transformar as interações do jogo em um “produto” que pode ser reproduzido ou adaptado a diferentes contextos do Ensino de Ciências, o qual ocorre por meio de outros actantes, sejam humanos ou máquinas (não humanos), considerando a diversidade de fatores e ambientes presentes nas múltiplas unidades escolares. Isso reflete a

ideia de Latour de que as redes perpetuam suas associações, garantindo a continuidade e o dinamismo do conhecimento gerado (Latour, 2012).

Figura 10 – Esboço inicial de um algoritmo descritivo elaborado por uma das duplas que participou do curso de formação



Fonte: Dados da Pesquisa (2023).

Além disso, os comentários dos participantes, durante a atividade, tornaram mais evidentes rastros fundamentais que permitiram compreender melhor o dinamismo da rede. Parte desses indícios é observada nos algoritmos criados por eles mesmos, que estruturaram o passo a passo para a resolução do problema com base na lógica do Pensamento Computacional. As interações entre os envolvidos, de modo especial, os participantes e palestrantes — incluindo dúvidas, afirmações e reflexões sobre os elementos centrais do problema (abelha *Xylocopa grisescens*, flor de maracujá e obstáculos) — também ofereceram pistas importantes para entender a construção do conhecimento e como as associações, abrangendo os diferentes agrupamentos da rede, influenciaram nesse processo.

Essa primeira atividade destacou a importância das abelhas na polinização, integrando conceitos teóricos e práticos de ciências ao Pensamento Computacional. A proposta foi, inclusive, replicada pelo *Participante K11* com turmas do 1º ao 8º ano do ensino fundamental na escola em que atua. Sobre essa experiência, o *actante K11* compartilha alguns resultados:

[...] Eu trabalho do 1º ao 8º ano do Ensino Fundamental e apliquei com todas as turmas. Para os pequeninhos (1º ano), apresentei as abelhas, os problemas ambientais, expliquei os porquês, e nós brincamos do jogo da memória. Eu adaptei e desenvolvi com todas as turmas, e eles estão pedindo para repetir. Os do 6º ano me questionaram para tentar montar um jogo de xadrez com aquelas peças! (Participante K11, GAV – Encontro 2).

O mesmo professor destacou a estratégia adotada para reutilizar os artefatos disponíveis (tabuleiro, conjunto de “figurinhas”, etc.) a fim de desenvolver atividades desplugadas diversificadas com seus estudantes. Ele relata que em todas as turmas partiu da questão central “problemas ambientais versus as abelhas”, mas que ajustou os conteúdos em consonância com as várias habilidades preconizadas pela BNCC para o Ensino de Ciências, tendo em conta as diferentes etapas do ensino fundamental:

Com todos, trabalhei os problemas ambientais versus as abelhas [...], mas incluí temas como diversidade e poluição. Foi legal, tanto que eles estão querendo adaptar o jogo. Já estão pensando em mais estratégias (Participante K11, GAV – Encontro 2).

O participante finaliza a narrativa retratando sua visão da atividade aprendida no curso: “Eu acredito que pode ser usada de diferentes maneiras” (Participante K11, GAV – Encontro 2). No artigo que publicamos, Fornari *et al.*, 2025, mencionado no início desta seção, são apresentados mais detalhes sobre o jogo, bem como informações relevantes para sua replicação em diversos contextos do Ensino de Ciências.

Na sequência, será analisada a próxima atividade desenvolvida durante o curso, que abordou a temática sobre “filogenia e a interpretação de cladogramas”, fortalecendo a conexão entre o Ensino de Ciências e o Pensamento Computacional, como será discutido na subseção a seguir.

4.4.2 Atividade desplugada: filogenia e interpretação de cladogramas

No encontro do dia 23 de novembro de 2023, os participantes desenvolveram a segunda atividade, também desplugada, segmentada em duas etapas. Essa dinâmica, elaborada a partir dos saberes científicos tratados no artigo de Menezes Júnior e Silva (2023), abordou elementos básicos sobre filogenia¹⁶ e objetivou

¹⁶ Segundo Amorin (2002), a filogenia é um ramo da biologia que se concentra no estudo da história evolutiva e das relações de parentesco entre os grupos, por meio de análises de diversas características, incluindo comportamentais, ecológicas, morfológicas, fisiológicas, citogenéticas e

auxiliar os professores na interpretação de cladogramas, utilizando a lógica do Pensamento Computacional para estruturar a resolução do problema proposto. A atividade foi planejada para ser aplicada com estudantes dos últimos anos do ensino fundamental, de forma a articular habilidades de ciências e do Pensamento Computacional. Destaco algumas delas:

Ciências: “Discutir a evolução e a diversidade das espécies com base na atuação da seleção natural sobre as variantes de uma mesma espécie, resultantes de processo reprodutivo” (Brasil, 2018, p. 351).

Pensamento Computacional: “Construir soluções computacionais de problemas de diferentes áreas do conhecimento [...], selecionando as estruturas de dados e técnicas adequadas, aperfeiçoando e articulando saberes escolares (Brasil, 2022, p. 52).

Como na atividade anterior, essa também foi precedida por explicações sobre fundamentos e conceitos essenciais do conteúdo de ciências, necessárias para melhor desenvolvê-la. De acordo com registros do Diário de Campo:

O Palestrante 2 fez uma breve introdução contextualizando a respeito de temas como evolução e conceitos de filogenética. Com a ajuda de vídeos, explicou o significado de termos como apomorfia, sinapomorfia, autopomorfia, plesiomorfia, cladogramas, árvores evolutivas e filogenéticas, grupos monofiléticos, cladogramas, entre outros [...]. Também expôs e resolveu alguns exercícios sobre árvores filogenéticas e interpretação de cladogramas para exemplificar aos participantes. Em seguida foram entregues os materiais para uma atividade [...], em que os professores deveriam adaptar a montagem de um cladograma para o pensamento computacional [com base em seus fundamentos e pilares básicos] (Diário de Campo 1, p. 2).

Na etapa inicial, os participantes, organizados em duplas ou trios, precisaram identificar os momentos de ramificação na evolução de uma espécie fictícia de joaninha. Para isso, receberam um roteiro impresso com instruções específicas, seis figuras que representavam os diferentes estágios evolutivos, além de informações básicas que os ajudariam a definir a sequência correta. O *Palestrante 2* esclareceu dúvidas para auxiliar nos procedimentos e reforçou as orientações contidas no material impresso, que também foram projetadas no quadro, para facilitar a execução da primeira parte da dinâmica.

moleculares dos grupos envolvidos. Conforme o mesmo autor, “[...] o conceito mais central por trás da ideia da filogenia é a de ancestralidade entre espécies. Isto é, só há uma filogenia porque há espécies ancestrais conectando outras espécies. Nesse sentido, falar em ancestralidade de espécies e falar em filogenia é a mesma coisa” (Amorin, 2002, p. 58).

A compreensão dessas instruções era fundamental para o desenvolvimento da atividade, que envolvia a disposição correta das figuras, refletindo a sua adequada evolução. A esse respeito, o Palestrante 2 destacou: “Essas joaninhas são grupos atuais, mas as características foram aparecendo ao longo da evolução” (Palestrante 2, GAV – Encontro 2).

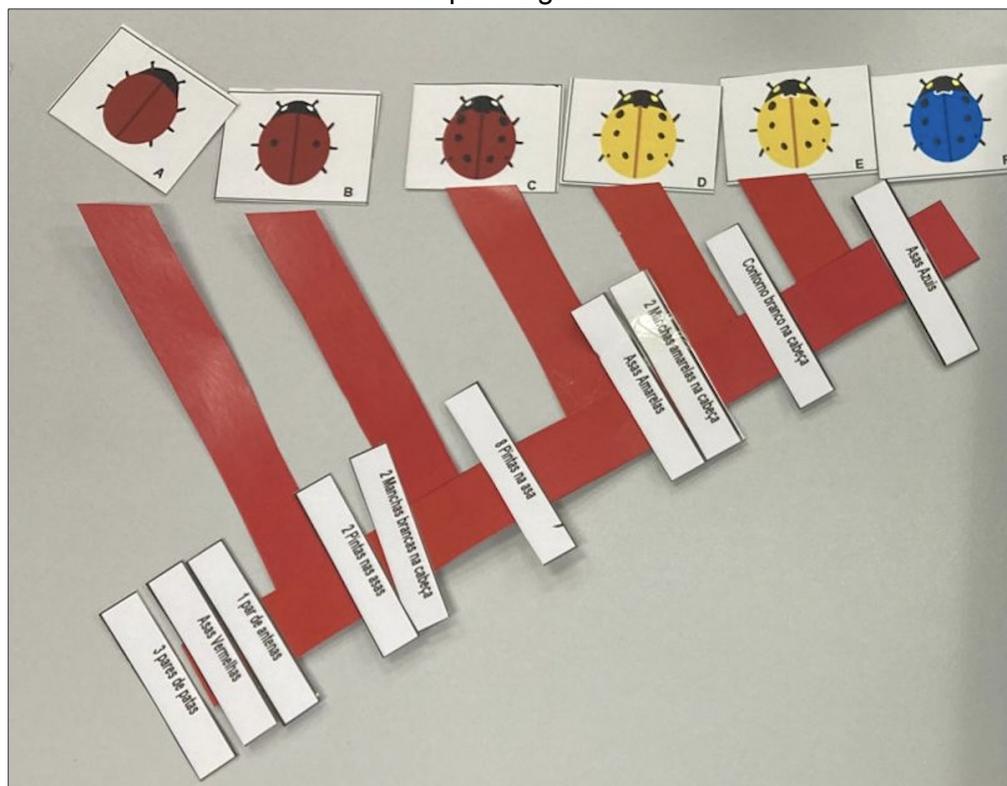
Depois de um tempo para análise, o *Palestrante 2* indagou: “O que vocês observaram de semelhanças em todos os grupos de joaninhas? Quais características?” (Palestrante 2, GAV – Encontro 2). Prontamente o *Participante N14* respondeu: “Todas têm seis patas e duas antenas” (Participante N14, GAV – Encontro 2). O *Palestrante 2* então questionou: “Conseguiram organizar a ordem [em referência às características das figuras] com as informações que foram detalhadas?” (Palestrante 2, GAV – Encontro 2). Os participantes, com relativa facilidade, organizaram corretamente a sequência evolutiva.

Após um breve momento para que assimilassem o conteúdo, novas figuras das mesmas joaninhas foram distribuídas, agora acompanhadas por letras indicativas da sequência evolutiva correta. Os participantes também receberam pequenos filetes de cartolina com as descrições das características evolutivas, uma folha de papel sulfite de tamanho A4 e um cladograma previamente estruturado. O *Palestrante 2* explicou como posicionar o cladograma sobre a folha A4, esclarecendo dúvidas quanto ao correto alinhamento, já que vários participantes demonstraram insegurança nesse elemento. Vale destacar que, diversas orientações suplementares desta segunda atividade teórico-prática foram repassadas oralmente pelos palestrantes à medida que os professores progrediam nas etapas da atividade desplugada.

Esse alinhamento era essencial para a etapa seguinte, permitindo que as figuras dos diferentes grupos de joaninhas e os filetes com as características evolutivas fossem dispostos precisamente no cladograma. Apesar das orientações, alguns participantes enfrentaram dificuldades durante o processo. O *Participante F6* questionou: “Mas a novidade [característica] evolutiva é antes ou depois do ponto [referindo-se ao nó]? Antes do cruzamento ou depois do cruzamento?” (Participante F6, GAV – Encontro 2). O *Palestrante 2* lembrou que: “[...] a novidade evolutiva [referente ao novo aspecto que surge] aparece em um ponto [nó] e não no ramo todo” (Palestrante 2, GAV – Encontro 2). Mesmo com as dúvidas iniciais, os

professores se ajudaram mutuamente e posicionaram corretamente os diferentes grupos de joaninhas e os filetes nos locais apropriados no cladograma, onde as características surgiam evolutivamente pela primeira vez, conforme mostrado na Figura 11.

Figura 11 – Distribuição, por uma das duplas de participantes, das figuras da espécie fictícia de joaninha e de suas características no cladograma, de acordo com a ordem evolutiva em que surgiram



Fonte: Dados da Pesquisa (2023).¹⁷

As dúvidas iniciais e a necessidade de esclarecimentos trazidos pelo *Palestrante 2*, sobretudo quanto às questões envolvendo a disposição das características evolutivas, são exemplos que refletem momentos de instabilidade na rede. Essas ocasiões transformaram-se em oportunidades para ajustes nas associações entre os distintos agrupamentos, como no caso desta atividade entre os “*Participantes*”, “*Palestrantes*”, “*Abordagem Pedagógica*” e o “*Ensino do Pensamento Computacional articulado com o Ensino de Ciências*” (*Ensino do PC e*

¹⁷ Na imagem, o cladograma apresenta um erro estrutural. O último ramo à direita possui um “recorte” equivocado. O táxon terminal, correspondente ao grupo representado pela figura da joaninha F, de coloração azul, deveria estar alinhado com os demais táxons terminais. Esse erro estrutural na confecção do cladograma foi destacado aos participantes tanto na entrega do material, quanto no desenvolvimento da atividade, a fim de evitar equívocos ou interpretações errôneas.

EC). Conforme Latour (2012) destaca, redes fortes são aquelas capazes de promover “negociações” entre seus agrupamentos/actantes e favorecer realinhamentos contínuos, com o objetivo de superar essas instabilidades.

A segunda etapa envolveu a lógica do Pensamento Computacional para estruturar a solução do problema e representou a fase mais complexa da dinâmica. O *Palestrante 2* instigou os professores com a seguinte questão: “Agora vamos pensar por meio do pensamento computacional. O que vocês abstraíram para conseguir resolver a ordem das joaninhas? O que vocês descartaram?” (Palestrante 2, GAV – Encontro 2).

Para os participantes, o pilar da abstração ficou mais evidente, sobretudo quando foi preciso focar em características que não estavam presentes em todos os indivíduos e desconsiderar aquelas que eram comuns às joaninhas de todos os grupos. Um dos professores respondeu: “Patas e antenas!” (Participante I9, GAV – Encontro 2). Outro complementou: “Porque elas [em referência às características mencionadas pelo Participante I9] são iguais” (Participante N14, GAV – Encontro 2).

O *Palestrante 2* concluiu: “Exato! Para resolver esse problema, estamos observando as diferenças. Nesse caso, já estamos abstraindo. Essa etapa ajudará a resolver o desafio. Assim, realizamos um primeiro processo de abstração” (Palestrante 2, GAV – Encontro 2). De fato, todos os grupos possuem igualmente três pares de patas e um par de asas. A ideia de focar no problema central representa, conforme menciona Jesus (2020), o princípio fundamental relacionado à abstração no Pensamento Computacional.

Na sequência, ao abordar o pilar do reconhecimento de padrões, o *Palestrante 2* perguntou aos participantes: “Como vocês fizeram para reconhecer padrões?” (Palestrante 2, GAV – Encontro 2). Prontamente, um dos participantes respondeu: “Com base nas pintas [pretas]” (Participante K11, GAV – Encontro 2). Outro professor complementou: “Isso, nas joaninhas vermelhas foi a partir das pintas [pretas]. Mas há outros padrões [...]” (Participante J10, GAV – Encontro 2). Em seguida o *Participante I9* afirmou: “Depois vieram as manchas amarelas. Logo após o detalhe na cabeça e, posteriormente, houve a evolução do traço branco” (Participante I9, GAV – Encontro 2).

Sobre as colocações do *Participante I9*, as manchas amarelas surgiram como um padrão a começar do grupo retratado pela figura da joaninha D, repetindo-se nos

grupos seguintes até a joaninha F. O segundo padrão citado, refere-se à mudança no contorno da cabeça, que aparece pela primeira vez na joaninha (grupo) C e se mantém até o último conjunto, representado pela joaninha F. Por fim, mencionou o traço branco, um modelo que reincide a partir da joaninha E.

Tanto o reconhecimento de padrões como o pilar da decomposição foram mencionados pelos participantes em distintos momentos da atividade teórico-prática. O aumento progressivo de manchas pretas, comumente citado nas falas dos professores pela expressão “pintas”, demonstra um padrão que se ampliou e foi “se repetindo” ao longo da evolução. É comum que certos padrões se repitam e possam ser replicados para a resolução de problemas semelhantes (Jesus, 2020).

A decomposição, por sua vez, ficou mais clara para os participantes ao segmentarem a organização gráfica do cladograma em seus elementos básicos: raiz, ramos e nós. Essa análise contribuiu para uma melhor compreensão da lógica hierárquica por trás da ancestralidade. Além disso, decompor o problema central em estruturas menores, ao invés de procurar soluções para um desafio maior — geralmente mais complexo —, facilita a busca por estratégias mais ágeis (Fernández *et al.*; 2018).

Os pilares da decomposição e do reconhecimento de padrões são fundamentais no Pensamento Computacional, e reforçam a ideia de que problemas complexos podem ser mais facilmente resolvidos ao serem divididos em partes menores (Brackmann, 2017). Um elemento interessante a ser mencionado sobre o reconhecimento de padrões, diz respeito à coloração do corpo das joaninhas. Esse atributo foi usado pelos participantes como um “ponto de referência” para citar outras características que seguiam modelos que se repetiam.

As mudanças na pigmentação do corpo das joaninhas dessa espécie fictícia, ao longo do processo evolutivo, com alguns grupos adquirindo novas cores em certos estágios, também representa um padrão recorrente. Entretanto, os participantes não mencionaram diretamente a coloração como uma característica recorrente entre determinados grupos. Eles apenas a utilizaram como uma referência para identificar outros padrões que se repetiram.

Houve uma breve menção do *Participante K11*, que afirmou: “Se analisarmos que são duas joaninhas amarelas então, automaticamente, elas devem ficar próximas” (Participante K11, GAV – Encontro 2). Embora o participante tenha citado

a coloração do corpo das joaninhas, percebe-se, como destacado no parágrafo anterior, que ele a utiliza apenas como uma referência para indicar a disposição correta das figuras no contexto evolutivo.

Esse fato remete à teoria de Latour, segundo a qual os atores não são definidos apenas por sua essência, mas também pelas associações e dinâmicas que constroem com os demais; associações essas que se manifestam em suas interações, influências e nos contextos compartilhados (Latour, 2012). Nesse cenário, mais do que uma característica, a coloração corporal das joaninhas surge como um ponto de referência que ganha significado na rede de associações estabelecida pelos participantes, sobretudo durante o processo de análise.

A partir dessa perspectiva, o próximo passo na atividade envolveu a criação de um algoritmo que representasse, de forma descritiva ou por meio de diagramas, a etapa seguinte da dinâmica. Essa “sequência de passos” deveria detalhar, desde a correta disposição do cladograma sobre a folha de papel sulfite A4, até a distribuição das figuras e o momento em que cada característica evolutiva apareceu pela primeira vez. O objetivo era que, ao final, o algoritmo elaborado permitisse a fiel reconstrução da estrutura, incluindo a organização do cladograma, a disposição das figuras das joaninhas e das características, tanto por uma pessoa quanto, caso adaptado para uma linguagem de programação, por uma máquina.

Essa atividade desplugada, que explora a filogenia e a interpretação de cladogramas, permitiu evidenciar as interconexões entre os pilares do Pensamento Computacional e ressaltar algumas das incertezas discutidas pela Teoria Ator-Rede, descritas no segundo capítulo. De maneira especial, a dinâmica ilustra a superação da tradicional dicotomia entre a natureza e a sociedade, conforme apontado por Braga e Suarez (2018). Nesse caso, a filogenia, enquanto ramo da ciência envolvido em compreender as relações evolutivas entre os seres vivos, é comumente observada como um campo puramente natural.

Entretanto, ao propor uma atividade desplugada, que envolve tanto materiais manipuláveis quanto narrativas interpretativas, os resultados e discussões apresentados demonstram como a ciência está imersa em práticas culturais e coletivas. Essa circunstância está alinhada ao que apontam Coutinho, Figueiredo e Silva (2016), que ressaltam a importância de um Ensino de Ciências voltado para as

necessidades do coletivo, sobretudo diante do contexto de “policrise” que enfrentamos globalmente, com mudanças climáticas, extinção de espécies, etc.

Além disso, o cladograma, as figuras e demais elementos que constituem o actante não humano *Atividades Desplugadas* revelam que este atuou como um forte mediador na rede, por meio de translações entre o natural (científico) e o coletivo (social). Isso mostra que os processos de ensino e aprendizagem não se limitam à simples assimilação de fatos científicos (Tozzini, 2019). As incertezas e controvérsias observadas durante a dinâmica evidenciam como associações coletivas híbridas — envolvendo cladogramas, narrativas e diálogos — são fundamentais para construir e comunicar o conhecimento científico.

Esse contexto reforça o caráter híbrido da atividade, com o envolvimento de agentes humanos e não humanos. Os participantes, ao interagirem com os materiais, expõem como esses elementos têm um papel ativo na rede, não como meros objetos, mas como mediadores que moldaram a forma como os professores construíram o conhecimento durante a dinâmica. Essa circunstância remete à outra fonte de incerteza: a natureza dos objetos (os não humanos) e o reconhecimento de que estes também agem (Tozzini, 2019).

Além do mais, a atividade mostrou a relevância das associações, que, por sua vez, relacionam-se com a imprevisibilidade e a incerteza de uma ação, conforme ressaltado por Salgado (2018). A eficácia da atividade dependeu dessas associações, que possibilitaram aos participantes interpretar relações evolutivas e compreenderem a estrutura do cladograma. Durante seu desenvolvimento, tornam-se evidentes dúvidas sobre as ações, uma vez que estas dependem não apenas dos participantes e palestrantes, mas também dos objetos, da abordagem metodológica, entre outros fatores. Assim, a dinâmica reflete a essência das redes, mencionada na Teoria Ator-Rede, como um sistema de interdependência entre as associações de distintos agrupamentos e actantes, humanos e não humanos.

Concluída a atividade sobre filogenia e interpretação de cladogramas, a próxima etapa do curso avançou com novas estratégias pedagógicas, combinando atividades teórico-práticas — tanto plugadas quanto desplugadas — com o objetivo de expandir o leque de possibilidades para desenvolver o Pensamento Computacional focado no Ensino de Ciências.

4.4.3 Atividades desplugada e plugada: princípios básicos sobre genética e expressão gênica

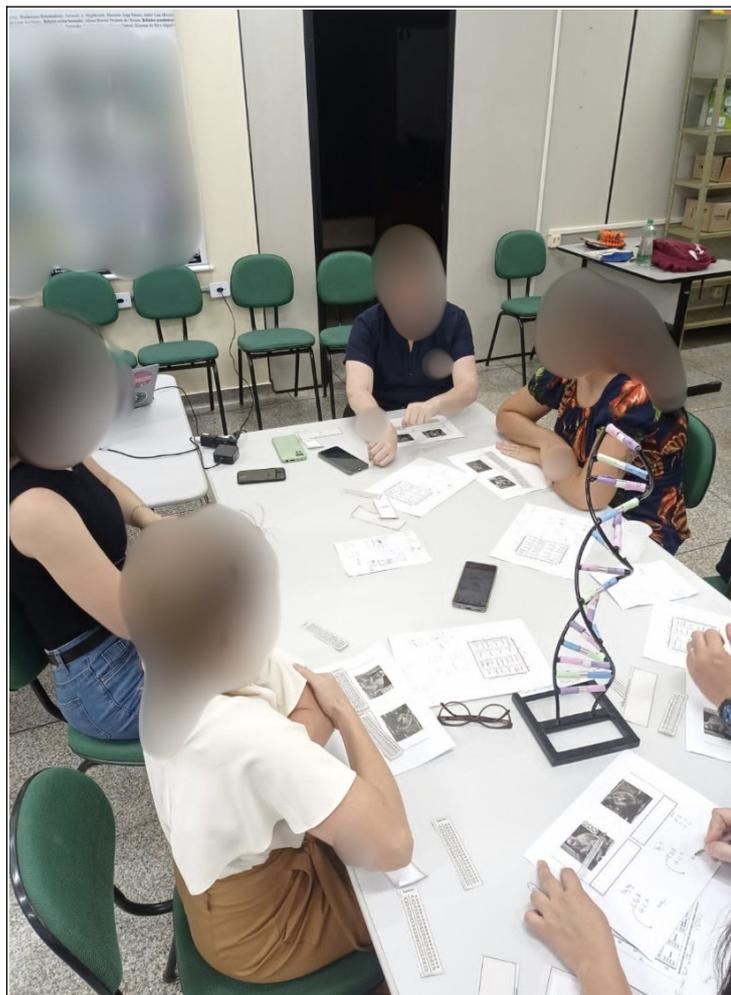
A terceira dinâmica foi desenvolvida a partir de um conjunto de duas atividades voltadas para o ensino médio, envolvendo conteúdos sobre mutação, expressão gênica¹⁸ e estrutura do DNA. A primeira, desplugada, consistiu na proposta descrita no trabalho de Santos *et al.* (2022), que trata sobre o albinismo em uma espécie de macacos. O macaco-prego (*Sapajus apella*) está presente em todo o território brasileiro, especialmente na região amazônica (Santos *et al.*, 2022). Vasconcelos (2014) identificou uma mutação no nucleotídeo 64 no gene da tirosinase nessa espécie, o que leva à condição albina em indivíduos portadores dessa alteração genética.

Para a realização da atividade, após explicações dos conceitos básicos sobre o tema — a exemplo do que ocorreu nas dinâmicas anteriores — os participantes foram instruídos a se dividir em duplas. Os materiais foram entregues em folhas sulfite tamanho A4, conforme orientações descritas em Santos *et al.* (2022). Entre eles constavam: instruções para a execução da atividade, trechos de uma sequência de bases para quatro indivíduos diferentes, tabela do código genético que mostra a correspondência entre cada sequência de três nucleotídeos (códon) no RNA mensageiro (mRNA) e o aminoácido correspondente, entre outros. Além das diretrizes presentes no material impresso, os palestrantes realizaram explicações orais como apoio suplementar, a fim de esclarecer melhor a proposta.

Na primeira etapa desta atividade desplugada, os professores analisaram um fragmento de DNA codificante do gene da tirosinase, composto por 21 nucleotídeos, de quatro indivíduos, e o compararam à sequência de referência (sem mutação). Se houvesse alteração em algum nucleotídeo — uma mutação do tipo SNP (*Single Nucleotide Polymorphism*) — das sequências em análise, seria necessário determinar se isso modificaria o aminoácido correspondente. Em caso afirmativo, os participantes deveriam avaliar as possíveis consequências dessa variação no fenótipo. A Figura 12 ilustra um momento dessa etapa.

¹⁸ “O termo expressão gênica refere-se ao processo em que a informação codificada por um determinado gene é funcional na forma de RNA ou será decodificada em uma proteína” (Neves, 2017, p. 17).

Figura 12 – Registro do desenvolvimento da etapa inicial da atividade desplugada envolvendo conteúdos sobre mutações no DNA e expressão gênica



Fonte: Dados da Pesquisa (2023).¹⁹

Durante essa fase da dinâmica, além de dúvidas diretamente relacionadas ao seu desenvolvimento, os participantes levantaram questões pertinentes ao tema. Um exemplo é o comentário do *Participante P16* sobre a ocorrência de mutações em seres humanos: “Em humanos, isso (em referência às mutações) não acontece tanto, certo?” (*Participante P16*, GAV – Encontro 3). O *Palestrante 2*, respondeu:

Acontece. Temos mutações o tempo todo em nosso DNA. Por mais que tenha um processo de “revisão” [...], muitas dessas variações acontecem em regiões que não serão expressas [...]. Algumas vezes, ocorre uma modificação pequena [referindo-se a uma mutação pontual] que não gera uma consequência comprometedora. O problema [surge] se essa alteração ocorrer na célula de um gameta [...], e claro, a questão do câncer também tem muita relação com as mutações (*Palestrante 2*, GAV – Encontro 3).

¹⁹ A imagem contém pontos desfocados para resguardar o anonimato dos participantes, palestrantes e/ou envolvidos na equipe de apoio do curso de formação.

Conforme explica Nacarato (2023), as mutações genéticas podem ser germinativas ou somáticas. As somáticas são aquelas que acontecem em divisões celulares de órgãos ou tecidos, enquanto as germinativas correspondem às variantes genéticas que ocorrem nos gametas. Embora essas mutações possam ser responsáveis por diversas doenças, elas também desempenham um papel crucial no ritmo das mudanças evolutivas, como apontam Lull e Neiva (2008).

A segunda etapa da atividade solicitou que os participantes elaborassem um algoritmo por meio de diagramas, de forma que permitisse analisar a ocorrência ou não de mutação ao longo dos fragmentos de DNA analisados. Caso houvesse mutação, seria necessário verificar se ela era sinônima em relação ao aminoácido traduzido pela sequência de referência. Se não fosse, os participantes deveriam avaliar as consequências para o fenótipo do indivíduo, e indicar a possível eventualidade da condição genética relacionada ao albinismo.

Durante esse momento da atividade, o *Palestrante 2* questionou os participantes: “O que vocês conseguiram perceber a respeito do pensamento computacional? Como vocês o identificaram à medida que foram desenvolvendo a atividade?” (Palestrante 2, GAV – Encontro 3). O *Participante G7* ressaltou que, ao considerar a estrutura em forma de diagramas para implementar a solução do desafio, os pilares da decomposição e do reconhecimento de padrões desempenharam papéis centrais em sua construção. Ele afirmou: “[...] sobre a questão da decomposição [...], nós quebramos o problema em duas partes principais [em referência ao ato de dividir o desafio em duas etapas menores] (Participante G7, GAV – Encontro 3). Sobre o pilar do reconhecimento de padrões, ele complementou:

E a questão da estrutura de decisão [em referência à tomada de decisão quanto à necessidade ou não de seguir para a segunda etapa], foi em relação ao reconhecimento de padrão. Se este não se enquadra, segue um caminho. Caso se enquadre, mantém-se o percurso [referindo-se ao ato de comparar o nucleotídeo da sequência em análise com a padrão]. Até chegar à resolução do problema [...]. É um processo finito. Início, [prossequindo] com todo o processamento de decisão [...], até o final, para verificar se há mutação (Participante G7, GAV – Encontro 3).

Com essa abordagem, ao compararem as sequências de DNA, os participantes usaram o raciocínio lógico para identificar padrões e analisar semelhanças e diferenças. Além disso, a decomposição do problema em etapas menores, como a identificação e análise de mutações, favoreceu uma solução mais

estruturada e organizada. A abstração, por sua vez, permitiu que os professores focassem em elementos essenciais da questão, descartando informações irrelevantes. Já a estruturação do pilar algoritmo por meio de diagramas, como proposta nesta atividade, não apenas fortaleceu habilidades como o raciocínio lógico e a resolução de problemas (Brim *et al.*, 2024), mas também estimulou outras competências cognitivas, como criatividade e recursividade (Zapata-Ros, 2015).

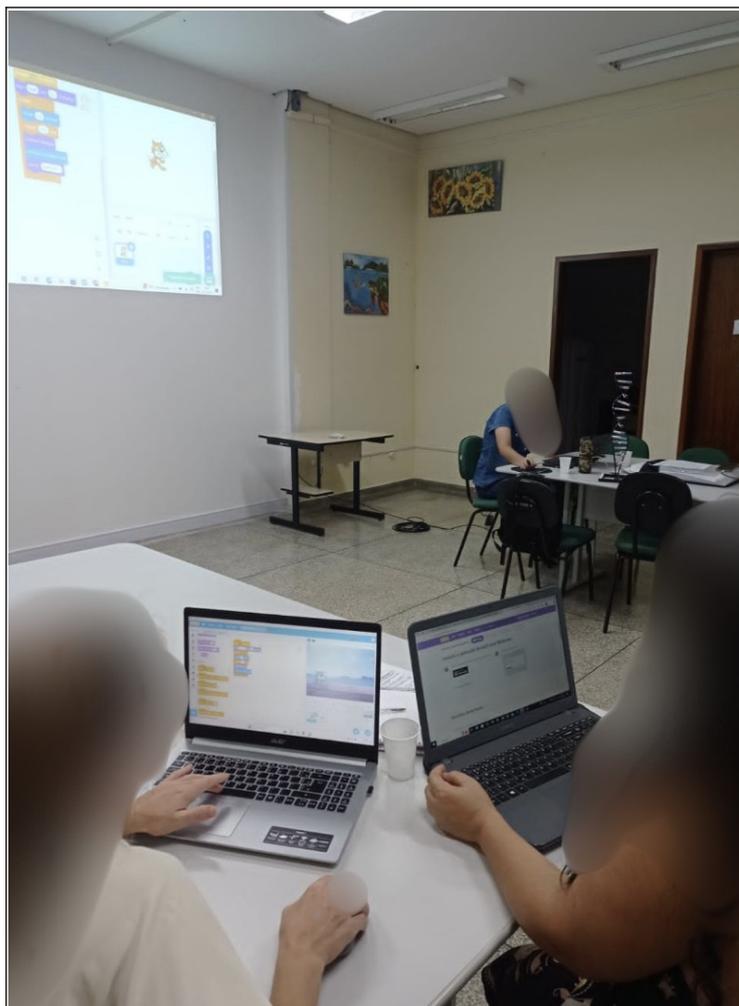
Visando ampliar ainda mais essas competências, a atividade seguinte — realizada também durante o terceiro encontro do curso — foi conduzida com o uso de uma tecnologia digital, proporcionando uma experiência diferenciada aos participantes. A abordagem plugada foi desenvolvida utilizando a plataforma *Scratch*. Na proposta sugerida aos professores, foi solicitada a criação de uma história por meio de um diálogo sobre a estrutura do DNA, com no mínimo dois personagens. A interação poderia envolver perguntas e respostas de forma descritiva ou audiovisual, com imagens e vídeos.

Após breves explicações sobre os comandos básicos do *Scratch*, os professores trabalharam com essa tecnologia digital de forma *off-line*. A imagem ilustrada na Figura 13 captou um instante dessa atividade. Essas explicações foram conduzidas pelo *Palestrante 3*, que apresentou a interface do *software* e destacou que pode ser “[...] usada tanto [de maneira] *on-line* como *off-line*. A vantagem de usar *on-line* é que é possível criar uma conta em que os projetos ficam salvos” (Palestrante 3, GAV – Encontro 3). Na sequência, detalhou seu funcionamento e ressaltou que sua estrutura é composta por:

[...] blocos organizados por categorias que são identificadas por cores. Por exemplo, ao clicar no círculo azul, ficarão disponíveis todas as opções relacionadas ao movimento do personagem [...]. Na sequência, temos os blocos na cor roxa, que dizem respeito à aparência [...]. E, em eventos [blocos de cor laranja], temos uma categoria bastante importante, pois são os eventos que desencadearão as demais ações do personagem (Palestrante 3, GAV – Encontro 3).

Apesar do tempo limitado, — não muito mais que uma hora — e da maioria dos participantes ter pouca ou nenhuma familiaridade com o *Scratch* (com exceção dos professores do Município 3), muitos conseguiram criar histórias envolvendo diálogos e movimentos simples dos personagens. Essas narrativas abordaram a estrutura em dupla hélice do DNA, destacando sua composição, formada pelas quatro bases nitrogenadas: adenina, timina, guanina e citosina.

Figura 13 – Registro da atividade plugada sobre a estrutura do DNA, por meio do *Scratch*



Fonte: Dados da Pesquisa (2023)²⁰

O perfil destas duas atividades desenvolvidas se relaciona com as ideias de Latour (2000), que salienta a necessidade de “abrir a caixa-preta” dos fatos científicos para compreender as interações e processos envolvidos na construção do conhecimento. O autor explica que a “[...] expressão caixa-preta é usada em cibernética sempre que uma máquina ou um conjunto de comandos se revela complexo demais” para ser assimilado. Para isso, “[...] é desenhada uma caixinha preta, a respeito da qual não é preciso saber nada, senão o que nela entra e o que dela sai” (Latour, 2000, p. 14). Ele também observa que elas “[...] ficam abertas enquanto os cientistas trabalham” (Latour, 2000, p. 16), indicando ser durante esse momento que os fatos (científicos) são elaborados e formados.

²⁰ A imagem contém pontos desfocados para resguardar o anonimato dos participantes, palestrantes e/ou envolvidos na equipe de apoio do curso de formação.

Sob essa ótica, a etapa de analisar o DNA, durante a primeira atividade, pode ser vista como um exemplo que permite que as “caixas-pretas” biológicas sejam desvendadas. Assim como os cientistas reavaliam suas hipóteses em decorrência de novos elementos, os participantes precisaram explorar as sequências de DNA para reconstruir um entendimento sobre o impacto das mutações no fenótipo dos indivíduos, atuando como mediadores no processo de construção do conhecimento.

Latour aponta que a produção e divulgação do saber envolve a interação de diferentes atores, humanos e não humanos, mediadas por negociações e combinações em permanente processo de mudança (Rodrigues e Silva *et al.*, 2016). As propostas desenvolvidas nas atividades, plugada e desplugada, realizadas nesse terceiro encontro, refletem essa perspectiva. Essas abordagens destacam o dinamismo das associações e fortalecem o entendimento de que o processo educativo compreende uma rede integrada por distintos agentes.

Ademais, Latour classifica as associações em fortes e fracas, tomando por base o número de elementos conectados, a força e a extensão das ligações, bem como a natureza dos obstáculos envolvidos. Como será aprofundada na seção seguinte, essa distinção reflete a diferença entre associações que mobilizam mais aliados e são mais resistentes às contestações, e àquelas com vínculos mais frágeis e mais propensas a rupturas.

4.5 Análise das redes sociotécnicas estabelecidas durante o curso de formação e suas relações com o Pensamento Computacional no Ensino de Ciências

Nesse quarto e último *Momento*, trago uma investigação das transformações na configuração das redes sociotécnicas observadas ao longo dos *Momentos* anteriores. Considero aqui a presença de atores humanos e não humanos, reunidos em agrupamentos que refletem o dinamismo de análises pautadas pela Teoria Ator-Rede. A avaliação reflexiva desta seção busca aprofundar a compreensão das translações que fundamentaram a atuação dos mediadores, identificar os actantes mais influentes e entender como as associações entre eles contribuíram para atingir os objetivos da pesquisa.

Os agrupamentos de mediadores, compostos por distintos actantes, resultaram em associações classificadas como fortes ou fracas, conforme a quantidade e, sobretudo, a intensidade (força) dos vínculos estabelecidos. Essa intensidade está relacionada à capacidade dos actantes de persuadir, alistar e agregar novos elementos durante o percurso do curso de formação. Harman (2007) esclarece que “Nenhum actante é inerentemente forte ou fraco. Só se torna forte por meio da montagem de numerosos aliados e enfraquece quando fica isolado” (Harman, 2007, p. 240, tradução própria).

Independentemente da intenção dos envolvidos, é essencial que haja movimento para que algo realmente aconteça. Latour (2000, p. 171), explica que o “movimento total da bola, de uma afirmação, de um artefato, dependerá até certo ponto da ação do autor, mas em muito maior grau da ação de uma multidão sobre a qual o autor tem pouco controle”. Portanto, o efeito coletivo das interações define como se dará a propagação das associações formadas durante o processo de construção de fatos, máquinas e outros elementos.

Para Latour, o construtor de um fato depara-se com incertezas e precisa, portanto, alistar aliados e controlar seus comportamentos de modo que suas ações se tornem previsíveis. O autor aponta que “[...] à primeira vista, essa solução parece tão contraditória que dá a impressão de ser inexecutável”. Entretanto, ele afirma que: “A solução para essa contradição é a noção básica de *translação*. Chamarei de translação a interpretação dada pelos construtores de fatos aos seus interesses e aos das pessoas que eles alistam” (Latour, 2000, p. 178).

O processo de alistar aliados pode envolver diferentes táticas. Latour descreve cinco estratégias principais de translação de interesses entre os construtores de fatos e seus colaboradores: 1) Encontrar aliados que acreditem na afirmação e que possuam interesses evidentes que os movam na mesma direção; 2) Mobilizar aliados cujo caminho que pretendam percorrer esteja, de algum modo, bloqueado; 3) Persuadir parceiros para desviarem-se um pouquinho de seus interesses explícitos; 4) Procurar abolir interesses dos alistados. Aliados que tenham seus próprios interesses explícitos, podem limitar a capacidade de negociação dos construtores de fatos em arrolar novos parceiros; 5) Tornar-se indispensável, passando “[...] da mais extrema fraqueza — que os forçava a seguir os outros — à mais extrema força — que obriga todos os outros a segui-los” (Latour, 2000, p. 198).

Resumidamente, esse processo exige, em primeiro lugar, a capacidade de alistar agentes que acreditem em uma dada afirmação/sentença (ou ficção), “[...] para que a comprem e a disseminem no tempo e no espaço [...]” (Latour, 2000, p. 199), de modo que, aquela afirmação/sentença, possa tornar-se um produto, uma máquina (um fato). Além disso, é preciso ser capaz de controlá-los, ou seja, assegura-se que o comportamento dos aliados permaneça previsível, de modo que aquilo que “[...] adotam e disseminam permaneça mais ou menos inalterado” (Latour, 2000, p. 199). Essa tarefa, de acordo com Latour, é mais difícil. Caso os aliados não se mantenham interessados ou venham a fazer algo “[...] inteiramente diferente da alegação feita, a propagação no tempo e no espaço de um fato ou de uma máquina não ocorrerá” (Latour, 2000, p. 199).

No contexto do curso de formação analisado, o processo de construção de “produtos” tornou-se mais evidente no quarto e último encontro, realizado de forma virtual e síncrona. Durante esse *Momento* final, além do encerramento do curso, os professores participantes compartilharam ideias de atividades que articulassem o Pensamento Computacional com o Ensino de Ciências. Essas sugestões podem ser compreendidas como protótipos de produtos em fase de desenvolvimento, ou seja, fatos ainda em consolidação.

Entre os professores que se sentiram à vontade para apresentar suas propostas, todas se referiam às atividades desplugadas. A título de ilustração, destaco dois relatos. O *Participante K11* mencionou:

Eu pensei em elaborar uma dinâmica sobre a homeostase. Seria uma atividade que temos no livro do oitavo ano [...] Ela envolveria a manutenção das condições do meio interno, desde o sistema o circulatório, o respiratório, o cardiovascular, o urinário, o sistema digestório entre outros. A ideia é que o aluno compreenda que esse “meio interno precisa ser constante”, [...], que todos os sistemas trabalham de forma integrada [...], do contrário haverá alguma defasagem no organismo [em referência ao “todo”]. Eu imagino que seria possível elaborar um diagrama onde eles [os alunos] conseguissem fazer as anotações sobre os sistemas [...] (Participante K11, GAV – Encontro 4).

A sugestão pensada pelo *actante K11* envolve a elaboração de um diagrama que mescla características de dobradura, a qual se assemelha, em partes, à montagem de um origami, mas de maneira mais simples e intuitiva. Isso permitiria que as partes do diagrama, ao serem encaixadas, assumissem características de um jogo de dominó. Nesta proposta de atividade desplugada, os diversos sistemas

do corpo humano precisariam manter condições internas mínimas frente às alterações externas, garantindo o equilíbrio do organismo como um todo.

Nesse contexto, os sistemas relacionam-se ao pilar da decomposição. A abstração, por sua vez, está centrada em fatores essenciais, como: oxigênio, alimentação, pressão arterial, excreção, entre outros. O participante relatou que observa arquétipos que se repetem ou que apresentam características muito semelhantes, o que se conecta com o pilar do reconhecimento de padrões. Por fim, a montagem da estrutura do diagrama, onde cada sistema representa uma peça de um jogo semelhante ao dominó, remete ao algoritmo, conforme relata o *Participante K11*:

Talvez essa estrutura em diagramas possa ser feita inicialmente para cada sistema e, ao juntar o todo, como no dominó, que seria o algoritmo [...] (Participante K11, GAV – Encontro 4).

O *Palestrante 2* complementou:

Vamos pensar na resolução de problemas [...]. Quem sabe seria possível associar essa atividade com uma pergunta-problema [...], se alterar um dos fatores, por exemplo, a quantidade de potássio no sangue ou a pressão sanguínea [...], como que isso vai interferir em todo o sistema? Imaginar algum fator que mostre que esses conjuntos estão interligados (Palestrante 2, GAV – Encontro 4).

Sobre as colocações do *Palestrante 2*, o *Participante K11* concordou, dizendo que:

Seria uma ideia possível, porque ao longo de todo o livro [em referência ao material didático adotado pela escola desse professor], ele vai repetindo. Ele usa a homeostase com os rins, uretra e bexiga para trabalhar um sistema e repete com os outros também [...] (Participante K11, GAV – Encontro 4).

Posteriormente, o *Palestrante 2* reforçou:

Talvez um modo de mostrar o sistema seria pensar mesmo nesse dominó. Em que pontos que um sistema pode se conectar com outro. Ou [imaginar em] um mapa em forma de desenho do corpo humano, onde eles [em referência aos alunos] vão encaixando alguns desses sistemas [...], porque está tudo interligado. Será preciso ter vários pontos de encaixe [...] (Palestrante 2, GAV – Encontro 4).

O *Participante K11* complementa e finaliza a respeito de sua proposta de atividade. “Isso mesmo. Então a minha proposta é essa, mas estamos estudando [em referência ao fato de que se trata de uma sugestão inicial]” (Participante K11, GAV – Encontro 4). Para encerrar a discussão coletiva sobre a ideia apresentada pelo professor, o *Palestrante 2* destacou:

O pensamento computacional, a princípio, foi muito ligado à matemática [...], e como o *Participante F6*, colocou no *chat* [esse *Participante* estava com problemas de áudio], tentar estruturar isso para as outras disciplinas é um desafio (*Palestrante 2*, GAV – Encontro 4).

As colocações do *Palestrante 2* e do *Participante F6* corroboram com os relatos do *Participante I9* na subseção 4.3.2.3 deste trabalho, e estão alinhados com Silva; França; Falcão (2021), ao tratarem da necessidade de formação dos professores, de forma que os conhecimentos e habilidades inerentes ao Pensamento Computacional sejam disseminados entre os educadores, e esses sejam estimulados a pensar e desenvolver atividades que articulem o Pensamento Computacional com diferentes conteúdos do Ensino de Ciências.

Outro exemplo foi dado pelo *Participante N14*, que sugeriu uma proposta baseada na pirâmide alimentar em forma de um tabuleiro, para organizar os grupos alimentares e verificar as porções recomendadas. Ele também pensou em outra atividade com a classificação de animais do Filo *Arthropoda*. Ambas as sugestões evidenciam o uso dos pilares do Pensamento Computacional, mesmo que de forma incipiente. Relato alguns trechos em que o *actante N14* menciona esses conteúdos e comenta, ainda que de maneira superficial, como poderiam se traduzir em futuras atividades desplugadas:

Eu pensei em algo parecido com a ideia do primeiro jogo que nós fizemos. Aquele tabuleiro sobre as abelhas, [...], mas com a pirâmide alimentar. Distribuir os grupos [em referência aos diferentes alimentos representados graficamente na pirâmide alimentar], e os alunos verificarem quantas porções podem ser consumidas, com algumas distrações para que eles possam pensar sobre o assunto. Como por exemplo, um hambúrguer ou alguma coisa assim, e perguntar para os estudantes: será que daria para incluir isso na dieta ou não? Quem sabe inserir algumas regras de como os diferentes grupos de alimentos podem ser movidos no tabuleiro (*Participante N14*, GAV – Encontro 4).

Entretanto, o *Participante N14* lamenta: “Infelizmente, eu não consegui pensar nada ainda que não envolvesse um tabuleiro” (*Participante N14*, GAV – Encontro 4). Esse *actante* continua o relato sobre sua segunda sugestão, que acredita ser possível desenvolver com alunos do 7º ano do ensino fundamental:

Também considerei organizar algo sobre “grupos de animais”, para o sétimo ano [do ensino fundamental]. Trabalhar algumas características, como por exemplo, com os artrópodes [...], encontrarem algo, uma estrutura ou parte do corpo. Por exemplo, uma estrutura com 3 pares de patas, pertence a qual animal? Seria uma outra ideia que eu pensei, mas ainda preciso amadurecer mais [...] (*Participante N14*, GAV – Encontro 4).

Sobre essas sugestões, o *Palestrante 1* questionou: “Você chegou a refletir sobre como poderia ser estruturado o algoritmo? Seria descritivo, por diagramas ou blocos feitos de cartolina ou material semelhante?” (Palestrante 1, GAV – Encontro 4). O *Participante N14* respondeu: “Não. Mas imagino que poderia ser algo descritivo. Quem sabe seja possível usar blocos, mas eu não consegui imaginar em como estruturar isso” (Participante N14, GAV – Encontro 4). O *Palestrante 2*, complementou:

Eu achei bem interessante a ideia de trabalhar com os alimentos. Na atividade com as abelhas havia obstáculos, como as indústrias, queimadas [...]. Quem sabe seria possível inserir em um tabuleiro alimentos ultraprocessados, com elevado teor de açúcar [...]. Estes seriam obstáculos no seu tabuleiro, caso a gente queira ter uma alimentação equilibrada (Palestrante 2, GAV – Encontro 4).

Nas propostas do *Participante N14*, a abstração, decomposição, reconhecimento de padrões e algoritmo surgem de maneira incipiente, mas indicam esforços de articulação com os pilares do Pensamento Computacional. Na primeira sugestão de atividade, a abstração aparece ao focar nos grupos alimentares essenciais, enquanto a decomposição fica mais evidente ao dividir os alimentos em categorias (proteínas, carboidratos, etc.). O reconhecimento de padrões pode ser percebido quando o *actante N14* menciona a possibilidade de analisar combinações e porções de alimentos que são capazes, ou não, de contribuir para uma dieta equilibrada. Já o algoritmo, poderia ser estruturado por meio de regras descritivas, para orientar a organização dos alimentos no tabuleiro de maneira lógica e coerente.

Na segunda proposta, sobre a classificação de animais do Filo *Arthropoda*, a abstração facilitaria na identificação das características essenciais dos animais deste Filo. A decomposição poderia ser usada para dividi-los em subgrupos, como insetos, crustáceos e aracnídeos, de acordo com seus aspectos anatômicos. O reconhecimento de padrões, por sua vez, ajudaria a identificar semelhanças entre as espécies, auxiliando na categorização. O algoritmo, nessa sugestão de atividade, poderia ser construído com o uso de blocos físicos ou diagramas de decisão, e atuaria como um guia, com o passo a passo para a correta classificação.

As adversidades mencionadas pelo *Participante N14*, relacionadas a como estruturar a atividade, não configuram um caso isolado. Essas dificuldades foram recorrentes em diversas etapas do curso, evidenciando um desafio compartilhado por grande parte dos professores desse grupo. De certa forma, isso reflete a

complexidade de implementar o Pensamento Computacional no contexto do Ensino de Ciências, especialmente ao tentar conciliar sua lógica com as especificidades dos conteúdos e as respectivas metodologias.

Para Silva, França e Falcão (2021), embora as capacitações de professores para integrar o Pensamento Computacional à prática docente ainda sejam tímidas, a quantidade de tecnologias e recursos que podem ser usados para auxiliar nesse processo cresce rapidamente. Entretanto, isso não significa que seja fácil encontrar meios adequados para incorporá-lo ao processo de ensino, pois é preciso considerar as necessidades específicas, como a idade, o nível educacional, as distintas áreas do saber, entre outros fatores. Assim, essa tarefa, não trivial, tem se mostrado um desafio para os educadores, sendo bastante ressaltada pelos participantes do curso, até mesmo entre os poucos que já possuíam algum nível de conhecimento sobre o assunto.

Apesar desses desafios iniciais, faz-se necessário mencionar que as propostas sugeridas pelos participantes correspondem a ideias que precisam ser lapidadas. Contudo, é possível observar um olhar diferenciado na forma como os professores se posicionaram. Nos dois exemplos citados, os participantes refletiram sobre a essência do Pensamento Computacional, ou seja, o foco na resolução de problemas. As sugestões apresentam uma ordem lógica e coerente, sem deixar de lado elementos inerentes à criatividade e engenhosidade, atributos essencialmente humanos. Isso reforça a ideia de que quem pensa, elabora ou cria a solução para um problema, por meio do Pensamento Computacional, é o ser humano.

Nesse estágio, as propostas, ainda em processo de construção, exigem a mobilização de diversos agentes — professores, alunos, materiais didáticos e tecnologias — para que se fortaleçam e possam, ocasionalmente, ser compartilhadas de forma mais ampla. No entanto, como Latour (2000) sugere, o sucesso dessa mobilização depende da capacidade de garantir que esses agentes se mantenham estáveis ao longo do tempo, ou seja, confiantes, de modo que as sentenças/objetivos iniciais se concretizem. Do contrário, esses “protótipos” de atividades, como projetos incipientes, podem se desviar de seu propósito original, dificultando assim a concretização do “produto final” e afastando a articulação entre o Pensamento Computacional e o Ensino de Ciências, como uma prática que possa, eventualmente, se consolidar no âmbito da Educação Básica.

Com essa perspectiva em mente, e para melhor visualizar como os distintos actantes influenciaram as associações, a Figura 14 apresenta um esquema visual que destaca seus impactos nas redes. Essa análise também permite refletir, com base na força dos atores que compõem cada agrupamento, acerca da capacidade que possuem de persuadir e agregar aliados.

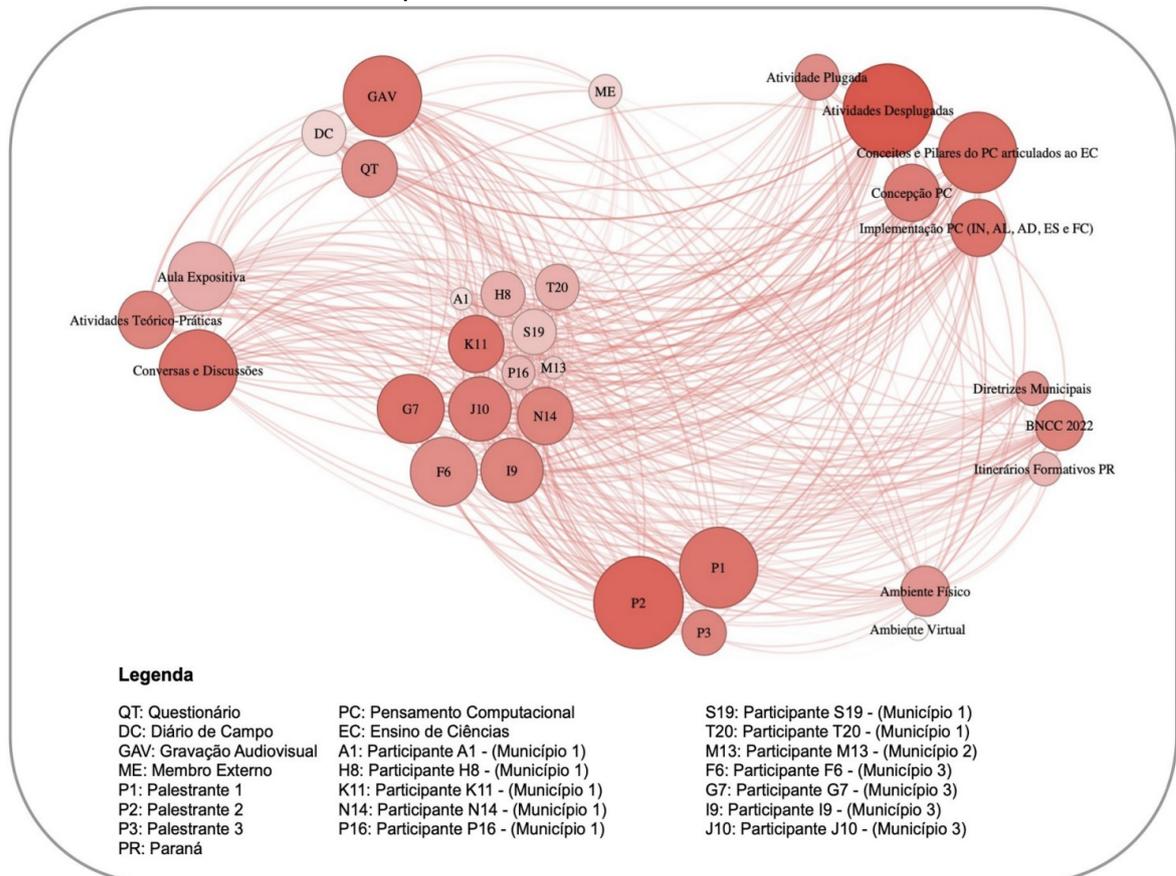
Essa classificação evidencia os actantes mais influentes na rede, tanto em termos de intensidade (força), quanto de quantidade de associações, ajudando a compreender a participação e a relevância de cada um no contexto geral da investigação. Latour (2000, p. 170) aponta que “[...] o destino de uma afirmação depende do comportamento dos outros”. Ademais, “Se nenhum jogador a pegar [em referência a bola], ela simplesmente ficará pausada no gramado. Para que ela volte a mover-se, é preciso que haja uma ação, que alguém a pegue e atire-a” (Latour, 2000, p. 171). Isso reforça a ideia de que as redes sociotécnicas não se sustentam apenas por intenções individuais, mas pela contínua construção coletiva entre as associações.

Considerando essa lógica relacional, a ilustração da Figura 14 representa os actantes mais fortes por círculos de cor mais intensa. Esses agentes participaram de associações com maior intensidade (força), independentemente da quantidade, com destaque para as *Gravações Audiovisuais, Conversas e Discussões, os Palestrantes 1 e 2*, diversos actantes do agrupamento “*Participantes*”, dos quais *destaco os Professores G7, K11 e J10, as Atividades Desplugadas, e os Conceitos e Pilares do PC articulados ao EC*. Além desses, há outros que estabeleceram níveis intermediários, tanto em número de translações quanto na força dessas associações, como os actantes *Questionário, Atividades Teórico-Práticas, Palestrante 3, os Participantes F6, I9 e N14, Ambiente Físico do Curso, BNCC 2022, Concepção do PC, Implementação do PC (IN, AL, AD, ES e FC) e a Atividade Desplugada*.

Por outro lado, houve actantes que, mesmo estabelecendo um número considerável de associações — *Diário de Campo, Aula Expositiva, os Participantes S19, H8 e T20, Membro Externo, Diretrizes Municipais e Itinerários Formativos do Estado do Paraná* —, não performaram na rede tão fortemente como outros actantes já mencionados. Essa condição é retratada na ilustração por círculos de tamanhos intermediários, mas com tons de vermelho mais suaves. A imagem também destaca

aqueles que participaram de um número reduzido de translações e atuaram como mediadores fracos. É o caso dos *Participantes A1 e M13*, e do *Ambiente de Aprendizagem Virtual*.

Figura 14 – Estrutura da rede sociotécnica e as translações entre os actantes dos agrupamentos mediadores observados ao longo do curso de formação “Pensamento Computacional no Ensino de Ciências”



Fonte: Imagem do autor, elaborada a partir do *software Gephi*²¹ e *Paint S*® (2024).

A análise da rede representada na Figura 14 corrobora com o que Latour denomina como o processo de mobilização de aliados e a avaliação de forças, essencial para a construção de uma estrutura coletiva. O autor destaca que a ciência e a tecnologia se tornam mais “possíveis” a partir de redes que conectam aliados diversos e resistentes. Essa perspectiva dialoga diretamente com os actantes centrais — como as *Gravações Audiovisuais*, *Conversas e Discussões*, os “*Palestrantes*”, os diversos actantes do agrupamento “*Participantes*”, as *Atividades*

²¹ A imagem foi criada com base na atribuição de peso estatístico, representado pelo tamanho dos nós (diâmetro dos círculos) e pela intensidade dos tons de vermelho, a partir da análise dos *Momentos* do curso de formação. Nós com maior diâmetro indicam actantes com um maior número de associações. Quanto à coloração, nós com tons mais intensos representam actantes mais fortes. Actantes mais fracos, por sua vez, são indicados por tons mais suaves.

Desplugadas e os Conceitos e Pilares do PC articulados ao EC —, que mobilizam um número considerável de associações fortes com aliados resistentes.

Latour explica que “[...] tive de substituir cada uma das tradicionais linhas divisórias por uma distinção relativa entre associações mais fortes e mais fracas” (Latour, 2000, p. 391). Essa ideia ajuda a compreender o papel dos actantes mencionados nos parágrafos anteriores, cujas translações não apenas são numerosas, mas também se destacam por sua intensidade (força), posicionando-os no núcleo da rede. No contexto analisado, essas associações tornam-se fundamentais para a eficácia da rede, especialmente ao considerar a capacidade destes actantes de influenciá-las e reconfigurá-las ao longo-do curso de formação.

Dessa maneira, a subseção seguinte se propõem a analisar como a atuação conjunta de mediadores humanos e não humanos foi fundamental na constituição de dinâmicas interativas. Tais conexões foram decisivas para aproximar o Pensamento Computacional das práticas pedagógicas em Ensino de Ciências, evidenciando os potenciais dessa associação no contexto educacional contemporâneo.

4.5.1 O dinamismo das redes e suas relações com o curso de formação e o Pensamento Computacional no Ensino de Ciências

No *Momento 1* do curso de formação, foi estabelecida uma rede sociotécnica composta por diversos mediadores humanos e não humanos, caracterizada por associações entre “*Participantes*”, “*Palestrantes*” e instrumentos para a “*Construção dos Dados*”, os quais desempenharam papéis distintos na performance do processo formativo. Latour argumenta que, o que é fraco ou forte depende da habilidade de transformar uma situação por meio de associações. Assim, mediadores considerados fortes foram aqueles que geraram mudanças perceptíveis na dinâmica do curso. Entre eles, destacaram-se os “*Palestrantes*” e os “*Questionários*”, usados para captar dados e enriquecer as interações, além dos próprios professores “*Participantes*”. Todos esses agentes mantiveram-se ativamente associados aos objetivos investigados, presentes no agrupamento “*Ensino do PC e EC*”.

Translações envolvendo actantes humanos dos agrupamentos “*Palestrantes*” e “*Participantes*” atuaram por meio de associações fortes, transformando as percepções iniciais dos participantes. Latour (2012) salienta que os mediadores

nunca fazem exatamente o que é esperado deles, o que reflete a maneira como os professores reinterpretaram os conceitos apresentados, sobretudo nos dois primeiros encontros do curso. Portanto, conforme o autor, para:

[...] sair dessa incerteza precisamos fazer duas coisas ao mesmo tempo: alistar outras pessoas para que elas participem da construção do fato; e controlar o comportamento delas para tornar previsíveis suas ações (Latour, 2000, p. 178).

Seguindo essa lógica, Latour (2000) observa que mediadores fortes, como os “*Palestrantes*”, produzem efeitos transformadores, alterando a maneira como os actantes percebem e interagem com os demais elementos da rede. Ao introduzirem conceitos, apresentarem exemplos práticos e proporcionar reflexões críticas, não apenas informando e esclarecendo dúvidas, os actantes desse agrupamento atuaram para “redesenhar” as interações cognitivas associadas ao Pensamento Computacional dos “*Participantes*”, auxiliando-os a promover um melhor entendimento sobre o tema.

Na mesma direção, os instrumentos para a “*Construção dos Dados*”, como os *Diários de Campo*, sobretudo, os *Questionários*, performaram como importantes mediadores, fornecendo recursos para o delineamento da rede. As tecnologias tornam visível aquilo que, por vezes, permaneceria invisível, como o telescópio, que tornam visíveis as depressões e as elevações da Lua, salienta Latour (2000). Os questionários aplicados no curso atuaram como mediadores fortes ao coletar informações que influenciaram diretamente as reflexões e discussões posteriores, principalmente as que ocorreram durante o *Momento 2*. Os *Diários de campo* também contribuíram para registrar detalhes das interações que precederam o preenchimento dos questionários pelos “*Participantes*”, mesmo que de forma mais modesta se comparado aos *Questionários*.

Desse modo, rastrear e documentar o movimento dos actantes é essencial para compreender como as redes são constituídas, evoluem e se reorganizam (Latour, 2000). Além disso, esses instrumentos não apenas subsidiaram as análises posteriores, mas também promoveram transformações imediatas durante o curso, por meio de autorreflexões. Assim, os *Participantes* puderam, nos *Momentos* seguintes, compartilhar e esclarecer dúvidas, além de intensificar as interações com os demais atores, humanos e não humanos, fortalecendo os “atributos” esperados de mediadores que realizam associações fortes. Por outro lado, embora o actante

Ambiente Físico, tenha proporcionado condições para a realização do curso, desempenhou tão somente o papel de intermediário na rede durante o *Momento 1*. Essa condição limitou sua capacidade de atuação, servindo apenas como um suporte para os mediadores, sobretudo para aqueles mais “ativos na rede”.

No *Momento 2*, a inserção de novos elementos, como o Complemento de Computação (Brasil, 2022) e os Itinerários Formativos do Estado do Paraná (Paraná, 2023), agregou novos mediadores à rede e fortaleceu algumas associações anteriormente estabelecidas. Nessa fase, o foco voltou-se para análises e reflexões das normas e documentos que regem o ensino do Pensamento Computacional. Esses actantes, por meio do agrupamento “*Normas e Diretrizes (Ensino do PC)*” desempenharam o papel de mediadores, sendo alguns mais fortes, como o actante *BNCC 2022*, devido à sua capacidade de agregar e promover associações com um maior número atores da rede, entre os quais as *Gravações Audiovisuais*, *Palestrantes*, *Participantes* e as *Conversas e Discussões sobre a Implementação do PC (IN, AL, AD, ES e FC)*. Segundo Latour (2000), mediadores fortes transformam os significados e mobilizam outros componentes da rede, o que ficou evidente no impacto desses materiais (Normas e Diretrizes), em especial sobre os “*Participantes*”, também fortes mediadores nesse *Momento* do curso.

Em contrapartida, à semelhança do *Momento* anterior, o *Ambiente Físico do Curso* manteve-se apenas como um intermediário, proporcionando apoio logístico sem alterar de forma significativa a dinâmica da rede. Do mesmo modo, os registros por meio dos *Diários de Campo* contribuíram de maneira discreta. Por outro lado, as *Conversas e Discussões* e as *Gravações Audiovisuais* se configuraram como mediadores fortes, promovendo associações consistentes e trocas significativas de ideias entre “*Participantes*”, “*Palestrantes*” e o “*Membro Externo*”. Os mediadores têm a capacidade de gerar efeitos transformadores nos elementos que se conectam (Latour, 2012), o que contribuiu para melhor acompanhar os rastros das translações bidirecionais entre os actantes desses três agrupamentos.

Latour (2012) enfatiza que mediadores que tornam visíveis os rastros e as transformações dentro de uma rede são essenciais para compreender sua dinâmica. No *Momento 2*, foram rastreadas e investigadas as percepções dos “*Participantes*” sobre os documentos normativos e os desafios da implementação do Pensamento

Computacional e a sua possível articulação com o Ensino de Ciências, fortalecendo as conexões entre teoria e prática, elemento central aprofundado na etapa seguinte.

No *Momento 3*, a investigação avançou para uma análise mais focada na articulação entre teoria e prática, entre o Pensamento Computacional e componentes curriculares específicos do Ensino de Ciências. Nesse contexto, os *Diários de Campo* permaneceram como simples intermediários, enquanto as *Conversas e Discussões* e as *Gravações Audiovisuais*, ambos mediadores fortes, desempenharam um papel ainda mais central no rastreamento das interações e associações estabelecidas. Esse *Momento* também foi caracterizado pela presença de translações com novos mediadores, como as *Atividades Teórico-Práticas*, *Conceitos e Pilares do PC articulados ao EC*, *Atividades Desplugadas* e *Atividade Plugada*. Ademais, a força de cada um desses variou conforme sua capacidade de persuadir, agregar e vincular distintos elementos da rede nas associações que estiveram envolvidos.

A esse respeito, Latour (2012) destaca que a força de um mediador reside em sua capacidade de engajar outros elementos. Sendo assim, as atividades teórico-práticas propostas pelos “*Palestrantes*” — interligando especialmente as *Atividades Desplugadas* aos *Conceitos e Pilares do PC*, bem como à *Atividade Plugada* — mobilizaram o agrupamento de mediadores “*Participantes*”, promovendo uma compreensão mais profunda das possibilidades para explorar o Pensamento Computacional para a resolução de problemas de ciências e biologia. Esses agrupamentos desempenharam papel importante na trajetória das redes sociotécnicas do curso, ampliando o dinamismo e intensificando associações fortes que forneceram subsídios para auxiliar a despertar nos “*Participantes*” ideias de práticas pedagógicas para integrar o Pensamento Computacional ao Ensino de Ciências.

Esse movimento de associação e fortalecimento da rede sociotécnica se refletiu durante o quarto encontro do curso, que ocorreu por meio do actante *Ambiente Virtual de Aprendizagem*, pertencente ao agrupamento “*Ambiente do Curso*”. Essa etapa envolveu a apresentação de propostas pelos “*Participantes*”, nas quais o Pensamento Computacional foi articulado ao Ensino de Ciências. Foram sugeridas apenas atividades desplugadas que, embora ainda em fase de amadurecimento, demonstraram ideias variadas de como o Pensamento

Computacional pode ser implementado para a resolução de problemas envolvendo diferentes conteúdos de ciências.

O cenário em questão corrobora a perspectiva de Kumar e Tissenbaum (2022), que alegam que a utilização da Teoria Ator-Rede nos ambientes educacionais revela a necessidade de tratar a tecnologia como um agente que medeia a colaboração entre os alunos, permitindo a criação de novas dinâmicas de aprendizagem que conectem os estudantes às tecnologias, por meio de suporte mútuo. Esse argumento, associado aos resultados desta pesquisa, reforça a importância de compreender as redes sociotécnicas envolvendo o Pensamento Computacional, de modo especial entre os componentes onde ele ainda é pouco explorado, como é o caso do Ensino de Ciências. Essa condição se torna ainda mais relevante ao considerar que, em maior ou menor intensidade, as tecnologias digitais, representam atores já imersos na educação contemporânea.

Dessa maneira, entender as associações dos elementos que compõem as redes do Pensamento Computacional com o Ensino de Ciências, bem como entre os demais componentes curriculares da Educação Básica, pode favorecer processos de ensino e aprendizagem mais reflexivos, críticos e criativos. Contudo, é preciso ter cautela ao considerar o uso dos avanços tecnológicos digitais como se representassem, de forma automática, sinônimos de “progresso ou modernidade”, especialmente quando utilizados meramente como tecnologias de consumo, efêmeras e desvinculadas das reais necessidades educativas.

Essa análise reflexiva vai além do âmbito escolar e perpassa diversos contextos e espaços, sobretudo os coletivos. O ambiente educacional, por sua vez, deve oferecer condições para que os indivíduos interajam com a tecnologia e, principalmente, sejam capazes de compreender, questionar, refletir e se posicionar de forma crítica e ética frente aos seus avanços. Além disso, deve promover o uso consciente e responsável destes recursos, alinhando-se aos princípios de uma educação emancipadora, cidadã e autodidata, horizonte tão almejado no âmbito educacional contemporâneo.

Por essa perspectiva, a contínua análise das relações entre actantes humanos e não humanos na construção do conhecimento nos ambientes escolares, pode favorecer práticas pedagógicas mais alinhadas às necessidades atuais. Isso potencializa a presença do Pensamento Computacional na resolução de problemas

diversos, de modo especial no Ensino de Ciências, aproximando os alunos ao contexto investigativo, aos processos de descoberta, à divulgação do conhecimento e, até mesmo, à uma participação mais ativa como co-construtores dos fatos científicos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A articulação do Pensamento Computacional com o Ensino de Ciências é um processo que exige uma abordagem integrada, envolvendo tanto mediadores humanos quanto não humanos. A análise dos dados constituídos durante o curso de formação “Pensamento Computacional no Ensino de Ciências”, junto ao grupo de professores participantes, revela que essa efetiva integração depende do equilíbrio entre a disponibilização de recursos institucionais e o apoio oferecido aos docentes.

A análise da percepção do Pensamento Computacional entre os professores participantes, vinculada ao primeiro objetivo específico da pesquisa, revelou que a maioria desconhecia esse conceito, com exceção de alguns educadores que já o aplicavam, embora suas respostas ainda fossem parciais. Esse fato contextualiza nossos dados, pois caso estivéssemos lidando com um grupo de profissionais com outra formação ou conduzindo um estudo mais amplo com docentes da Educação Básica, provavelmente encontraríamos um número ainda menor de participantes familiarizados com a concepção de Pensamento Computacional. Assim, torna-se essencial ampliar as iniciativas de formação, permitindo que os professores não apenas compreendam os seus fundamentos, mas também os empreguem de maneira criativa e eficaz no ambiente escolar.

Em relação ao segundo objetivo específico deste estudo, em que procuramos conhecer como está a implementação de documentos que orientam o ensino do Pensamento Computacional na Educação Básica e sua articulação com o Ensino de Ciências, os resultados evidenciaram a importância de diversos fatores. Entre eles, destacaram-se a necessidade de apoio institucional escolar, a oferta de infraestrutura adequada, a atenção especial ao letramento digital dos alunos e a vinculação entre teoria e prática, por meio de atividades desplugadas. Além disso, a proposta de formação continuada mostrou-se um elemento crucial para a consolidação dessa implementação. Também é importante ressaltar que mudanças recentes, como o Complemento à BNCC (Brasil, 2022), representou um relevante avanço para o ensino do Pensamento Computacional na Educação Básica Nacional.

Ainda, conforme os participantes do curso, em contextos favoráveis, em que os docentes já possuem, ao menos, algum conhecimento prévio acerca do tema, a implementação do Pensamento Computacional no Ensino de Ciências se dá de

maneira mais fluida. No entanto, em ambientes com recursos limitados e, especialmente, na ausência de apoio institucional, esse processo se torna mais desafiador. Tais condições ressaltam a necessidade de um olhar atento para o contexto específico de cada escola. Nesse cenário, a formação continuada pode ser, deveras, útil para auxiliar a preencher lacunas específicas, atender às diversas realidades escolares e fomentar o Pensamento Computacional como estratégia para a resolução de problemas em várias áreas do conhecimento.

No que se refere ao terceiro objetivo desta pesquisa, que consistiu em propor, planejar, desenvolver e analisar atividades teórico-práticas que articularam o Pensamento Computacional a conteúdos específicos de Ciências e Biologia, os resultados demonstraram que a integração entre teoria e prática é fundamental para um aprendizado eficaz e reflexivo. As distintas estratégias implementadas estimularam a abstração, a decomposição, o reconhecimento de padrões e o pensamento algoritmo, favorecendo a compreensão dos conceitos científicos e aprimorando diversas habilidades relacionadas ao Pensamento Computacional, em especial ao raciocínio lógico e à resolução de problemas. Esses resultados indicam que essa abordagem que mesclou teoria e prática, contribuiu significativamente para que os professores refletissem, se inspirassem e, quem sabe em breve, possam desenvolver seus próprios projetos, destacando o potencial do Pensamento Computacional como uma abordagem interdisciplinar na Educação Básica.

A estrutura metodológica para a análise dos dados, construída com base na Teoria Ator-Rede, mostrou-se essencial para compreender as dinâmicas entre os diversos actantes envolvidos ao longo do curso. A investigação das redes sociotécnicas por meio de agrupamentos, com a distinção entre mediadores fortes e fracos, permitiu identificar as associações que mais impactaram na concepção, implementação e no desenvolvimento das práticas pedagógicas realizadas durante o curso. Mediadores fortes, como *Palestrantes*, *Atividades Teórico-Práticas*, *Participantes* e os diversos actantes dos agrupamentos “Construção dos Dados”, “Abordagem Pedagógica” e o “*Ensino do Pensamento Computacional articulado com o Ensino de Ciências — Ensino do PC e EC —*”, desempenharam um papel essencial no avanço coletivo e contribuíram de maneira fundamental para a análise, reflexão e o detalhamento dos resultados inerentes aos objetivos da pesquisa.

O ato de seguir os rastros dos agrupamentos e dos actantes que os compõem revelou o dinamismo da rede ao longo da trajetória do curso. No quarto e último encontro, as atividades propostas pelos participantes, ainda que sejam ideias que precisem ser melhor desenvolvidas, demonstraram sugestões criativas, alinhadas a conteúdos científicos e aos pilares do Pensamento Computacional. Essa etapa reforçou a presença de mediadores fortes, como as associações entre *Participantes*, *Palestrantes*, *Conversas* e *Discussões* colaborativas e as experiências teórico-práticas, por meio de *Atividades Desplugadas*. Esses resultados destacam a necessidade de fomentar espaços de experimentação e autonomia docente, fortalecendo a integração de novas abordagens pedagógicas no Ensino de Ciências.

Esse processo de rastreamento se deu, principalmente, por meio do actante não humano “*Gravações Audiovisuais*”, que, embora não estivesse diretamente associado aos objetivos da pesquisa, de forma singular proporcionou uma visão detalhada dos rastros, movimentações e associações observadas. Dessa maneira, esse actante permitiu a reanálise detalhada dos dados sob diferentes ângulos, influenciando diretamente o dinamismo das redes e os resultados do estudo.

Com base nos resultados encontrados, é possível concluir que a presença do Pensamento Computacional nas escolas deve ir além de um simples componente curricular isolado, sendo fundamental que haja a sua integração com as demais áreas de conhecimento. Entretanto, é imprescindível que o educador possua conhecimento teórico-prático adequado, reflita, analise e planeje de forma crítica sua aplicação conforme o conteúdo, a faixa etária dos estudantes e os objetivos pedagógicos.

Cabe ressaltar que o emprego de atividades envolvendo o Pensamento Computacional não deve representar uma mera “distração”, sobretudo quando forem empregados meios digitais para estes fins, até porque, suas bases demonstram que seu alcance vai além dessa perspectiva. Ademais, as condições institucionais e, principalmente, a graduação dos educadores, desempenham um papel determinante na efetividade dessa integração. Portanto, é essencial que as políticas públicas e as estratégias de formação de professores considerem esses elementos, a fim de criar condições necessárias para uma implementação bem-sucedida nas escolas.

Como sugestão para pesquisas futuras, a investigação das condições institucionais em diferentes contextos escolares, que favorecem ou dificultam a

integração do Pensamento Computacional, pode oferecer informações valiosas para melhorar sua implementação no Ensino de Ciências. Além disso, estudos sobre a diversidade de percepções dos professores de Ciências e Biologia, considerando suas experiências prévias, facilitariam a elaboração de estratégias de formação mais eficazes, que melhor atenderiam aos diferentes ambientes educacionais. Por fim, compreender como os alunos observam o uso do Pensamento Computacional em suas aprendizagens, contribui para analisar o impacto no desenvolvimento de suas habilidades cognitivas.

Nossa pesquisa apresentou resultados que corroboram a literatura ao evidenciar a necessidade de aperfeiçoamento docente, por meio da formação continuada, de modo especial, neste momento de implementação do Pensamento Computacional após a publicação do Complemento à BNCC em 2022. Da mesma forma, a articulação entre teoria e prática, com atividades variadas, plugadas e desplugadas, oferece melhores condições para que os professores compreendam os conceitos fundamentais e desenvolvam seus próprios projetos, adaptados às suas realidades escolares. Outra contribuição de nosso trabalho reside na forma como os dados foram estruturados e analisados à luz da Teoria Ator-Rede.

Considerando que o objetivo geral da pesquisa envolveu analisar, por meio da Teoria Ator-Rede, o desenvolvimento de um curso de formação continuada, no qual o uso do Pensamento Computacional está integrado ao Ensino de Ciências, a escolha da metodologia teórica nos permitiu estruturar e analisar os dados com base nas interações dinâmicas entre atores humanos e não humanos envolvidos no curso. Em vez de categorias fixas, priorizou-se o mapeamento das redes sociotécnicas, observando como os agentes ganhavam ou perdiam relevância conforme sua capacidade de mobilizar e alistar aliados durante o processo formativo. A classificação dos actantes como intermediários ou mediadores, fortes ou fracos, possibilitou identificar os agentes que influenciaram diretamente as práticas docentes e ampliaram as compreensões sobre o Pensamento Computacional, evidenciando elementos, por vezes pouco visíveis, em análises tradicionais, como o papel das interações presenciais e das atividades teórico-práticas.

As atividades sobre polinização, filogenia e expressão gênica ilustraram como o Pensamento Computacional pode ser incorporado ao Ensino de Ciências de forma diversificada. Ao permitir observar esse ensino como uma rede em constante

negociação entre múltiplos agentes, a Teoria Ator-Rede evidenciou que a apropriação do Pensamento Computacional depende menos de conteúdos prescritos e mais da qualidade das interações formativas. Isso ampliou a compreensão de como o Ensino de Ciências pode ser dinamizado pela mobilização de elementos heterogêneos que envolvam práticas vividas. Dessa forma, a abordagem por meio da Teoria Ator-Rede favoreceu uma análise mais sensível às dinâmicas reais da sala de aula e aos modos como os professores constroem e transformam seus saberes.

Apesar dos avanços proporcionados por esta pesquisa, é importante reconhecer algumas limitações. A primeira refere-se ao número restrito de participantes, o que pode restringir a generalização dos resultados para contextos educacionais específicos. Além disso, o tempo disponível para a realização do curso, embora suficiente para os objetivos propostos, não permitiu acompanhar, de forma mais aprofundada, as possíveis repercussões das atividades formativas nas práticas pedagógicas posteriores dos professores. Outro aspecto diz respeito ao engajamento institucional das escolas participantes, que variaram significativamente e, em alguns casos, podem restringir a aplicação de propostas mais robustas de integração do Pensamento Computacional ao Ensino de Ciências. Tais fatores reforçam a necessidade de estudos que considerem um escopo ampliado e aprofundamento na análise dos desdobramentos futuros das formações.

Diante dessas limitações, torna-se ainda mais evidente que a integração do Pensamento Computacional no Ensino de Ciências requer múltiplos mediadores, apoiada por recursos e formação, adequados. O sucesso dessa implementação depende da capacidade de alinhar e integrar os inúmeros actantes, criando uma rede colaborativa e ágil, de modo a garantir que todos os envolvidos nesse processo, especialmente, professores e alunos, possam se beneficiar dessa abordagem. Assim, a nossa pesquisa reforça a importância de adotar métodos ativos na formação docente e aponta caminhos para futuras investigações acerca da implementação do Pensamento Computacional no Ensino de Ciências, de forma que a multiplicidade de actantes sejam igualmente levados em consideração. Isso implica repensar as relações entre educadores, estudantes, tecnologias e políticas educacionais, a fim de promover uma formação docente que tome em conta esse coletivo dinâmico em constante transformação.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, E. R DE. **Uso de jogos educacionais no ensino transdisciplinar de temas ambientais**: estudo de caso com a plataforma scratch. 2022. 87 f. Dissertação (Mestre em Ensino das Ciências Ambientais) – Centro de Ciências do Ambiente, Universidade Federal do Amazonas, Tefé, Amazonas, 2022. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/8901>. Acesso em: 17 out. 2024.
- ALMEIDA, A. A. B DE; LEITE, L. B.; TUANI, M. (org.). **Manual de metodologia da pesquisa aplicada à educação**. (Apostila). Faculdade Porto Feliz. Porto Feliz: [S.l.], 2016. 74. p.
- ALMEIDA, J. M. F. DE. A Gênese da Máquina da Sociedade de Informação – Baby Machine, o protótipo dos actuais computadores. *In*: Congresso Luso-Brasileiro de Ciência e da Técnica, 1., 2000, Évora/Aveiro. **Anais eletrônicos [...] Évora**: Universidade do Minho: Repositório UM, 2000. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/872/1/comunicaJFA.PDF>. Acesso em: 28 set. 2023.
- ALMEIDA, J.; CAMANA, Â.; FLEURY, L. C.; DAVID, M.; PRATES, C. D.; COELHO, G. B. Em favor das associações: uma homenagem à sociologia de Bruno Latour (1947-2022). **Sociologias**, [S.l.], v. 24, n. 61, p. 142-168, set./dez. 2022. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/sociologias/article/view/127923>. Acesso em: 08 mai. 2024.
- ALVES, M. A. B.; SARTORI, V.; LARA, A. M. DE B.; BRAMBILA, M. A. Formação continuada docente e o uso das tecnologias digitais: estudo de caso em uma escola municipal no interior do estado do paraná. **ETD – Educação Temática Digital**, Campinas, SP, v. 26, n. 00, p. 1-20. 2024. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/etd/article/view/8674484>. Acesso em: 5 jun. 2025.
- AMORIM, A. P.; BARRETO, R. **Pensamento Computacional na Educação**: caminhos e perspectivas para o futuro que ainda não concebemos. 1. ed. Salvador: Atena Editora, 2023. cap. 1, p. 19-39.
- AMORIM, D. D. S. **Fundamentos de sistemática filogenética**. 1. ed. Ribeirão Preto: Editora Holos, 2002. cap. 6, p. 57-73.
- ANGELUCI, A. C. B.; CACAVALLLO, M. Inovações no ensino híbrido: uma perspectiva a partir da teoria ator-rede. **Comunicação & Educação**, v. 22, n. 1, p. 63-73, jan./jun. 2017. Disponível em: <https://revistas.usp.br/comueduc/article/view/113282/129445>. Acesso em: 29 mai. 2024.
- ARAUJO, S. P. DE; VIEIRA, V. D.; KLEM, S. C. DOS S.; KRESCIGLOVA, S. B. Tecnologia na educação: contexto histórico, papel e diversidade. *In*: IV Jornada de Didática, III Seminário de Pesquisa do CEMAD, 2017, Londrina. **Anais [...]**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2017. p. 920-928. Disponível em: <https://www.uel.br/eventos/jornadadidatica/pages/arquivos/IV%20Jornada%20de%20Didatica%20Docencia%20na%20Contemporaneidade%20e%20III%20Seminario%20de%20Pesquisa%20do%20CEMAD/TECNOLOGIA%20NA%20EDUCACAO%20CONTEXTO%20HISTORICO%20PAPEL%20E%20DIVERSIDADE.pdf> Acesso em: 4 jan. 2024.

- AZEVEDO, D. S. DE; SILVEIRA, A. C. DA; LOPES, C. O.; AMARAL, L. DE O.; GOULART, I. DE C. V.; MARTINS, R. X. Letramento digital: uma reflexão sobre o mito dos “Nativos Digitais”. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 16, n. 2, p. 615–625, 2018. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/89222>. Acesso em: 17 jul. 2024.
- BACH, S. P.; MORIGUCHI, E. A.; COITIM, R. D.; GRANDO, M.; MALACARNE, V. O uso das TDIC no ensino de ciências: um olhar terminológico para a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). *In*: CIET:EnPED – Congresso Internacional de Educação e Tecnologias. Encontro de Pesquisadores em Educação a Distância, Belo Horizonte, ago., 2020. p. 1-10. **Anais [...]**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2020. Disponível em: <https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2020/article/view/996/728>. Acesso em: 27 nov. 2023.
- BARROS, T. T. T.; REATEGUI, E. B.; TEIXEIRA, A. C. Estudo sobre um curso de formação em Pensamento Computacional para professores do ensino básico das áreas de Matemática e Informática. *In*: CBIE:WCBIE – X Congresso Brasileiro de Informática na Educação | Workshops do X Congresso Brasileiro de Informática na Educação. 10., 2021, *Online*. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, p. 31-40. 2021. Disponível em: https://sol.sbc.org.br/index.php/cbie_estendido/article/view/18190/18024. Acesso em: 27 fev. 2024.
- BAUER, M.; GASKELL, G.; ALLUM, N. Qualidade, quantidade e interesses do conhecimento – Evitando confusões. *In*: BAUER, M.; GASKELL, G. (eds.). **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som**: um manual prático. Tradução: GUARESCHI, P. A. 2. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002. intro. p. 15-36.
- BELETI JUNIOR, C. R.; SFORNI, M. S. DE F. Desenvolvimento do pensamento computacional: percepção de professores da educação básica no interior do Paraná. **Revista Criar Educação**, Criciúma, v. 11, n. 1, jan./ jul. 2022. Disponível em: <https://periodicos.unesc.net/ojs/index.php/criaredu/article/view/6501>. Acesso em: 25 mar. 2024.
- BELL, T; WITTEN, I. H.; FELLOWS, M. **Computer Science Unplugged**. (Ensinando Ciência da Computação sem o uso do computador). Tradução: Luciano Porto Barreto. [S.l.]: FAPESB, 2011, *E-book*. 113 p. Disponível em: <https://classic.csunplugged.org/documents/books/portuguese/CSUnpluggedTeachers-portuguese-brazil-feb-2011.pdf>. Acesso em: 17 set. 2023.
- BERINGER, J.; MACIEL, F. L.; TRAMONTINA, F. F. O declínio populacional das abelhas: causas, potenciais soluções e perspectivas futuras. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, [S.l.], v. 5, n. 1, p. 18-27, abri. 2019. Disponível em: <https://revista.uergs.edu.br/index.php/revuergs/article/view/1686>. Acesso em: 20 nov. 2023.
- BORTOLOZZI, A. C. **Questionário e entrevista na pesquisa qualitativa**: elaboração, aplicação e análise de conteúdo – Manual Didático. São Carlos: Pedro & João Editores, 2020, 52 p.
- BRACKMANN, C. P. **Desenvolvimento do Pensamento Computacional através de atividades desplugadas na educação básica**. 2017. 226 f. Tese (Doutorado em Informática na Educação) - Centro de Estudos Interdisciplinares em Novas

Tecnologias na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017. Disponível em:

<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/172208/001054290.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 04 jan. 2024.

BRAGA, C.; SUAREZ, M. Teoria Ator-Rede: novas perspectivas e contribuições para os estudos de consumo. **Cadernos EBAPE.BR**, v. 16, n. 2, p. 218-231. abr./jun.

2018. Disponível em: Acesso em:

<https://periodicos.fgv.br/cadernosebape/article/view/64275>. Acesso em: 29 mai. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2017. Disponível em:

https://www.gov.br/mec/pt-br/escola-em-tempo-integral/BNCC_EI_EF_110518_versa_ofinal.pdf. Acesso em: 8 ago. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em:

https://www.gov.br/mec/pt-br/escola-em-tempo-integral/BNCC_EI_EF_110518_versa_ofinal.pdf. Acesso em: 8 ago. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Computação Complemento à BNCC**. Brasília,

2022. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/fevereiro-2022-pdf/236791-anexo-ao-parecer-cneceb-n-2-2022-bncc-computacao/file>. Acesso em: 8 ago. 2024.

BRIM, J. DA F. H.; PINHEIRO, N. A. M.; OLIVEIRA, B. A. H. DE; TEIXEIRA, O.;

SILVA, S. DE C. R. DA; DUTRA, A. O desenvolvimento do pensamento

computacional por meio do ensino de sequências numéricas: um estudo com alunos do ensino fundamental. **Caderno Pedagógico**, [S.l.], v. 21, n. 9, p. 1-22. 2024.

BRUNO, F. Rastros digitais: o que eles se tornam quando vistos sob a perspectiva da teoria ator-rede? **Revista Famecos**, Porto Alegre, v. 19, n. 3, p. 681-704,

set./dez. 2012. Disponível em:

<https://revistaseletronicas.pucrs.br/index.php/revistafamecos/article/view/12893/8601>. Acesso em: 17 mai. 2024.

BULCÃO, J. DA S. B.; MADEIRA, C. A. G.; GUIMARÃES, C. A. S.; SOUSA, C. A.

DE. Capacitando Professores no Programa Norte-rio-grandense de Pensamento

Computacional. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, [S.l.], v. 29, p.

1178-1201. 2021. Disponível em:

<https://journals-sol.sbc.org.br/index.php/rbie/article/view/2120>. Acesso em: 25 ago. 2023.

CALLON, M.; LASCOUMES, P.; BARTHE, Y. **Acting in an uncertain world: an essay on technical democracy**. Translated: Graham Burchell. Cambridge

Massachusetts: MIT Press, 2011. part. 1. p. 1-37. Disponível em:

[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4543724/mod_folder/content/0/](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4543724/mod_folder/content/0/CallonEtAl2009-ActingInAnUncertainWorldClean.pdf?forcedownload=1)

[CallonEtAl2009-ActingInAnUncertainWorldClean.pdf?forcedownload=1](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4543724/mod_folder/content/0/CallonEtAl2009-ActingInAnUncertainWorldClean.pdf?forcedownload=1). Acesso em: 3 jun. 2024.

CAMILLIS, P. K. DE; BUSSALAR, C. Z.; ANTONELLO, C. S. A agência a partir da Teoria Ator-Rede: reflexões e contribuições para as pesquisas em administração.

Organizações & Sociedade, Salvador, v. 23, n. 76, p. 73-91, jan./mar. 2016.

Disponível em: [https://www.scielo.br/j/osoc/a/mk7zPp8vV9fGrt6fjJtndmD/?](https://www.scielo.br/j/osoc/a/mk7zPp8vV9fGrt6fjJtndmD/?format=pdf&lang=pt)

[format=pdf&lang=pt](https://www.scielo.br/j/osoc/a/mk7zPp8vV9fGrt6fjJtndmD/?format=pdf&lang=pt). Acesso em: 17 mai. 2024.

CAMPOS, F. V.; SOUZA, P. H. DE. **Scratch e Ciências: Desenvolvendo o Pensamento Computacional utilizando atividades problematizadoras de Ciências.** Produto Educacional vinculado à Dissertação (Mestrado Profissional em Educação para Ciências e Matemática). 2021. 28 f. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. Programa de Pós-graduação em Educação para Ciências e Matemática, IFG Jataí, Goiás, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifg.edu.br/handle/prefix/986>. Acesso em: 17 out. 2024.

CAVALCANTE, R. B.; ESTEVES, C. J. D. S.; PIRES, M. C. D. A.; VASCONCELOS, D. D.; FREITAS, M. DE M.; MACEDO, A. S. D. A Teoria Ator-rede como referencial teórico-metodológico em pesquisas em saúde e enfermagem. **Texto & Contexto Enfermagem**, v. 26, n. 4, p. 1-9. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/tce/a/wLNYVms6xSQ7J5sxcLDZmHC/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 29 mai. 2024.

CERATTI, M D. P. **Programação e Pensamento Computacional no Ensino Fundamental: o Scratch como ferramenta pedagógica no ensino de Ciências.** 2024. 97 f. Dissertação (Mestre em Educação em Ciências) – Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2024. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/276862>. Acesso em: 17 out. 2024.

COELHO, P. M. F.; COSTA, M. R. M.; MOTTA, E. L. O. Formação de professores e integração pedagógica das Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC): da usabilidade técnica ao letramento digital. **Eccos – Revista Científica**, São Paulo, n. 58, p. 1-20, jul./set. 2021. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/eccos/article/view/11014>. Acesso em: 22 set. 2023.

COPI, I. M. **Introdução à lógica.** Tradução: Álvaro Cabral. 2. ed. São Paulo, SP: Mestre Jou, 1978. Int. p. 19–21.

CORRÊA, Danila Gomes. **Comunicação e educação escolar em tempos midiáticos.** 2020. 47 f. Monografia (Especialização em Tecnologia, Comunicação e Técnicas de ensino) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2020. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/24295/1/CT_TCTE_III_2020_12.pdf. Acesso em: 7 abr. 2024.

COUTINHO, F. Â.; FIGUEIREDO, K. L.; SILVA, F. A. R. E. Proposta de uma configuração para o ensino de Ciências comprometido com a ação política democrática. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 1, p. 380-406, jan./abr. 2016. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/2935>. Acesso em: 4 jun. 2024.

COUTINHO, F. Â.; SANTOS, V. M. DE F.; AMARAL, A. C. R.; SANTOS, M. I.; SILVA, F. A. R. E.; SILVA, A. DE J. Quando os educandos transformam uma sequência didática em um ator-rede: movimentos de translação entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente na educação de jovens e adultos. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 3, p. 178-193. 2016. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/591/561>. Acesso em: 12 dez. 2023.

COUTINHO, F. Â.; VIANA, G. M. Alguns Elementos da Teoria Ator-Rede. *In*: COUTINHO, F. Â.; VIANA, G. M. (orgs.). **Teoria Ator-Rede e Educação**. 1. ed. Curitiba: Editora Appis, 2019. p. 18-45. Disponível em:

https://www.dropbox.com/scl/fi/5qujm1b97i887atwj02b6/Gabriel_Viana.epub?rlkey=v9f3u5nmyrk1bixnewjecbyr1&e=1&dl=0. Acesso em: 29 mai. 2024.

CUNHA, A. **Programação desplugada!** Conheça essa prática sem o uso de aparelhos eletrônicos! [S.l.]: Aprendiz 21, 2020. 1 vídeo (9min 15seg). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=Zd_ZOk_InYo. Acesso em: 20 out. 2023.

DELGADO, A. K. C.; ANDRADE, J. A. DE. Teoria Ator-Rede (TAR) como instrumento de pesquisa em turismo: buscando aproximações e contribuições. **Revista Turismo – Visão e Ação**, v. 21, n. 1, p. 144-164, jan./abr. 2019. Disponível: <https://periodicos.univali.br/index.php/rtva/article/view/13758>. Acesso em: 17 mai. 2024.

DIAS, F. N. M.; CHAVES, A. C.; MEDEIROS, J. J. V. DE; SANTOS, T. M. DOS. Desenvolvimento do pensamento computacional em escolas do Ensino Fundamental II. **Revista Práxis: saberes da extensão**, [S.l.], v. 11, n. 22, p. 52-56, jun. 2023. Disponível em: <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/praxis/article/view/6832>. Acesso em: 12 mai. 2024.

DUART, J.; SANGRÁ, A. **Aprender em la virtualidad**. Barcelona: Gedisa, *Edicions de la Universitat Oberta de Catalunya*, 2000. intro. p. 6-12.

FERNÁNDEZ, J. M.; ZÚÑIGA, M. E.; ROSAS; M. V.; GUERRERO, R. A. *Experiences in Learning Problem-Solving Through Computational Thinking*. **Journal of Computer Science and Technology**, [S.l.], v. 18, n. 2, p. 136-142, mai./ out. 2018. Disponível em: <https://journal.info.unlp.edu.ar/JCST/article/view/1086/866>. Acesso em: 4 jan. 2024.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**: um guia para iniciantes. Tradução: Magda Lopes. 1 ed. Porto Alegre: Penso, 2013. part. I e II. p. 13-85.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. Tradução: Joice Elias Costa. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. part. 1. p. 11-50.

FORNARI, M. B.; FARIA, E. L.; MEGLHIORATTI, F. A.; FERRAZ, D. F. Alternativas para o desenvolvimento do Pensamento Computacional no Ensino de Ciências por meio de uma atividade desplugada. **Revista Insignare Scientia – RIS**, Brasil, v. 8, n. 1, p. e14251, 2024. Disponível em: <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/14251> .Acesso em: 23 mar. 2025.

FREIRE, L. DE L. Seguindo Bruno Latour: notas para uma antropologia simétrica. **Comum**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 26, p. 46-65, jan/jun. 2006. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/12232/latour.pdf>. Acesso em: 05 mai 2024.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (org.). **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. un. 2. 31-42.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. cap. 4. p. 41-56.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010. cap. 4. p. 32-42.

GONZALES, Z. K.; BAUM, C. Desdobrando a teoria ator-rede: reagregando o social no trabalho de Bruno Latour. **Polis e Psique**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 142-157, 2013. Disponível em:

<https://seer.ufrgs.br/index.php/PolisePsique/article/view/36550/26493>. Acesso em: 23 mai. 2024.

GREBOGY, E. C.; SANTOS, I.; CASTILHO, M. A. Mapeamento das Iniciativas de Promoção do Pensamento Computacional no Ensino Fundamental. *In: CBIE: SBIE – X Congresso Brasileiro de Informática na Educação | XXXII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, 32., 2021, *Online*. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, p. 965-975. 2021. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbie/article/view/18122/17956>. Acesso em: 16 dez. 2023.

GROVER, S.; PEA, R. *Computational thinking in K-12: A review of the state of the field*. **Educational Researcher**, v. 42, n. 1, p. 38-43. 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/258134754_Computational_Thinking_in_K-12_A_Review_of_the_State_of_the_Field/link/55255dbf0cf295bf160e7521/download?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uliwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19. Acesso em: 12 mar. 2024.

GUARDA, G. F.; PINTO, S. C. C. DA S. O uso dos jogos digitais educacionais no processo no ensinoaprendizagem com ênfase nas habilidades do pensamento computacional: experiências no ensino fundamental. **Revista Brasileira de Pós-Graduação – RBPG**, Brasília, v. 17, n. 37, p. 1–35, jan./jun. 2021. Disponível em: <https://rbpg.capes.gov.br/rbpg/article/view/1750/950>. Acesso em: 11 jun. 2024.

GUIA EDUTEC. **A ferramenta Autoavaliação de Competências Digitais da Educação Básica**. São Paulo: Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB), [2023]. Disponível em: <https://guiaedutec.com.br/criar-conta/educador>. Acesso em: 17 jun. de 2023.

GÜNTHER, H. Pesquisa Qualitativa Versus Pesquisa Quantitativa: Esta É a Questão? **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 201-210, mai./ago. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ptp/a/HMpC4d5cbXsdt6RqbrmZk3J/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 08 mai. 2023.

HARMAN, Graham. *The importance of Bruno Latour for Philosophy!* **Cultural Studies Review**, [S.l.], v. 13, n. 1. p. 31-49, mar. 2007. Disponível em: <https://epress.lib.uts.edu.au/journals/index.php/csrij/article/view/2153>. Acesso em: 11 jan. 2025.

HIDALGO, J. P. **Pensamento computacional na produção de um objeto de aprendizagem sobre circuito elétrico e eletrônico para o ensino de ciências**. 2024. 172 f. Dissertação (Mestre em Ensino de Ciências e Matemática) - Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade do Estado de Mato Grosso, Barra do Bugres, Mato Grosso, 2024. Disponível em: https://portal.unemat.br/media/files/JOSEMAR_PEREIRA_HIDALGO.pdf. Acesso em: 17 out. 2024.

ISTE – *International Society for Technology in Education*; CSTA - *Computer Science Teachers Association*. **Operational Definition of Computational Thinking for K–12 Education**. New York: ACM Computer Science Teachers Association, 2011. Disponível em: https://cdn.iste.org/www-root/Computational_Thinking_Operational_Definition_ISTE.pdf. Acesso em: 03 jan. 2024.

JESUS, F. M. M. DE. Relato de experiência de introdução ao pensamento computacional no ensino fundamental. *In: II Encontro Regional Norte-Nordeste da ABCiber*, 2., 2019, Aracaju. **Anais [...]. [S.l.]**: Universidade Tiradentes. 2020. Disponível em: <https://eventos.set.edu.br/abciber/article/view/12931>. Acesso em: 25 jan. 2024.

JOSÉ NETO, J. A Teoria da Computação e o profissional de informática. **Revista de Computação e Tecnologia – ReCeT**, São Paulo, v. 1, n. 1, p.4-21. 2009. Disponível em: https://antigo.qacademico.ifce.edu.br/uploads/MATERIAIS_AULAS/768912-Artigo_01_-_Teoria&MerTrabalho.pdf. Acesso em: 14 jul. 2024.

KAMINSKI, M. R.; KLÜBER, T. E.; BOSCARIOLI, C. Pensamento Computacional na Educação Básica: Reflexões a partir do Histórico da Informática na Educação Brasileira. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, [S.l.], v. 29, p. 604-633, jun. 2021. Disponível em: <https://journals-sol.sbc.org.br/index.php/rbie/article/view/2970/2078>. Acesso em: 8 jan. 2024.

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias**: o novo ritmo da informação. 3. ed. Campinas: Editora Papirus, 2008. cap. 1, p. 11-27.

KOZAK, D. V. **Conceitos Básicos de Informática**. (Apostila). Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba: [S.l.], part. 1, p.1- 5. 2002.

KUMAR, V.; TISSENBAUM, M. *Supporting Collaborative Classroom Networks through Technology: An Actor Network Theory Approach to Understanding Social Behaviours and Design*. **British Journal of Education Technology**, [S.l.], v. 53, n. 6, p. 1549-1570, 2022. Disponível em: <https://bera-journals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/bjet.13274>. Acesso em: 12 jan. 2025.

LACERDA, A. F. C. DE. **Tecnologia na educação**: a formação de professores para o uso de ferramentas tecnológicas em sala de aula. 2017. 134 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Gestão em Educação a Distância) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2017. Disponível em: http://ww5.ead.ufrpe.br/ppgteg/pdf/2018/dissertacoes/dissertacao_ana_Flavia.pdf. Acesso em: 3 mai 2024.

LARA, Â. M. DE B.; MOLINA, A. A. Pesquisa qualitativa: apontamentos, conceitos e tipologias. *In: TOLEDO, C. DE A. A. DE; GONZAGA, M. T. C. G. (Orgs.)*. **Metodologia e Técnicas de Pesquisa nas Áreas de Ciências Humanas**. 1. ed. Maringá: Eduem, 2011, v. único, cap. 5, p. 121-172.

LATOUR, B. **Ciência em ação**: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora. Tradução: Ivone C. Benedetti. São Paulo: UNESP, 2000. 438 p.

LATOUR, B. **Reagregando o Social**: uma introdução à teoria do Ator-Rede. Tradução: Gilson César Cardoso de Sousa. Salvador/Bauru: Edufba/Edusc, 2012. 400 p.

LAW, J. *Actor Network Theory and Material Semiotics*. *In: TURNER, B. S. **The New Blackwell Companion to Social Theory***. Malden (MA): Blackwell, 2009. cap. 7, p. 141-158. Disponível em: https://criticalmanagement.uniud.it/fileadmin/user_upload/Law_2009.pdf. Acesso em: 04 jun. 2024.

- LEAL, P. E. **Construção do conhecimento em Ciências: uma aplicação da linguagem de programação scratch para o pensamento computacional durante o ensino híbrido.** 2022. 113. f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) - Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2022. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/248654>. Acesso em: 17 out. 2024.
- LEE, H. S.; LINN, M. C.; VARMA, K.; LIU, O. L. *How Do Technology-Enhanced Inquiry Science Units Impact Classroom Learning?* **Journal of Research in Science Teaching**, v. 47, n. 1, p. 71-90, jan. 2010. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/tea.20304>. Acesso em: 12 mar. 2024.
- LEITE, J. DE C.; CARMO, T. DE; I, P.; MAGALHÃES JÚNIOR, C. A. DE O. O estágio supervisionado na visão de licenciandos em ciências biológicas. **Revista Valore**, Volta Redonda, v. 3, ed. especial. p. 223-235, dez. 2018. Disponível em: <https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/article/view/157/143>. Acesso em: 30 abr. 2024.
- LE MOS, A. O Pensamento de Bruno Latour (1947-2022). **Interfaces Científicas – Humanas e Sociais**, [S.l.], v. 9, n. 3, p. 469-479, 2022. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/humanas/article/view/11249>. Acesso em: 2 jun. 2024.
- LÖSCH, S.; RAMBO, C. A.; FERREIRA, J. DE L. A pesquisa exploratória na abordagem qualitativa em educação. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 18, n. 00, p. 1-18. 2023. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/17958/17247>. Acesso em: 12 abr. 2024.
- LULL, James; NEIVA, Eduardo. Comunicar a mudança: a promessa da evolução humana. **MATRIZES**, São Paulo, Brasil, v. 2, n. 1, p. 49-76. 2008. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/matrizes/article/view/38208>. Acesso em: 03 jan. 2025.
- MACIEL, L. M. A influência da tecnologia no âmbito educacional. **Revista FT**, v. 27, Ed. 127, set. 2023. Disponível em: <https://revistافت.com.br/a-influencia-da-tecnologia-no-ambito-educacional/>. Acesso em: 20 mai. 2024.
- MAIA, A.; SERAFIM, S. Análise da Teoria Ator-Rede (TAR) e sua relação com os paradigmas de Relações Públicas. **Revista Contemporânea**, v. 9, n. 1, p. 123-137. 2011. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/contemporanea/article/view/1227/1574>. Acesso em: 04 dez. 2023.
- MALVEZZI, C. D.; NASCIMENTO, J. L. DO. A Teoria Ator-Rede e o estudo da intersectorialidade nas políticas públicas. **Interface**, [on-line], Botucatu, v. 24. p. 1-12. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/icse/a/jTKVMWSpKzVStqpgKvzDH4y/abstract/?lang=pt>. Acesso: 29 mai. 2024.
- MARTINES, R. DOS S.; MEDEIROS, L. M.; SILVA, J. P. M. DA; CAMILO, C. M. O uso das TICS como recurso pedagógico em sala de aula. *In*: CIET:EnPED – Congresso Internacional de Educação e Tecnologias | Encontro de Pesquisadores em Educação a Distância. São Carlos, 1., 2018. **Anais [...]**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2018. p. 1-12. Disponível em: <https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2018/article/view/337/672>. Acesso em: 11 mar. 2024.

MARTINS, E. R. **Ciência da computação e tecnologias digitais**: contribuições na solução de problemas [recurso eletrônico]. Curitiba: Bagai, apres. 5-7. 2020. Disponível em: <https://editorabagai.com.br/wp-content/uploads/2020/08/Editora-BAGAI-Ci%C3%Aancia-da-Computa%C3%A7%C3%A3o-e-Tecnologias-Digitais.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2024.

MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY (Org). **Scratch**. 2007. Disponível em: <https://scratch.mit.edu/>. Acesso em: 10 mar. 2024.

MELO, M. D. F. A. D. Q. Discutindo a aprendizagem sob a perspectiva da teoria ator-rede. **Educar em Revista**, Curitiba, n. 39, p. 177-190, jan./abr. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/er/a/MpwYCqWm3SMv5vJvJcgD9wx/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 29 mai. 2024.

MENESES, A. S. D. J.; CRUZ, M. A. D.; LINHARES, R. N. As tecnologias digitais de informação e comunicação na formação continuada de professores: o uso de HQS no espaço escolar do ensino fundamental. **Educere et Educare**, [S. l.], v. 17, n. 42, p. 168–189. 2022. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/educereeteducare/article/view/26786>. Acesso: 20 ago. 2023.

MENEZES, S. V.; PICCOLO, L. O ensino de computação para além dos muros da escola: análise crítica dos caminhos no Brasil e no Reino Unido. **Caderno Cedex**, Campinas, v. 43, n. 120, p.108-115, mai./ago. 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ccedes/a/9xdTksWM9tgC7gDxgF6jCtq/?lang=pt>. Acesso em: 17 out. 2024.

MENEZES JÚNIOR, J. A. DE; SILVA, J. G. DA. Construção e interpretação de árvore filogenética usando modelo tridimensional. **Revista Educação Pública**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 10. 2023. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/23/10/construcao-e-interpretacao-de-arvore-filogenetica-usando-modelo-tridimensional>. Acesso em: 24 out. 2023.

MILANÊS, R. Seguindo as redes de Bruno Latour: um ensaio sobre a antropologia simétrica e a teoria do ator-rede. **Revista Inter-Legere**, [S. l.], v. 4, n. 31, p. 1-21, mai./ago. 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/interlegere/article/view/21470>. Acesso em: 17 mai. 2024.

MINAYO, M. C. DE S. (org.); GOMES, R.; DESLANDES, S. F. **Pesquisa Social. Teoria, método e criatividade**. 29 ed. Petrópolis: Vozes, 2010. cap 1. p. 9-28.

MIYAMOTO, E. S.; BARRETO, C. F.; AJADA, J. P. (org.). **Experiências des(conectadas) e divertidas no Programa Escola Inovadora**: pensamento computacional, mundo digital e cultura digital. Livro II. Jundiaí: Prefeitura Municipal de Jundiaí, Núcleo de apoio às tecnologias educacionais, 2023. 66 p. Disponível em: https://educacao.jundiai.sp.gov.br/wp-content/uploads/2023/11/1o-e-2o-Pensamento-Computacional.pdf_compressed.pdf. Acesso em: 5 mar. 2024.

MOL, A. *Actor-Network Theory: sensitive terms and enduring tensions*. **Kölnes Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie, Sonderheft (University of Amsterdam)**, v. 50, n. 1, p. 253-269. 2010. Disponível em: https://pure.uva.nl/ws/files/1050755/90295_330874.pdf. Acesso em: 4 jun. 2024.

MORAES, R. DE A. A informática na educação brasileira na década de 1990. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, n. 46, p. 251-263, jun. 2012. Disponível em:

<https://www.readcube.com/articles/10.20396%2Frho.v12i46.8640084>. Acesso em: 5 abr. 2024.

NACARATO, Nicole Malachias. **Sequenciamento de nova geração como ferramenta de detecção de variantes genéticas de origens somáticas e germinativas**. 2023. 26 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciências Biomédicas) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, Botucatu, 2023. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/c7bffd-e955-4607-a385-f75b0cc882fc/content> Acesso em: 04 jan. 2025.

NEVES, A. F. Introdução à biologia celular e molecular para o ensino (Módulo 2 - Parte II). In: NEVES, A. F (Org.). **Ensino de Biologia**. Goiânia: Gráfica da UFG, 2017, cap. 2, p. 1-42. Disponível em: <https://publica.ciar.ufg.br/ebooks/ensino-de-biologia/index.html>. Acesso em: 7 jul. 2025.

NEVES, N. P. S. **Avaliação de Espaços Virtuais de Comunicação Utilizados em Redes de Aprendizagens Online**. 2020. 327 f. Tese (Doutorado em Educação) - Centro de Educação, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2020. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/7411>. Acesso em: 4 jun. 2024.

NOE, N. W. *The road ahead*. In: NOE, N. W (org.). **Creating and Maintaining an Information Literacy Instruction Program in the Twenty-First Century**. Chandos Publishing, 2013. *E-book*, ch. 11, p. 129-133. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9781843347057500110>. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-1-84334-705-7.50011-0> .Acesso em: 06 jun. 2025.

NOGUEIRA, F. DE F. V. *Reassembling the Social: an introduction to Actor-Network Theory*, Oxford University Press. **Formação (Online)**, [S.l.], v. 1, n. 25, p. 229-233, mai./ago. 2017. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/formacao/article/view/5251>. Acesso em: 18 dez. 2023.

NUNES, D. J. **Computação ou informática?** [S.l.]: Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC), [2010]. Disponível em: https://antigo.lncc.br/noticia/Computacao_ou_informatica___artigo_de_Daltro_Jose_Nunes/652. Acesso em: 14 jul. 2024.

OECD – *Organisation for Economic Co-operation and Development*. **21st-Century Readers: Developing Literacy Skills in a Digital World**, PISA, OECD Publishing, Paris, cap. 6, p. 119-129. 2021 Disponível em: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/a83d84cb-en.pdf?expires=1721245556&id=id&accname=guest&checksum=80437CFF6F5B6081C9F0FBCBB8254491>. Acesso em: 15 jul. 2024.

OLIVEIRA, R. D. DE; DAMASCENO, M. M. S. Prefácio. In: DAMASCENO, R.; SIQUEIRA, M. (orgs). **Tecnologias Educacionais**. [S.l.]: Editora Quipá, 2021. pref., p. 5-7.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Caderno de Itinerários Formativos 2023**: Ementa das unidades curriculares ofertadas. Curitiba, 2023. Disponível em: <https://acervodigital.educacao.pr.gov.br/pages/view.php?ref=49298&k=f1010005f8>. Acesso em: 3 nov. 2023.

PAPERT, S. **Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas**. New York: Basic

Books, 1980. 238 p.

PATEL, V.; PAULI, N.; BIGGS, E.; BARBOUR, L.; BORUFF, B. *Why bees are critical for achieving sustainable development*. **Ambio**, [S.l.], v. 50, n. 1, p. 49-59, jan. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13280-020-01333-9>. Acesso em: 8 fev. 2024.

PEREIRA, J. S. Formação de educador@s nas tecnologias digitais: tecendo possibilidades. **RENOTE**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, 2010. DOI: 10.22456/1679-1916.15216. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/15216>. Acesso em: 5 jun. 2025.

PESCADOR, C. M. Tecnologias digitais e ações de aprendizagem dos nativos digitais. In: V Congresso Internacional de Filosofia e Educação (CINFE), 5., 2020, Caxias do Sul. **Anais [...]**. Caxias do Sul: UCS, 2010. p. 1-10. Disponível em: https://www.ucs.br/ucs/tplcinfe/eventos/cinfe/artigos/artigos/arquivos/eixo_tematico7/TECNOLOGIAS%20DIGITAIS%20E%20ACOES%20DE%20APRENDIZAGEM%20DOS%20NATIVOS%20DIGITAIS.pdf. Acesso em: 16 jul. 2024.

PINHEIRO, C. **Acervo Museológico dos Laboratórios de Ensino de Física. Capítulo 11: Informática**. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS [2021]. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/amlef/2021/12/09/capitulo-11-informatica/>. Acesso em: 25 jul. 2023.

PIRES, H. F. O Surgimento dos Primeiros Computadores. **Revista Educação Pública**. Rio de Janeiro. 2005. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/2/1/-o-surgimento-dos-primeiros-computadores>. Acesso em: 14 abr. 2024.

RAFALSKI, J. D. P.; OLIVEIRA, M. G. D. Pensamento computacional na formação de professores de ciências do ensino fundamental. In: BOZZO, G. C. B (org.). **Educação: práticas sociais e processos educativos 2**. Editora Atena, 2023. *E-book*, cap. 7, p. 67-73. Disponível em: <https://atenaeditora.com.br/catalogo/ebook/educacao-praticas-sociais-e-processos-educativos-2>. Acesso em: 17 out. 2024.

RAYMUNDO, T.; ALENCAR, I. D. C. C. A polinização em sala de aula: proposta de sequência didática com ênfase em insetos. **Revista Eletrônica Sala de Aula em Foco**, [S.l.], v. 11, n. 1, p. 1-22, 2022. Disponível em: <https://ojs.ifes.edu.br/index.php/saladeaula/article/view/1370>. Acesso em: 31 jan. 2025.

RIBEIRO, L.; CASTRO, A.; FRÖHLICH, A. A.; FERRAZ, C. A. G.; FERREIRA, C. E.; SEREY, D.; CORDEIRO, D. DE A.; AIRES, J.; BIGOLIN, N.; CAVALHEIRO, S. (org.). **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Computação para Ensino de Computação na Educação Básica**. Diretoria de Ensino de Computação na Educação Básica. Relatório Técnico nº 001/2019. [S.l.]: SBC, 2019. p. 26. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/livros/index.php/sbc/catalog/view/60/263/505>. Acesso em: 06 jan. 2024.

RIBEIRO, L.; FOSS, L.; CAVALHEIRO, S. A. DA C. Pensamento Computacional: Fundamentos e Integração na Educação Básica. In: CBIE:JAIE - VIII Congresso Brasileiro de Informática na Educação – VIII Jornada de Atualização em Informática na Educação, 5., 2019, Brasília. **Anais [...]**. Brasília: Sociedade Brasileira de Computação, cap. 2, p. 25-63. 2019. Disponível em:

<https://books-sol.sbc.org.br/index.php/sbc/catalog/view/111/503/777>. Acesso em: 9 out. 2023.

RIBEIRO, M. H.; FREITAS, M. T. DE A. Letramento digital: um desafio contemporâneo para a educação. **Educação & Tecnologia**, [S.l.], v. 16, n. 3, out. 2012. Disponível em:

<https://seer.dppg.cefetmg.br/index.php/revista-et/article/view/398>. Acesso em: 28 out. 2024.

RIBEIRO, T. V.; SILVANO, C. M.; SANTOS, A. T.; GENOVESE, L. G. R. O Experimento como uma Rede Estabilizada: associações, negociações e algumas implicações na Educação em Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S.l.], v. 38, n. 1, p. 108-138, abr. 2021. Disponível em:

<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/65907>. Acesso em: 04 dez. 2023.

RODRIGUES E SILVA, F. A.; D. DO. P., LISBOA; D DO P. L., OLIVEIRA; F. A., COUTINHO. Teoria ator-rede, literatura e educação em ciências: Uma proposta de materialização da rede sociotécnica em sala de aula. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.18, n. 1, p. 47-64, jan./abr. 2016. Disponível em:

<https://periodicos.ufmg.br/index.php/ensaio/article/view/33474>. Acesso em: 19 nov. 2024.

ROSA, Y. DA S.; REISER, R. H. S.; OLIVEIRA, P.; FOSS, L.; CAVALHEIRO, S. A. DA C.; DU BOIS, A.; PIANA, C.; MAZZINI, A. R. PC-Câmbio: Proposta de Atividade Lúdica e Desplugada Aplicando a Metodologia do Pensamento Computacional. *In: Simpósio Brasileiro de Educação em Computação (EDUCOMP), 1., 2021, On-line. Anais [...]*. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. p. 227-236. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/educomp/article/view/14489>. Acesso em: 22 jul. 2024.

ROSAS, M. J. L. V.; ZÚÑIGA, M. E.; FERNÁNDEZ, J. M.; GUERRERO, R. A. *El Pensamiento Computacional en el Ámbito Universitario? In: Proceeding of XIX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, 19., 2017, p. 696-699, Buenos Aires. **Abstracts [...]**. Buenos Aires (Argentina): Instituto Tecnológico de Buenos Aires, 2017. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/296395042.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2024.

SALGADO, T. B. P. **Fundamentos pragmáticos da Teoria Ator-Rede para análise de ações comunicacionais em redes sociais online**. 2018. 292 f. Tese (Doutor em Comunicação Social) – Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018. Disponível em:

<http://hdl.handle.net/1843/BUOS-B2QM2U>. Acesso em: 29 mai. 2024.

SANTAELLA, L. A educação e o estado da arte das tecnologias digitais. *In: SALES, M. V. S. S. (org.). Tecnologias digitais, redes e educação: perspectivas contemporâneas*. Salvador: EDUFBA, 2020, p. 149-163.

SANTANA, M. P. D. S. **Pensamento computacional no ensino de biofísica na formação inicial de professores de biologia**: utilizando programação em blocos com o Scratch. 2023. 148 f. Dissertação (Mestre em Educação para a Ciência)– Faculdade de Ciências, Bauru, São Paulo, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), 2023. Disponível em:

<https://repositorio.unesp.br/items/bb9432c9-92db-4541-8161-c7a4674d7b07>. Acesso

em: 17 out. 2024.

SANTOS, R. A. C. D.; TAVARES, T. V.; SCAKETTI, M.; FURUYAMA, J. S. D. R.; GOMES, G. H.; COLATO, A.; FISCHER, C. N. Identificando variantes de DNA utilizando conceitos do pensamento computacional no ensino médio. **Genética na Escola**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 185-190. 2022. Disponível em: <https://geneticanaescola.emnuvens.com.br/revista/article/view/439/394>. Acesso em: 21 ago. 2023.

SCOLARI, A. T.; BERNARDI, G.; CORDENONSI, A. Z. O Desenvolvimento do Raciocínio Lógico através de Objetos de Aprendizagem. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 1-10. 2007. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/14253>. Acesso em: 8 jun. 2024.

SILVA, A. DE F. A. DA. **Ensino e Aprendizagem de Ciências nas séries iniciais: concepções de um grupo de professores em formação**. 2006. 166 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Química da USP. Instituto de Física da USP. Faculdade de Educação da USP. Instituto de Biociências da USP. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-29092015-145747/pt-br.php>. Acesso: 11 abr. 2024.

SILVA, I. S. F. DA; FRANÇA, R. S. DE; FALCÃO, T. P. Um Mapeamento de Recursos para Desenvolvimento do Pensamento Computacional. *In*: Congresso sobre Tecnologias na Educação (CTRL+E), 6., 2021, Evento Online. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. p. 41-50. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/ctrl/article/view/17548/17383>. Acesso em: 2 jan. 2024.

SILVA, G. A. DA; RAMOS, D. K. O impacto das tecnologias digitais na formação inicial de professores sobre as suas práticas pedagógicas. **Revista Eletrônica de Educação**, [S.l.], v. 17, p. 1-30. 2023. Disponível em: <https://www.reveduc.ufscar.br/index.php/reveduc/article/view/4857>. Acesso em: 5 jun. 2025.

SILVA-BATISTA, I. C. DA; MORAES, R. R. História do ensino de Ciências na Educação Básica no Brasil (do Império até os dias atuais). **Revista Educação Pública**, v. 19, n. 26. 2019. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/19/26/historia-do-ensino-de-ciencias-na-educacao-basica-no-brasil-do-imperio-ate-os-dias-atuais>. Acesso em: 25 jul. 2024.

SILVÉRIO, T. A. **Jogos digitais para a prática de ensino de ciências da natureza: um estudo na formação docente**. 2022. 140 f. Dissertação (Mestre em Ensino de Ciências e Saúde) – Programa de Pós-Graduação em ensino de ciências e saúde, Universidade Anhanguera de São Paulo, São Paulo, 2022. Disponível em: https://repositorio.pgsscogna.com.br/bitstream/123456789/46871/1/Dissertacao_Pos_defesa%20Thais_versao%20corrigida_revista%20ok_com%20ficha%20catalografica.pdf. Acesso em: 17 out. 2024.

SOUZA, A. C. L. DE; GONÇALVES, C. B. O uso de tecnologias na educação e no ensino de ciências a partir de uma pesquisa bibliográfica. **REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, Cuiabá, Brasil, v. 7, n. 3, p. 256-276, set/dez. 2019. Disponível em:

<https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/9256/pdf>. Acesso em: 02 jan. 2024.

SOUZA, A. R. D.; PAIXÃO, A. C.; UZÊDA, D. D.; DIAS, M. A.; DUARTE, S.; AMORIM, H. S. D. A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [S.l.], v. 33, n. 1, p. 1-5, mar. 2011. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbef/a/FWYNZZqJJgkchRqBQcLbYyh/?utm_source=chatgpt.com#. Acesso em: 6 jun. 2025.

SOUZA, K. R.; KERBAUY, M. T. M. Abordagem quanti-qualitativa: superação da dicotomia quantitativa-qualitativa na pesquisa em educação. **Educação e Filosofia**, Uberlândia, v. 31, n. 61, p. 21-44, jan./abr. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/REVEDFIL.issn.0102-6801.v31n61a2017-p21a44>. Acesso em: 3 mai. 2024.

SOUZA, P. H. R. DE; ROCHA, M. B. Sistemática filogenética em revista de divulgação científica: análise da *Scientific American Brasil*. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 1, p.75-99, mai. 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2015v8n1p75/29301>. Acesso em: 1 fev. 2024.

TELES, R. A. DE M.; LUZ, P. S. DA; ALBUQUERQUE, A. G. DE. Formação continuada de professores: possibilidade de novos horizontes e ampliação de conceitos. *In: XI Encontro Nacional de Educação Matemática*, 11., 2013, Curitiba. **Anais [...]**. Guarapuava: Sociedade Brasileira de Educação Matemática/ Regional Paraná, 2017. Disponível em: https://www.sbembrasil.org.br/files/XIENEM/pdf/2494_1088_ID.pdf. Acesso em: 01 mai. 2024.

TICON, S. C. DA S.; MÓL, A. C. DE A.; LEGEY, A. P. Atividades plugadas e desplugadas na educação infantil no desenvolvimento do pensamento computacional. **Dialogia**, São Paulo, n. 40, p. 1-21, jan./abr. 2022. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/dialogia/article/view/21751/9574>. Acesso em: 3 de mar. 2024.

TOZZINI, D. L. **Programa forte em sociologia do conhecimento e teoria Ator-Rede: a disputa dentro dos Sciences Studies**. 2019. 438 f. Tese (Doutorado em Filosofia) – Setor de Ciências Humanas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/xmlui/handle/1884/60904>. Acesso em: 07 mai. 2024.

VASCONCELOS, F. T. G. R. DE. **Estudo das causas genéticas do albinismo em macaco-prego (*Sapajus sp*)**. 2014. 25 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação Ciências Biológicas) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2014.

VILLELA, A. P.; BORGES, R. A. S. Formação continuada de professores face ao uso das tecnologias digitais no contexto da pandemia. **Revista Tecnia**, [S.l.], v. 7, n. 1, p. 1-18, ago. 2022. Disponível em: <https://periodicos.ifg.edu.br/tecnia/article/view/7/8>. Acesso em: 9 fev. 2024.

ZANETTI, H. A. P.; BORGES, M. A. F.; LEAL, V. C. G.; MATSUZAKI, I. Y. Proposta de ensino de programação para crianças com scratch e pensamento computacional. **Tecnologias, Sociedade e Conhecimento**, Campinas, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 43-

58. 2017. Disponível em:

<https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/tsc/article/view/14484>. Acesso em: 12 mar. 2024.

ZAPATA-ROS, M. *Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital*.

Revista de Educación a Distancia, v. 46, n. 4, p. 1-47. 2015. Disponível em: <https://revistas.um.es/red/article/view/240321>. Acesso em: 16 out. 2024.

WEBBER, C. G.; CESARO, C. DE; GUDER, D.; FLORES, D.; BECKER, J. V.

Experiências do Pensamento Computacional no Ensino de Ciências e Matemática.

Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática, [S.l.], v. 5, n. especial, p. 120-134. 2022. Disponível em:

<https://seer.upf.br/index.php/rbecm/article/view/12853/114116326>. Acesso em: 15 mar. 2024.

WEINTROP, D.; BEHESHTI, E.; HORN, M.; ORTON, K.; JONA, K.; TROUILLE, L.;

WILENSKY, U. *Defining Computational Thinking for Mathematics and Science*

Classrooms. Journal of Science Education and Technology, New York, v. 25, n. 1,

p. 127-147. 2016. Disponível em: <https://ccl.northwestern.edu/2015/Weintrop%20et%20al.%20-%202015%20-%20Defining%20Computational%20Thinking%20for%20Mathematics%20an.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2024.

WING, J. M. *Computational Thinking. Communications of the ACM*, v. 49, n. 3, p.

33-35, mar. 2006. Disponível em: <https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf>.

Acesso em: 04 jan. 2024.

WING, J. M. *Computational Thinking and Thinking about Computing? Series A,*

Mathematical, physical, and engineering sciences. Philosophical transactions of

The Royal Society, n. 366, p. 3717-3725. 2008. Disponível em:

<https://royalsocietypublishing.org/doi/epdf/10.1098/rsta.2008.0118>. Acesso em: 04 mar. 2024.

WING, J. M. **“Computational Thinking” should be honed as a fundamental skill**

in educational programs, says expert at CMU. Pittsburgh: Carnegie Mellon University – School of Computer Science (By Byron Spice), 2011. Disponível em:

<https://www.cs.cmu.edu/news/2011/computational-thinking-should-be-honed-fundamental-skill-educational-programs-says-expert-cmu>. Acesso em: 04 mar. 2024.

YADAV, A.; HONG, H.; STEPHENSON, C. *Computational Thinking for All:*

Pedagogical Approaches to Embedding 21st Century Problem Solving in K-12

Classrooms. TechTrends, v. 60, n. 6, p. 565-568. 2017. Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s11528-016-0087-7>. Acesso em: 20 mar. 2024.

APÊNDICES

Apêndice A – Termo de consentimento livre e esclarecido



Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

Comitê de Ética em Pesquisa – CEP



Aprovado na

CONEP em 04/08/2000

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

Título do Projeto: Retrato da formação docente para o ensino de ciências e biologia.

Certificado de Apresentação para Apreciação Ética – “CAAE” Nº 56949222.5.0000.0107

Pesquisadora para contato: Alessandra Crystian Engles dos Reis.

Telefone: 45 99816-7575

Endereço de contato (Institucional): alessandra.reis@unioeste.br

Convidamos você a participar de uma pesquisa relacionada a sua experiência docente e sobre a formação docente que vivenciará. Para participar, você deve responder um questionário e entrevista (audiogravada), preparados especialmente para este estudo, além de estar inserida na experiência grupal registrada em diário de campo (filmada). Para tanto, sua participação não acarretará em riscos, podendo gerar certa ansiedade em relembrar situações negativas. Caso você não se sentir à vontade em participar, poderá desistir a qualquer momento sem prejuízo. Mesmo após ter respondido ao questionário e querer, por algum motivo desistir, basta informar a pesquisadora que qualquer informação que tenha prestado será retirada do conjunto dos dados que serão utilizados na análise dos resultados.

Você não receberá e não pagará nenhum valor para participar deste estudo. Assim como, a pesquisadora garante a privacidade e o sigilo de sua participação, em todas as etapas da pesquisa, e de futura publicação dos resultados. O seu nome, endereço e imagem, nunca serão associados aos resultados desta pesquisa.

As informações que você fornecer serão utilizadas exclusivamente nesta pesquisa. Caso as informações fornecidas e obtidas com este consentimento sejam consideradas úteis para outros estudos, você será procurado para autorizar novamente o uso.

Caso você concordar em participar, basta clicar em “eu aceito participar desta pesquisa” ou assinar esse termo que você terá acesso aos instrumentos de pesquisa.

Caso você precise informar algum fato decorrente da sua participação na pesquisa e se sentir desconfortável em procurar o pesquisador, você poderá procurar pessoalmente o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UNIOESTE (CEP), de segunda a sexta-feira, no horário de 08h00 as 15h30min, na Reitoria da UNIOESTE, sala do Comitê de Ética, PRPPG, situado na rua Universitária, 1619 – Bairro Universitário, Cascavel – PR. Caso prefira, você pode entrar em contato via Internet pelo e-mail: cep.prppg@unioeste.br ou pelo telefone do CEP que é (45) 3220-3092.

Declaro estar ciente e suficientemente esclarecido sobre os fatos informados neste documento. Nome do sujeito de pesquisa ou responsável:

Assinatura: _____

Eu, Fernanda Aparecida Meghioratti, declaro que forneci todas as informações sobre este projeto de pesquisa ao participante.

Assinatura do pesquisador

Cascavel, _____ de _____ de 2023.

Apêndice B – Questionários usados para a constituição dos dados da pesquisa

QUESTIONÁRIO 1

PARTICIPANTE: _____

PERGUNTAS BLOCO 1

1) Descreva o que você entende por “*Pensamento Computacional*”.

Resposta: _____

2) Descreva o que você compreende por “*atividades desplugadas*”, também conhecidas pela expressão “*computação desplugada*”.

Resposta: _____

3) Você desenvolve com seus alunos, atividades que envolvam conteúdos específicos de ciências, em associação com os conceitos sobre o pensamento computacional?

Sim

Não

Não sei responder

QUESTIONÁRIO 2

PARTICIPANTE: _____

PERGUNTAS BLOCO 1**1) Informe seu nome completo (preenchimento opcional).**

Resposta: _____

2) Qual sua data de nascimento? (preenchimento opcional).

Formato: dd/mm/aaaa (dia/mês/ano)

Resposta: _____

3) Qual seu gênero? Feminino Masculino Outros Prefiro não dizer**PERGUNTAS BLOCO 2****1) Em qual(is) Rede(s) de Ensino atua?** Estadual Municipal Outras**2) Informe o nome do(s) colégio(s) ou escola(s) na(s) qual(is) você leciona.**

Resposta: _____

3) informe a(s) etapa(s) de ensino que você atua?

- Fundamental I
 Fundamental II
 Ensino Médio
 Educação para Jovens e Adultos (EJA)

4) Em qual(is) área(s) do conhecimento/ componente(s) curricular(es) você atua?Fundamental: Ciências Outro.Ensino Médio: Ciências da Natureza e suas Tecnologias OutroEJA: Ciências Ciências da Natureza e suas Tecnologias Outro

PERGUNTAS BLOCO 3

1) Qual seu nível de formação?

Informe o nível mais elevado. Caso tenha Bacharelado e Licenciatura, selecione ambos.

- Médio (normal ou Magistério)
- Superior Completo (Bacharelado)
- Superior Completo (Licenciatura)
- Especialização
- Mestrado
- Doutorado

2) Qual o seu curso de formação Inicial?

Resposta: _____

3) Em que ano concluiu sua formação inicial?

Formato: mm/aaaa (mês/ano)

Resposta: _____

4) Na formação inicial, teve prática de estágio? Selecione APENAS UMA alternativa.

- Não tive prática de estágio
- Sim, mas apenas de observação
- Sim, mas não foi explorado o uso de tecnologias e materiais digitais
- Sim, e foi bastante explorado o uso de tecnologias e materiais digitais

5) Qual instituição de ensino você estudou (formação inicial)?

Resposta: _____

6) Você teve alguma disciplina ou conteúdo para uso de tecnologias digitais, voltadas para o ensino e aprendizagem, no curso de formação inicial?

- Sim
- Não

7) Qual a modalidade do seu curso de formação inicial?

- Presencial
- Semi-presencial
- A distância

PERGUNTAS BLOCO 3 (continuação)

8) Há quantos anos você leciona ciências e/ou biologia?

- Entre 1 e 3 anos
- Entre 4 e 6 anos
- Entre 7 e 9 anos
- Mais de 10 anos

9) Há quantos anos usa TDIC nos processos de ensino e aprendizagem?

- Entre 1 e 3 anos
- Entre 4 e 6 anos
- Entre 7 e 9 anos
- Mais de 10 anos
- Não faço uso de TDIC

PERGUNTAS BLOCO 2

1) Você participou de formações continuadas para o uso de tecnologias digitais/ tecnologias digitais da informação e comunicação (TDIC), voltadas aos processos de ensino e de aprendizagem nos últimos 2 anos?

Selecione APENAS UMA alternativa.

- Este é um tema novo que ainda não considerei
- Ainda não, mas tenho interesse
- Já participei de uma ou duas formações continuadas sobre o tema
- Já participei de várias formações continuadas sobre o tema, inclusive *online*
- Frequentemente participo de formações continuadas sobre o tema, inclusive *online*
- Sim participo de formações continuadas sobre o tema e tenho especialização nessa área (latu sensu ou stricto sensu)

2) Caso já tenha participado de alguma formação continuada para o uso de tecnologias digitais da informação e comunicação (TDIC), descreva brevemente, quais foram os recursos ou tecnologias voltados para os processos de ensino e aprendizagem apresentados.

Resposta: _____

3) Em uma escala de 1 (pouco) até 10 (muito), selecione qual o grau de relevância você atribui ao uso das tecnologias digitais/ tecnologias digitais da Informação e Comunicação (TDIC), para o ensino de conteúdos específicos de ciências e/ou biologia?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

PERGUNTAS BLOCO 2 (continuação)

4) A(s) escola(s) na(s) qual(is) leciona, disponibilizam, sempre que necessitar, qual(is) dos recursos/ tecnologias digitais de ensino?

É POSSÍVEL selecionar MAIS DE UMA opção.

- Laboratório de informática

- () Rede Wi-Fi
- () Aparelho de projeção
- () Computador em sala de aula para uso do professor
- () Computador para preparo de aulas
- () Lousa interativa touch screen ou monitor tela inteira touch screen
- () Outro(s). Informe quais: _____

5) Como você aplica as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) nos processos de ensino e de aprendizagem?

É POSSÍVEL selecionar MAIS DE UMA opção.

- () Preparação de materiais
- () Aprendizagem assíncrona
- () Envio de e-mails
- () Desenvolver tarefas/ avaliações *online*
- () Tarefas burocráticas e de planejamento
- () Realização de pesquisas
- () Grupo de estudos
- () Uso de ferramentas

6) Você utiliza plataformas digitais de acesso gratuito a recursos de ensino, para o preparo ou durante suas aulas? Em caso afirmativo, informe quais.

Resposta: _____

PERGUNTAS BLOCO 2 (continuação)

7) Indique quais os recursos ou atividades, que NÃO façam uso de tecnologias digitais, você utiliza com mais frequência em suas práticas de ensino.

É POSSÍVEL selecionar MAIS DE UMA opção.

- () Diagrama marcado
- () Caça-palavras
- () Jogos de montagem/ construção
- () Jogos de tabuleiro

Aulas com materiais impressos em 2D ou 3D

Outra(s). Informe

quais: _____

Não faço uso deste tipo de atividades

PERGUNTAS BLOCO 7. Selecione **APENAS UMA** alternativa

1) Em que medida você incorpora as tecnologias digitais da informação e comunicação (TDIC), às suas práticas pedagógicas?

() Conheço um pouco e uso eventualmente, ou não uso, TDIC no planejamento de aula e na minha prática pedagógica.

() Uso pontualmente TDIC para deixar minhas aulas mais interessantes, para pesquisar conteúdos e fazer apresentações.

() Seleciono e incorporo TDIC com frequência, ainda que de forma não sistemática, na minha prática pedagógica.

() Conheço e uso TDIC com frequência em minha prática pedagógica de forma sistemática, incorporando recursos digitais ao planejamento de ensino.

() Me sinto fluente na utilização de TDIC em minha prática pedagógica e utilizo para realizar, sistematicamente, projetos integrados ao currículo.

2) Como incorporo as TDIC, às minhas práticas pedagógicas?

() Uso TDIC como correio eletrônico, redes sociais, ferramentas de edição de texto e de apresentações, projetor multimídia e buscadores da *internet* para baixar conteúdos para compor e ilustrar temas das aulas, para preencher o sistema de gestão pedagógica da escola; sugiro sites ou conteúdos (vídeos, imagens, textos digitais) complementares para os alunos

() Além de TDIC indicadas na alternativa anterior, uso ferramentas como *softwares* educacionais, jogos, vídeos e outros recursos digitais.

() Além de TDIC indicadas na primeira alternativa, utilizo recursos digitais variados na prática pedagógica e dou voz aos alunos, envolvendo-os em atividades autorais nas quais eles podem desenvolver e expressar seus conhecimentos usando múltiplas linguagens e recursos tecnológicos para produções (de textos, vídeos, infográficos etc.), inclusive a partir de outros conteúdos digitais buscados por eles próprios.

3) Em que medida utilizo as TDIC para avaliar os meus alunos?

() Não uso recursos digitais na avaliação dos meus alunos

() Uso TDIC de forma pontual nas atividades avaliativas

() Uso TDIC continuamente na minha prática docente para avaliar, acompanhar e dar *feedback* aos alunos.

PERGUNTAS BLOCO 7 (Cont.). É possível selecionar **MAIS DE UMA** alternativa

4) Como emprego os recursos tecnológicos para acompanhar o desempenho dos

meus alunos?

Não uso ou conheço e uso pouco as TDIC para apoiar e acompanhar o desempenho dos alunos.

Pesquiso e uso questões, testes ou simulados de portais educacionais que oferecem esse tipo de material pronto na *internet*.

Utilizo recursos como quizzes, games ou ferramentas que permitem criar provas e atividades que utilizo para avaliar os alunos.

Realizo avaliações dos alunos de forma sistemática (a partir de atividades diversificadas) com o auxílio de plataformas digitais que permitem a correção automatizada ou parcialmente automatizada e também para visualizar trajetórias de aprendizagem.

PERGUNTAS BLOCO 7 (Cont.). Selecione **APENAS UMA** alternativa

5) Como emprego as TDIC para identificar as necessidades pedagógicas dos meus alunos?

Sei pouco sobre como as TDIC podem me ajudar no mapeamento das necessidades de cada estudante e utilizo muito pouco ou não costumo usar recursos digitais para isso.

Utilizo eventualmente TDIC no diagnóstico dos alunos, identificando aqueles que necessitam de atividades diferenciadas.

Uso TDIC periodicamente para fazer diagnóstico de aprendizagem e das demandas dos alunos e, a partir daí, selecionar aqueles que precisam de conteúdos e recursos complementares.

Uso TDIC de forma rotineira e personalizo minhas atividades pedagógicas empregando plataformas e recursos digitais que permitam fazer uma avaliação automatizada dos alunos, criando trilhas de aprendizagem e empregando recursos diferenciados, de acordo com suas necessidades.

PERGUNTAS BLOCO 7 (Cont.). Selecione **APENAS UMA** alternativa

6) Como emprego as TDIC para personalizar o processo de aprendizagem dos meus alunos?

Não conheço ou não uso as TDIC que podem ser usadas na adaptação de atividades pedagógicas às necessidades de alunos com demandas específicas. .

Uso TDIC para criar experiências de aprendizagem de acordo com meu plano de ensino e conforme as necessidades específicas de diferentes grupos de estudantes.

Elaboro planos de trabalho individuais e coletivos com os alunos, definindo, de forma conjunta e com apoio das TDIC, diferentes trilhas de aprendizagem de acordo com seus perfis, ritmos, interesses e necessidades, estimulando-os a se autoconhecer e a identificar

suas dificuldades de aprendizagem.

7) Como seleciono e avalio os recursos digitais que emprego em minhas práticas pedagógicas?

Não costumo buscar conteúdos ou materiais digitais.

Busco conteúdos e recursos digitais, selecionando, por exemplo, vídeos, imagens e textos na *Web* para trabalhar determinado conteúdo com os alunos, mas não costumo utilizar critérios para seleção destes recursos.

Busco conteúdos e recursos digitais em repositórios educacionais ou em outras fontes na *internet* que sejam de referência segura, utilizando como critérios de seleção: componente curricular, tipo de sistema operacional, possibilidade de uso livre e etc.

8) Como emprego as TDIC para personalizar ou criar processos de aprendizagem dos meus alunos?

Tenho pouco ou nenhum conhecimento sobre a criação de recursos digitais

Apenas combino versões de conteúdos e recursos digitais disponíveis de acordo com meu planejamento curricular e com as necessidades dos meus alunos.

Além de combinar versões de conteúdos e recursos digitais disponíveis, busco integrar a tecnologia com os conteúdos dos componentes curriculares, de acordo com meu planejamento curricular e com as necessidades dos meus alunos.

Combino versões de conteúdos e recursos digitais, integro a tecnologia com os conteúdos dos componentes curriculares e crio conteúdos ou recursos digitais em diferentes formatos, com diferentes objetivos, de acordo com meu planejamento curricular e com as necessidades dos meus alunos.

PERGUNTAS BLOCO 7 (Cont.). Selecione APENAS UMA alternativa

9) De que maneira ajudo meus alunos a fazerem escolha de conteúdos e recursos digitais?

Não costumo orientar os alunos no processo de pesquisa e seleção de conteúdos e recursos digitais.

Estimulo meus alunos a buscar na *internet* materiais de referência e conteúdos de apoio para complementar os trabalhos escolares.

Apresento aos alunos sites, aplicativos e repositórios educacionais com materiais que já passaram por curadoria para que eles escolham os que contribuem com seus estudos.

Envolver meus alunos na seleção e na avaliação de conteúdos e recursos digitais, ensinando-os a fazer buscas a partir de critérios específicos como assunto, atualidade, autoria, possibilidade de uso, remixagem etc.

10) Em que medida trabalho a criação de conteúdos e recursos digitais com meus

alunos?

Tenho pouco ou nenhum conhecimento para orientar os alunos na criação de conteúdos e recursos digitais.

Estimulo os alunos a usar as TDIC, como o pacote Office (Word, Excel, Power Point) ou Google Drive e outras, para criar apresentações, demonstrações, vídeos etc.

Envolver os alunos em atividades mais complexas de criação e edição de conteúdos e recursos digitais em diversas mídias (vídeo, texto etc.), de forma colaborativa, conforme meus objetivos didáticos e seus interesses e necessidades educacionais.

Desenvolvo com os alunos projetos em que os incentivo a editar e criar (individualmente ou de forma colaborativa) conteúdos e recursos digitais considerando diferentes mídias, e também trabalho produções e/ou atividades que envolvam a programação.

PERGUNTAS BLOCO 8. Selecione APENAS UMA alternativa

1) Em que medida consigo usar as TDIC de modo crítico?

Quando recebo algum conteúdo repassado ou postado em redes sociais, usualmente confio em quem compartilhou e não faço juízo crítico do conteúdo. Se tenho alguma dúvida, procuro discutir com algum colega.

Quando uso as TDIC para buscar conteúdos, dou preferência a resultados de portais educacionais, acadêmicos ou jornalísticos, mas não costumo checar os conteúdos com outras fontes.

Sempre uso TDIC para buscar conteúdos em ambientes confiáveis, cruzando múltiplas fontes. Analiso criticamente as notícias e informações que recebo, buscando em sites de checagem de fatos e em fontes confiáveis diversas de modo a não consumir ou divulgar notícias falsas.

Sempre que uso as TDIC para buscar conteúdos, utilizo ambientes confiáveis, cruzando múltiplas fontes. Ademais, reconheço os sinais para avaliar a confiabilidade de uma fonte desconhecida, como a baixa quantidade de anúncios e autor creditado. Também busco contextualizar as informações que encontro, p. ex., checando a data da publicação e a presença de dados científicos e estatísticos.

2) De que maneira promovo o uso crítico das TDIC entre meus alunos?

Não costumo trabalhar esse tema em sala de aula.

Desenvolvo atividades com os alunos a partir de notícias e conteúdos que seleciono na *internet*, orientando-os sobre a importância de selecionar sites, analisar postagens e

notícias e verificar se estas são confiáveis e reais.

() Promovo com os alunos atividades que contribuem com a leitura e a interpretação crítica, estimulando-os a produzir e a compartilhar informações e conteúdos em mídias digitais, sempre prestando atenção ao contexto e ao público a que se destinam e evitando disseminar conteúdos preconceituosos, ofensivos ou falsos.

PERGUNTAS BLOCO 6

1) Em que atividades você pensa que o pensamento computacional pode ser melhor desenvolvido, em associação com conteúdos específicos de ciências, de forma que proporcione melhorias nos processos de ensino e aprendizagem? (considere a possibilidade de utilizar tanto atividades plugadas (tecnologias digitais/ TDIC), como atividades desplugadas).

- () Em atividades nas quais os alunos realizam pesquisas extraclasse.
- () Em atividades experimentais ou dinâmicas diversas, em sala de aula.
- () Em atividades experimentais ou dinâmicas diversas, em ambientes ao ar livre.
- () Em atividades experimentais em laboratórios específicos de ciências.
- () Em atividades experimentais em laboratórios de informática.
- () Por meio de outras atividades ou em outros locais específicos. Informe: _____

() Creio que não hajam atividades ou locais específicos, em o pensamento computacional possa ser “melhor” desenvolvido.

2) Quais os conteúdos de CIÊNCIAS você acredita que o PENSAMENTO COMPUTACIONAL pode ser melhor desenvolvido, de forma que seja possível trabalhar, concomitantemente, os conteúdos de ciências, associados ao pensamento computacional? (considere a possibilidade de utilizar tanto atividades plugadas, como atividades desplugadas).

Resposta: _____

PERGUNTAS BLOCO 9. É possível selecionar **MAIS DE UMA** alternativa**1) Em que medida utilizo as TDIC para apoiar meu desenvolvimento profissional?**

() Conheço a possibilidade de contar com as TDIC para complementar minha formação, mas nunca fiz um curso que exigisse o uso de ferramentas digitais.

() Uso TDIC para participar de formações continuadas e atividades de autodesenvolvimento oferecidas pela gestão da minha escola ou pela rede de ensino.

() Uso TDIC para participar de formações continuadas, on-line ou híbridas, e buscar informações e cursos que promovam atualização profissional, para além do que a minha escola ou a secretaria eventualmente oferecem.

() Uso TDIC para participar de formações presenciais, on-line ou híbridas, para aprimorar meus conhecimentos e estratégias pedagógicas e interajo com outros professores para trocar ideias e construir colaborativamente conhecimento.

() Uso tecnologias digitais para participar de cursos de formação pessoal e profissional, mas também crio e compartilho conteúdos e materiais formativos com o objetivo de apoiar a transformação da prática pedagógica com os demais profissionais da educação.

Apêndice C – Orientações entregues aos participantes para o desenvolvimento da atividade desplugada sobre a polinização e o papel das abelhas

DINÂMICA: Abelha, polinização e pensamento computacional

ABELHAS

- *Apis mellifera*

Possui ferrão - origem europeia. Introduzida no Brasil em 1839 para produção de mel. Polinização de diferentes culturas agrícolas.



- **Mamangava de Toco** (*Xylocopa grisescens*)

Abelha solitária. Possui ferrão e não produz mel.



Flor do Morango

Polinizada por uma diversidade de abelhas e pelo vento.



Girassol

Vários polinizadores, sendo um dos mais efetivos a abelha *Apis mellifera*



Maracujá

Como tem estruturas mais robustas e pesadas, depende fundamentalmente de abelhas do gênero *Xylocopa*



Fatores que prejudicam a polinização por abelhas:

- Desmatamento e queimadas (provoca dificuldade e achar alimentos e produção de ninhos).
- Agrotóxicos (podem contaminar as abelhas e suas colmeias)
- Urbanização (diminuem a quantidade de água potável e alimentos para as plantas)

Passo a passo da dinâmica

- Coloque o tabuleiro sobre um papel cartolina ou Craft (pode usar os tabuleiros que tiverem na escola ou produzir seus próprios tabuleiros. No nosso tabuleiro temos 10 casas na horizontal e sete casas na vertical. Numere a borda externa do tabuleiro, para ter um ponto de direção, da seguinte forma.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								

- Distribua uma abelha do gênero *Apis* e outra do gênero *Xylocopa* no tabuleiro.
- Distribua as diferentes flores ao longo do tabuleiro bem como os obstáculos que se opõem a polinização.
- Tire foto da distribuição realizada no tabuleiro.
- Considerando que a flor de maracujá depende fundamentalmente do gênero *Xylocopa* para a polinização, vamos descrever o caminho do ponto de partida da abelha Mamangava de Toco (*Xylocopa grisescens*) até a flor de maracujá mais próxima.
- Compare os diferentes trajetos e seus contornos dos obstáculos, lembre-se que apenas fatores como desmatamento, queimada, agrotóxicos, industrialização e urbanização constituem obstáculos e devem ser contornados no trajeto.
- Descreva todos os passos que a abelha Mamangava de Toco (*Xylocopa grisescens*) levou no seu tabuleiro para até a flor de maracujá mais próxima de modo que o grupo do lado possa refazer os passos em seu tabuleiro.

- Passe a descrição do trajeto de sua abelha para o grupo ao lado, de modo que ele consiga realizar o caminho percorrido pela abelha em um tabuleiro agora vazio. Essa etapa é importante para avaliar se sua descrição é precisa para ser repetida ou automatizada.

Observação:

- a estratégia do jogo foi pensada a partir de um jogo de computação desplugada apresentado em: https://www.youtube.com/watch?v=Zd_ZOk_InYo. O jogo foi adaptado para trabalhar as especificidades do ensino de ciências.
- A dinâmica apresentada ao lado pode ter variações quanto ao tipo de coordenadas, o tipo de algoritmo, entre outros, dependendo do objetivo do professor e nível aprendizagem dos alunos.
- A princípio pensamos essa atividade para ser trabalhada no quarto ano do Ensino Fundamental I, mas ela pode ser trabalhada em diferentes anos. No quarto ano essa atividade pode estar vinculada as seguintes habilidades:
 - Ciências - (EF04CI04) Analisar e construir cadeias alimentares simples, reconhecendo a posição ocupada pelos seres vivos nessas cadeias e o papel do Sol como fonte primária de energia na produção de alimentos. Pode-se abordar a alimentação das abelhas, que se alimentam de água, mel ou néctar e pólen. Também pode-se enfatizar seu papel na produção agrícola e frutos na natureza, contribuindo para cadeia alimentar de diferentes seres vivos.
 - Matemática: (EF04MA27) Analisar dados apresentados em tabelas simples ou de dupla entrada e em gráficos de colunas ou pictóricos, com base em informações das diferentes áreas do

conhecimento, e produzir texto com a síntese de sua análise.

- Computação (caderno complementar da BNCC) - (EF04CO01) Reconhecer objetos do mundo real e/ou digital que podem ser representados através de matrizes que estabelecem uma organização na qual cada componente está em uma posição definida por coordenadas, fazendo manipulações simples sobre estas representações.

Material complementar:

- Sugestão para os professores dos anos iniciais para o trabalho com os anos iniciais do Ensino fundamental para a temática da polinização e abelhas.

Sem abelha, sem alimento: caderno de atividades para a Educação Ambiental:
<https://www.terra-brasilis.org.br/ecotecadigital/index.php/estantes/educacao-ambiental/3439-sem-abelha-sem-alimento-caderno-de-atividades-para-educacao-ambiental>

Relacionando a atividade com os quatro pilares do pensamento computacional

Abstração: Para solucionar o problema colocado “Achar o caminho mais curto para a polinização de uma abelha Mamangava de Toco até a flor de maracujá mais próxima”, você teve que desconsiderar por exemplo a presença de outras flores e outras abelhas que não interferiam no caminho da abelha que era o foco do problema. Nesse momento, você considerou apenas os elementos que eram importantes para a resolução do problema colocado.

Decomposição e Reconhecimento de padrões: uma vez que você pode ter posicionado diferentes flores de maracujá no tabuleiro, você terá que identificar os vários caminhos e trajetos entre a abelha Mamangava de Toco e as diferentes flores de

Maracujá. Para isso, terá que decompor os caminhos possíveis do tabuleiro e compará-los, identificando qual o caminho seria o mais curto, ou seja, que permitira que a abelha economizasse o máximo de energia para conseguir se alimentar.

Algoritmo: De maneira simples, o algoritmo é o passo a passo para a resolução do problema colocado, descrito, organizado de tal forma que gere informações para que uma outra pessoa consiga repetir os mesmos passos para resolver o mesmo problema ou possa se fazer a descrição de códigos para a automatização em uma máquina.

Apêndice D – Roteiro com as orientações entregues aos participantes para o desenvolvimento da atividade desplugada sobre filogenia e interpretação de cladogramas

Dinâmica – Tempo 1

Nessa atividade, você está recebendo as seguintes imagens:

- Cladograma (representação gráfica das relações entre seres vivos ao longo da evolução biológica):



1. No cladograma, quais são os momentos de ramificação entre grupos de seres vivos?

Além disso você está recebendo seis tipos de grupos com características diferentes:

- Três pares de patas
 - Um par de antenas
 - Asas vermelhas
 - Asas amarelas
 - Asas azuis
 - Duas pintas nas asas
 - 8 pintas nas asas
 - 2 manchas brancas na cabeça
 - 2 manchas amarelas na cabeça
 - Contorno branco na cabeça
2. Compare o grupo de joaninhas que recebeu em relação a essas características. O que conseguiram notar? Quais características se apresentam em todos os grupos (táxons) representados? O que diferencia uma joaninha da outra de cada grupo? Descreva.

3. Considerando as seguintes informações: 1) que asas vermelhas são características mais antigas e as azuis as mais recentes na história evolutiva; 2) que em relação as pintas pretas não ocorreu perda de características ao longo da evolução. Indique no desenho ao lado, na parte de cima do cladograma, como vocês pensam que seria a disposição dos grupos das joaninhas representados ao lado.



Dinâmica – Tempo 2

Como estamos tratando de organismos fictícios, demos algumas informações para permitir montar um cladograma. Nas filogenias reais nós comparamos o grupo que está sendo estudado com grupos externos, para reconhecer as características mais derivadas (mais recentes na evolução, apomorfias) e as mais antigas (pleisiomorfias).

4. Agora com o cladograma e a ordem das joaninhas entregues para vocês, indique os locais aproximados nos quais as características aparecem pela primeira vez.

Escrevendo um algoritmo.....

- Descreva o passo a passo de como você orientaria uma pessoa para construir o cladograma desenvolvido no curso

Pensamento computacional

- Abstração: Focar nas características que são diferentes nos grupos e abstrair as que são comuns para a resolução do problema
- Reconhecimento de padrões: Com as informações preliminares dadas reconhece-se que ocorreu, por exemplo, aumento de pintas pretas ao longo do tempo.
- Decomposição: Entendendo o clado, como representação da ancestralidade dos grupos, a decomposição dos grupos é feita nos ramos a partir dos nós, de acordo com a(s) novidade (s) evolutivas de cada grupo.
- Algoritmo:



