

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Educação
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática



Dissertação

Explorando estratégias do Pensamento Computacional na Resolução de Problemas em Matemática Discreta: em busca da Aprendizagem Significativa

Vanessa Mattoso Cardoso

Pelotas, 2024

Vanessa Mattoso Cardoso

Explorando estratégias do Pensamento Computacional na Resolução de Problemas em Matemática Discreta: em busca da Aprendizagem Significativa

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Faculdade de Educação (FAE) da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestra em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. André Luis Andrejew Ferreira

Pelotas, 2024

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação da Publicação

C268e Cardoso, Vanessa Mattoso

Explorando estratégias do pensamento computacional na resolução de problemas em matemática discreta [recurso eletrônico] : em busca da aprendizagem significativa / Vanessa Mattoso Cardoso ; André Luis Andrejew Ferreira, orientador. — Pelotas, 2024.

175 f.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Faculdade de Educação, Universidade Federal de Pelotas, 2024.

1. Andragogia. 2. Aprendizagem significativa. 3. Resolução de problemas. 4. Pensamento computacional. 5. Aprendizagem colaborativa. I. Ferreira, André Luis Andrejew, orient. II. Título.

CDD 510.71

Vanessa Mattoso Cardoso

Explorando estratégias do Pensamento Computacional na Resolução de Problemas em Matemática Discreta: em busca da Aprendizagem Significativa

Dissertação aprovada, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestra em Educação, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Faculdade de Educação, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 06 de dezembro de 2024.

Banca examinadora:

Prof. Dr. André Luis Andrejew Ferreira (Orientador)
PPGECM - Universidade Federal de Pelotas – UFPel

Prof. Dr. Christiano Martino Otero Ávila
PPGECM - Universidade Federal de Pelotas – UFPel

Prof. Dr. Lui Nörnberg
PPGECM - Universidade Federal de Pelotas – UFPel

Prof.^a Dr.^a Walkiria Helena Cordenonzi
ProfEPT - Instituto Federal Sul-rio-grandense – IFSul

Dedico esta dissertação aos meus filhos, João Vicente e Théo, que, mesmo sem compreender completamente, acolheram com amor e paciência a minha ausência semanal. A vocês, que com olhares curiosos e abraços apertados me ensinaram o real significado da perseverança, da resiliência e do amor incondicional. Que este trabalho, fruto de tantas horas distantes, seja um lembrete de que todo esforço tem propósito e que, acima de tudo, vocês são e sempre serão minha maior conquista.

Agradecimentos

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus, que me guiou e protegeu ao longo desta jornada, concedendo-me força e segurança para enfrentar os desafios e superar os obstáculos, inclusive nos 700 km percorridos semanalmente durante esse percurso.

À minha amiga, colega e comadre Walkíria, por sua presença constante em cada etapa deste processo, oferecendo incentivo, apoio e dividindo comigo tanto os desafios quanto as conquistas. Wal, sua companhia foi essencial, e não há palavras que possam expressar minha gratidão pelo seu papel fundamental em minha vida.

Ao colega e amigo Eliezer, por estar sempre disposto a me socorrer com as questões filosóficas que tanto me inquietaram durante o percurso. Obrigada por sua paciência, por suas explicações e, principalmente, por se esforçar para ser mais direto e menos filosófico em suas respostas! Sua ajuda foi inestimável.

À Ana Caroline, cuja parceria, surgida ao longo deste mestrado, tornou-se um presente valioso. O companheirismo nas aulas de Matemática Discreta e nas longas noites de escrita tornou essa trajetória mais leve e enriquecedora.

Ao meu orientador, professor André, por conceder-me a liberdade de ser eu mesma, tanto durante as intervenções quanto na construção desta dissertação.

Ao professor Lui, cuja generosidade e dedicação foram fontes de inspiração. Mesmo sem saber, sua presença foi determinante para que eu chegasse até aqui. Sou imensamente grata pelo cuidado e consideração ao ler meu trabalho e por estar presente, mesmo em um momento difícil.

Aos meus queridos alunos da turma de Matemática Discreta de 2023/1, minha mais profunda gratidão. Sem vocês, este trabalho não teria sido possível. Obrigada pela entrega, colaboração e por enriquecerem não apenas este processo, mas também o meu aprendizado. Vocês me ensinaram tanto quanto, ou talvez até mais do que, eu pude ensinar a vocês.

Por fim, a todos que, de alguma forma, contribuíram para esta caminhada, meu sincero e profundo agradecimento.

Resumo

CARDOSO, Vanessa Mattoso. **Explorando estratégias do Pensamento Computacional na Resolução de Problemas em Matemática Discreta**: em busca da Aprendizagem Significativa. Orientador: André Luis Andrejew Ferreira. 2024. 175 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) Faculdade de Educação, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2024.

Esta pesquisa partiu dos desafios enfrentados pelos estudantes do curso Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, ofertado pelo Instituto Federal Sul-rio-grandense, Campus Santana do Livramento, na disciplina de Matemática Discreta, que têm resultado em altas taxas de retenção. Após identificar que a maior dificuldade está na resolução de problemas, habilidade essencial para a formação cidadã no século XXI, a pesquisa passou a analisar a abordagem proposta pelo “método” de Polya (1945) em conjunto com o Pensamento Computacional, considerado uma das competências primordiais para a sociedade digital. Nesse contexto, o objetivo da investigação foi verificar a contribuição da interação entre o Pensamento Computacional e a Resolução de Problemas para a aprendizagem de Matemática Discreta. As intervenções pedagógicas foram ancoradas nos pressupostos da andragogia (Knowles, 1968) e da aprendizagem significativa (Ausubel, 1968), buscando fornecer um cenário favorável para aquisição das habilidades do PC, e realizadas no primeiro semestre de 2023, nas aulas de MD. Durante as atividades, os estudantes assumiram o protagonismo, contribuindo e sugerindo propostas para a construção da aprendizagem. Nesse sentido, a pesquisa ocorreu em um ambiente colaborativo permeado por criatividade o que permitiu o desenvolvimento de experiências inovadoras como: comunidade de prática, aprendizagem a partir dos erros, revisão por pares, uso de inteligência artificial. Os dados foram coletados e analisados sob uma abordagem mista através de fontes múltiplas de evidências. Nesse cenário destacam-se os questionários, diário de campo, provas e exercícios específicos de MD e testes para verificar a aquisição do PC. Ao final, os dados foram explorados buscando por convergências. Os resultados revelaram que a interlocução com as habilidades/pilares do Pensamento Computacional auxiliou os estudantes a desenvolverem estratégias mais eficazes para a resolução de problemas em MD, promovendo maior envolvimento nas atividades propostas. Foi possível observar uma melhora significativa no desempenho tanto na disciplina de Matemática Discreta quanto em Lógica de Programação. Quanto à análise qualitativa, destaca-se a maturidade, organização e clareza no processo de resolução de problemas. Nas considerações finais, refletiu-se sobre a importância da metodologia empregada, que integrou o Pensamento Computacional à resolução de problemas, promovendo habilidades que ultrapassam o contexto acadêmico e se conectam à formação profissional e cidadã dos estudantes. A pesquisa contribuiu para a construção de uma abordagem interdisciplinar, com aplicabilidade prática no ensino superior.

Palavras-chave: andragogia; aprendizagem significativa; resolução de problemas; pensamento computacional; aprendizagem colaborativa.

Abstract

CARDOSO, Vanessa Mattoso. **Exploring Computational Thinking Strategies in Problem-Solving in Discrete Mathematics**: in Search of Meaningful Learning. Advisor: André Luis Andrejew Ferreira. 2024. 175 f. Dissertation (Master's in Science and Mathematics Education) Faculty of Education, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2024.

This research stemmed from the challenges faced by students in the Associate Degree in Systems Analysis and Development program, offered by the Instituto Federal Sul-rio-grandense, Campus Santana do Livramento, in the Discrete Mathematics course, which has resulted in high retention rates. After identifying that the greatest difficulty lies in problem-solving—an essential skill for 21st-century citizenship—the research analyzed the approach proposed by Polya's (1945) "method" in conjunction with Computational Thinking, considered one of the core competencies for the digital society. In this context, the study aimed to examine the contribution of the interaction between Computational Thinking and Problem-Solving to the learning of Discrete Mathematics. The pedagogical interventions were based on the principles of andragogy (Knowles, 1968) and meaningful learning (Ausubel, 1968), seeking to provide a favorable environment for acquiring Computational Thinking skills. These interventions took place during the first semester of 2023 in Discrete Mathematics classes. During the activities, students took an active role, contributing and suggesting proposals for constructing knowledge. Thus, the research was conducted in a collaborative environment, fostering creativity and enabling the development of innovative experiences such as communities of practice, learning from mistakes, peer review, and the use of artificial intelligence. Data were collected and analyzed using a mixed-methods approach through multiple sources of evidence, including questionnaires, a field diary, exams, specific exercises in Discrete Mathematics, and tests to assess Computational Thinking acquisition. At the end of the study, data were explored to identify convergences. The results revealed that the integration of Computational Thinking skills and pillars helped students develop more effective strategies for problem-solving in Discrete Mathematics, promoting greater engagement in the proposed activities. A significant improvement in performance was observed not only in Discrete Mathematics but also in Programming Logic. In the qualitative analysis, maturity, organization, and clarity in the problem-solving process were highlighted. The final considerations reflect on the importance of the methodology employed, which integrated Computational Thinking with problem-solving, fostering skills that extend beyond the academic context and connect to students' professional and civic development. The research contributed to constructing an interdisciplinary approach with practical applicability in higher education.

Keywords: andragogy; meaningful learning; problem-solving; computational thinking; collaborative learning.

Lista de Quadros

Quadro 1 - Periódicos mais relevantes na área de Matemática e Informática (quadriênio 2017-2020)	32
Quadro 2 - Resultado das buscas no período (2020-2024)	33
Quadro 3 - Resultado após primeiro refinamento de dados	34
Quadro 4 - Organização da busca PC + RP + EM	35
Quadro 5 - Critérios para seleção dos textos	37
Quadro 6 - Teses e dissertações selecionadas	38
Quadro 7 - Artigos selecionados	38
Quadro 8 - Síntese das produções selecionadas pela revisão de literatura.....	40
Quadro 9 - Equivalências das Teorias Ausubeliana e de Adultos	58
Quadro 10 - Competências/Pilares do PC segundo alguns autores	67
Quadro 11 - Resolução de problemas: comparação entre os métodos de Polya e do PC	74
Quadro 12 - Conhecimentos prévios: MD e PC	95
Quadro 13 - Resultado testes x observações de aula.....	114
Quadro 14 - Atividade 01 – AV1.....	119
Quadro 15 - Atividade 02 – AV1.....	120
Quadro 16 - Atividade 01 – AV2.....	123
Quadro 17 - Atividade 02 – AV2.....	125
Quadro 18 - Atividade 01 – AV3.....	127
Quadro 19 - Atividade 02 – AV3.....	128
Quadro 20 - AV4	131

Lista de Figuras

Figura 1 - Tipos de AS de acordo com Ausubel (2002)	56
Figura 2 - Tipos de AS Proposicional e Conceitual, segundo Ausubel (2002)	57
Figura 3 - MD no TADS.....	72
Figura 4 - Visão geral sobre a pesquisa.....	76
Figura 5 - Metodologia da pesquisa	79
Figura 6 - Perfil demográfico do sujeito.....	82
Figura 7 - Perfil do sujeito como estudante	83
Figura 8 - Teste Inicial.....	99
Figura 9 - Questões do teste intermediário	105
Figura 10 - Questões do teste final	109
Figura 11 - Resolução do teste final.....	109
Figura 12 - Resoluções da atividade 01	120
Figura 13 - Resolução da Atividade 02 – AV1.....	122
Figura 14 - Resolução proposta para a atividade 01 da AV2.....	124
Figura 15 - Atividade 02 – AV2 (resolvida por A14)	125
Figura 16 - Resolução da atividade 1 pelo estudante A12.....	128
Figura 17 - Resolução da atividade 2 pelo aluno A19.....	129
Figura 18 - Recortes das apresentações dos aplicativos.....	130

Lista de Gráficos

Gráfico 1 - Expectativas dos sujeitos	86
Gráfico 2 - Desempenho por habilidades – Teste Inicial	103
Gráfico 3 - Abstração	111
Gráfico 4 - Reconhecimento de padrões.....	112
Gráfico 5 - Pensamento algorítmico	112
Gráfico 6 - Desempenho percentual dos estudantes na AV1.....	123
Gráfico 7 - Desempenho na AV2	126
Gráfico 8 - Desempenho, em percentual, dos estudantes na AV3.....	131
Gráfico 9 - Desempenho, percentual, na AV4	132
Gráfico 10 - Índices, percentuais, dos sujeitos nas disciplinas de MD e LP.....	133

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Resultados da busca PC + RP + EM	36
Tabela 2 - Matriculados em MD (2023/1) que não são sujeitos da pesquisa	81
Tabela 3 - Resultados do teste inicial.....	102
Tabela 4 - Desempenho dos estudantes no teste intermediário	106
Tabela 5 - Desempenho dos estudantes no teste final	110

Lista de abreviaturas e siglas

ABC	Academia Brasileira de Ciências
AS	Aprendizagem Significativa
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
BR	Brasil
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEMET	Computação, Educação, Matemática, Ensino e suas Tecnologias
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CSTA	Computer Science Teachers Association
EA	Educação de Adulto
EBITE	Encontros Binacionais de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
FAE	Faculdade de Educação
FMC	Fundamentos Matemáticos para a Computação
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBICT	Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia
IFSul-SL	Instituto Federal Sul-rio-grandense / Campus Santana do Livramento
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
ISTE	International Society for Technology in Education

LP	Disciplina de Lógica de Programação
MD	Disciplina de Matemática Discreta
MST	Movimento dos Trabalhadores Rurais sem Terra
OECD	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PC	Pensamento Computacional
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Estudantes
PPGECM	Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciência e Matemática
RP	Resolução de Problemas
RS	Rio Grande do Sul
SBC	Sociedade Brasileira de Computação
SISU	Sistema de Seleção Unificada
SL	Santana do Livramento
TADS	Curso Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TDIC	Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
UFPel	Universidade Federal de Pelotas
UTEC	Universidade Tecnológica (Uruguay)
UY	Uruguay

Sumário

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 Trajetória acadêmica e profissional	17
1.2 Problemática e justificativa	22
1.3 Objetivos da pesquisa	27
1.3.1 <i>Objetivo geral</i>	27
1.3.2 <i>Objetivo específico</i>	27
1.4 Estruturação do texto	28
2 ESTADO DA ARTE	30
2.1 Apresentação do processo de revisão	31
2.2 Síntese e análise das produções científicas	39
2.3 Considerações sobre o estudo do Estado da Arte	48
3 REFERENCIAIS TEÓRICOS	50
3.1 A construção da aprendizagem	50
3.1.1 <i>Andragogia: teoria da aprendizagem de adultos</i>	52
3.1.2 <i>A teoria da Aprendizagem Significativa</i>	54
3.1.3 <i>A Aprendizagem Significativa do sujeito adulto</i>	57
3.2 A Resolução de Problemas	59
3.2.1 <i>Pensamento Computacional</i>	63
3.2.2 <i>A Matemática Discreta e sua relação com o TADS</i>	69
3.2.3 <i>A proposta da pesquisa</i>	73
4 METODOLOGIA	77
4.1 Os sujeitos	79
4.2 Organização e condução da disciplina de MD	85
4.3 Instrumentos e procedimentos	88
4.4 Análise dos dados	92

5 ANÁLISE E RESULTADOS	94
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	139
REFERÊNCIAS	143
APÊNDICES	151

1 INTRODUÇÃO

A prática em sala de aula e a pesquisa andam lado a lado. A partir da reflexão sobre suas ações e seus impactos, bem como de uma visão geral do todo (escola, aluno e sociedade), surge a necessidade de buscar novos métodos e abordagens. Como afirmou Freire (1991, p. 32), “a gente se faz educador, a gente se forma como educador, permanentemente, na prática e na reflexão sobre a prática”. Nesse sentido, cada novo aluno, turma ou demanda social representa um novo desafio.

Embora formalizada a partir do primeiro semestre de 2022 com a proposta do anteprojeto, a pesquisa em questão é motivada por observações e análises iniciadas em 2019.

Naquele ano, o Campus Santana do Livramento do Instituto Federal Sul-rio-grandense (IFSul-SL) começou a oferecer, por meio de um acordo Binacional¹, o curso Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas (TADS), do qual a pesquisadora fica responsável pela disciplina de Matemática Discreta (MD).

Inicialmente, interessada no impacto das diferenças entre os sistemas educacionais brasileiro e uruguaio, começa a observar o desempenho dos estudantes na disciplina. Ao final do primeiro semestre, as dificuldades já se tornaram evidentes, e a taxa de reprovação começou a gerar preocupações, indicando a necessidade de intervenção.

Desde então, diversos fatores foram explorados até a identificação dos pontos centrais que orientam as ações propostas neste trabalho. Entre eles, destacam-se as principais dificuldades dos alunos, a relevância dos temas abordados em MD, a comparação com outras disciplinas do mesmo semestre, a contextualização dos problemas identificados e as propostas metodológicas.

A pesquisa foi estruturada com foco na Resolução de Problemas (RP) a partir dos pilares do Pensamento Computacional (PC), considerando o contexto do ensino superior e a construção de uma aprendizagem duradoura e interdisciplinar, com aplicabilidade profissional e pessoal.

¹ Acordo entre os governos brasileiro e uruguaio para ofertas de cursos (com igualdade de vagas) e revalidação automática de diplomas nos países. Disponível em: <https://ifsul.edu.br/component/k2/item/483-revista-binacional>. Acesso em: 18 fev. 2022.

Para embasar essa abordagem, quatro conceitos são considerados fundamentais: Resolução de Problemas (Polya, 1945), Pensamento Computacional (Wing, 2006), Aprendizagem Significativa (Ausubel, 1968) e Andragogia (Knowles, 1973).

O ponto de partida da investigação foi análise em busca de convergências entre as teorias orientadoras das ações, visando construir uma metodologia que atenda eficazmente às necessidades dos estudantes.

Antes de discorrer sobre a justificativa para a escolha do tema e os objetivos da pesquisa, apresenta-se a trajetória percorrida até chegar a este mestrado, destacando as experiências adquiridas com temas relacionados à área do TADS.

1.1 Trajetória acadêmica e profissional

Em 2002, iniciei o curso de Licenciatura em Matemática na Universidade Federal de Pelotas. Essa decisão não foi motivada pelo desejo de me tornar professora, mas sim pela curiosidade e fascínio que a Matemática despertou em mim desde o 7º ano do ensino fundamental (após uma reprovação de ano) e que se intensificou no ensino médio.

Durante a graduação, meu foco estava nas demonstrações e desafios relacionados à Matemática Pura, enquanto disciplinas como Física e as da Faculdade de Educação ficaram em segundo plano. Naquele momento, a licenciatura, a sala de aula e o ensino não tinham significado para mim, pois buscava no curso uma satisfação pessoal para, posteriormente, seguir para a Engenharia Civil.

Em 2006, após obter o título de Licenciada em Matemática e com a certeza de que jamais atuaria no ensino, dei continuidade aos meus planos e ingressei no curso de Engenharia Civil na Fundação Universidade de Rio Grande.

No mesmo ano, devido ao envolvimento durante o final da graduação com o curso de Licenciatura em Matemática à Distância, ainda em fase de implantação, iniciei a Especialização em Matemática e Tecnologias.

Esse ano foi fundamental para minha trajetória profissional, pois, por meio desse curso, conheci um grande amigo, Cristiano, que, sem que eu imaginasse, me

conduziria à docência. Apaixonado pela sala de aula, Cristiano falava com tanto entusiasmo sobre a “arte de ensinar” que me convenceu a prestar um concurso para lecionar nos anos finais do ensino fundamental.

Para minha surpresa e desespero, fui aprovada e, ainda no mesmo ano, dei início à minha jornada como professora em uma escola municipal na cidade de Capão do Leão no estado do Rio Grande do Sul (RS), onde residi até os 28 anos.

Ao concluir minha formação, tinha certeza de que não queria ser professora e não me imaginava à frente de uma sala de aula. Assumi minhas primeiras turmas com a convicção de que não sabia como ia ser. Mesmo assim, ao longo dos quase 4 anos na Escola, dediquei-me a estudar (realizando leituras, pesquisas na internet e elaboração de projetos) diferentes metodologias para o ensino da Matemática.

A escola, por ser pequena e muito organizada, acolhia diversos alunos portadores de necessidades educacionais específicas, bem como estudantes do assentamento do MST², além dos moradores da região da EMBRAPA³. Toda essa diversidade demanda do professor um olhar atento e observador, a fim de cumprir com o seu papel social. Dessa maneira, a análise, a reflexão e a adaptação sempre estiveram presentes na minha prática docente e, mesmo sem o rigor acadêmico de publicações e registros científicos, considero esse movimento como pesquisa.

Em 2010, quando já estava “pegando o jeito” com a sala de aula, sentindo meus pés se aproximarem do chão, como quem diz para si mesma: “agora eu sei o que estou fazendo”, o mesmo Cristiano chega com a novidade: abriu concurso para o IFSul e eu nos inscrevi para o Campus de Santana do Livramento.

No mesmo ano sou nomeada e, somente neste momento, tomo conhecimento de que além de ser um Campus em fase de implantação, minha disciplina seria Fundamentos Matemáticos para Computação (FMC). Percebo então que precisaria dar uma abordagem mais técnica e que, por se tratar de um curso de Informática, deveria ter alguma base de programação para tornar a aprendizagem significativa.

As surpresas não pararam por aí, quando eu achava que estava adaptada à diversidade de uma sala de aula, surgiu mais um detalhe: o curso seria binacional, com 50% das vagas destinadas a alunos brasileiros e os outros 50% para alunos

² MST: Movimento dos Trabalhadores Rurais sem Terra. Disponível em: <https://mst.org.br/quem-somos>. Acesso em: 25 mar. 2023.

³ EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <https://www.embrapa.br>. Acesso em: 25 mar. 2023.

uruguayos. Além disso, os dois países possuem sistemas educacionais distintos, e eu não falava espanhol. Todas essas novidades se transformaram em desafios e, conseqüentemente, em oportunidades de aprendizado e crescimento.

Chegando à cidade, reunidos em uma sala da prefeitura, pois a escola ainda não possuía uma sede, estávamos os 9 servidores do novo Campus com a missão de construir o primeiro curso técnico binacional. Coube a cada um de nós estruturar as respectivas ementas. Nesse instante, por não possuir formação técnica e estar encarregada de uma disciplina que objetiva fornecer fundamentos para a área, busquei a ajuda dos colegas da informática para selecionar os conteúdos.

A análise realizada pelo grupo apontou a correlação entre Fundamentos Matemáticos para Computação (FMC) e Lógica de Programação (LP), ficando estabelecido que a primeira deveria auxiliar os estudantes na segunda. Como eu não programava, passei a assistir às aulas da minha colega para adaptar as minhas à realidade do curso.

Em seguida, surgiram os primeiros trabalhos integrados, com atividades em conjunto, aulas e avaliações compartilhadas. Dessa parceria, vieram os primeiros projetos: criação e aplicação de Objetos de Aprendizagem, organização (em parceria com colegas de instituições uruguayas) dos Encontros Binacionais de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação (EBITE).

Também, o projeto de pesquisa com fomento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que analisava convergências e divergências entre os ensinos médio do Brasil e do Uruguay (BR/UY) e o convite da prefeitura municipal para realização de um curso para inclusão digital para os professores da rede.

Com o passar do tempo, foram implantados novos cursos (Técnico Integrado em Eletroeletrônica, incorporado e subsequente em Sistemas de Energia Renovável). Participei das comissões de elaboração dos respectivos projetos pedagógicos e venho realizando ações nos três pilares: ensino, pesquisa e extensão, sempre em caráter interdisciplinar.

A partir da estruturação do Campus, núcleos de apoio ao ensino foram instituídos. Por questões ideológicas, passei a atuar no Núcleo de Apoio a Pessoas com Necessidades Específicas, Núcleo de Gênero e Diversidades, Núcleo de Estudos Afro-Brasileiros e Indígenas, do qual fui coordenadora, e na Comissão de

Heteroidentificação. Esse meu envolvimento gerou convites para participar de pesquisas institucionais, como a que investiga e propõe ações acerca do *Bullying* no IFSul e de comitês como o de Ética em Pesquisa (CEP), em fase de implantação.

Embora eu acredite que o professor deve estar imerso e ser atuante em todo o contexto escolar, minha maior identificação, meus estudos mais aprofundados, permaneciam na área da computação. Desta forma os grupos de pesquisa dos quais participo: Tecnologia, Inovação e Linguagens no Espaço Binacional e CEMET - Computação, Educação, Matemática, Ensino e suas Tecnologias, têm como área predominante a Ciência da Computação.

Durante quase uma década de projetos, pesquisas e publicações, sentia que, embora a “parte técnica” estivesse sendo aprimorada, me faltava propriedade para abordar, teoricamente, assuntos ligados ao ensino. Me sentia fracassada todas as vezes que buscava por aportes teóricos e não conseguia compreender aquela “linguagem”.

Em 2019, o Campus verticaliza o curso de Informática para Internet passando a ofertar o Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas no qual fiquei responsável pela disciplina de Matemática Discreta. Com o novo curso, um novo desafio: o desempenho dos alunos na disciplina e a característica das turmas começaram a ser analisadas.

Nesse mesmo momento, o Pensamento Computacional (PC) começa a despertar meu interesse, pois os estudos relacionados ao tema estavam ganhando espaço, seja na computação ou na matemática e, dentro do grupo de pesquisa, começamos a ler e discutir o assunto. Porém, em março do ano seguinte, fomos pegos de surpresa pela pandemia da COVID-19, que modificou totalmente o sistema educacional, nos restringindo ao ensino remoto emergencial.

Nesse contexto pandêmico, com a grande oferta de cursos online, dediquei boa parte do meu tempo à minha formação continuada. No primeiro semestre de 2022, programas de pós-graduação ainda estavam com as aulas remotas e eu já havia realizado minha inscrição, como aluna especial, no mestrado do IFSul, na disciplina de um colega que admiro muito, interessada pelos debates acerca de inclusão “fora do papel”. Não consigo lembrar como, mas cheguei ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciência e Matemática (PPGECM) da Universidade

Federal de Pelotas (UFPel) que, também, estava com oferta de vagas para aluno especial.

Neste momento, não tinha pretensão de ingressar no mestrado, mas ao me deparar com a disciplina de “Ensino e Aprendizagem”, vi uma oportunidade de conectar-me com esse “mundo” que, ao mesmo tempo que parecia tão distante, eu sabia que precisava conhecer. Como aluna especial no programa, me vi muito perturbada; há muito tempo não me sentia tão ignorante em relação a alguma coisa. Eram textos que eu precisava ler 5, 6 vezes e a cada leitura entendia de uma maneira diferente (quando entendia), mas as discussões em aula eram muito esclarecedoras, o que me fazia estar de volta na semana seguinte.

A partir dos textos e trocas durante o semestre, na disciplina, ia construindo *links* com minha sala de aula, na intenção de construir minha aprendizagem. Por meio dessas ligações, comecei a projetar a intersecção entre minhas práticas e pesquisas, com as teorias desses grandes estudiosos que se dedicaram (e se dedicam) à compreensão dos processos de ensino e de aprendizagem.

No semestre seguinte, ingressei como aluna regular no programa já com a intenção de desenvolver uma ação para auxiliar os estudantes do TADS em MD, pois nesse momento o desempenho dos estudantes na disciplina já era uma preocupação do Campus como um todo.

De 2019 até ingressar como aluna regular no programa, fui realizando pesquisas nesse sentido, tentando encontrar propostas que pudessem ser adaptadas à minha realidade. Foi quando percebi a carência de estudos relacionados com o público adulto se comparado aos outros níveis de ensino.

Durante esse período, chamaram minha atenção as crescentes pesquisas sobre o PC no ensino e a relação com a RP. Dessa forma, minha pesquisa começou a ser delineada.

Após apresentar minha trajetória em direção à pesquisa que está sendo desenvolvida, na sequência serão abordados os aspectos que contextualizam a problemática, justificando a necessidade e a relevância de explorar o tema.

1.2 Problemática e justificativa

As Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) têm estado presentes no cotidiano dos brasileiros desde a década de 1990, com a popularização da internet e dos computadores pessoais. A internet, por permitir acesso rápido e global às informações e serviços, tornou-se uma companheira inseparável para muitas pessoas.

Em novembro de 2023, o Ministério das Comunicações, por meio do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), constatou que a proporção de pessoas com 10 anos ou mais que utilizaram a internet no país aumentou de 84,7% em 2021 para 87,2% em 2022 (Brasil, 2023).

Dados como esse classificam o país como um grande consumidor de tecnologia. Por outro lado, pesquisas como a realizada pelo *IMD World Competitiveness Center*, centro especializado em estudos e análises sobre competitividade global, apresentam o Brasil com baixo desempenho em produção/gerenciamento tecnológico: em 2023, no *ranking* mundial de competitividade digital, ocupava a 57ª posição dentre os 64 países avaliados.

“Entre as causas apontadas para essa colocação está a insuficiência de profissionais capacitados: nem na formação básica, nem na técnica e nem na parte de engenharia estamos conseguindo melhorar nossa performance” (Mercado; Consumo, 2023). Em relação à inteligência artificial, o relatório ‘Recomendações para o avanço da inteligência artificial no Brasil’, realizado pela Academia Brasileira de Ciências (ABC), aponta para a necessidade de investimento em formação.

O Brasil corre o risco de ser apenas um usuário de sistemas de inteligência artificial (IA) desenvolvidos no exterior. A dependência de outros países e de grandes empresas nessa área pode comprometer a segurança e a soberania nacional, além de diminuir a competitividade das empresas brasileiras. Para reverter esse cenário, é preciso investir em infraestrutura e na formação de profissionais altamente qualificados e em um corpo de pesquisadores capaz de promover avanços tecnológicos e propor soluções inovadoras (Andrade, 2023, p. 01, grifo nosso).

A ABC avalia o contexto nacional, corroborando com a discussão inicial, ao afirmar que o Brasil produz muitos dados e que sua população, historicamente, faz uso de muitas tecnologias digitais, porém destaca a necessidade de profissionais qualificados para a produção tecnológica. Ao analisar a carência de qualificação em

comparação com a oferta de cursos na área tecnológica, deparamos com pesquisas como a realizada pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), que destaca a evasão em cursos na área das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC).

O INEP trouxe em 2018 um estudo que demonstra dados de 2010 a 2017, que áreas da Engenharia e de áreas de Computação, as quais possuem cursos correlatos da TIC, há uma discrepância entre os egressos e os ingressantes dos cursos, o que faz acender um alerta vermelho para o setor, pois está aí demonstrado as perdas em formação de egressos profissionais para o setor da TIC e, conseqüentemente, para a economia do Brasil (Silveira; Tonini, 2023, p. 04).

Diante da análise do panorama da Tecnologia da Informação no Brasil, no qual se observa uma alta demanda e escassez de profissionais qualificados, somada à importância do avanço desse setor para a economia nacional, torna-se evidente a importância de propor medidas para reverter essa situação.

Conforme mencionado, em 2019 o IFSul-SL passou a ofertar o curso TADS, com duração de 6 semestres. Corroborando com os dados apresentados pela pesquisa do INEP, ao final de 2022, quando a primeira turma estava apta a concluir o curso, apenas 4 dos 32 ingressantes obtiveram a titulação e, destes, nenhum brasileiro.

Esses preocupantes dados motivaram a pesquisa institucional acerca da retenção e da evasão no TADS. Como os resultados da pesquisa ainda não foram publicados, tivemos acesso a alguns dados por meio de um questionário aberto no *Google Forms*. Nele, o pesquisador (identificado por P) responsável informou sobre as maiores dificuldades em relação às disciplinas que poderiam estar contribuindo para esses índices. A pesquisa identifica a Matemática Discreta (MD) e a Lógica de Programação (LP), ambas do primeiro semestre, como o ponto inicial da “bola de neve”, conforme mencionado pelo pesquisador:

[...] essa sequência inicia com a Matemática Discreta, no primeiro semestre, que junto com a Lógica de Programação soma o maior número de reprovações no curso. Cabe destacar que para um semestre de ingresso, onde o aluno vai ter sua primeira impressão, ter duas disciplinas com altíssimo índice de reprovação, já é, por si só, um convite à desistência (P, 2023).

Ministrando a disciplina de MD desde a primeira turma, e acompanhando o aproveitamento dos estudantes, os índices obtidos a partir do questionário, já

havia sido percebidos e preocupavam a pesquisadora desde então. Em 2021, começou a integrar um grupo de pesquisa, com dois colegas da Computação, que investiga “O desenvolvimento do Pensamento Computacional na Aprendizagem ao Longo da Vida” e do qual, os estudantes do TADS estão entre os sujeitos. O objetivo da referida pesquisa é analisar como as habilidades do PC são adquiridas.

Uma vez com aprovação do comitê de ética, para analisar esses sujeitos, e motivada pela inquietação e necessidade de avaliar todo o contexto que gera essa dificuldade no TADS, especialmente na disciplina de MD, a partir das autorizações (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE) assinadas, passou-se a ter acesso aos históricos escolares dos estudantes matriculados no curso.

Ao realizar a análise destes documentos, observou-se, por exemplo, que há uma intersecção de, no mínimo, 80% entre os reprovados em MD e LP. Essa relação era previsível, já que ambas as disciplinas exigem raciocínio lógico e abstração.

Visando identificar as principais dificuldades apresentadas pelos alunos nas disciplinas, verificando possíveis convergências, a fim de planejar uma intervenção, foi realizado um questionário estruturado com perguntas abertas para dois professores de LP (P1 e P2).

Nesse sentido, a primeira questão aborda as dificuldades apresentadas pelos estudantes em relação à disciplina de LP: “Assim como MD, LP figura como disciplina responsável pelos maiores índices de reprovação no curso. A que, acredita, que se dá essa dificuldade?”.

Em relação ao questionamento, ambos os professores apontam para as dificuldades no raciocínio lógico-matemático. P1 complementa: “a linguagem não representa dificuldade para os alunos, no entanto, a interpretação do problema e sua representação em forma de algoritmo é uma dificuldade presente no primeiro semestre” (P1, 2023).

A segunda questão explora a relação entre as disciplinas: “Constatou-se que, geralmente, um aluno que reprova em MD, reprova em LP. Qual a principal relação entre as disciplinas?”.

Para P1, “ambas as disciplinas exigem abstração na interpretação e resolução dos problemas” (P1, 2023), e para P2, “existe uma relação direta das disciplinas, em muitos aspectos, entre eles, ambas se baseiam na resolução de problemas, na abstração e no pensamento lógico” (P2, 2023).

Já a terceira pergunta aborda a possível contribuição da MD com a disciplina de LP: “De que forma a disciplina de MD pode colaborar com a aprendizagem dos alunos na disciplina de LP?”.

Os professores discorrem: “acredito que exercícios matemáticos relacionados com problemas propostos na disciplina de lógica podem ajudar aos alunos na escrita dos algoritmos” (P1, 2023) e “esta disciplina é fundamental para a aprendizagem e o desenvolvimento das habilidades necessárias ao processo de desenvolvimento dos algoritmos. Deveria ser sempre trabalhada de forma transdisciplinar” (P2, 2023).

Diante do exposto, a pesquisa justifica-se pela necessidade de realizar uma intervenção pedagógica com os estudantes do TADS, na disciplina de MD, mais especificamente, quanto à resolução de problemas.

Ao recorrermos à história da Matemática, que apresenta raízes em situações cotidianas, constatamos a estreita relação com a resolução de problemas e a necessidade de constante adaptação para atender às demandas emergentes da sociedade (Raigorodskii, 2004).

Esse contexto social no qual estamos imersos, cada vez mais digital, requer o desenvolvimento de habilidades como pensamento crítico, criatividade e resolução de problemas (Zhen *et al.*, 2021). Nesse sentido, percebemos que ao promover ações para auxiliar efetivamente no processo de RP, estaremos não apenas contribuindo para a formação profissional do estudante, mas para seu pleno exercício da cidadania.

A problemática verificada no TADS não surge na MD ou na LP, ela acompanha os estudantes ao longo de sua trajetória acadêmica. Esta afirmação pode ser confirmada por avaliações como a do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), divulgadas pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD).

A proposta do PISA em relação à Matemática é medir “[...] a eficácia com que os países preparam os alunos para utilizar a matemática em todos os aspectos das suas vidas pessoais, cívicas e profissionais, como parte de uma cidadania do século XXI” (OECD, 2022). Na edição de 2018 (última avaliação antes da pandemia da COVID-19), foi constatado que:

[...] 68,1% dos estudantes brasileiros estão no pior nível de proficiência em matemática e não possuem nível básico de Matemática, considerado como o mínimo para o exercício pleno da cidadania. Mais de 40% dos jovens que

se encontram no nível básico de conhecimento são incapazes de resolver questões simples e rotineiras. Apenas 0,1% dos 10.961 alunos participantes do Pisa apresentou nível máximo de proficiência na área (Brasil, 2018).

Na edição de 2022, divulgadas pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), esse percentual subiu: “73% dos estudantes brasileiros não alcançaram o nível básico em Matemática, considerado pela OCDE o mínimo necessário para que os jovens possam exercer plenamente sua cidadania” (Brasil, 2023, p. 9).

O baixo desempenho observado, aliado à relevância do foco da avaliação, tem despertado interesse em pesquisas e inovações pedagógicas em todos os níveis de ensino, numa tentativa de reverter esse quadro.

Considerado uma das competências para o desenvolvimento das habilidades necessárias para a cidadania, sendo relacionado à capacidade de utilizar conceitos da ciência da computação para resolver problemas em diversas áreas do conhecimento (Wing, 2006), o PC começa a figurar consideravelmente no meio acadêmico. A OECD enfatiza a necessidade de os alunos entenderem os conceitos do PC no contexto da sociedade tecnológica, considerando-os parte da literacia matemática (OECD, 2022).

Homologada em 2017, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) prevê, para a disciplina de Matemática, nas etapas do Ensino Fundamental e Médio, “o estudo do PC como colaborador do pensar e do significar o ensino de Matemática, aproximando-a do cotidiano, desenvolvendo a habilidade de resolução de problemas” (Brasil, 2017, p. 266 e 475). Desde então, várias pesquisas vêm sendo desenvolvidas abordando o PC no contexto da RP, e os resultados obtidos despertaram meu interesse sobre o tema.

Visando à construção de um conhecimento duradouro e transferível, com potencial para contribuir com disciplinas como LP e com a qualificação profissional dos estudantes, buscou-se aportes teóricos específicos aos temas. Nesse sentido, adotamos a teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (1968) como base para as ações propostas, com o olhar para o sujeito adulto, de acordo com o modelo andragógico de Knowles (1973).

Quanto à aposta no PC como auxiliar na RP, deve-se à análise do contexto: estar relacionado ao desenvolvimento de habilidades necessárias para a sociedade

digital e com a área do curso, bem como resultados motivadores de pesquisas como as de Reichert e Wappler (2023).

Ausubel (1968) e Knowles (1973) destacam a necessidade de proporcionar ao estudante um material que seja atraente e motivador, no qual ele identifique a utilidade de aprender determinados conceitos. Nesse sentido, acreditamos que a interlocução com o PC nas aulas de MD estabeleça um cenário favorável para que a aprendizagem do sujeito adulto, de um curso da área da computação, se torne significativa.

Na sequência, apresentamos o objetivo geral e os específicos que direcionam a pesquisa.

1.3 Objetivos da pesquisa

Nesta pesquisa, o PC será abordado como uma estratégia metodológica, uma ferramenta para RP na disciplina de MD e, nesse sentido, ao concluir as investigações almejamos responder à seguinte questão: Qual a influência da integração do Pensamento Computacional como ferramenta para resolução de problemas na aprendizagem na disciplina de Matemática Discreta?

Visando responder a essa pergunta, os objetivos da pesquisa foram definidos, conforme apresentados a seguir.

1.3.1 Objetivo geral

Analisar de que forma a integração do Pensamento Computacional, como ferramenta para Resolução de Problemas, influencia o processo de aprendizagem na disciplina de Matemática Discreta.

1.3.2 Objetivo específico

Buscando fornecer um direcionamento claro para o estudo, orientando as ações, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- a) averiguar os subsunçores dos sujeitos quanto aos conteúdos desenvolvidos em Matemática Discreta e quanto à alfabetização digital;
- b) propor e avaliar intervenções pedagógicas que visam integrar efetivamente o Pensamento Computacional no contexto do ensino de Matemática Discreta, a fim de promover uma aprendizagem mais significativa;
- c) incentivar a utilização das estratégias propostas pelo Pensamento Computacional na resolução dos problemas abordados pela disciplina de Matemática Discreta;
- d) investigar a percepção dos alunos quanto à integração do Pensamento Computacional no processo de aprendizagem em Matemática Discreta;
- e) analisar os índices de aproveitamento dos sujeitos nas disciplinas de Matemática Discreta e Lógica de Programação a fim de identificar contribuições da proposta;
- f) desenvolver uma ferramenta interativa que permita a exploração dos conceitos de Pensamento Computacional aplicados à Matemática Discreta.

O sexto objetivo específico foi concebido com o propósito de guiar o desenvolvimento do produto educacional resultante da pesquisa. Após apresentar os objetivos que orientarão a investigação, concluímos este capítulo delineando a estruturação do restante do texto.

1.4 Estruturação do texto

Na introdução, primeiro capítulo deste estudo, foi apresentada a trajetória que levou à realização da presente pesquisa. Por questões de organização, optou-se por dividir o estudo do referencial teórico em dois capítulos: Estado da Arte e Referenciais Teóricos. No primeiro, serão discutidos os trabalhos correlatos que apresentam aspectos relevantes para a pesquisa, enquanto no segundo serão abordadas as teorias que embasam as ações propostas.

Desta forma, na sequência, o texto encontra-se dividido nos seguintes capítulos e suas subseções:

O segundo capítulo apresenta os procedimentos e as considerações da revisão de literatura, realizadas a partir do Estado da Arte, sobre a integração entre PC e RP no ensino da Matemática.

No terceiro capítulo são discutidos os referenciais teóricos acerca dos conceitos balizadores da pesquisa – Aprendizagem Significativa, Andragogia, Resolução de Problemas e Pensamento Computacional –, a fim de evidenciar o olhar dos autores sobre eles.

O quarto capítulo, discorre sobre o caminho metodológico, apresentando métodos e procedimentos que foram adotados para a condução da pesquisa, bem como uma contextualização em relação ao ambiente escolar no qual foi realizada.

No quinto capítulo podemos acompanhar a análise dos dados e os resultados obtidos ao final da intervenção.

O sexto capítulo traz as considerações finais em relação à pesquisa como um todo, refletindo sobre a metodologia empregada nas intervenções, para promover a aquisição das habilidades do Pensamento Computacional e assim, verificar o impacto na aprendizagem de Matemática Discreta.

Para finalizar, apresentamos as referências utilizadas para a condução da pesquisa, seguidas pelos apêndices que complementam os dados.

2 ESTADO DA ARTE

Por questões de organização, optamos por dividir o estudo do referencial teórico em dois capítulos: Estado da Arte e Referenciais Teóricos. No primeiro, serão discutidos os trabalhos correlatos que apresentam aspectos relevantes para a pesquisa, enquanto no segundo serão abordadas as teorias que embasam as ações propostas.

Dessa forma, este capítulo tem por finalidade apresentar uma análise crítica e atualizada do conhecimento existente sobre o tema da dissertação, proporcionando uma visão geral das pesquisas desenvolvidas relacionadas à problemática, bem como identificando lacunas existentes para orientação do estudo a ser realizado.

De acordo com Ferreira (2021):

O estado da arte busca inventariar, fazer um balanço, descrever, mas o sujeito (pesquisador) opera com as informações e dados coletados, recorta e identifica, cruza e une fios, questiona e interpreta por um ponto de partida escolhido por ele, cria uma narrativa plausível e coerente, mutável e inacabada, buscando dar uma organicidade compreensível aos leitores (Ferreira, 2021, p. 09).

Quanto à sua importância, Soares (1989) destaca que “pesquisas desse tipo podem conduzir à plena compreensão ou totalidade do estado atingido pelo conhecimento a respeito de determinado tema – sua amplitude, tendências teóricas, vertentes metodológicas” (Soares, 1989, p. 04). Assim, tem-se no estudo do Estado da Arte, um espaço para reflexão e tomada de decisões em relação aos processos envolvidos na pesquisa, como menciona Messina (1998, p. 01), o Estado da Arte é “um mapa que nos permite continuar caminhando”.

Desta forma, nos textos explorados foram observadas e analisadas as escolhas realizadas quanto à contextualização, ao aporte teórico e à metodologia. No mesmo sentido, foram verificados elementos como justificativa, objetivo geral e resultados obtidos, buscando embasar a relevância da pesquisa em desenvolvimento, bem como evidências de que a abordagem considerada possa, de fato, contribuir para a construção da aprendizagem.

A intenção deste estudo é verificar indícios de que o Pensamento Computacional (PC) possa vir a ser considerado uma ferramenta aliada ao processo de Resolução de Problemas (RP), contribuindo com a Aprendizagem Significativa na Matemática Discreta (MD).

Na sequência, apresentamos a construção da revisão de literatura por meio do Estado da Arte.

2.1 Apresentação do processo de revisão

A construção desse processo ocorreu em dois momentos: a busca por trabalhos realizados em contexto semelhante ao desta proposta (na disciplina de MD) e, posteriormente, em um cenário mais abrangente (pesquisas que investigam a contribuição do PC na RP matemáticos).

Para a elaboração do Estado da Arte, temos como base os procedimentos propostos por Romanowski (2002):

- i. definição dos descritores para direcionar as buscas a serem realizadas;
- ii. localização dos bancos de pesquisas, teses e dissertações, catálogos e acervos de bibliotecas, biblioteca eletrônica que possam proporcionar acesso às coleções de periódicos, assim como aos textos completos dos artigos;
- iii. estabelecimento de critérios para a seleção do material que compõe o corpus do estado da arte; levantamento de teses e dissertações catalogadas;
- iv. coleta do material de pesquisa, selecionado junto às bibliotecas de sistema COMUT ou disponibilizados eletronicamente;
- v. leitura das publicações com elaboração de síntese preliminar, considerando o tema, os objetivos, as problemáticas, metodologias, conclusões, e a relação entre o pesquisador e a área;
- vi. organização do relatório do estudo compondo a sistematização das sínteses, identificando as tendências dos temas abordados e as relações indicadas nas teses e dissertações;
- vii. análise e elaboração das conclusões preliminares (Romanowski, 2002, p.15-16).

Para guiar a busca, a seleção e a organização da literatura relevante para justificar e orientar a pesquisa, foram utilizados, inicialmente, os seguintes descritores: “Matemática Discreta” AND “Pensamento Computacional”, “*Discrete Mathematics*” AND “*Computational Thinking*” e “*Matemáticas Discretas*” AND “*Pensamiento Computacional*”.

Com o intuito de obter informações relevantes, confiáveis e atualizadas, foram consideradas as publicações de teses de doutorado, dissertações de mestrado e artigos científicos publicados em periódicos.

As bases selecionadas para a busca por teses e dissertações foram o banco de teses e dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT).

Quanto aos artigos, foram considerados os periódicos de maior classificação na área de avaliação “Ensino”, com os títulos “Matemática” e “Informática”, de acordo com a plataforma Sucupira (quadriênio 2017-2020). Com o objetivo de expandir os resultados, também foram buscados os artigos disponíveis no *Google Scholar* (em português e inglês).

O Quadro 1 apresenta os periódicos encontrados (com maior classificação na área de ensino) na plataforma Sucupira *online*.

Quadro 1 - Periódicos mais relevantes na área de Matemática e Informática (quadriênio 2017-2020)

TÍTULO	QUALIS	ÁREA	TÍTULO DA BUSCA
Boletim de Educação Matemática (BOLEMA) ISSN: 1980-4415	A1	Ensino	Matemática
Educação Matemática e Pesquisa (EMP) ISSN: 1983-3156	A1	Ensino	Matemática
Revista de investigación en didáctica de las matemáticas (REDIMAT) ISSN:2014-3621	A1	Ensino	Matemática
Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática (RIPEM) ISSN: 2238-0345	A1	Ensino	Matemática
Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa (RELIME) ISSN: 1665-2436	A1	Ensino	Matemática
Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE) ISSN: 1414-5685	A4	Ensino	Informática

Fonte: Elaborado pela pesquisadora, 2024.

Após consultar a plataforma Sucupira, finalizamos o processo de seleção das bases e demos início à pesquisa. Neste momento, o objetivo foi verificar a existência de algum trabalho semelhante ao proposto por esta dissertação. Assim, justifica-se a definição do termo “Matemática Discreta” e não “Matemática” de forma geral.

No Quadro 2, apresentamos os quantitativos após a busca em cada uma das bases especificadas, com um recorte temporal dos últimos cinco anos.

Quadro 2 - Resultado das buscas no período (2020-2024)

IDIOMA	BASE	DESCRITORES	RESULTADOS
Português	CAPEB	“Matemática Discreta” AND “Pensamento Computacional”	0
Português	IBICT	“Matemática Discreta” AND “Pensamento Computacional”	0
Português	BOLEMA	“Matemática Discreta” AND “Pensamento Computacional”	0
Português	EMP	“Matemática Discreta” AND “Pensamento Computacional”	0
Português	REDIMAT	“Matemática Discreta” AND “Pensamento Computacional”	0
Português Inglês Espanhol	RIPEM	“Matemática Discreta” AND “Pensamento Computacional” “Discrete Mathematics” AND “Computational Thinking” “Matemáticas Discretas” AND “Pensamiento Computacional”	0
Português Inglês Espanhol	RELIME	“Matemática Discreta” AND “Pensamento Computacional” “Discrete Mathematics” AND “Computational Thinking” “Matemáticas Discretas” AND “Pensamiento Computacional”	0
Português	RBIE	“Matemática Discreta” AND “Pensamento Computacional”	1
Português	Google Scholar	“Matemática Discreta” AND “Pensamento Computacional”	61
Inglês		“Discrete Mathematics” AND “Computational Thinking”	321
TOTAL			383

Fonte: Elaborado pela pesquisadora, 2024.

Para o primeiro refinamento dos dados, procedeu-se à análise dos títulos, palavras-chave e resumos, verificando quais dos artigos realmente relacionam os termos “Matemática Discreta” e “Pensamento Computacional” (Quadro 3).

Quadro 3 - Resultado após primeiro refinamento de dados

BASE	RESULTADOS ENCONTRADOS	AUTORES
Google Scholar (Português)	<p>1 - Analisando o desenvolvimento do Pensamento Computacional na disciplina Matemática Discreta</p> <p>2 - O desenvolvimento do pensamento computacional a partir do processo de ensino-aprendizagem da Matemática Discreta: uma revisão sistemática da literatura.</p>	<p>Walkiria Helena Cordenonzi José Claudio Del Pino Vanessa Mattoso Cardoso</p> <p>Leandro Daniel Pérez Tamayo, Ivonne Burguet Lago, Walfredo González Hernández, Dunia Reyes Abreu</p>
Google Scholar (Inglês)	<p>1 - Developing Computational Thinking Skills to Foster Student Research: Contemporary Scientific Education Through Modeling and Simulations</p> <p>2 - Teaching Discrete Mathematics to Computer Science Students</p>	<p>Vladimiras Dolgopoloovas et.al</p> <p>Moller, F., O'Reilly, L.</p>

Fonte: Elaborado pela pesquisadora, 2024.

Dos 61 textos encontrados em português, 58 não apresentam relação entre PC e MD em títulos, palavras-chave ou resumos e um trata-se do editorial da RBIE cujo diálogo entre os termos refere-se à apresentação do texto 1 (Quadro 3). Das duas publicações que atendem à busca, a primeira tem, entre os autores, a pesquisadora e a segunda, de autores vinculados à *Universidad de las Ciencias Informáticas*, Havana, Cuba, encontra-se indisponível, permitindo acesso apenas ao resumo.

Da mesma forma, os artigos em inglês resultantes da busca foram explorados (títulos, palavras-chave e resumos) para verificar se a relação entre MD e PC é abordada nos trabalhos. Dessa análise, apenas duas das publicações atenderam ao critério estabelecido (Quadro 3), porém foi possível acessar apenas os resumos. Os artigos completos não se encontram disponíveis.

Considerando a ausência de publicações que abordam exatamente o assunto pesquisado, para dar continuidade à construção do *corpus* deste Estado da Arte, foi necessário repensar os descritores. Assim, a problemática que motiva a pesquisa foi analisada e, considerando que a maior dificuldade percebida nos estudantes se refere à Resolução de Problemas, novas buscas são realizadas tentando responder à pergunta: A integração com o Pensamento Computacional facilita a resolução de problemas matemáticos?

Para a nova busca, mantemos o mesmo recorte temporal e as bases, porém os termos são outros, conforme Quadro 4.

Quadro 4 - Organização da busca PC + RP + EM

IDIOMA	BASE	DESCRITORES
Português	CAPES IBICT BOLEMA EMP REDIMAT RIPEM RELIME RBIE Google Acadêmico	“Pensamento Computacional” AND “Resolução de Problemas” AND “Ensino de Matemática”
Inglês	Google Scholar RIPEM RELIME RBIE	“Computational Thinking” AND “Problem Solving” AND “Mathematics Teaching”

Fonte: Elaborado pela pesquisadora, 2024.

Uma vez redefinidos os descritores, a busca foi realizada da seguinte forma: nos periódicos científicos a busca foi feita manualmente, acessando a base de cada um deles, edição por edição, e selecionando as publicações que estavam de acordo com os descritores. Nas bases de teses e dissertações e no Google, utilizou-se as ferramentas das próprias plataformas, conforme resultados da Tabela 1.

Tabela 1 - Resultados da busca PC + RP + EM

BASE	RESULTADOS OBTIDOS
CAPES	11
BDTD	11
BOLEMA/ REDIMAT/ RIPEM / RELIME	0
EMP	1
RBIE	3
Google Scholar (português)	940
Google Scholar (inglês)	1540
TOTAL	2506

Fonte: Elaborada pela pesquisadora, 2024.

Assim como no primeiro momento, foi realizado um refinamento inicial desses dados, a partir da análise dos títulos, palavras-chave e resumos. Os novos descritores possibilitaram o acesso a um quantitativo considerável de publicações, de acordo com os buscadores das plataformas.

Sendo assim, os critérios para seleção daqueles que, de fato, possuem potencial colaboração com a pesquisa foram estabelecidos. Nesse sentido, buscamos, nos textos, elementos que possibilitaram apontar a relevância do tema a ser pesquisado e outros que viessem a auxiliar na tomada de decisões no que tange à execução da investigação.

Para tal finalidade, os critérios de seleção das produções foram pensados visando auxiliar na identificação dos quatro aspectos (A): A1 - Por que inserir PC no contexto da resolução de problemas matemáticos; A2 - A forma com que o PC é inserido na disciplina de Matemática; A3 - Como está sendo avaliada a aprendizagem quando a resolução de problemas é feita a partir da interlocução com o PC; e A4 - Quais os impactos na formação do estudante. Desta forma, foram estabelecidos os seguintes critérios, apresentados no Quadro 5.

Quadro 5 - Critérios para seleção dos textos

CRITÉRIOS DE INCLUSÃO (CI)	CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO (CE)
<p>CI1 – trabalhos que promovam a resolução de problemas por meio do PC.</p> <p>CI2 – trabalhos que apresentam estudo de caso ou pesquisa ação, ou pesquisa participante.</p> <p>CI3 – propostas que analisam a aprendizagem dos estudantes.</p> <p>CI4 – pesquisas que analisam o impacto do PC na resolução de problemas matemáticos.</p>	<p>CE1 – estudos meramente teóricos.</p> <p>CE2 – trabalhos que não apresentam, claramente, a relação entre PC e RP.</p> <p>CE3 – trabalhos cujo foco esteja voltado para tecnologias educacionais ou disseminação do PC e não a capacidade de resolver problemas.</p>

Fonte: Elaborado pela pesquisadora, 2024.

Antes de apresentarmos os dados, após essa investigação, torna-se importante destacar que quando se fala de resolução de problemas refere-se a como resolver problemas e não à metodologia da aprendizagem por meio de problemas.

Outro fato a ser esclarecido é referente ao número de trabalhos examinados das bases do Google: devido ao grande número de ocorrências, foram explorados os 30 trabalhos mais relevantes, de cada idioma, de acordo com o filtro da própria base. Este limite foi estabelecido após verificação de que os trabalhos seguintes foram se distanciando dos objetivos da busca, quanto à pertinência e abrangência do tema.

Nos Quadros 6 e 7 figuram os textos acadêmicos encontrados em cada base, que apresentam nos resumos, elementos que sugerem a contemplação dos critérios de inclusão e a ausência dos critérios de exclusão¹.

¹ Abreviaturas utilizadas no quadro: D – doutorado, M – mestrado acadêmico e para MP – mestrado profissional.

Quadro 6 - Teses e dissertações selecionadas

BASES			BTD/CAPES - BDTD/IBICT	
Ano	Nível	Programa/ Instituição	Título	Autor
2020	MP	PROFMAT/CCT/ UFCG	O Pensamento Computacional como ferramenta de Resolução de Problemas de Matemática	Teófilo Vitorino da Silva
2020	M	PPGECM/ UNICSUL	Contribuições do Pensamento Computacional no aprendizado da resolução de situações-problema no campo aditivo	Júlio César Romero
2021	D	PPGECM/ UFN	Pensamento Computacional articulado à Resolução de Problemas no Ensino para Formação Inicial de Professores de Matemática: uma abordagem a partir da Teoria de Robbie Case	Ana Paula Canal
2021	MP	PROFMAT/ UFSM	O pensamento computacional na prática: uma experiência usando python em aulas de matemática básica	Leomir Augusto Severo Grave

Fonte: Elaborado pela pesquisadora, 2024.

Quadro 7 - Artigos selecionados

ANO	TÍTULO	AUTOR(ES)	LOCAL DE PUBLICAÇÃO
2023	Utilização de atividades de Pensamento Computacional aplicado à resolução de problemas nas aulas de Matemática	Roberta Veloso Garcia Anne Caroline Cabral Rodrigues Cortez	Revista Interdisciplinar de Tecnologias na Educação [RINTE] – Vol. 9 nº 1 Ed. Especial: IX SEC Simpósio de Ensino de Ciências
2023	Pensamento Computacional Desplugado e Divisão Euclidiana na Matemática da Educação Básica	Janice Teresinha Reichert Fernanda Paula Wappler	Anais do XXIX Workshop de Informática na Escola

Fonte: Elaborado pela pesquisadora, 2024.

Após a seleção das produções científicas listadas nos Quadros 6 e 7, procedemos com a etapa de fichamento e análise dos textos. O fichamento consistiu em registrar informações relevantes de cada texto. Além disso, realizou-se uma análise minuciosa dos textos com o intuito de buscar respostas para os questionamentos apresentados neste estado da arte.

2.2 Síntese e análise das produções científicas

Após a leitura atenta das produções científicas selecionadas, os dados foram estruturados de duas maneiras distintas. A primeira consistiu na síntese para cada trabalho, contendo o título, os autores, o ano de publicação e o objetivo geral da pesquisa. Essa síntese encontra-se organizada no Quadro 8, para facilitar a visualização e comparação das informações entre os diferentes estudos.

Quadro 8 - Síntese das produções selecionadas pela revisão de literatura

TÍTULO	AUTOR / ANO	NÍVEL DE APLICAÇÃO	OBJETIVO
O Pensamento Computacional como ferramenta de Resolução de Problemas de Matemática	Silva (2020)	Ensino Médio (1º ano)	Propor uma intervenção pedagógica que pretende investigar a relação entre o desempenho dos alunos e a quantidade de competências do PC presentes em problemas de Matemática.
Contribuições do Pensamento Computacional no aprendizado da resolução de situações-problema no campo aditivo	Romero (2020)	Ensino Fundamental I (4º ano)	Investigar se os alunos, valendo-se dos processos do Construtivismo de Jean Piaget seguidos pelo Construcionismo de Seymour Papert, se motivam a participar de atividades lúdicas de acordo com suas respectivas idades e que estimulem o desenvolvimento do PC e seus conceitos.
Pensamento Computacional articulado à Resolução de Problemas no Ensino para Formação Inicial de Professores de Matemática: uma abordagem a partir da Teoria de Robbie Case	Canal (2021)	Ensino Superior (formação de professores)	Analisar como o PC articulado à resolução de problemas, conforme a teoria de Robbie Case, no ensino, pode contribuir para a formação inicial de professores de Matemática.
O Pensamento Computacional na prática: uma experiência usando python em aulas de matemática básica	Grave (2021)	Ensino Fundamental II (7º ano)	Estudar alternativas para introduzir a programação juntamente com o PC nas aulas de Matemática em uma turma da educação básica, tendo como aporte teórico a metodologia de resolução de problemas de George Polya e as estratégias de resolução de problemas baseadas no PC.
Utilização de atividades de Pensamento Computacional aplicado à resolução de problemas nas aulas de Matemática	Garcia e Cortez (2023)	Ensino Fundamental I (4º ano)	Analisar os benefícios do uso de atividades baseadas no Pensamento Computacional para desenvolver habilidades relacionadas à resolução de problemas na Matemática
Pensamento Computacional Desplugado e Divisão Euclidiana na Matemática da Educação Básica	Reichert e Wappler (2023)	Ensino Fundamental II (6º ano)	Investigar as possíveis contribuições da aplicação de uma sequência de atividades no desenvolvimento do PC, desplugado, e no desempenho dos estudantes na resolução de problemas matemáticos que envolvam o objeto de conhecimento divisão euclidiana.

Fonte: Elaborado pela pesquisadora, 2024.

Prosseguindo com a exploração das publicações, examinamos os textos em busca dos aspectos considerados relevantes para dar continuidade à pesquisa, seja para identificar padrões, limitações ou lacunas a serem preenchidas. Os resultados foram então organizados de acordo com cada aspecto mencionado nos critérios de seleção das produções.

A1 – Por que inserir PC no contexto da resolução de problemas matemáticos

As pesquisas realizadas por Silva (2020), Romero (2020) e Grave (2021) foram motivadas pela necessidade de repensar métodos e técnicas pedagógicos, na tentativa de melhorar a aprendizagem da Matemática dos estudantes da Educação Básica, justificando-se, entre outros, pelos preocupantes índices obtidos pelos estudantes em avaliações como do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA).

Quanto às pesquisas de Canal (2021) e de Garcia e Cortez (2023), as autoras demonstram preocupação em relação ao papel da escola e do professor em uma sociedade tecnológica. Ao observar as novas exigências do mercado de trabalho, cada vez mais tecnológico, apontam a necessidade de a escola estar em constante mudança para acompanhar as transformações sociais.

Em sua dissertação, Silva (2020) aposta na interlocução com o Pensamento Computacional devido à comparação entre as competências abordadas por ele e as que são necessárias para o estudo da Matemática. Para Romero (2020), a escolha do PC é justificada por acreditar na sua possível contribuição na construção do raciocínio matemático no que diz respeito ao desenvolvimento de habilidades e competências necessárias aos estudantes durante todo o período escolar.

Grave (2021), ao analisar as questões propostas pelo PISA, identifica que a maioria delas explora a resolução de problemas. O autor também lança um olhar sobre a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que sugere o desenvolvimento do PC nas aulas de Matemática, tornando-as mais integradas e aplicadas à realidade. A decisão de abordar as habilidades desenvolvidas pelo PC na resolução de problemas é justificada, nesse cenário, pela semelhança com a proposta de Polya (1945).

Canal (2021) reflete sobre a importância das habilidades desenvolvidas pelo PC para que os cidadãos estejam preparados para atuarem ativamente na sociedade. Por acreditar que a atuação profissional dos futuros professores reflete o processo de sua formação e que estes precisam estar preparados para atender às novas demandas, defende o estudo do PC em licenciaturas.

Garcia e Cortez (2023), analisando sobre as demandas decorrentes do avanço tecnológico, percebem no PC um potencial aliado na formação social dos estudantes, que precisam saber lidar e resolver problemas. Acreditam que o desenvolvimento das habilidades do PC auxilia desde a interpretação de um problema até as capacidades cognitivas de abstração.

Reichert e Wappler (2023) não partem de uma problemática, mas sim da intenção de investigar as possíveis contribuições que o uso de atividades desplugadas (sem o uso de computadores ou dispositivos eletrônicos) apresentam no desenvolvimento do PC, bem como na aprendizagem dos estudantes quanto à resolução de situações problemas envolvendo a divisão euclidiana.

A2 – Forma de inserção do PC na Matemática

A partir dos trabalhos selecionados, é possível observar propostas de integração do Pensamento Computacional (PC) na resolução de problemas matemáticos em diferentes níveis de ensino: fundamental (I e II), médio e superior. Cabe destacar que o intervalo correspondente ao recorte temporal para a coleta de dados compreendeu o período de isolamento social decorrente da pandemia da COVID-19.

Em março de 2020, sem planejamento prévio, a sociedade brasileira obrigou-se a fechar as portas das escolas para a presença física dos estudantes, buscando desenvolver novas alternativas para a oferta de atividades educacionais não presenciais. A inevitável improvisação da oferta de atividades educacionais remotas, com ou sem suporte de modernas tecnologias de informação e comunicação, corajosamente assumida pelo conjunto dos educadores brasileiros, de todos os níveis e modalidades de educação e ensino, buscou garantir, da melhor forma possível, a manutenção dos melhores níveis possíveis de aprendizagem de seus educandos (Brasil, 2021, p. 5-6).

As três pesquisas de dissertações foram afetadas pelas limitações impostas pela pandemia, exigindo adaptações nas propostas iniciais de acordo com a realidade de cada escola. Portanto, é importante entender o contexto no qual cada pesquisador estava inserido antes de analisarmos a implementação do PC na disciplina.

Romero (2020) realizou sua pesquisa com 13 estudantes do 4º ano, em uma escola municipal de ensino fundamental no estado de São Paulo. A organização para o seguimento das atividades letivas se deu da seguinte forma: os professores preparavam material semanalmente, que era impresso pela escola e retirado pelos pais. No horário de aula, ficavam disponíveis via *WhatsApp* para auxiliar os estudantes em suas dúvidas.

Grave (2021) partiu da realidade de uma escola privada no Rio Grande do Sul, na qual as aulas ocorreram de forma remota através da plataforma *Google Meet*. O autor realizou sua investigação com 25 alunos de uma turma do 7º ano do ensino fundamental, da qual era regente da disciplina de Matemática. Sua proposta envolveu o desenvolvimento do PC a partir da programação na linguagem *Python*, contando com o suporte da plataforma *Google Colab* para o desenvolvimento dos programas.

Enquanto isso, Silva (2020) desenvolveu uma sequência didática visando estimular a resolução de problemas por meio do PC no contexto do ensino médio. Como sujeitos de sua pesquisa, elegeu alunos de duas turmas do 1º ano de um instituto federal no estado de Pernambuco (grupo de controle e grupo experimental). Suas intervenções, definidas para ocorrerem durante quatro semanas, foram interrompidas após a segunda, em decorrência do cancelamento do ano letivo.

Apresentada a realidade com a qual cada pesquisador se deparou, exigindo adaptação das pesquisas que foram pensadas para o ensino presencial, partimos para a forma como cada um desenvolveu suas atividades.

Romero (2020), que não é professor na escola, conduziu 8 atividades durante os horários disponíveis para a disciplina de Matemática. Além do material impresso, elaborado de forma lúdica, o autor criou vídeos explicativos disponibilizados via grupo de *WhatsApp*, compartilhados com a professora regente e os responsáveis pelos estudantes. Após receberem os vídeos, os estudantes foram apresentados a situações-problema. As atividades, adaptadas ao nível dos estudantes, foram

planejadas independentemente da sequência de conteúdos prevista na ementa. Elas foram desenvolvidas com base no conhecimento sobre números decimais, já habituais aos alunos, e incluíram uma discussão sobre a relação entre computadores e números, introduzindo o sistema binário.

Grave (2021) utilizou 30 minutos semanais de suas aulas para realizar a pesquisa, num total de 5 encontros. No primeiro encontro, o pesquisador realizou uma introdução quanto à utilização da plataforma e da linguagem de programação utilizadas. Nos demais, durante o momento síncrono, desenvolveu o conteúdo e, no assíncrono, encaminhou atividades (situações-problema do livro didático), solicitando que fossem resolvidas por meio da programação. As atividades envolveram os conteúdos de áreas de figuras planas e probabilidade. Diferentemente do anterior, este estudo foi incorporado às aulas previstas para a disciplina.

Silva (2020) afirma não ter conseguido concluir suas intervenções devido à suspensão do ano letivo. Suas atividades estavam previstas para ocorrerem durante suas aulas, abordando o conteúdo de probabilidade. Sua ideia era de que após a explicação do conteúdo, os estudantes receberiam duas listas (com quatro situações-problema cada), uma para ser resolvida durante a aula e outra em casa. O autor criou um banco de questões com problemas retirados de provas como do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), Olimpíadas de Matemática e outras de sua autoria. Cada lista foi pensada de forma que os problemas fossem aumentando gradativamente, semanalmente, as habilidades do PC envolvidas para sua resolução.

Enquanto isso, Canal (2021) conduziu suas intervenções de forma presencial no curso de Licenciatura em Matemática de uma universidade privada no estado do Rio Grande do Sul, onde a pesquisadora é docente. Através da oferta de uma disciplina optativa, denominada Atividade Curricular Complementar, ministrada pela pesquisadora e sem custos aos estudantes, intitulada “Pensamento Computacional e Ensino de Matemática: uma abordagem sobre padrões”, participaram um aluno do 4º e três do 6º semestre.

Foram abordados padrões e regularidades com o Pensamento Computacional, utilizando a linguagem de programação *Python*, o pacote *Python Turtle* e a computação desplugada com a Máquina de *Turing*. Desta forma, não

temos o PC integrado ao contexto de uma disciplina curricular, mas sim em uma proposta desenvolvida para o estudo.

Na proposta apresentada por Garcia e Cortez (2023), não está explicitado se a pesquisa foi realizada durante uma disciplina curricular, seguindo a ementa, ou de forma isolada. A atividade foi conduzida com uma turma de 4º ano do Ensino Fundamental de uma escola privada no estado de São Paulo e compreendeu 3 etapas, abordando deslocamento e localização espacial.

Na primeira etapa, foi aplicado um teste com o intuito de avaliar o conhecimento prévio dos alunos sobre o tema e a forma como estruturam o pensamento e o transferem para o papel. Na segunda etapa, foram propostas situações-problema desplugadas (através de desenho) e plugadas (através de um jogo), nas quais os alunos exercitaram processos de decomposição, identificando semelhanças e diferenças em problemas já vivenciados e relacionando-os com a nova situação trabalhada. Na terceira etapa, foi aplicado um teste de avaliação objetivando analisar os benefícios das atividades relacionadas aos conceitos do Pensamento Computacional.

A investigação relatada por Reichert e Wappler (2023) ocorreu na componente curricular de Matemática durante as aulas de uma das pesquisadoras. Participaram 33 alunos do 6º ano do Ensino Fundamental (2 turmas) e as atividades foram realizadas ao longo de 13 encontros, abordando a divisão euclidiana e os múltiplos divisores de um número natural, presentes na ementa da disciplina. Os encontros foram divididos em três etapas: questionário inicial (atividade de sondagem), atividades de intervenção (abordando o conteúdo a ser desenvolvido e estimulando o desenvolvimento das habilidades do PC) e questionário final.

A3 – Avaliação da aprendizagem quanto a resolução de problemas

Romero (2020) organizou sua coleta de dados através de uma medida pré-teste, um procedimento e uma medida pós-teste. Os alunos trabalharam em trios visando a troca de informações e discussão de ideias. Os resultados foram analisados de forma interpretativa e quantificados com o objetivo de constatar ou não, as contribuições do PC no aprendizado da resolução de situações-problema no campo aditivo. Embora o desempenho dos estudantes tenha sido analisado em cada

atividade proposta, a avaliação final é obtida a partir de um comparativo entre os resultados do pré-teste e do pós-teste.

Grave (2021) avaliou o processo de aprendizagem dos estudantes de forma análoga à realizada por Romero (2020): a partir da interpretação dos códigos gerados pelos estudantes, constatou as habilidades do PC empregadas e a correta resolução do problema proposto.

Conforme relatado anteriormente, Silva (2020) não conseguiu concluir suas intervenções, ou seja, não houve a avaliação. No entanto, sua proposta avaliativa consistia em analisar se o aumento gradual do número de competências do PC estimuladas em um problema melhora o desempenho dos estudantes em relação à sua resolução.

Canal (2021), em sua tese, utilizou-se principalmente da teoria de Robbie Case (1989) por permitir o aprofundamento da investigação sobre as estratégias de solução elaboradas para resolver os problemas, constatar os conceitos construídos e aplicados pelos futuros professores, bem como expor as relações definidas entre os conceitos e suas formas de representação.

Garcia e Cortez (2023) avaliaram sua intervenção através da comparação entre um pré-teste e um pós-teste. Os testes inicial e de avaliação contaram com cinco questões, sendo três objetivas de múltipla escolha e duas dissertativas.

A análise dos dados obtidos nas questões de múltipla escolha foi realizada quantitativamente, considerando acertos e erros, observando ainda se utilizaram algum recurso para traçar o caminho previamente, demonstrando planejamento e organização do pensamento na execução. A análise das questões dissertativas foi realizada através de categorias: (1) Conseguiu utilizar os dados do problema corretamente, (2) Utilizou os dados parcialmente e (3) Não conseguiu usar os dados corretamente, mas entendeu o contexto.

Reichert e Wappler (2023) avaliaram a aprendizagem dos estudantes a partir da análise de conteúdo de Bardin (1977), de acordo com as categorias: Protagonismo dos estudantes; Uso adequado dos pilares do PC; Entendimento do objeto do conhecimento (divisão euclidiana). Examinaram os dados apresentados nos questionários (inicial e final) respondidos pelos participantes, bem como as observações feitas durante a aplicação das atividades de intervenção.

A4 – Impactos na formação dos estudantes

Romero (2020), ao comparar os resultados do pré-teste, por meio da análise de conteúdo, com os do pós-teste, observou uma significativa melhora na compreensão dos alunos sobre a resolução de problemas. O autor destaca que as atividades aplicadas em ambas as situações possuíam os mesmos parâmetros.

Grave (2021) percebeu que ao seguir a proposta de Polya (1945) para a resolução de problemas, aliada às habilidades do PC, os estudantes conseguiram estruturar melhor suas resoluções, organizando suas estratégias e demonstrando mais autonomia. A utilização da programação, na visão dos estudantes, tornou as situações-problema mais “concretas”, despertando o interesse em ir além do solicitado.

Canal (2021) evidencia a contribuição do PC para a resolução de problemas na formação inicial de professores de Matemática. A autora acredita que uma abordagem de resolução coerente com o contexto em que se vive favorece a preparação dos cidadãos, futuros professores, para atuar na sociedade.

Embora a dissertação de Silva (2020) não tenha apresentado resultados, justifica-se sua permanência no *corpus* deste estado do conhecimento devido à relevância do material produzido pelo autor, bem como suas pesquisas.

Garcia e Cortez (2023) concluíram que o PC possibilita a formação de habilidades do pensamento, oportunizando experiências e vivências que estabelecem pensamentos complexos, criando estruturas mentais para a organização do pensamento e do raciocínio, necessárias para auxiliar a construção dos conhecimentos e de capacidades cognitivas.

Ao passo que, Reichert e Wappler (2023), ao analisar as respostas do questionário final, verificaram avanços significativos no conhecimento sobre os pilares do PC e no desempenho dos estudantes na resolução de problemas sobre divisão euclidiana.

2.3 Considerações sobre o estudo do Estado da Arte

A realização deste estudo permitiu identificar a crescente incorporação de atividades que promovem o desenvolvimento das habilidades do PC no cotidiano escolar, independentemente da etapa. Através das publicações selecionadas, podemos perceber a viabilidade da adaptação das propostas envolvendo o PC à faixa etária dos estudantes e ao conteúdo a ser explorado. Ao analisar as motivações para a realização das pesquisas, confirmou-se a importância de desenvolver as habilidades para a resolução de problemas, seja pelas demandas do mercado de trabalho ou para a formação cidadã.

George Polya (1945), em seu livro “A arte de resolver problemas”, propõe uma estrutura lógica e ordenada para a análise e resolução de problemas (RP). Autores como Silva (2020) apontam a semelhança entre a estrutura sugerida com a proposta pelo PC. Esta semelhança será abordada na discussão acerca do aporte teórico desta pesquisa, uma vez que acreditamos que o PC venha a adaptar sistematização de Polya às necessidades da sociedade atual.

Nas intervenções propostas, podemos observar o desenvolvimento do PC tanto desplugado quanto plugado. Quanto à análise dos resultados, o único diferencial percebido foi que na abordagem por meio de programação ou jogo digital há relatos de maior motivação e interesse dos estudantes. Por outro lado, salienta-se, dentro do contexto educacional do Brasil, maior viabilidade do trabalho desplugado.

Ainda nesse sentido, ao explorar as produções para a seleção do *corpus* deste estudo, percebemos que muitos autores consideram o PC como sinônimo de programação, desenvolvendo estudos que visam a inserção da robótica, ou linguagem de programação em geral, no ambiente escolar. Esse foi um dos critérios de exclusão e representou uma redução significativa no quantitativo dos textos selecionados.

No delineamento metodológico, as investigações foram predominantemente qualitativas. Para a interpretação dos dados, temos o estudo de caso, a análise de conteúdo e a pesquisa-ação. Embora haja variação quanto à técnica utilizada para a análise dos dados, bem como nos instrumentos de coleta, nas publicações não ficou tão evidente as diferenças nos processos realizados.

Os resultados apresentados em todos os estudos, exceto o de Silva (2020) que não foi concluído, apontam para a contribuição das habilidades desenvolvidas por meio do PC com a RP, em diferentes cenários, o que nos motivou a seguir com a ideia da pesquisa.

Desta forma, uma vez confirmada a relevância do estudo tanto para o contexto escolar quanto social, aliada aos indícios de contribuição dessa interlocução para a RP e conseqüentemente a construção de uma Aprendizagem Significativa, de seguimento à pesquisa. Assim, os teóricos que sustentam os estudos explorados, seja em relação ao PC ou à RP, seguem dialogando com a pesquisa, durante a análise dos referenciais teóricos, que dá seqüência ao texto.

3 REFERENCIAIS TEÓRICOS

Este capítulo tem a finalidade de fornecer um embasamento conceitual e teórico para a compreensão da proposta deste estudo. Nessa perspectiva, recorreremos ao objetivo desta pesquisa: Analisar de que forma a integração do Pensamento Computacional, como ferramenta para Resolução de Problemas, influencia o processo de aprendizagem na disciplina de Matemática Discreta.

Após examinarmos os elementos envolvidos nesse propósito, identificamos que as ações desta investigação se fundamentam em quatro bases teóricas: Aprendizagem Significativa, Andragogia, Resolução de Problemas e Pensamento Computacional. Enquanto as duas primeiras estão centradas na construção da aprendizagem desejada para os estudantes, sujeitos desta pesquisa, e na forma como eles aprendem, a Resolução de Problemas (RP) se destaca como a questão motivadora para a intervenção.

Por sua vez, o Pensamento Computacional (PC) emerge como o cerne deste estudo, representando a ferramenta com potencial contribuição para a RP na disciplina de Matemática Discreta (MD), aliada à construção de uma Aprendizagem Significativa.

A fim de organizar as discussões deste capítulo, para uma apresentação mais clara de como foi construída a base desta pesquisa, optamos por dividi-lo em duas seções: a construção da aprendizagem e a resolução de problemas.

3.1 A construção da aprendizagem

A construção da aprendizagem pode ser descrita como um processo complexo que ocorre quando os aprendizes interagem com o mundo ao seu redor, interpretam informações, modificam suas ideias e constroem novas compreensões sobre determinado assunto (Werneck, 2006).

Esta seção foi construída a partir da busca pela compreensão do perfil do sujeito: quem é e como aprende, na tentativa de propiciar um ambiente que favoreça a construção da sua aprendizagem.

Ao pesquisarmos sobre a construção do conhecimento, evidenciamos a existência de diversos pontos de vista, uma vez que a aprendizagem tem sido objeto de estudo de diferentes correntes teóricas ao longo do tempo.

O behaviorismo, por exemplo, representado por nomes como Skinner (1904-1990), enfatiza a associação entre estímulos e respostas como forma de aprendizagem. Já o cognitivismo, com teóricos como Piaget (1896-1980) e Ausubel (1918-2008), foca no processamento da informação e na construção do conhecimento.

Piaget (1973) propôs que a aprendizagem é construída por meio de estágios de desenvolvimento cognitivo. Afirma que as crianças desenvolvem conceitos ao interagir com o ambiente, passando por processos de assimilação (incorporando novas informações em estruturas existentes) e acomodação (alterando as estruturas mentais para adaptar-se às novas informações). Sua teoria sugere que o conhecimento não é transmitido, mas construído pelo aprendiz.

O construtivismo, por sua vez, com destaque para Vygotsky (1896 -1934), valoriza o papel da interação social e da mediação no processo de aprendizagem, introduzindo conceitos como a zona de desenvolvimento proximal. Vygotsky (1986) argumenta que a construção do conhecimento é socialmente mediada.

Ele destacou a importância da interação social e do contexto cultural na aprendizagem, introduzindo conceitos como a “zona de desenvolvimento proximal” (ZDP), onde a aprendizagem ocorre com a mediação de outros, como professores ou colegas. O uso de ferramentas culturais, como a linguagem, também desempenha um papel essencial na construção de conhecimento (Argento, 2021).

Para o educador Dewey (1979) essa construção é um processo experimental e prático. Ele argumentou que a aprendizagem ocorre por meio da experiência e da resolução de problemas reais, conectando teoria e prática de forma significativa (Santos; Oliveira; Paiva, 2022).

Bruner (1973) propôs que os alunos constroem o conhecimento de forma ativa ao explorar e descobrir conceitos, enfatizando que a aprendizagem é um processo dinâmico e interativo. Ele também argumentou que a instrução deve ser estruturada de modo que os aprendizes possam construir seu próprio entendimento em camadas, conforme seu desenvolvimento (Silva; Gomes, 2017).

Destacamos que a intenção desta seção não é a de promover uma discussão aprofundada acerca da construção do conhecimento, mas sim a de descrever o percurso percorrido até adotarmos as teorias que embasam nossas ações. Desta forma, trouxemos algumas teorias, e autores, que foram “visitados” para que pudéssemos entender o sujeito dessa pesquisa quanto à sua aprendizagem.

Nessa trajetória, deparamo-nos com a não ainda citada, Teoria da Andragogia (Knowles) que lança um olhar sobre a aprendizagem do adulto, sujeito dessa investigação. Assim, tornou-se importante considerarmos um aprofundamento nos pressupostos de tal teoria.

No que diz respeito ao aprendizado, buscamos superar as barreiras entre as disciplinas, fomentando a construção de um conhecimento duradouro e contínuo, tanto profissional quanto pessoal para o estudante, para tal recorreremos à teoria da Aprendizagem Significativa (Ausubel, 1968).

Na sequência, essas teorias serão exploradas, visando buscar convergências a fim de delinear a metodologia adotada para a condução das intervenções objetivando proporcionar um ambiente, e um material, que torne viável o desenvolvimento das habilidades do Pensamento Computacional e sua integração à resolução de problemas em Matemática Discreta.

3.1.1 Andragogia: teoria da aprendizagem de adultos

Em 1833, Alexander Kapp, professor alemão, introduz o termo andragogia em seu livro *“Platon’s Erziehungslehre”* (Ideias Educacionais de Platão), descrevendo a necessidade de aprender ao longo da vida.

Os estudos de Beck (2015) sobre a teoria de Kapp, sinalizam que a aprendizagem ao longo da vida implica em autorreflexão e objetivos claros. O autor destaca ainda que Kapp não desenvolve as teorias ou os pressupostos andragógicos, mas justifica a prática da Andragogia (ensinar para adultos) como uma necessidade de uma educação voltada para o público adulto.

Pouco tempo após a publicação de Kapp, o termo caiu em desuso, ressurgindo, em 1921, nas obras do também alemão, Eugen Rosenstock, e em 1926, do americano Eduard Lindeman, que sustentava que a educação de adultos deveria

ser fundamentada nas necessidades e interesses do mundo adulto: “A experiência é o livro-texto vivo do adulto aprendiz” (Lindeman, 1926 *apud* Soek; Haracemiv, 2021, p. 04). O autor estabelece quatro princípios para a educação de adultos:

A educação é vida, e não para vida; a educação de adultos gira em torno de ideias não exclusivamente profissionais; o enfoque da educação de adultos será colocada no caminho das situações da vida e não em temas ou conteúdos; o recurso mais importante da educação de adultos são as experiências de vida (*ibidem*).

Discípulo de Lindeman, Malcom Knowles (1913-1997) publicou em 1968 seu primeiro artigo usando o termo “andragogia”, popularizando-se em 1970 com a publicação do livro “*The Modern Practice of Adult Education*” (A prática moderna da Educação de Adultos), no qual o autor apresenta o conceito como a arte e a ciência de orientar o adulto a aprender. Sua obra contribuiu significativamente para a compreensão e o desenvolvimento da teoria, fazendo dele uma referência mundial para a educação de adultos (EA) e sendo considerado o “pai” da andragogia.

Em 1973, ele expandiu suas ideias sobre a andragogia e o processo de aprendizagem de adultos, apresentadas no livro “*The adult learner: a neglected species*” (O aprendiz adulto: uma espécie negligenciada). Na obra, ele sugere a proposta de desenho do processo andragógico à EA, conhecido como “Ciclo andragógico de Knowles”. Este ciclo é subdividido em sete fases sequenciais e progressivas, sendo:

[...] primeira, a criação de um clima que favoreça a aprendizagem; segunda, o estabelecimento de uma estrutura organizativa que permita a participação do adulto no planejamento; terceira, o diagnóstico das necessidades de aprendizagem; quarta, a formulação dos objetivos das aprendizagens; quinta, a concepção de um desenho ou roteiro de atividades; sexta, a operacionalidade efetiva das atividades; e sétimo, a reavaliação do diagnóstico de necessidades de aprendizagem, que poderá reconduzir o adulto a um novo ciclo (Knowles, 1980 *apud* Barros, 2018, p. 06).

Knowles ampliou o modelo andragógico de Lindeman e propôs um novo, baseado nos seguintes princípios.

Autonomia: o adulto sente-se capaz de tomar suas próprias decisões (auto administrar-se) e gosta de ser percebido e tratado como tal pelos outros. **Necessidade:** esse pressuposto está relacionado àquilo que, para o indivíduo, apresenta-se como algo necessário ao seu dia a dia, seu cotidiano. Um saber descomplicado, sem métodos específicos, apenas aquilo que representa o conhecimento adequado para suprir sua necessidade, que geralmente, é imediata ou a curto prazo. **Experiência:** a experiência acumulada pelos adultos oferece uma excelente base para o

aprendizado de novos conceitos e novas habilidades. **Prontidão para a Aprendizagem:** o adulto tem maior interesse em aprender aquilo que está relacionado com situações reais de sua vida. **Aplicação da Aprendizagem:** as visões de futuro e tempo do adulto levam-no a favorecer a aprendizagem daquilo que possa ter aplicação imediata, o que tem como corolário uma preferência pela aprendizagem centrada em problemas em detrimento de uma aprendizagem centrada em áreas de conhecimento. **Motivação para Aprender:** os adultos são mais afetados pelas motivações internas que pelas motivações externas. Vale lembrar que as motivações externas estão ligadas seja ao desejo de obter prêmios ou compensações seja ao desejo de evitar punições; motivações internas estão ligadas aos valores e objetivos pessoais de cada um (Beck, 2015, p. 01, grifo do autor).

Noffs e Rodrigues (2011) enfatizam o protagonismo do estudante no modelo de educação andragógica:

[...] os alunos participam das diversas fases do processo de ensino-aprendizagem, no diagnóstico das necessidades educativas, na elaboração de plano, no estabelecimento de objetivos e nas formas de avaliações a partir do que foi definido no diagnóstico educativo. A metodologia é voltada para a participação ativa dos alunos com uma organização curricular flexível, visando atender às especificidades de cada adulto (Noffs; Rodrigues, 2011, p. 284).

Os estudos sobre a andragogia destacam a importância da relevância e da aplicabilidade do conhecimento para os adultos, reconhecendo que eles tendem a se engajar mais efetivamente na aprendizagem quando percebem que o conteúdo é relevante para suas vidas, experiências e objetivos. Da mesma forma, ao aluno é permitido, e incentivado, assumir o papel de protagonista do processo de ensino e aprendizagem, levando para a escola suas vivências, necessidades e aspirações.

Compreendido o perfil do aprendiz adulto, a partir de Knowles (1973), exploraremos a teoria da Aprendizagem Significativa a fim de construir um cenário favorável à construção do conhecimento para o sujeito dessa pesquisa.

3.1.2 A teoria da Aprendizagem Significativa

David Ausubel (1918-2008), psicólogo e educador, teve sua infância marcada por uma escola opressora, baseada em castigos. Em sua percepção, “[...] a escola é um cárcere para meninos. O crime de todos é a pouca idade e por isso os carcereiros lhes dão castigos” (Ausubel, 1968, p. 31).

Esse descontentamento com a educação conservadora que havia recebido fez com que Ausubel direcionasse seu olhar para a construção do conhecimento. Para o autor, a aprendizagem mecânica, predominante na época, resulta em uma retenção superficial e temporária do conhecimento, além de não promover uma compreensão profunda sobre os conceitos. Em contraponto, propõe uma teoria cognitivista que relaciona os mecanismos internos que ocorrem na mente humana com o aprendizado e a estruturação do conhecimento.

Em 1968, ele apresenta, através da obra *“The Psychology of Meaningful Verbal Learning”*, a teoria da Aprendizagem Significativa. Nesta proposta, defende que a aprendizagem só se torna significativa e duradoura se desenvolvida a partir de conhecimentos prévios já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz (os chamados subsunçores), servindo como “pontos de ancoragem” para novas informações. Nesse sentido, Moreira (2010) afirma que:

É importante reiterar que a Aprendizagem Significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não literal e não arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva (Moreira, 2010, p. 02).

Para que essa interação seja potencial a fim de se tornar significativa, alguns elementos precisam ser assegurados: predisposição (interesse) do estudante para aprender, disponibilidade dos subsunçores necessários em sua estrutura cognitiva e suporte de um material que conduza o processo, conforme reforça Moreira (2016):

Para que a aprendizagem possa ser significativa, o material deve ser potencialmente significativo e o aprendiz tem que manifestar disposição para aprender. A primeira dessas condições implica que o material tenha significado lógico e que o aprendiz tenha disponíveis, em sua estrutura cognitiva, subsunçores específicos com os quais o material seja relacionável (Moreira, 2016, p. 25).

Quanto à origem dos subsunçores, Ausubel apresenta duas possibilidades: a) na aprendizagem mecânica – que embora armazene informações de forma arbitrária, à medida que as relações são trabalhadas podem formar subsunçores, expandindo para um ponto de ancoragem; b) a partir de organizadores prévios – material introdutório que deve servir de âncora provisória, ligando o que o estudante já sabe com o que deve aprender (Ausubel, 2003).

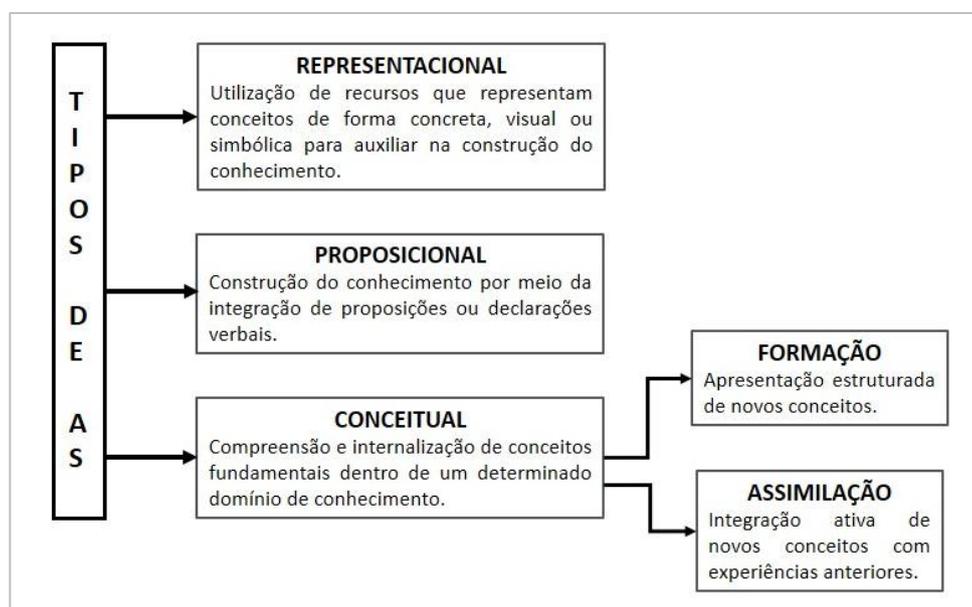
No que diz respeito aos organizadores prévios, Baraldi (1999) apresenta alguns exemplos de como introduzi-los ao processo de aprendizagem:

Os organizadores prévios podem aparecer sob diversas formas – uma pergunta ou um problema, um filme, um texto, uma demonstração, atividades lúdicas ou “concretas” – oferecendo ao aluno ideias essenciais e mais inclusivas sobre o assunto, ou ainda apontando quais ideias anteriores precisam ser retomadas e delineadas (Baraldi, 1999, p. 53).

Agora, em relação ao armazenamento das informações, Ausubel (1968) acredita que ocorra de forma altamente organizada, “[...] formando uma hierarquia conceitual na qual elementos mais específicos de conhecimento são relacionados (e assimilados) a conceitos e proposições mais gerais, mais inclusivos” (Moreira; Masini, 2006, p.17).

Sobre o contexto escolar, Ausubel (2002) propõe três tipos de Aprendizagem Significativa (AS): representacional, proposicional e conceitual (de formação ou de assimilação), conforme resumo expresso na Figura 1:

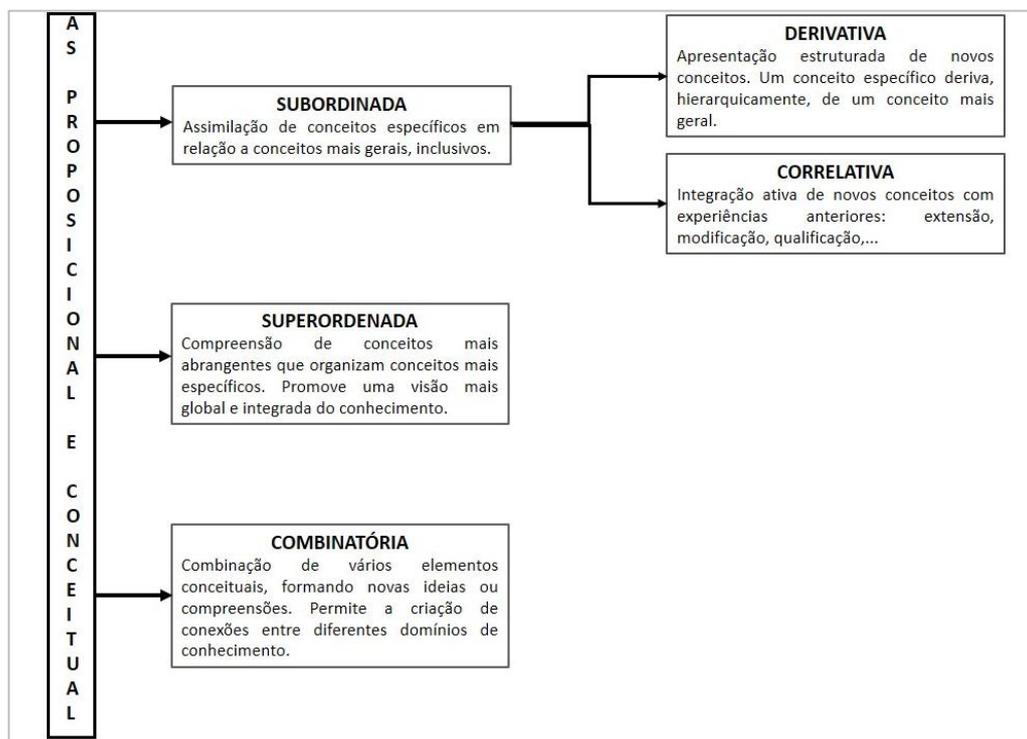
Figura 1 - Tipos de AS de acordo com Ausubel (2002)



Fonte: Elaborada pela pesquisadora, 2024.

O autor estabelece que nas aprendizagens proposicional e conceitual, a aprendizagem pode ocorrer de forma subordinativa (derivada ou correlativa), superordenada ou combinatória, conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Tipos de AS Proposicional e Conceitual, segundo Ausubel (2002)



Fonte: Elaborada pela pesquisadora, 2024.

Ainda em seus estudos, Ausubel sugere uma forma de avaliar a ocorrência da AS: “a compreensão genuína implica a posse de significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis” (Ausubel, 2003, p. 130).

A Aprendizagem Significativa foi selecionada como base para as ações da pesquisa devido à sua importância para a formação integral do estudante.

Cabe ressaltar que esta seção não teve como objetivo realizar uma análise aprofundada da proposta de Ausubel (1968), mas sim apresentá-la de forma a justificar as escolhas metodológicas, no mesmo sentido, a Andragogia.

Na próxima seção trouxemos uma comparação entre elas a fim de verificar convergências para estruturar as intervenções da pesquisa.

3.1.3 A Aprendizagem Significativa do sujeito adulto

Ao analisarmos a proposta de Ausubel (1968), podemos verificar que a AS é uma abordagem relevante em todos os níveis de ensino, pois todo aluno,

independentemente da idade, chega à escola com um conjunto de conhecimentos que representam sua visão, seu entendimento de mundo, que formam seus subsunçores. Ao direcionarmos nosso estudo ao nível superior, com um olhar para a proposta de Knowles (1973), a qual enfatiza a autonomia, a experiência e a motivação intrínseca do adulto na aprendizagem, e compará-la com a AS de Ausubel (1968), percebemos uma convergência.

Em sua tese Cordenonzi (2020) apresenta uma comparação entre as teorias, conforme pode ser observado no Quadro 9.

Quadro 9 - Equivalências das Teorias Ausubeliana e de Adultos

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	APRENDIZAGEM DE ADULTOS
Fator principal é o que o aluno já sabe	Experiência anterior do aprendiz
Subsunçor	Diferenças individuais: que podem ser cognitivas de personalidade ou o conhecimento e a experiência prévia do aprendiz
Assimilação	Tempo de aprendizagem /concentração do adulto
Assimilação significativa	Objetivos e propósitos para a aprendizagem
Aprendizagem por repetição	Orientação para a aprendizagem
Aprendizagem por descoberta	Autoconceito do aprendiz (autônomo e autodirigido)
Material potencialmente significativo	Necessidade de o aprendiz saber: o porquê, o que e como
Motivação para aprender	Motivação para aprender
Avaliações - proposta de resolução de problemas diferentes daqueles já conhecidos a fim de exigir “máxima transformação do conhecimento existente” (Moreira; Masini, 2006, p. 24); - tarefas interligadas	Resoluções de problemas da vida do aprendiz

Fonte: Adaptado de Cordenonzi, 2020.

Conforme pode ser constatado, as propostas evidenciam o protagonismo do estudante na construção do conhecimento. Para os autores, o aprendiz precisa ser

um sujeito ativo durante todo o processo de aprendizagem, buscando relacionar as informações e entender o sentido do que está sendo aprendido.

Quanto às formas de avaliação da aprendizagem, os autores concordam que pode ser realizada a partir da resolução de problemas, uma vez que possibilitam a utilização de estratégias desenvolvidas a partir de suas experiências e conexão entre conceitos já ancorados.

Dessa análise, podemos concluir que, para elaborar uma prática pedagógica para a construção de uma aprendizagem significativa com sujeitos adultos, alguns aspectos são imprescindíveis. Neste sentido, destacamos: verificação dos subsunçores, valorização das experiências, preparação de um material significativo no sentido de suas necessidades e aspirações e contextualização com a área de formação, por exemplo.

Acreditamos que esse conhecimento sobre como o sujeito aprende é fundamental para criarmos um ambiente favorável para a apresentação e o desenvolvimento da proposta de intervenção.

Sendo assim, após estabelecidas as bases para a construção da aprendizagem com os sujeitos da pesquisa, passamos a explorar as teorias que darão suporte ao desenvolvimento das habilidades para a resolução de problemas.

3.2 A Resolução de Problemas

Esta seção tem como objetivo discutir pesquisas relacionadas à Resolução de Problemas (RP), contextualizando com a problemática que originou esta investigação, destacando a perspectiva dos autores sobre as teorias e fundamentando escolhas. Assim, o texto está estruturado da seguinte maneira: apresentar e explorar a RP no ensino da matemática, a perspectiva do PC, a disciplina de MD no contexto do TADS, e finalizar com a justificativa da ênfase no PC para a RP.

No decorrer do texto, vamos dialogando sobre a importância de desenvolver habilidades para resolução de problemas pelos profissionais ligados às áreas tecnológicas, como é o caso da Ciência da Computação, ou mais especificamente,

do TADS e o impacto social que essa capacidade tem em vários setores, como o econômico.

Analisando a história, percebemos que desenvolver habilidades para a resolução de problemas tem sido uma exigência considerada como uma parte intrínseca da nossa existência. Ao longo do tempo, os seres humanos vêm constantemente enfrentando desafios a serem resolvidos, desde os mais rudimentares como criar estratégias de caça, coleta de alimentos, busca e construção de abrigos, até os mais atuais nas áreas da engenharia, medicina, direito, tecnologia, entre outros (Stanic; Kilpatrick, 1989).

Antes de seguirmos com a discussão referente a RP, é importante que tenhamos claro o que é considerado um problema. Nesse sentido, Silva (2020) defende que “um problema é caracterizado por uma situação desafiadora, ou seja, tem como ponto de partida algo que não se sabe fazer, mas tem-se interesse em fazê-lo” (Silva, 2020, p. 08). Polya (2003) destaca que “ter um problema significa: buscar conscientemente por alguma ação apropriada para atingir um objetivo claramente definido, mas não imediatamente atingível” (Polya, 2003, p. 56).

Em suma, um problema é um desafio a ser superado, com um propósito claro, através de ações bem definidas. No contexto escolar, para que uma determinada situação possa ser classificada como um problema, ela precisa exigir dos educandos uma ampla gama de habilidades e conhecimentos. Além disso, não deve ser muito fácil, a ponto de não promover inquietação e reflexão, e nem tão difícil a ponto dos alunos se considerarem incapazes de resolvê-lo (Silva, 2020).

Embora os problemas sejam vistos como a origem e o foco da Matemática, somente na década de 1940, com o matemático húngaro George Polya (1887-1985), surgem as primeiras publicações de estudos sobre o tema.

Onuchic *et al.* (2019) chamam atenção para a relação entre o ensino da Matemática e a RP, enfatizando que ela pode ocorrer de três maneiras: ensino da matemática para a resolução de problemas, ensino sobre a resolução de problemas e ensino através da resolução de problemas.

O primeiro é o mais observado no contexto da sala de aula, em que, após determinado conteúdo, o professor propõe situações que aplicam o tema discutido. O segundo, abordado nesta pesquisa, considera a RP como um novo conteúdo, dando destaque à heurística como guia para orientar os alunos, com regras e

processos gerais, retrata a RP independentemente do conteúdo específico explorado. Já o terceiro está relacionado à aprendizagem a partir de problemas, uma das metodologias ativas que tem ganhado espaço no cenário educacional.

Quando a necessidade de desenvolver habilidades para RP com os alunos do TADS foi evidenciada em MD e confirmada em LP, antes de definirmos a interlocução com o PC, buscamos por teorias que fornecessem estratégias para abordar o assunto. Assim, realizamos uma análise nas publicações do Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, com recorte temporal de 5 anos (2018-2022), utilizando como descritor “resolução de problemas” *and* “matemática”.

Foram localizadas 852 produções que abordam o assunto, das quais, por ordem de relevância da própria base, selecionamos as 100 primeiras. Dessas, todas as que propõem análise sobre como resolver problemas abordam a sistematização proposta por Polya (1945) na obra “*How to Solve It*” (ou, como geralmente é encontrada no Brasil, “A Arte de Resolver Problemas”).

Para Polya, que se contrapõe à matemática mecanizada e ao ensino por meio da memorização, resolver um problema envolve muito mais do que conhecer um conteúdo; é preciso, durante todo o processo, reflexão, questionamento e análise da situação.

O professor que deseja desenvolver nos alunos o espírito solucionador e a capacidade de resolver problemas deve inculcar em suas mentes algum interesse por problemas e proporcionar-lhes muitas oportunidades de imitar e de praticar. Além disso, quando o professor resolve um problema em aula, deve dramatizar um pouco as suas ideias e fazer a si próprio as mesmas indagações que utiliza para ajudar os alunos. Por meio desta orientação, o estudante acabará por descobrir o uso correto das indagações e sugestões e, ao fazê-lo, adquirirá algo mais importante do que o simples conhecimento de um fato matemático qualquer (Polya, 2006, p. 04).

Nesse sentido, o “método de Polya” foi proposto para auxiliar o estudante não só a encontrar a resposta para um determinado problema, mas também a aprender com ele. Esse método é composto por quatro fases: compreensão, estratégias, execução e reflexão.

Primeiro, temos de compreender o problema, temos de perceber claramente o que é necessário. Segundo, temos de ver como os diversos itens estão inter-relacionados, como a incógnita está ligada aos dados, para termos a ideia da execução, para estabelecermos um plano. Terceiro, executamos nosso plano. Quarto, fazemos uma reflexão sobre a resolução completa, revendo-a e discutindo-a (*ibidem*).

A sistematização para a RP, organizada por Polya (1945), continua sendo referência quando o assunto é “como resolver problemas”, conforme pode ser verificado através da busca pelo assunto no catálogo da CAPES. No entanto, com a ampla disseminação da proposta do PC, definido por Wing (2006) como um conjunto de estratégias da Ciência da Computação que auxiliam na RP, essa abordagem vem ganhando destaque significativo no campo da Educação Matemática.

Sua relação com a RP tem sido confirmada pelos educadores, como Canal (2021), que em sua tese traz a perspectiva dos professores de Matemática em relação ao PC, sendo definida como uma taxonomia e, entre as categorias de práticas, definiram a de RP. Ao fazer uma análise sobre as várias propostas de definições para o PC, a autora percebe convergência com a RP.

Em 2017, as habilidades desenvolvidas pelo PC passaram a ser associadas ao ensino de Matemática pela BNCC, no ensino fundamental, com o letramento matemático. Estando desde então relacionado com a resolução de problemas e incentivando pesquisas com esse propósito:

Os processos matemáticos de resolução de problemas, de investigação, de desenvolvimento de projetos e da modelagem podem ser citados como formas privilegiadas da atividade matemática, motivo pelo qual são, ao mesmo tempo, objeto e estratégia para a aprendizagem ao longo de todo o Ensino Fundamental. Esses processos de aprendizagem são potencialmente ricos para o desenvolvimento de competências fundamentais para o letramento matemático (raciocínio, representação, comunicação e argumentação) e para o desenvolvimento do pensamento computacional (Brasil, 2017, p. 266).

Ainda no contexto do Ensino de Matemática, Mestre *et al.* (2015) avaliaram as questões do PISA entre os anos de 2000 e 2012 e concluíram que, segundo estas, o PC também está diretamente relacionado com a resolução de problemas (Canal, 2021).

Ao analisarmos estudos referentes ao PC, percebemos que não há uma definição consensual para o termo. Portanto, a seguir, apresentaremos a perspectiva de alguns autores que contribuíram para a construção do entendimento sobre PC, no contexto desta pesquisa.

3.2.1 *Pensamento Computacional*

Na década de 1960, o matemático Seymour Papert já defendia o uso da tecnologia como aliada no processo de aprendizagem, sendo pioneiro em pensar uma educação mediada pelo uso do computador. Para o autor, através da tecnologia educacional, os estudantes estariam capacitados a atuar como construtores de soluções, não apenas como consumidores passivos (Romero, 2020). Essa idealização de Papert segue vigente e pode ser evidenciada nos discursos acerca da importância do PC como habilidade para o século XXI.

Já o termo Pensamento Computacional é encontrado pela primeira vez na literatura a partir dos estudos de Papert (1980), publicados no livro *“Mindstorms: Children, Computers, And Powerful Ideas”*. Na obra, ele descreve que “os princípios da Ciência da Computação usados pelos programadores e a forma como esses pensavam, deveriam ser usados no ensino de Matemática, mais especificamente para ensinar Geometria para crianças” (Garcia; Cortez, 2023, p. 03). Porém, a tecnologia era pouco acessível na época e a expressão acabou caindo em desuso, ressurgindo alguns anos depois, em um contexto de popularização da internet e das tecnologias na escola (Romero, 2020).

Em 2006, o termo ganha destaque, quando a professora e pesquisadora da Computação, Jeannette Wing, através do artigo *“Computational Thinking”*, o define como sendo um conjunto de habilidades das Ciências da Computação presentes em várias áreas do conhecimento. Segundo a autora, constituído por métodos e modelos computacionais, o PC nos permite resolver os problemas mais complexos que, sem os quais, dificilmente conseguiríamos. Ela defende que seu aporte teórico sólido é capaz de responder com precisão perguntas quanto ao grau de dificuldade de um problema e a melhor maneira de resolvê-lo.

A pesquisadora destaca que todas as pessoas poderiam se beneficiar ao analisar como os cientistas da computação pensam e que essas habilidades deveriam ser estimuladas desde a infância. Enfatiza que o PC se baseia nos limites e no poder dos processos de computação, sejam eles executados por um ser humano ou por uma máquina, não se limitando à programação, mas à abstração, e envolvendo habilidades como sistematização, representação e análise para resolução de problemas (Wing, 2006).

Apesar de a terminologia (PC) já ser conhecida na época, a proposta apresentada era bastante inovadora: sugeria aos profissionais e estudantes em geral (Papert abordou aprendizagem de matemática na infância) que as ferramentas computacionais de resolução de problemas iam além de calculadoras, *softwares* e linguagens de programação, e estes poderiam melhorar seus resultados se começassem a raciocinar como os cientistas da computação (Silva, 2020, p.17).

O movimento iniciado por Wing (2006) provocou a disseminação do PC como uma necessidade de todos e uma competência a ser desenvolvida pelo cidadão do século XXI, desde o ensino básico. A partir de então, muitos olhares se voltaram para o tema e, conseqüentemente, surgiram muitas perspectivas acerca do conceito de PC, dificultando a formulação de uma definição objetiva e estruturada.

A própria Wing vem, ao longo dos anos, reformulando sua definição inicial na tentativa de deixá-la mais clara. Em 2008, redefiniu o termo (PC) como um processo de resolução de problemas por meio de uma série de características (lógica, sistematização e análise de dados e criação de soluções) que utilizam vários passos ordenados bem como arranjos concernentes à aptidão de lidar com segurança, com a complexidade e problemas em aberto (Romero, 2020).

Em 2009, a *National Academy of Sciences*, dos Estados Unidos da América, promoveu um *workshop*, reunindo diversos pesquisadores que discutiram suas visões em relação ao PC. No entanto, não houve consenso, apenas uma indicação de que como o pensamento, o PC teria um caráter disjuntivo, ou seja, não tem um conceito único e fechado, mas sim algo que pode ser interpretado e aplicado de diferentes maneiras, dependendo da perspectiva adotada.

Em 2011, a *International Society for Technology in Education* (ISTE), em conjunto com a *Computer Science Teachers Association* (CSTA), propôs uma definição operacional do conceito de PC, como sendo um processo para resolução de problemas. Neste momento, algumas características foram elencadas: formulação do problema (de forma que seja possível usar ferramentas computacionais para resolvê-lo), organização e análise lógica dos dados, representação através de abstrações, automatização de soluções através do pensamento algorítmico, identificação, análise e implementação de possíveis soluções, generalização e transferência do processo de resolução de problemas.

Além disso, o texto apresenta qualidades que são desenvolvidas ao se resolver problemas por meio da proposta do PC. Entre elas, destacam-se: a confiança em lidar com a complexidade, a persistência ao trabalhar com problemas difíceis, a tolerância para ambiguidades, a capacidade de lidar com os problemas em aberto e a habilidade de se comunicar e trabalhar com outros para alcançar um objetivo ou solução em comum (ISTE/CSTA, 2011).

Apesar das definições elaboradas por Wing desde 2006 e ISTE/CSTA (2011), existe o reconhecimento pela comunidade científica de computação da dificuldade em definir consensualmente o Pensamento Computacional, ou seja, existem diversos entendimentos em relação a este conceito. Da mesma forma, vários pesquisadores vêm buscando definir e estruturar o PC na tentativa de deixar a ideia mais clara e aplicável (Brackmann, 2017; Grover; Pea, 2013; Zapata-Ros, 2015).

Para Brackmann (2017), o PC pode ser definido como:

[...] uma distinta capacidade criativa, crítica e estratégica humana de saber utilizar os fundamentos da Computação, nas mais diversas áreas do conhecimento, com a finalidade de identificar e resolver problemas, de maneira individual ou colaborativa, através de passos claros, de tal forma que uma pessoa ou uma máquina possam executá-los eficazmente (Brackmann, 2017, p. 29).

Em seus estudos Silva (2020) utiliza-se de definições como as elaboradas por Brennan e Resnick (2012) que estruturaram a proposta do PC em três dimensões básicas:

1. Conceitos Computacionais: Os conceitos que os programadores utilizam para programar, tais como iteração e paralelismo. **2. Práticas Computacionais:** As práticas que os programadores desenvolvem enquanto programam, como a otimização de processos. **3. Perspectivas Computacionais:** As perspectivas que os programadores desenvolvem em relação ao mundo e a si mesmos (Brennan; Resnick, 2012 *apud* Silva, 2020, p. 17, grifo do autor).

No âmbito da educação existe uma movimentação de pesquisadores que buscam adaptar a proposta do PC à realidade da sala de aula. Nesse sentido, visando subsidiar uma política de implantação do PC nas escolas, Barr e Stephenson (2011) elaboraram uma proposta baseada nas características elencadas por ISTE e CSTA (2011) as decompondo em nove competências: coleta, análise e representação de dados, decomposição de problema, abstração, algoritmos, automação, simulação e paralelização (Barr; Stephenson, 2011 *apud*

Silva, 2020). Os autores sugerem três estratégias que julgam apresentar potencial para a utilização do PC como recurso didático:

1. Maior uso por parte dos professores e alunos do vocabulário computacional, quando apropriado, para descrever problemas e soluções;
2. Aceitação, por professores e alunos, de tentativas fracassadas de solução, reconhecendo que a falha precoce pode frequentemente colocá-lo no caminho para um resultado bem-sucedido;
3. Momentos de trabalho em equipe por parte dos estudantes, nos quais eles desenvolvem competências como: decomposição, abstração, negociação e construção de acordos (Barr; Stephenson, 2011 *apud* Silva, 2020, p. 20)

Ainda pensando na contribuição das estratégias computacionais, como o PC, para a formação do estudante, em 2019, a Sociedade Brasileira de Computação (SBC) elabora uma proposta denominada “Diretrizes para o Ensino da Computação na Educação Básica”. Neste documento, o PC é definido como a “habilidade de compreender, definir, modelar, comparar, solucionar, automatizar e analisar problemas (e soluções) de forma metódica e sistemática” (SBC, 2019, p. 2).

Diante da dificuldade constatada em relação a um consenso sobre a definição do PC e das diferentes propostas para o termo e suas competências, realizamos um compilado, segundo os principais autores considerados nos estudos selecionados para o Estado da Arte, como forma de orientar as escolhas que darão suporte a esta pesquisa.

Analisando as propostas dos autores, apresentadas no Quadro 10, verificamos que as competências, ou pilares, mais elencadas foram: algoritmos, abstração e raciocínio lógico, porém, assim como a definição, não é possível uniformizar as abordagens.

Quadro 10 - Competências/Pilares do PC segundo alguns autores

AUTOR	Barr e Stephenson (2011)	Mohaghegh e McCauley (2016)	Riley e Hunt (2014)	Krauss e Prottzman (2016)	Brennan e Resnick (2012)	Wing (2011)	Raabe, Brackmann e Campos (2018)
COMPETÊNCIAS	Coleta Análise Representação Decomposição Abstração Algoritmos Automação Paralelização Simulação	Pensamento Lógico Pensamento Algorítmico Eficiência Pensamento Inovador	Lógica Resolução de problemas Pensamento algorítmico Organização de Informação Modelagem de solução Simultaneidade	Decomposição Correspondência de padrões Abstração Automação	Raciocínio lógico Algoritmo Plataformas / linguagem de programação	Algoritmos Paralelismo Raciocínio para reconhecimento de padrões Pensamento recursivo	Abstração Algoritmos Decomposição Reconhecimento de Padrões

Fonte: Elaborado pela pesquisadora, 2024.

Explorando os textos dos autores citados no Quadro 10, verificamos que Raabe *et al.* (2017), destacam o olhar da SBC para o tema, considerando três os pilares para o Pensamento Computacional: abstração, automação e análise.

A abstração como forma de modelar e representar informações e processos para o desenvolvimento de soluções algorítmicas. A automação que se refere à execução do algoritmo desenvolvido por máquinas. O pilar da análise consiste na análise das soluções desenvolvidas, em termos de eficiência (Raabe *et al.*, 2017, p 06).

Observamos ainda que além de Brackmann (2017), autores como Liukas (2015) e instituições como a *Google Education* (2015) também definem quatro pilares: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos. Para esses autores, coleta e representação de dados, automação e paralelismo fazem parte ou são derivadas do desenvolvimento das primeiras.

Partindo deste compilado, buscamos compreender o que vem a representar cada um dos pilares propostos, na visão dos autores. Para Raabe, Brackmann e Campos (2018), a decomposição é “a divisão dos problemas em partes menores para facilitar a resolução” (Raabe; Brackmann; Campos, 2018, p. 19).

Já o reconhecimento de padrões facilita e agiliza a resolução de problemas, pois parte de experiências anteriores; quanto mais padrões se consegue descobrir, mais eficiente e rápida é a solução encontrada (Marques, 2019). “[...] padrões são similaridades ou características que alguns dos problemas compartilham e que podem ser explorados para que sejam solucionados de forma mais eficiente” (Raabe; Brackmann; Campos, 2018, p. 19).

Quanto à abstração, Wing (2006) enfatiza que é o conceito mais importante do raciocínio computacional, uma vez que o processo de abstrair é utilizado em diferentes momentos, como na escrita do algoritmo e suas iterações, na seleção dos dados valorosos, na escrita de uma simples pergunta, na alteridade de um indivíduo em relação a um robô e no processo de compreensão e organização de módulos em um sistema.

Ainda sobre a abstração, Raabe, Brackmann e Campos (2018, p. 19), afirmam que “[...] envolve a filtragem dos dados e sua classificação, ignorando elementos que não são necessários, visando os que são relevantes”.

O algoritmo é apontado por Wing (2006) como um conceito que agrega todos os demais. Raabe, Brackmann e Campos (2018) complementam que, em um

algoritmo, as instruções são descritas e ordenadas para que o objetivo seja atingido, ou seja, pode ser visto como um conjunto de passos para resolver um problema.

Após discorrermos sobre os estudos realizados acerca do PC até o momento, consideramos importante, antes de encerrarmos esta subseção, apresentarmos o olhar dos autores sobre o tema.

Desta forma, salientamos que no contexto desta pesquisa, o PC adotado alude à proposta de Wing (2006), que vem sendo redefinida, mas mantém a identidade: um conjunto de competências da Ciência da Computação que permeiam diversas áreas do conhecimento, podendo ser encaradas como estratégias para a resolução de problemas.

Quanto aos pilares, inicialmente, estamos em consonância com as definições de Brackmann (2017), quanto à abstração, o reconhecimento de padrões e os algoritmos (pensamento algoritmo).

Porém, ao alinharmos os pressupostos teóricos que sustentam às ações desta pesquisa, ou seja, a não compartimentação do conhecimento, não adotaremos a decomposição, neste estudo. Embora amplamente abordada em aulas de programação, acreditamos que sua exclusão nesta pesquisa não compromete os resultados nem contradiz o conceito e as implicações das habilidades do PC. Isso porque, como já mencionado, não há um consenso sobre o tema, da mesma forma a decomposição não é unanimidade entre os autores.

Antes de encaminharmos à conclusão desta seção, para uma contextualização, julgou-se pertinente falarmos brevemente da disciplina de Matemática Discreta abordada no curso TADS.

3.2.2 A Matemática Discreta e sua relação com o TADS

Tendo em vista que alguns elementos, como o termo “Binacional”, figuram no texto, bem como a menção aos estudantes uruguaios, antes de falarmos da Matemática Discreta (MD) no curso Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas (TADS), achamos relevante trazer uma contextualização acerca do Campus no qual o curso está inserido. O IFSul-SL situa-se na fronteira entre as cidades de Santana do Livramento/BR e Rivera/UY e é caracterizado pela oferta de

cursos binacionais desde sua implantação (2011), com o curso técnico subsequente de Informática para Internet.

Iniciativa pioneira na América Latina, os cursos binacionais oferecidos pelo IFSul e pela CTP-UTU, permitem a estudantes brasileiros e uruguaios não apenas dividirem a mesma sala de aula, mas também adquirirem o direito de, ao final do curso, receberem um certificado binacional, ou seja, com validade em ambos os países (IFSul, 2017, p. 48).

Em 2014, foi firmado um novo acordo entre os países, desta vez entre o IFSul e a UTEC (*Universidad Tecnológica del Uruguay*) para a oferta de cursos superiores binacionais, com as mesmas características em relação às vagas e à diplomação do acordo anterior. Os primeiros cursos para essa modalidade foram Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas (IFSul) e Mecatrônica (UTEC).

No primeiro semestre de 2019, houve o primeiro ingresso dos alunos no TADS, a partir da oferta de 32 vagas (16 para brasileiros e 16 para uruguaios). Os candidatos brasileiros concorrem às vagas por meio do Sistema de Seleção Unificada (SiSU) e por processo seletivo do IFSul, enquanto os uruguaios concorrem por sorteio realizado pela UTEC.

Atualmente, no Campus, são ofertados três cursos técnicos integrados ao ensino médio (Informática para Internet, Sistemas de Energias Renováveis e Eletroeletrônica), um pós-médio (subsequente em Sistemas de Energias Renováveis), um na modalidade profissionalizante (Educação de Jovens e Adultos/PROEJA Técnico em Vendas), além do Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas (TADS).

TADS é um curso superior, noturno, que atrai tanto recém-egressos do ensino médio das escolas públicas e particulares da região quanto técnicos na área que buscam maior qualificação. Além disso, atrai também um público que, após anos afastado da sala de aula, decide retomar os estudos. Desta forma, as turmas são heterogêneas, seja em relação à faixa etária, à formação, ao sistema de ensino, ao tempo dedicado ao estudo, entre outros fatores, como poderá ser verificado a partir dos dados coletados no projeto piloto.

No curso, a Matemática Discreta (MD) é uma disciplina ofertada no primeiro semestre, não sendo pré-requisito para nenhuma outra. Assim, muitas vezes, as turmas são compostas por alunos de diferentes semestres. Quanto à abordagem, difere-se da Matemática Contínua devido ao tipo de variáveis/conjuntos utilizados.

Enquanto a Matemática Contínua se utiliza do conjunto dos números reais para analisar os fenômenos, sem mudanças bruscas, a Matemática Discreta tem como principal conjunto o conjunto dos números inteiros, sendo utilizada quando há necessidade de contagem, de estudar e analisar relações entre conjuntos finitos. Ou seja, a Matemática Discreta estuda estruturas discretas/enumeráveis (Cavalcanti, 2024).

A disciplina é componente curricular de vários cursos da área da computação, pois, segundo Cavalcanti (2024, p. 04), “muitas das propriedades dos computadores podem ser estudadas e ilustradas através de princípios da Matemática Discreta”. Um computador digital moderno é basicamente um sistema discreto finito, e portanto, a disciplina oferece aos alunos um conjunto de técnicas para modelar problemas.

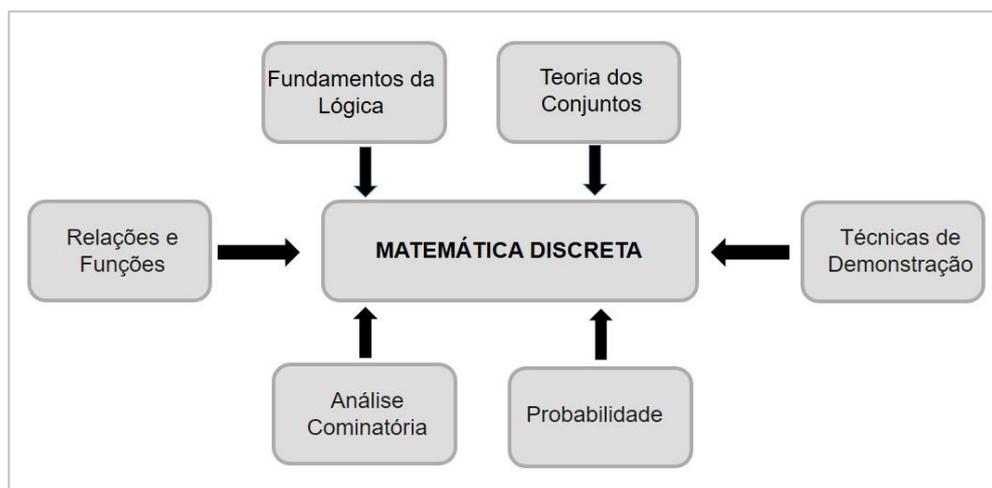
Segundo Rosen (2010 *apud* Oliveira, 2022):

Matemática Discreta é a porta de entrada para diversas disciplinas da Ciência da Computação, tais como estruturas de dados, algoritmos, banco de dados, teoria da automação, linguagens formais, teoria da compilação, segurança computacional, IA, entre outras. Para ele, os estudantes encontram muito mais dificuldade nessas disciplinas quando não possuem os fundamentos básicos da **Matemática Discreta** (Oliveira, 2022, p. 01, grifo do autor).

No mesmo sentido, Parmar (2019) corrobora com a planificação de Rosen e considera a MD como a “espinha dorsal” da Ciência da Computação. Acrescenta que a disciplina é um veículo estimulante e apropriado para trabalhar em direção a alcançar o objetivo de formar cidadãos informados que sejam mais capazes de atuar na nossa sociedade cada vez mais tecnológica, além de ser uma excelente ferramenta para melhorar o raciocínio e a capacidade de resolução de problemas.

A Figura 3 apresenta, de forma resumida, as áreas atendidas pela MD, de acordo com o programa TADS – IFSul-SL, que na sequência serão detalhadas quanto à aplicação no curso.

Figura 3 - MD no TADS



Fonte: Elaborada pela pesquisadora, 2024.

O estudo da lógica é o ponto de partida da MD, pois é indispensável para o desenvolvimento de qualquer algoritmo, sendo a base do raciocínio computacional. Está presente, em maior ou menor proporção, em todos os passos da programação: interpretação do problema, leitura e organização dos dados, estratégias para resolução do problema até a análise e interpretação dos resultados.

Por sua vez, a Teoria dos Conjuntos (que, sob o olhar da lógica, pode ser comparada com a análise dos operadores lógicos em tabela-verdade, por exemplo, e com o próprio estudo das árvores de refutação) é outro tema de suma importância para futuros programadores, uma vez que grande parte dos conceitos desenvolvidos em computação baseiam-se em construções sobre conjuntos, como a organização de Banco de Dados.

Com o estudo de relações e funções, estamos fornecendo base para a realização de projetos de algoritmos e otimização em sistemas distribuídos, e com os conhecimentos de Análise Combinatória e Probabilidade, preparamos o futuro profissional para trabalhar com otimização, circuitos integrados, projetos de algoritmos e sistemas distribuídos.

Já a Teoria dos Grafos possui muitas aplicações e ligações com habilidades exigidas de um profissional das Ciências da Computação. Entre outras, fornece suporte para que o futuro profissional consiga desenvolver um Banco de Dados, trabalhe com Engenharia de *Software*, Inteligência Artificial, Rede de Computadores, Robótica e Sistemas Operacionais (Loureiro, 2022).

Ou seja, é indispensável para um bom programador ter conhecimento de Matemática Discreta e, desta forma, torna-se ainda mais necessário o trabalho de ressignificação dos conteúdos abordados pela disciplina para proporcionar aos estudantes uma Aprendizagem Significativa, fornecendo a base esperada para um profissional da área.

Conforme constatado na justificativa desta pesquisa, a maior dificuldade apresentada pelos estudantes do TADS é em relação à resolução de problemas. Desta forma, na sequência deste texto, discutiremos a respeito do que vem a ser um problema, a relevância da resolução de problemas no ensino da Matemática e analisaremos propostas metodológicas acerca da resolução de problemas.

3.2.3 A proposta da pesquisa

Ao explorar os estudos sobre a Resolução de Problemas (RP), foi evidenciada a incontestável contribuição do matemático George Polya. Da mesma forma, destaca-se o PC como uma das habilidades fundamentais para a plena participação cidadã no século XXI. Além disso, é possível perceber que ambas as abordagens apresentam estruturas lógicas e organizadas para auxiliar no processo de RP. Pesquisas, como as conduzidas por Silva (2020), destacam semelhanças entre elas.

Objetivando encontrar uma metodologia que apoie os estudantes na RP, no contexto tecnológico, realizamos uma comparação entre as propostas, e a síntese pode ser observada no Quadro 11.

Quadro 11 - Resolução de problemas: comparação entre os métodos de Polya e do PC

MÉTODO DE POLYA		PENSAMENTO COMPUTACIONAL – BRACKMANN	
FASES	PERGUNTAS AUXILIARES	PILARES	COMPREENSÃO
Compreender o problema	Qual é a incógnita? Quais são os dados? Qual é a condicionante? É possível satisfazer a condicionante? A condicionante é suficiente para determinar a incógnita? Ou é insuficiente? Ou redundante? Ou contraditória? Trace uma figura. Adote uma notação adequada. Separe as diversas partes da condicionante. É possível anotá-las?	Abstração	Coleta e análise dos dados: classificando quanto a relevância para a resolução dos problemas.
Estabelecer o Plano	Já viu antes? Ou já viu o mesmo problema apresentado sob uma forma ligeiramente diferente? Eis um problema correlato e já antes resolvido. É possível utilizá-lo? É possível utilizar o seu resultado? É possível utilizar o seu método? Deve-se introduzir algum elemento auxiliar para tornar possível a sua utilização? É possível reformular o problema? Utilizou todos os dados? Utilizou toda a condicionante? Levou em conta todas as noções essenciais implicadas no problema?	Reconhecimento de Padrões	Comparação entre o problema a ser solucionado com problemas já explorados, a fim de tornar a resolução mais ágil e eficiente.
Executar o Plano	Ao executar o seu plano de resolução, verifique cada passo. É possível verificar claramente que o passo está correto? É possível demonstrar que ele está correto?	Algoritmos	Ordenação dos passos para resolver o problema.
Refletir sobre a Resolução	É possível verificar o resultado? É possível verificar o argumento? É possível chegar ao resultado por um caminho diferente? É possível perceber isto num relance? É possível utilizar o resultado ou o método em algum outro problema?	-----	-----
-----	-----	Decomposição	Divisão de problemas em partes menores para facilitar a resolução.

Fonte: Elaborado a partir de Polya, 1995 e Brackmann, 2017.

A partir dessa comparação, podemos perceber que elas realmente apresentam estruturas semelhantes, como observado por Silva (2020), embora representadas por termos diferentes devido ao fato de o PC ter origem na ciência da

computação. Desta forma, arrisca-se sugerir que a proposta do PC, através dos pilares para RP, surge para adaptar o bem-sucedido método desenvolvido por Polya (1945) à realidade da sociedade digital.

Um fator que merece destaque é a relevância da fase existente apenas na proposta do matemático. Polya (1945) conclui sua sistematização com a reflexão sobre o processo de resolução, o que, segundo o autor, faz com que o estudante aprenda com o problema, indo além de apenas resolvê-lo.

Nesse sentido, visando contemplar a quarta fase de Polya, por acreditarmos na sua contribuição para o desenvolvimento da Aprendizagem Significativa (AS), no contexto deste trabalho será introduzido um quarto pilar à proposta. Sendo assim, a partir de agora, ao nos referirmos aos pilares do PC, estamos falando de: abstração, reconhecimento de padrões, pensamento algoritmo e análise dos resultados (avaliação) que, igual à proposta inicial, estão subentendidas a coleta e análise dos dados.

Ao refletirmos sobre a RP em termos de relevância profissional e social, e propostas metodológicas, três fatores justificam nossas apostas na interlocução com o PC: o cenário tecnológico, a área do curso (e ementa de MD) e a aprendizagem do sujeito adulto.

Cabe destacar que, de acordo com Raabe *et al.* (2017), a SBC chama a atenção para as constantes mudanças da Sociedade Mundial que devem ser consideradas, e nesse sentido, a computação fornece base para a solução de problemas de alta complexidade. Em relação ao PC, os autores evidenciam que este “[...] vem sendo considerado como um dos pilares fundamentais do intelecto humano, junto com leitura, escrita e aritmética, pois como estes, serve para descrever, explicar e modelar o universo e seus processos complexos” (Raabe *et al.*, 2017, p. 03).

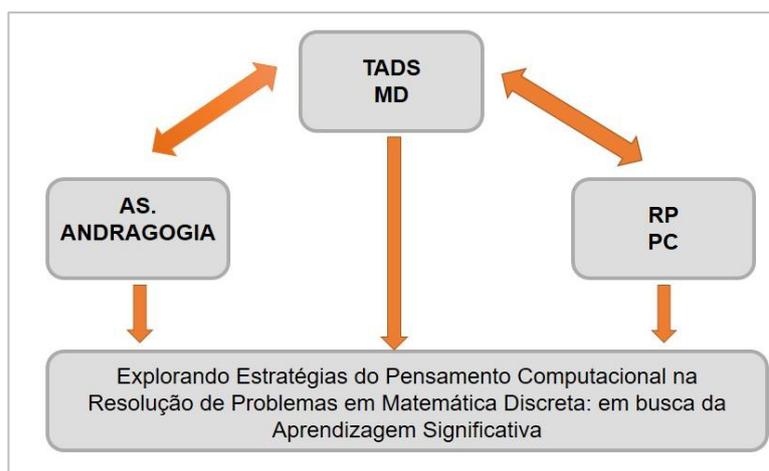
Ao recorrermos às teorias da Aprendizagem Significativa e da Andragogia (de adultos), surge a necessidade de proporcionar ao estudante um material (uma abordagem) que atenda às suas necessidades, que explicita a utilidade do que será aprendido. Nesse sentido, ao pensarmos no sujeito do TADS, a abordagem por meio do PC aproximará o educando de sua área de atuação. Ao investigar a AS a partir do PC, Cordenonzi (2020) conclui:

[...] muitas vezes, o PC é descrito como um método de resolver problemas, portanto, de uma forma significativa, porque uma vez resolvido, estará pronto. Caso novas funcionalidades ocorram (necessidades), será uma nova situação e um novo problema a ser resolvido, que o será baseado nas experiências adquiridas e nos subsunçores ancorados (Cordenonzi, 2020, p. 62).

Ao olharmos para o todo desde a introdução deste texto, passando pelos estudos realizados no Estado da Arte, as teorias discutidas neste capítulo, o contexto da MD, a área de atuação do TADS e um cenário permeado pela crescente influência tecnológica, podemos dizer que a abordagem da RP a partir do PC revela-se altamente promissora para tornar a aprendizagem significativa.

Na Figura 4, apresentamos uma visão geral sobre a relação entre as teorias e a pesquisa.

Figura 4 - Visão geral sobre a pesquisa



Fonte: Elaborada pela pesquisadora, 2024.

Após a definição do escopo desta pesquisa (abordar a resolução de problemas através das estratégias do Pensamento Computacional), o capítulo seguinte discorre sobre os procedimentos metodológicos que orientam o estudo.

4 METODOLOGIA

Este capítulo tem por finalidade descrever a metodologia empregada ao longo do estudo, visando detalhar e explicar métodos, procedimentos e estratégias no sentido de alcançar os objetivos propostos. No contexto desta pesquisa, esta seção destina-se a apresentar e analisar o percurso em direção à resposta para a pergunta “Qual a influência da integração do Pensamento Computacional como ferramenta para resolução de problemas na aprendizagem na disciplina de Matemática Discreta?”.

Sendo assim, o primeiro ponto foi definir a abordagem a ser adotada, recorrendo-se aos objetivos da investigação. Ao pensarmos em analisar a contribuição de uma metodologia que torne a aprendizagem mais significativa, vamos ao encontro da abordagem qualitativa, na qual o interesse se volta mais ao processo do que simplesmente ao resultado (Bogdan; Biklen, 1994).

Autores como Lüdke e André (1986), Triviños (1987) e Minayo (1997) defendem que a abordagem qualitativa é mais condizente com pesquisas realizadas no ensino, devido à complexidade dos fenômenos envolvidos e por valorizar a relação entre sujeito e mundo real, tendo o ambiente natural (sala de aula) como fonte direta para a coleta dos dados.

Entretanto, pesquisadores como Gatti destacam a relevância da quantificação dos dados em pesquisas no ensino: “pesquisas quantitativas são muito úteis na compreensão de diversos problemas educacionais” (Gatti, 2004, p. 13). Por acreditar-se que “as quantificações fortalecem os argumentos e constituem indicadores importantes para análises qualitativas” (Grácio; Garrutti, 2005, p. 119) e tendo em vista que um dos objetivos específicos está relacionado aos índices de retenção dos estudantes na disciplina de Matemática Discreta (MD), optou-se pela abordagem mista. Minayo (1997) e Flick (2009) advogam que a combinação dessas abordagens pode enriquecer as análises e as discussões dos dados.

Quanto ao tipo, a pesquisa é delineada pelo estudo de caso, que, segundo Yin (2001), é uma abordagem indicada quando se buscam respostas para questões do tipo “[...] ‘**como**’ ou ‘por que’ sobre um conjunto contemporâneo de

acontecimentos sobre o qual o pesquisador tem pouco ou nenhum controle” (Yin, 2001, p. 26, grifo nosso).

Para Triviños (1987), o estudo de caso caracteriza-se pela análise profunda de um objeto, de maneira a permitir amplo e detalhado conhecimento. Laville e Dionne (1999) corroboram essa afirmação e sublinham que uma das vantagens é que “os recursos se veem concentrados no caso visado, não estando o estudo submetido às restrições ligadas à comparação do caso com outros casos” (Laville, Dionne, 1999, p. 156).

Yin (2015) ressalta a importância da utilização de fontes múltiplas de evidências, para pesquisas do tipo estudo de caso, por propiciar a profundidade da investigação, apresentando aspectos que, talvez, por uma fonte única ficariam ocultos. Afirma ainda que a exploração dessas fontes tende a favorecer a análise dos dados, apresentando aspectos convergentes. Nesse sentido, esta pesquisa utilizou como fonte de evidências: questionários, observações, diário de campo, vídeos, fotografias, artefatos desenvolvidos pelos sujeitos (testes, provas, exercícios).

Quanto à interpretação qualitativa dos dados, utilizou-se da proposta da análise de conteúdo, definida por Bardin (2016) como sendo:

Um conjunto de técnicas de análises das comunicações visando obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens indicadores (quantitativos ou não) que permitem a interferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) dessas mensagens (Bardin, 2016, p. 46).

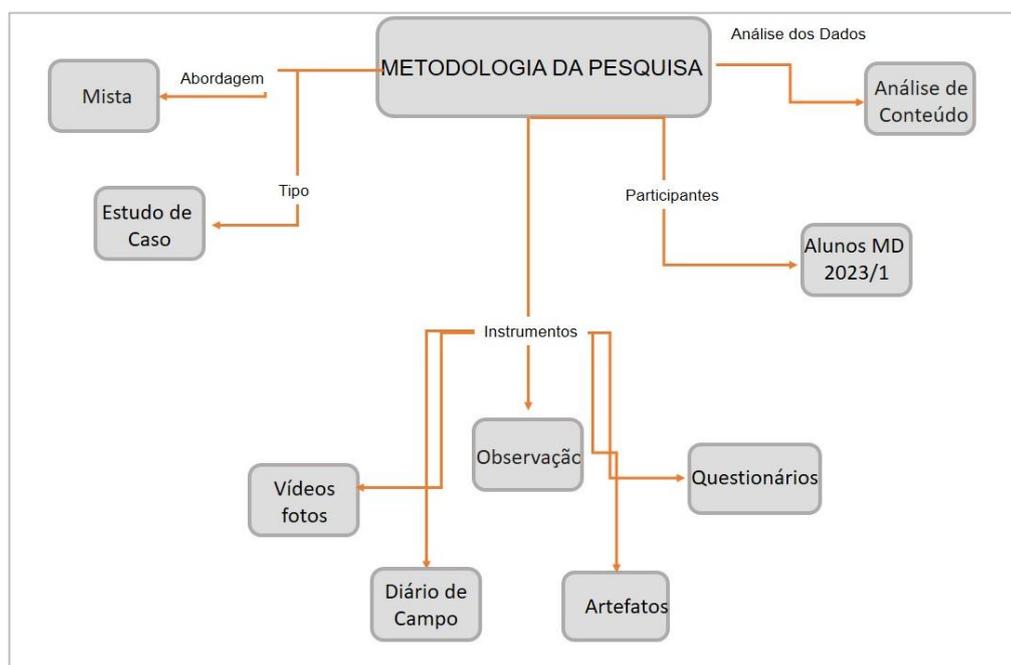
Para Minayo (2014), trata-se de uma técnica amplamente reconhecida e utilizada em pesquisas educacionais quando se objetiva compreender os significados presentes nas falas e nos discursos, por permitir, a partir de inferências, a construção de uma interpretação mais abrangente e a conexão com os pressupostos teóricos que orientam e embasam a análise dos dados. Assim, viabiliza uma compreensão mais aprofundada e contextualizada sobre o estudo.

Esta pesquisa propõe uma investigação acerca da contribuição de uma metodologia que estimula o desenvolvimento das habilidades do pensamento computacional durante as intervenções na disciplina de matemática discreta para a construção da aprendizagem significativa. Para tal, foram explorados dados

quantitativos (desempenho médio dos estudantes em MD, LP e PC) por meio de análise de gráficos, médias e porcentagem e qualitativos, pela análise de conteúdo, que orientou o processo de organização e interpretação dos dados.

Realizada a explanação sobre os caminhos percorridos na investigação, organizou-se, pela Figura 5, uma visão geral sobre a metodologia adotada.

Figura 5 - Metodologia da pesquisa



Fonte: Elaborada pela pesquisadora, 2024.

Na sequência deste capítulo, os sujeitos, a condução da disciplina de MD, os instrumentos e procedimentos utilizados e a descrição sobre a Análise dos Dados serão abordados com mais detalhes.

4.1 Os sujeitos

Antes de apresentarmos o perfil dos sujeitos, cabe registrar que esta investigação foi realizada seguindo os procedimentos éticos exigidos para pesquisas que envolvam seres humanos, conforme recomendação do Conselho Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP):

A pesquisa envolvendo seres humanos é a pesquisa que, individual ou coletivamente, tenha como participante o ser humano, em sua totalidade ou partes dele, e o envolva de forma direta ou indireta, incluindo o manejo de seus dados, informações ou materiais biológicos. Pesquisas envolvendo seres humanos devem ser submetidas à apreciação do Sistema CEP/CONEP, que, ao analisar e decidir, se torna corresponsável por garantir a proteção dos participantes (Brasil, 2023).

Nesse sentido, foi conduzida em consonância com a liberação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), recebida em 8 de abril de 2021, sob o parecer nº 4.638.058, no qual foi assinado o termo de confidencialidade. Cabe salientar, ainda, que os participantes, após conhecimento da motivação e da proposta da pesquisa, tiveram acesso e assinaram, via Moodle, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), cujo texto pode ser verificado no Apêndice A.

A pesquisa foi desenvolvida na disciplina de Matemática Discreta, no curso binacional Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, durante o primeiro semestre de 2023. O grupo, inicialmente, era formado por 47 alunos/matrículas. Para seleção dos sujeitos, foi realizado um levantamento, pelo qual se verificou que, entre os estudantes, 10 estavam recursando a disciplina e 3 eram egressos do curso Técnico em Informática para Internet da própria instituição.

Visando reduzir a discrepância em relação aos subsunçores, esses 13 estudantes não fazem parte dos sujeitos analisados. Para esta decisão, foi levado em consideração o fato de que a pesquisadora já os conhecia e havia verificado que esses conhecimentos prévios os colocariam em vantagem em relação aos demais.

Cabe registrar que, embora tais alunos não sejam sujeitos da pesquisa (em termos de análise de dados), o objetivo da proposta é desenvolver uma metodologia que auxilie na construção de uma aprendizagem significativa para todos, ou seja, durante as aulas e atividades, eles receberam a mesma atenção e o direito de participação nos debates foi garantido.

Além desses 13, no decorrer do semestre, outros fatores (cancelamento/trancamento e baixa frequência) interferiram no quantitativo de sujeitos, conforme pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2 - Matriculados em MD (2023/1) que não são sujeitos da pesquisa

Nunca frequentou	1
Cancelou	7
Frequência < 50%	5
Recurando	10
Formação técnica em informática	3

Fonte: Elaborada pela pesquisadora, 2024.

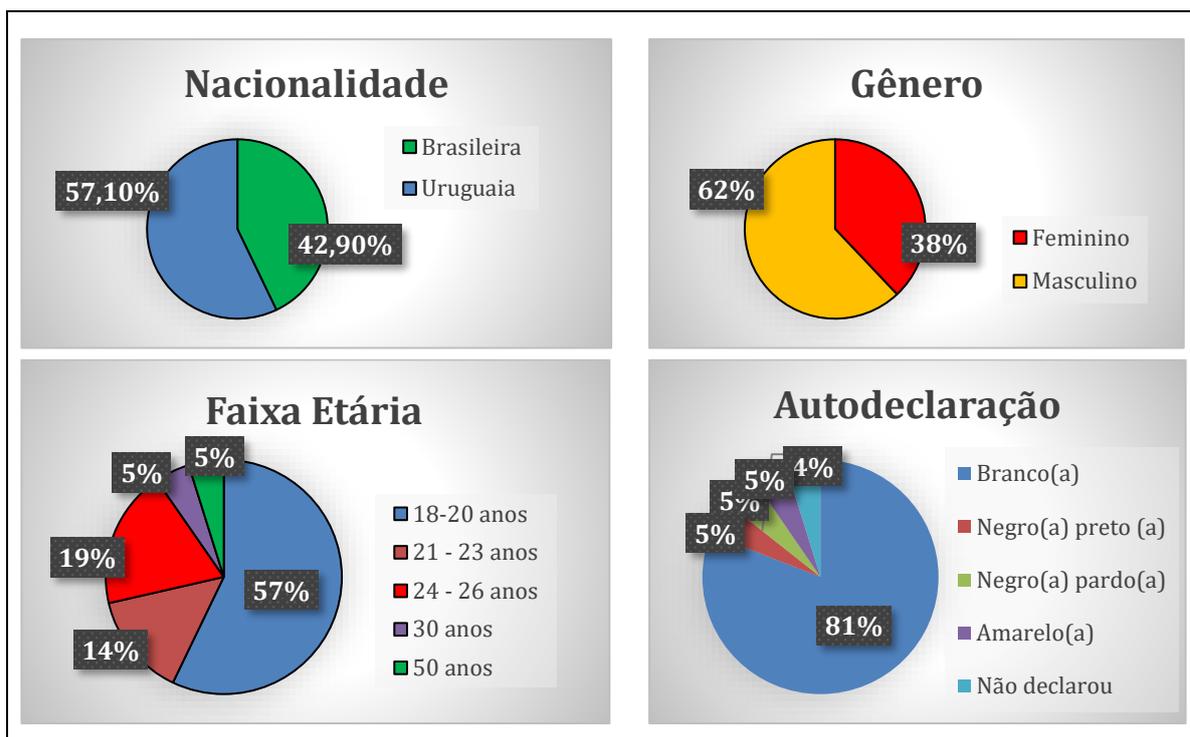
Dos 10 estudantes que estavam recurando a disciplina, 7 ficaram com frequência inferior a 50 %, mas não figuram na tabela (coluna frequência < 50%), pois nela constam os estudantes com ingresso em 2023/1 na condição de infrequência. Informações estatísticas, detalhadas, relacionadas a esses índices podem ser observadas no Apêndice B.

Uma vez realizada essa análise inicial, passou-se a acompanhar os 21 estudantes de MD, com ingresso no TADS em 2023/1, que não cancelaram o curso, não possuem formação técnica na área e apresentaram frequência mínima de 50%.

Após a manifestação de interesse na participação da pesquisa e o preenchimento da declaração no TCLE, os sujeitos responderam ao primeiro questionário (Moodle), que objetivou traçar um perfil da turma.

As perguntas (abertas e fechadas) abordam aspectos socioculturais e conhecimentos específicos, além das expectativas quanto à investigação. A compilação dos dados obtidos pelas questões fechadas foi dividida em duas figuras da seguinte forma: Figura 6, perfil demográfico e Figura 7, perfil do sujeito como estudante, as quais são apresentadas na sequência. As questões abertas serão distribuídas entre os demais subcapítulos de acordo com a pertinência em cada tema.

Figura 6 - Perfil demográfico do sujeito



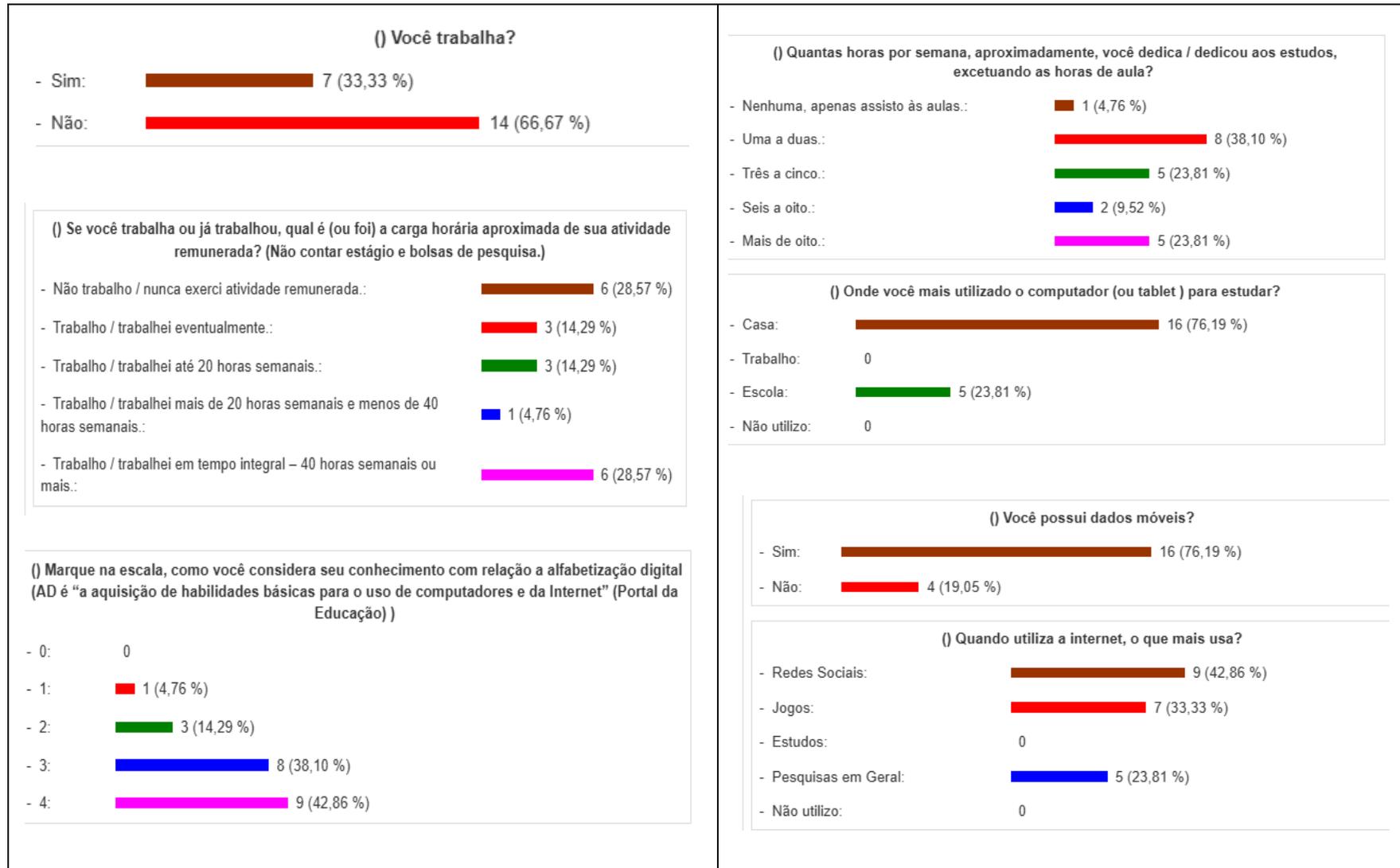
Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Embora o curso seja binacional, o perfil das turmas, no concernente à nacionalidade, varia, podendo ser majoritariamente formada por brasileiros ou por uruguaios, a depender da procura. Nessa seara, ao investigarmos esse fator, podemos ter alguns indícios (em termos culturais e de linguagem) que poderão influenciar na pesquisa.

Outra característica do curso é receber estudantes de diferentes faixas etárias, o que também impacta no desenvolvimento da disciplina. Por esse motivo, considera-se relevante a análise desses dados também.

Por questões de organização das aulas, ajustada às necessidades dos sujeitos, outros fatores se tornam relevantes no contexto da pesquisa e são representados na Figura 7.

Figura 7 - Perfil do sujeito como estudante



Fonte: Elaborado pelo Moodle a partir dos dados do questionário, 2024.

Com essas informações, traçou-se o perfil dos sujeitos, com destaque para pontos que merecem uma atenção especial durante as observações por se apresentarem como fatores potenciais e/ou desafios para o processo de aprendizagem.

O primeiro deles é quanto à diversidade cultural (divisão quase proporcional entre brasileiros e uruguaios): acredita-se que esse aspecto venha a enriquecer a troca de perspectivas e estratégias de resolução de problemas ao introduzir diferentes abordagens. Porém, as dificuldades de linguagem e diferenças culturais podem afetar a comunicação e o aprendizado colaborativo.

Cabe registrar que todos os estudantes uruguaios afirmaram possuir fluência na leitura em português, mas salientaram a dificuldade na escrita e na fala.

Outro fator que merece relevo é em relação à faixa etária e à experiência de vida/trabalho: se por um lado a concentração de estudantes jovens, entre 18 e 20 anos, pode indicar menor experiência em contextos profissionais, podendo limitar a aplicação prática dos conceitos, por outro, eles apresentam maior familiaridade com as tecnologias digitais. Essas informações foram importantes na estruturação das ações de intervenção pedagógica, pois essas distintas vivências ajudam a potencializar a aprendizagem da turma como um todo.

O curso tecnólogo tende a atrair alunos com interesse em inovações, o que pode ser considerado um fator de engajamento em atividades de pensamento computacional e resolução de problemas. Porém, por se tratar de um curso noturno, em que 1/3 da turma trabalha, o cansaço acumulado pode impactar a capacidade de concentração e participação dos alunos, especialmente em disciplinas que exigem concentração, como Matemática Discreta.

O perfil dos sujeitos sugere que, embora existam fatores culturais e etários que podem dificultar o aprendizado, há um potencial significativo para o desenvolvimento de habilidades do pensamento computacional. As características identificadas pelo questionário demandam um olhar atento da pesquisadora durante todo o processo, sendo assim a abordagem de ensino foi ajustada constantemente para explorar a diversidade cultural e a familiaridade tecnológica dos estudantes, na tentativa de minimizar possíveis barreiras de aprendizado.

Na sequência, a estrutura da disciplina e intervenções pedagógicas são abordadas como forma de propiciar um acompanhamento mais detalhado do contexto da pesquisa.

4.2 Organização e condução da disciplina de MD

Matemática Discreta compõe a grade curricular do curso TADS e pertence ao grupo de disciplinas ofertadas no 1º semestre. Porém, por não ser pré-requisito para nenhuma outra, recebe estudantes de diferentes adiantamentos.

O semestre letivo é distribuído em 20 semanas e a disciplina tem uma carga horária semanal de 4 horas/aula. Para esta pesquisa utilizaram-se 17 semanas, tendo em vista que, devido aos diferentes sistemas de ingressos Br/Uy, a turma vai se completando ao longo do primeiro mês.

Nas 10 primeiras semanas, a pesquisadora foi, também, professora responsável pela disciplina, até ser contemplada com afastamento para finalizar a pós-graduação. Mesmo com a chegada da nova professora, com a anuência do diretor do Campus (Apêndice C), continuou na turma até a conclusão do semestre, sendo acompanhada, desde então, pela colega.

Enquanto os estudantes chegavam ao curso, começou a ser traçado o perfil da turma (por meio de conversas, observações e questionário). Nesse momento, a pesquisa foi brevemente apresentada, sem entrar em muitos detalhes, e deu-se início à verificação dos subsunçores. O questionário que analisou esse perfil abordou, ainda, a compreensão prévia dos estudantes em relação à disciplina de MD e ao PC, no contexto do curso.

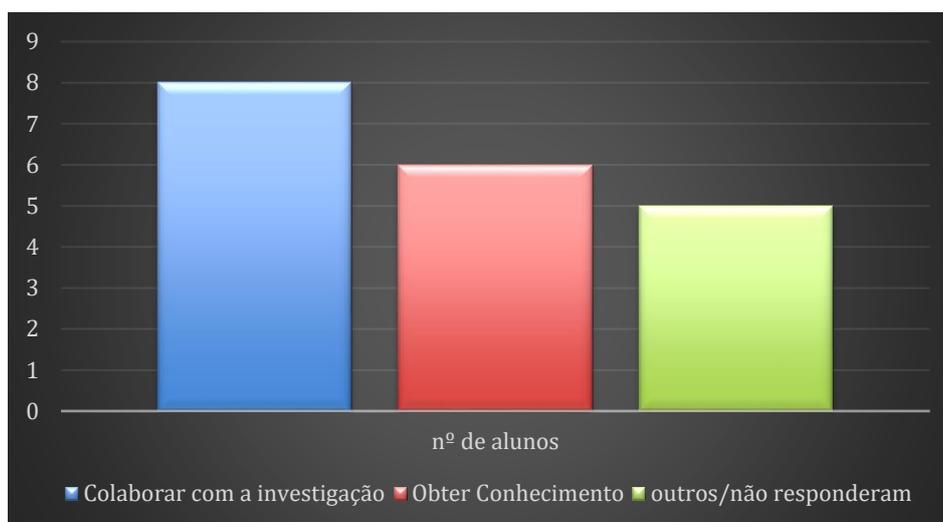
Antes da apresentação da ementa (Apêndice D), a turma assistiu ao documentário “George Boole – criador da Lógica Booleana” (disponível na plataforma Youtube) buscando por interseções com suas respostas. Na sequência, o conteúdo programático da disciplina foi explorado, ressaltando a relevância para a estruturação da área técnica.

Ao final do encontro, foi disponibilizado (Moodle) um texto, elaborado pela pesquisadora (Apêndice E), que apresenta a relação da MD com o curso e as motivações para a investigação. Na aula seguinte, o conteúdo do texto é debatido

e a pesquisa é apresentada. Nesse momento, os estudantes são convidados a participar (é explicado à turma quem seriam os sujeitos selecionados e o porquê) e os termos (TCLE) assinados digitalmente via Moodle.

Após os consentimentos, os sujeitos responderam a uma pergunta (Questionário aberto no Moodle) relativa às suas expectativas como participantes da pesquisa. Os dados foram sintetizados no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Expectativas dos sujeitos



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Entre as respostas registradas como outras, temos: “Quero a oportunidade de também monitorar meu progresso” (A11) e “Que los profesores aprendan mas sobre nosotros” (A15).

Da análise do gráfico, fica evidenciado que a maior parte da turma (66,7%) mostrou interesse direto em amplificar o conhecimento ou auxiliar na investigação, o que os coloca no papel de protagonistas nesse processo.

Foi questionado, então, como eles acreditariam que poderiam colaborar com a pesquisa e, principalmente, como o conhecimento é construído. Nesse momento de reflexão, foram chamadas para o debate as teorias da Andragogia e da Aprendizagem Significativa, enfatizando que o estudante precisa sentir-se ativo e manifestar interesse em contribuir não apenas para as discussões acerca do conteúdo, mas com decisões sobre o planejamento das atividades e das aulas.

A professora/pesquisadora se colocou, perante a turma, no papel de aprendiz, que, assim como cada um deles, tem o que ensinar e o que aprender, e

destacou que eram justamente essas trocas que promoveriam a aprendizagem. Explicou que, para o sucesso da pesquisa e a construção da aprendizagem, precisaria da participação ativa de todos.

Após esses momentos introdutórios, os conteúdos foram abordados, respeitando o ritmo da turma. Ao final de cada encontro (reservados 15 minutos), as dificuldades, as aprendizagens, a metodologia e o conteúdo foram discutidos, e as considerações, registradas para serem analisadas na elaboração do próximo encontro.

A cada nova necessidade que foi surgindo, as propostas do grupo foram estudadas, implementadas e testadas. Quando identificada alguma teoria que sustentasse as ações, ela foi analisada individualmente e discutida pelo grupo a fim de organizar novas práticas. Esse movimento foi cíclico e constante durante o semestre.

No início, poucos participaram das discussões (principalmente estudantes uruguaios e alunos egressos do curso técnico), mas, aos poucos, outros foram se somando.

Uma vez que os momentos de intervenção ocorreram durante as 17 semanas da disciplina, muitas foram as ideias e práticas discutidas. As principais delas (juntamente com o aporte teórico e considerações) podem ser conferidas a partir dos artigos que foram publicados, os quais se encontram disponíveis nos links a seguir:

- a) CONSTRUINDO DEGRAUS DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NA DISCIPLINA DE MATEMÁTICA DISCRETA. Este texto apresenta uma sequência de atividades e reflexões acerca da construção do conhecimento interligando conceitos matemáticos e a prática da programação. Disponível em: <https://eventum.pucpr.br/files/170835234470716d44c43-a8be-44a8-a19b-625269a7d14c>;
- b) COMUNIDADE DE PRÁTICA COMO PROMOÇÃO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL NA DISCIPLINA DE MATEMÁTICA DISCRETA. Neste texto, duas práticas que surgiram durante o semestre (aprendizagem a partir dos erros e comunidade de prática) estão representadas. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/sitem2023/664401-comunidade-de-pratica->

[como-promocao-do-pensamento-computacional-na-disciplina-de-matematica-discreta/](#);

- c) DESENVOLVENDO O PENSAMENTO ALGÉBRICO COM AUXÍLIO DO CHAT GPT. A atividade foi pensada após verificarmos a necessidade de um resgate do Pensamento Algébrico. No momento, as discussões acerca do uso da Inteligência Artificial estavam ganhando espaço na turma e as atividades foram pensadas como forma de utilizar essa tecnologia na construção do conhecimento. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/sitem2023/664363-desenvolvendo-o-pensamento-algebrico-com-auxilio-do-chat-gpt/>.

A proposta da Aprendizagem Significativa exige a constante verificação dos subsunçores para o avanço do conteúdo. Nesse âmbito, além das observações realizadas pela pesquisadora, os estudantes foram incentivados a sinalizar condições para dar o “próximo passo e avançar o degrau”.

Da mesma forma, acerca das avaliações, a turma tomou ciência de que, até ao final do semestre, precisaria ser avaliada em relação aos conteúdos estudados, ficando livre para decidir em quais momentos essas avaliações deveriam ocorrer. Porém, tendo em vista a relevância dos conteúdos para a formação do profissional, definimos o peso de cada avaliação.

A descrição de cada atividade avaliativa, com respectivos conteúdos, será detalhada na seção seguinte, que trata dos procedimentos e instrumentos para coleta dos dados.

4.3 Instrumentos e procedimentos

Este estudo se preocupou em coletar dados que permitissem analisar de que forma a integração do Pensamento Computacional, como ferramenta para Resolução de Problemas, influencia o processo de aprendizagem na disciplina de Matemática Discreta. Nesse sentido, acompanhamos o desenvolvimento dos estudantes na construção dos conceitos abordados em MD e na aquisição das habilidades do PC.

Para tal finalidade, foram exploradas múltiplas fontes de evidências (Yin, 2015): diário de campo, observações, questionários, fotografias e vídeos (para as atividades práticas), testes, provas e outros artefatos produzidos pelos sujeitos (resolução de problemas, testes de mesa, programas, aplicativos).

A partir desses instrumentos, almejamos conseguir os dados necessários para a análise quantitativa (buscando convergência entre percentuais de desenvolvimento em PC e MD, bem como verificação dos índices de aproveitamento em MD e LP) e qualitativa (permitindo o aprofundamento em casos discrepantes, bem como orientação para a abordagem quantitativa).

Os primeiros registros se deram via diálogo com o grupo, observações e diário de campo, com o intento de conhecer os estudantes e selecionar os sujeitos da pesquisa, na tentativa de minimizar as diferenças entre os subsunçores.

Kroef, Gavillon e Romm (2020) defendem que, além de o diário de campo visibilizar os aspectos da implicação do pesquisador com o campo, constitui-se como uma ferramenta de intervenção, pois provoca reflexões sobre a própria prática, auxiliando na tomada de decisões em relação ao planejamento, ao desenvolvimento e até mesmo ao método de análise da pesquisa. Neste estudo, o diário de campo foi fundamental, não só para registrar as observações da pesquisadora, mas também para dar voz ao sujeito, documentando suas sugestões e reflexões.

Outro instrumento utilizado com frequência foi o questionário, a fim de traçar o perfil do sujeito, verificar conhecimentos prévios, registrar percepções em relação às práticas adotadas, analisar a construção do conhecimento e tomar decisões no sentido de avançar, ou não, com os conteúdos.

Miranda (2020) afirma que, quando se deseja buscar informações direto com o sujeito, o questionário é a ferramenta mais utilizada. Lakatos e Marconi (1991), apesar de concordarem com a importância dos questionários nas pesquisas, chamam atenção para o fato de que existe uma porcentagem pequena de devoluções. Por sua vez, Medeiros, Steiner e Zotto (2020), em seus estudos, verificaram que, no uso de questionários on-line, essa porcentagem tem aumentado. Como os questionários aplicados durante o estudo foram respondidos (Moodle) pelos estudantes durante as aulas, todos os presentes enviaram suas respostas.

Durante o semestre, os estudantes produziram vários artefatos que serviram como fontes para uma exploração mais detalhada do processo de aprendizagem (dificuldades e avanços), seja de forma individual, seja coletiva. Para Yin (2015), artefato é qualquer evidência física desenvolvida pelos sujeitos durante a pesquisa. Nesse caso, temos resolução de exercícios, provas, aplicativos, relatórios, entre outros.

Para verificação da aquisição das habilidades do pensamento computacional, além de observação e registros no diário de campo, foram aplicados três questionários específicos (Teste Inicial, Teste Intermediário e Teste Final).

Assim, como não há o consenso entre os pesquisadores sobre o conceito de PC, há uma escassez de propostas para essa avaliação. A partir de uma busca na literatura, encontrou-se uma tendência de autores como Pontes et al. (2019) e Mooney e Lockwood (2020) por utilizarem-se das questões do Bebras *Computing Challenge* para realizar essa análise.

Bebras (castor em português) é uma iniciativa criada na Lituânia pela professora Valentina Dagiené, com 20 anos de existência, que tem por finalidade a promoção da informática e do PC na educação básica por meio de um desafio do qual participam, atualmente, 75 países. Embora o teste incorpore em suas questões termos associados à ciência da computação, não exige conhecimentos prévios para realizá-las, fundamentando-se no raciocínio lógico e na resolução de problemas.

No Brasil, o Bebras começou a ser aplicado a partir de 2022, para estudantes do terceiro ano do ensino fundamental ao terceiro ano do ensino médio, divididos nas seguintes categorias: **Pre-Primary** – estudantes do 3º ano do EFI; **Primary** – estudantes dos 4º e 5º anos do EFI; **Benjamins** – estudantes dos 6º e 7º anos do EFII; **Cadets** – estudantes dos 8º e 9º anos do EFII; **Juniors** – estudantes dos 1º e 2º anos do EM; e **Seniors** – estudantes do 3º ano do EM (Bebras Brasil, 2024). Nessa investigação, utilizou-se a categoria Seniors.

Devido ao desafio ser recente no Brasil (em 2023 havia ocorrido apenas uma competição, até o início da pesquisa), as questões para os nossos testes foram retiradas do Bebras Portugal e aplicadas nos idiomas português e espanhol.

Para a pontuação na competição, é utilizado um método baseado em score e apresenta questões em três níveis (fácil, médio e difícil). Todavia, seu objetivo

não é o de avaliar a aquisição das habilidades do PC, mas, sim, de incentivar sua inserção na resolução de problemas.

Estudos indicam que o método utilizado pelo Bebras não se mostrou adequado à avaliação de Pensamento Computacional (PC), por pontuar o grau de complexidade dos textos e não habilidades envolvidas, mas as questões elaboradas têm potencial promissor para tal (Araujo et al., 2017).

Nesse sentido, para este estudo, a partir da análise qualitativa do contexto das questões propostas, visando adaptar a avaliação para a verificação da aquisição da(s) habilidade(s) do PC, foi desenvolvido o critério de pontuação. Assim como o teste original, seguimos com os três níveis, entretanto estão relacionados ao quantitativo de habilidades empregadas na resolução na questão: fácil – 1, média – 2 e difícil – 3.

Na mesma perspectiva, a pontuação foi proposta (2 pontos por habilidade envolvida): fácil – 2 pontos; médio – 4 pontos; e difícil – 6 pontos. Questões não respondidas (ou marcadas como “não entendi”) pontuam 0. Para respostas erradas (independentemente do nível), a pontuação é de -1, com vistas a estimular a sinalização de quando o estudante tem problema com a interpretação do texto.

Já em relação à análise do desempenho dos estudantes na disciplina de MD, embora o conhecimento construído pela colaboração, foram realizadas 4 avaliações (AV1, AV2, AV3 e AV4), conforme descritas a seguir:

- a) AV1 – observou o desempenho dos estudantes em relação às unidades de Fundamentos da Lógica, Indução Matemática e Técnicas de Demonstração e Teoria dos Conjuntos (35% da nota total);
- b) AV2 – foram explorados os conceitos de Teoria dos Conjuntos e Relações e Funções (25% da nota total);
- c) AV3 – analisou-se a ideia de recursão, como um caso específico do trabalho com funções e conceito de fatorial, introduzindo o estudo da Análise Combinatória. Essa avaliação foi dividida em duas partes: prova individual e trabalho em grupo, representando, respectivamente, 10% e 15% da nota final da disciplina;
- d) AV 4 – na última fase, final do semestre, foram abordados os conceitos referentes à análise combinatória (15% da nota total). Apesar de essa

avaliação integrar a nota final da disciplina, não foi possível desenvolver uma análise qualitativa do desempenho dos estudantes na construção do conhecimento. Por ser final de semestre e os estudantes estarem preocupados com a disciplina de lógica de programação, muitos não realizaram as atividades avaliativas da etapa.

Além disso, percebeu-se pouca, ou nenhuma, entrega dos estudantes para o estudo desses conceitos.

O último conteúdo da ementa (Teoria dos Grafos) não foi abordado devido à falta de tempo. É explorado pela área técnica (no quarto semestre do curso) e o docente responsável pela disciplina foi sinalizado.

Discorrido sobre os instrumentos utilizados para a coleta dos dados desta pesquisa, a seção seguinte aborda a forma como foram analisados.

4.4 Análise dos dados

Para realizar a análise qualitativa dos dados, coletados durante o estudo de caso, utilizou-se da Análise de Conteúdo, de acordo com a sistematização proposta por Bardin (2011), que consiste em três fases: 1 – Pré-análise (leitura flutuante, escolha dos documentos, (re)formulações de objetivos, hipóteses e a formulação de indicadores); 2 – Exploração do material (criação de categorias); e 3 – Tratamento dos resultados (interpretação dos resultados).

Para a autora, a validade dos resultados da investigação depende da coerência entre essas fases, cujo rigor deve inibir ambiguidades e constituir uma premissa fundante.

Durante o semestre, muitos foram os dados coletados. Na fase da pré-análise, a partir da leitura flutuante destes, realizou-se a seleção dos que apresentaram potencial para verificar a evolução dos estudantes tanto em MD quanto nas habilidades do PC. Sob esse prisma, buscou-se por materiais que permitissem a realização de uma investigação mais detalhada do desenvolvimento dos estudantes: engajamento durante as atividades propostas, domínio dos conceitos abordados em MD e utilização da proposta do PC na resolução de

problemas na realização. Assim, foram selecionados questionários, exercícios, e as informações registradas no diário de campo, destacadas.

Na fase dois, exploração do material, além do estudo dos instrumentos citados anteriormente, as provas da disciplina de MD foram analisadas quanto às habilidades do PC empregadas na resolução das questões, a fim de facilitar a verificação da convergência com o resultado do Bebras.

Da análise qualitativa dos textos das questões do Bebras, estipulou-se a pontuação para o teste de acordo com o número de habilidades do PC envolvidas na resolução: Fácil – 1 habilidade; Médio – 2 Habilidades; e Difícil – 3 habilidades. Considera-se que a habilidade “Avaliação” deva estar presente em todas elas, no entanto é impossível analisá-la em testes de múltipla escolha. Por isso, consideramos para efeito de pontuação as habilidades abstração, reconhecimento de padrões e pensamento algorítmico.

Na fase de tratamento dos resultados, foi realizada a análise individual de desempenho/evolução dos sujeitos na construção do conhecimento de MD e na aquisição das habilidades do PC. Além do estudo realizado no contexto da disciplina de MD, foi observado o desempenho na disciplina de LP (valendo-se das notas finais de cada um dos sujeitos) para verificar se o incentivo à utilização e aquisição das habilidades do PC refletiu no aproveitamento desses estudantes na disciplina, ou ficou restrito às atividades de MD.

A análise apresentada nesta seção é detalhada e desenvolvida no capítulo seguinte.

5 ANÁLISE E RESULTADOS

Este capítulo tem por finalidade realizar a análise dos dados coletados durante o estudo de caso, com o intuito de verificar se os objetivos propostos para a pesquisa foram alcançados e, caso negativo, quais os possíveis motivos.

Para fins de organização e detalhamento da investigação, esta seção foi dividida em 5 subcapítulos: Verificação dos subsunçores (traçando o perfil do estudante quanto aos conhecimentos prévios), Aquisição das habilidades do PC (estudo dos resultados durante os testes), Desempenho em Matemática Discreta (avaliação em relação aos conceitos de MD), Reflexões sobre a construção do conhecimento e resultados (comparação das análises realizadas neste capítulo).

5.1 Verificação dos subsunçores

Antes de dar início às intervenções, foram verificados os conhecimentos prévios dos estudantes quanto aos conceitos abordados pela MD e às habilidades desenvolvidas pelo PC. Foram utilizados três instrumentos: questionário (as perguntas abertas com o intuito de traçar o perfil dos sujeitos, e os conceitos de MD e PC), Teste Inicial (Bebras) para avaliar o desenvolvimento do PC e observações (a partir de uma atividade de construção coletiva no quadro branco).

O questionário (referente aos conhecimentos MD, PC e conceitos abordados na disciplina) foi respondido por 19 dos 21 sujeitos, pois A5 e A13 chegaram mais tarde ao curso. Eles responderam depois, mas, nesta análise, suas respostas não foram computadas, pois já haviam participado dos debates iniciais sobre os temas.

Os dados registrados podem ser verificados no Quadro 12. As quatro primeiras perguntas (o que é MD, Lógica, Lógica Matemática e Lógica de Programação), mesmo discursivas, foram transcritas para a tabela, após a análise das respostas¹, apenas quanto a alguma (x) ou nenhuma (---) compreensão, visando sintetizar as informações.

¹ Nas respostas abertas dos participantes, iremos nos valer da transcrição diplomática, que preserva o texto conforme foi escrito, sem submetê-lo a qualquer correção ou indicação de desvio gramatical.

Quadro 12 - Conhecimentos prévios: MD e PC

Nº	MD	L	LM	LP	MD no TADS	PC
A1	X	X	X	X	La base de la computación es matemática, las maquinas entienden las instrucciones en binário. Esto luego se transcribe en código mediante el lenguaje complejo de programacion, el cual se asemeja a la forma de lenguaje humana.	Es una forma de pensamento puramente lógico, de interpretación de datos y que devuelve resultados objetivos.
A2	X	X	X	X	El alumno practica una de las principales bases de su desenvolvimiento intelectual, practicando el pensamiento critico.	Es un proceso de pensamiento enlovido en la formulacion de un problema.
A3	---	X	---	X	Las matemáticas estan estrechamente relacionadas con la computación ya qué muchos procesos están determinados mediante las matemáticas.	---
A4	---	---	---	---	Para resolver problemas relacionados com programas.	É o pensamento relacionado a computação.
A5	Chegou mais tarde à turma.					
A6	---	X	X	X	Para auxiliar a desenvolver sistemas funcionais e que apresentam a menor quantidade possível de falhas.	---
A7	X	---	---	---	Estudar a lógica, a probabilidade e a estatística na programação.	Saber raciocinar cada algoritmo dentro da programação.
A8	---	---	---	---	Por que se necesita crear.	Memoria de la computadora.
A9	---	X	X	X	Es relevante la importância matemática debido a su implementación directa a los problemas de programación. Sin esta complejo seria un desarrollo correcto y funcional.	Hace referencia a la secuencia de pasos a realizar para lograr un progreso en la computación. Los algoritmos me parecen relativos em esta área.

Nº	MD	L	LM	LP	MD no TADS	PC
A10	---	---	---	---	---	---
A11	---	X	X	X	Para aprimorar as capacidades de lógica e raciocínio.	Dar instruções para a máquina de forma programática.
A12	---	X	---	---	O funcionamento de um programa se baseia em partes com 0 e 1, logo precisamos usar lógica matemática para isso funcionar.	A forma de raciocínio eficiente para resolver problemas, assim como um computador faz, usando de informações pré-computadas para chegar a melhor forma de um resultado.
A13	Chegou mais tarde à turma.					
A14	---	---	---	---	A programação basicamente é voltada para a área das exatas, onde números são utilizados a todo momento na criação de sistemas.	Como podemos resolver problemas a partir do uso do computador, através de programas/software.
A15	X	X	---	---	La matemática es parte fundamental para programar.	Todo aquello relacionado a la programación.
A16	X	---	---	X	Es una forma de ejercitar la mente y introducir el pensamiento computacional y también por el lenguaje binario de las computadoras.	Es como la computadora entiende, crea y ejecuta los procesos para realizar alguna acción o resolver algun problema.
A17	---	X	---	---	Porque para realizar un programa se necesita tener en cuenta probabilidades y variables.	Es una forma de pensar los procesos de la misma forma que la interface de una computadora.
A18	---	---	---	---	Se estudia porque la matemática esra relacionada a los programas.	Es cuando una pesoa resuelve problemas atraves de una computadora.

Nº	MD	L	LM	LP	MD no TADS	PC
A19	---	X	X	X	Creo que debido al alto grado de dependência que esta tiene con la programación.	Son los padrones de funcionamiento de las maquinas.
A20	---	---	---	X	Um dia um professor disse que aqui eu acharia o sentido da matemática, então penso que a matemática aqui tenha um papel principal.	É o que tem a ver com a linguagem de programação, basicamente o jeito com que o computador entende as coisas.
A21	X	X	X	---	Estudar como probabilidades e teorias Booleanas são usadas.	---
L- Lógica; LM - Lógica Matemática; LP - Lógica de Programação / X - algum conhecimento sobre o assunto; --- - desconhecimento						

Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Conforme pode ser visualizado na tabela, apenas 31,6% dos estudantes presentes no dia da realização do questionário tinham alguma ideia sobre o que é abordado em MD. Pode-se notar, também, que, embora, praticamente, todos tenham respondido sobre a importância da matemática para o curso, para eles não está claro de que forma essa relação acontece. Quanto ao PC, 26,7% relacionaram com as habilidades para resolução de problemas; 33,3%, com a programação em si; e 40% associaram ao uso da máquina (computador).

A fim de verificar as habilidades do PC, aplicadas na resolução de problemas, foram selecionadas 7 questões do Bebras, categoria seniores, sendo 2 fáceis, 3 médias e 2 difíceis (em relação ao número de habilidades exigidas), respectivamente. O teste foi realizado na plataforma Moodle, durante o período de aula (40 minutos), no laboratório de informática destinado à disciplina. No ambiente virtual, o estudante deveria, na hora do acesso ao teste, optar pelo idioma português ou espanhol. As questões propostas, português, podem ser conferidas na Figura 8.

Figura 8 - Teste Inicial

Teste Inicial - versão em PORTUGUES

A International Society for Technology in Education (ISTE) enfatiza que o pensamento computacional na educação não está trazendo alunos para a posição de líder em ciência da computação, mas aplicando suas habilidades de pensamento computacional também em outros cursos, como um hábito. Aumentando a capacidade do indivíduo em resolver problemas do seu cotidiano.

Se você não entendeu a questão e não sabe como resolvê-la, marque a alternativa NÃO ENTENDI A QUESTÃO.

Este questionário será aberto em segunda, 5 junho 2023, 21:45

Duração máxima: 40 minutos

Método de avaliação: Primeira tentativa

Questão 01 – Habilidade: Abstração

Bob, o castor, só diz a verdade na segunda, quarta e sexta-feira e sempre mente em todos os outros dias da semana. Hoje ele diz: "Amanhã vou dizer a verdade."

Que dia é?

Escolha uma:

Terça

não entendi a questão

Sábado

Quinta

Domingo

Questão 03 – Habilidades: Abstração e Pensamento Algorítmico

Depois da escola, os jovens castores costumam brincar juntos. Para evitar brigas sobre onde jogar, eles jogam um dado normal de seis lados. A decisão é encontrada de acordo com esta regra:

1 IF the first throw is greater than the second throw	2 THEN we go to play in the woods
3 ELSE	4 IF the third throw is less than the first throw
5 THEN we go to play at the river	6 ELSE we go to play on the sport field

IF o primeiro lance é maior que o segundo lance

THEN vamos brincar na floresta

ELSE

IF o terceiro lance é menor do que o primeiro lance

THEN vamos brincar no rio

ELSE vamos brincar no campo esportivo

IF el primer tiro es mayor que el segundo tiro

THEN vamos a jugar en la floresta

ELSE

IF el tercer tiro es menor que el primer tiro

THEN vamos a jugar en el rio

ELSE vamos a jugar en el campo deportivo

Qual sequência de lances mandará os jovens castores para o campo esportivo?

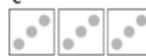
A



B



C



D



Escolha uma:

B

D

C

A

não entendi a questão

Questão 02 – Habilidade: Reconhecimento de Padrões

Um castor coloca cinco garrafas em uma mesa. Ele as coloca de modo que cada garrafa apareça um pedaço. Ele coloca a primeira garrafa na parte de trás da mesa e cada garrafa subsequente na frente da anterior.

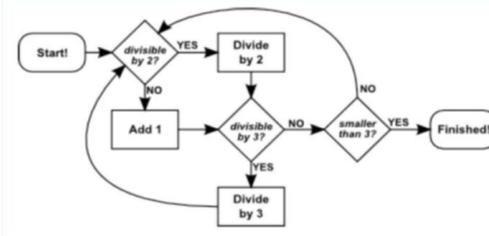


Em que ordem as garrafas foram colocadas conforme mostrado na figura?

- Escolha uma:
- D B C A E
 - E D C B A
 - E C D A B
 - D C E B A
 - não entendi a questão

Questão 04 – Habilidades: Abstração e Pensamento Algorítmico

Na escola, os pequenos castores fazem cálculos complicados usando fluxograma. Eles começam com um número no **começo!** e siga as instruções:



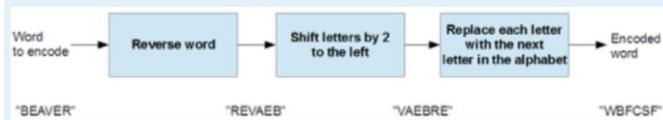
Ao começar com o número 18, qual é o número quando terminar?

(se não entendeu a pergunta, responda " não entendi a questão")

Resposta:

Questão 05 – Habilidades: Abstração e Pensamento Algorítmico

O castor Alex e o castora Betty enviam mensagens uns aos outros usando a seguinte sequência de transformações em cada palavra.



Por exemplo, a palavra "BEAVER" é transformada para "WBFCSF".

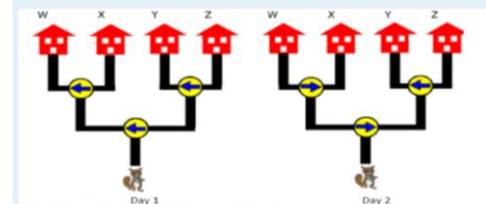
A castora Betty recebe a mensagem codificada "PMGEP" do castor Alex.

O que Alex deseja dizer?

- Escolha uma:
- LODGE
 - RIVER
 - não entendi a questão
 - KNOCK
 - FLOOD

Questão 06 – Habilidades: Abstração, Reconhecimento de Padrões e Pensamento Algorítmico

O Sr. Beaver tem 4 amigos que moram em aldeias diferentes e planeja visitar um desses amigos todas as tardes. Inicialmente, todas as setas apontam para a estrada esquerda. Ao passar pelo cruzamento, o Sr. Beaver mudava a seta para a direção oposta. Por exemplo, no dia 1, o Sr. Beaver pega a estrada à esquerda na primeira interseção, pega a estrada à esquerda na segunda interseção e chega a Aldeia W. No dia 2, o Sr. Beaver vira a direita na primeira interseção, então à esquerda no segundo cruzamento e chega a Aldeia Y.



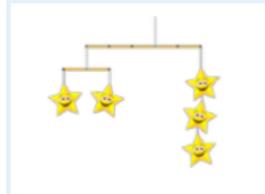
¿Qué pueblo visitará el señor Beaver el día 30?

- Escolha uma:
- Aldeia X
 - não entendi a questão
 - Aldeia
 - Aldeia Y
 - Aldeia Z

Questão 07 – Habilidades: Abstração, Reconhecimento de Padrões e Pensamento Algorítmico

Um móbile é uma obra de arte pendurada no teto. Você deve se lembrar de um pendurado no teto em seu quarto. Um móbile consiste em paus e figuras. Cada vara tem alguns pontos para os quais as figuras ou outras varas podem ser anexadas. Além disso, cada vara tem um ponto de suspensão, a partir do qual é presa a uma vara mais acima (ou ao teto). O seguinte exemplo de móbile pode ser descrito usando estes números e parenteses:

$(-3 (-1 1) (1 1)) (2 3)$



Qual dos seguintes móveis pode ser construído a partir das seguintes instruções: $(-3 (-1 4) (2 (-1 1) (1 1))) (2 (-1 6) (2 3))$



Escolha uma:

- A
- D
- B
- não entendi a questão
- C

Fonte: Elaborada a partir da competição Bebras, 2023.

Para avaliação do teste, definiram-se os seguintes critérios: os acertos nos níveis fácil, médio e difícil pontuam +2, + 4 e + 6, respectivamente, enquanto as questões erradas, -1. A opção “não entendi a questão” corresponde ao valor zero. A pontuação final foi realizada pelo somatório dos valores obtidos em cada questão. Os resultados do Teste Inicial podem ser conferidos na Tabela 3.

Tabela 3 - Resultados do teste inicial

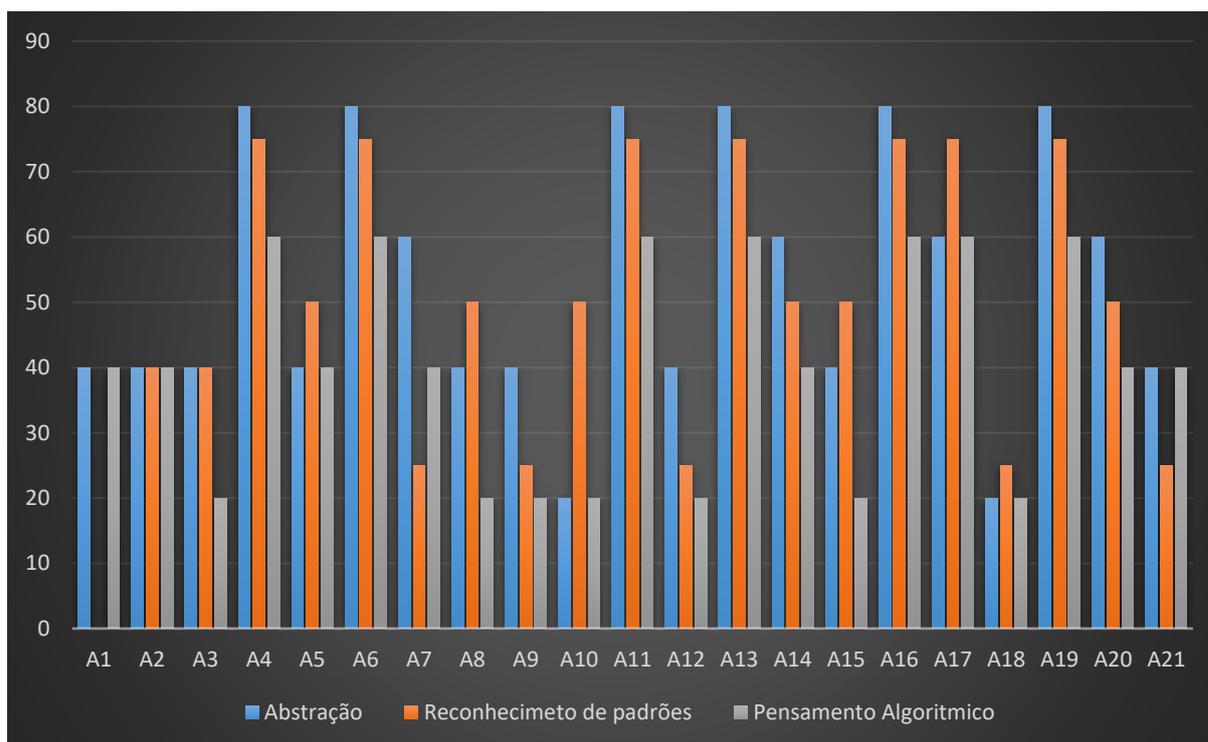
Aluno/ Habilidades	Q.1	Q.2	Q.3	Q.4	Q.5	Q.6	Q.7	Total/28
	1	2	1 e 3	1 e 3	2 e 3	1,2 e 3	1,2 e 3	
A1	-1	-1	+4	+4	-1	-1	-1	3
A2	+2	+2	0	+4	+4	0	-1	11
A3	+2	+2	-1	-1	-1	+6	-1	6
A4	+2	+2	+4	-1	-1	+6	+6	18
A5	-1	+2	-1	+4	-1	+6	-1	8
A6	+2	+2	+4	-1	-1	+6	+6	18
A7	+2	-1	+4	-1	-1	-1	+6	8
A8	+2	+2	-1	-1	-1	+6	-1	6
A9	+2	+2	-1	+4	-1	-1	-1	4
A10	-1	+2	-1	-1	-1	-1	+6	3
A11	+2	+2	+4	-1	-1	+6	+6	18
A12	+2	+2	+4	-1	-1	-1	-1	4
A13	+2	+2	+4	-1	-1	+6	+6	18
A14	+2	+2	+4	-1	-1	+6	-1	11
A15	+2	+2	-1	-1	-1	+6	-1	6
A16	+2	+2	-1	+4	-1	+6	+6	18
A17	-1	+2	-1	+4	0	+6	+6	16
A18	-1	+2	0	+4	0	-1	-1	3
A19	+2	+2	-1	+4	-1	+6	+6	18
A20	+2	+2	+4	-1	-1	+6	-1	11
A21	-1	+2	+4	+4	-1	-1	-1	6

Para habilidades, considera-se: 1 – Abstração, 2 – Reconhecimento de Padrões e 3 – Pensamento Algorítmico.

A tabela foi organizada de forma a possibilitar dois tipos de análises: o desenvolvimento percentual, médio, de cada sujeito durante o semestre e um acompanhamento da aquisição de cada uma das habilidades (abstração, reconhecimento de padrões e pensamento algébrico).

As habilidades desenvolvidas por cada estudante encontram-se sintetizadas no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Desempenho por habilidades – Teste Inicial



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

O teste inicial indicou uma aquisição baixa em relação às habilidades exploradas: apenas 6 estudantes (28,6%) obtiveram uma pontuação acima de 60%, destacando a necessidade de reforço nas estratégias de PC. A média da turma ficou em, aproximadamente, 36,4% de acertos.

No gráfico, é possível visualizar a distribuição das pontuações individuais em abstração, reconhecimento de padrões e pensamento algorítmico, demonstrando que, embora alguns tenham um domínio básico de abstração e reconhecimento de padrões, a habilidade de pensamento algorítmico foi consistentemente desafiadora.

Essas conclusões indicaram áreas-chave para intervenções pedagógicas, sobretudo voltadas ao desenvolvimento do pensamento algorítmico, que é uma

habilidade fundamental para a resolução de problemas em Matemática Discreta e Programação.

Para finalizar a verificação dos subsunçores com os quais os sujeitos chegaram ao curso, já pensando no planejamento inicial da disciplina, explorou-se a teoria dos conjuntos, a partir de uma construção coletiva e gradual (no quadro branco). Partindo do primeiro contato, nos primeiros anos de escolarização, com a ideia de conjuntos, foi-se investigando o quanto os sujeitos conseguiam avançar na teoria, ao relacionar, interpretar situações-problema e abstrair.

Com essa atividade, notou-se que, embora reconheçam o significado de conjunto, dos operadores “união” e “intersecção” (identificando simbolicamente e na representação no diagrama de Venn), ou seja, aprendizagem representacional, não conseguiam aplicar, tampouco reconhecer esses conceitos na resolução de um problema. Desse modo, apresentaram traços de uma aprendizagem mecanizada.

Constatou-se que os sujeitos possuem um baixo grau de compreensão (inferior a 50%), seja em relação à abordagem inicial da MD, seja em relação às habilidades do PC. Diante dessas informações, as estratégias para as intervenções começaram a ser delineadas e os resultados obtidos, durante e ao final do processo, que se encontram na sequência do texto.

5.2 Aquisição das habilidades do Pensamento Computacional

Nas intervenções, os sujeitos foram incentivados, constantemente, a reconhecer e aplicar as habilidades do PC na resolução de problemas na disciplina de MD. Com vistas a verificar a aquisição dessas habilidades, foram aplicados três testes (inicial, intermediário e final). A proposta de incluir um teste intermediário entre o pré-teste (inicial) e o pós-teste (final) foi pensada na perspectiva de realizar uma análise mais detalhada da evolução do estudante, visto que, além de a maior parte das questões serem de múltipla escolha, o texto influencia no desempenho (interpretação).

A Figura 9 traz as questões selecionadas (Bebras) para o teste intermediário, aplicado na décima segunda semana do semestre.

Figura 9 - Questões do teste intermediário

Questão 01 - Habilidade: Pensamento Algorítmico

O castor Bruno trabalha na linha de montagem das porcas e parafusos.



A descrição do seu trabalho é a seguinte:

- O Bruno fica numa das pontas de um tapete rolante comprido, que contém uma linha de porcas e parafusos.
- O trabalho do Bruno é tirar cada elemento, uma porca ou um parafuso, do tapete rolante.
- Se o Bruno tirar uma porca do tapete rolante, ele coloca-a no balde ao seu lado.
- Se o Bruno tirar um parafuso do tapete rolante, ele pega numa porca do balde ao seu lado, enrosca-a no parafuso e coloca a peça montada numa caixa grande.

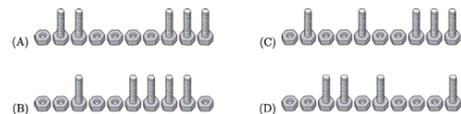
No entanto, as coisas podem correr mal para o Bruno de duas formas diferentes:

1. Se o Bruno tirar um parafuso do tapete rolante e não existir nenhuma porca no balde para enroscar.
2. Se não existirem mais porcas ou parafusos no tapete rolante e ainda estiverem porcas no balde.

Pergunta

Que sequência de porcas e parafusos, quando processada da esquerda para a direita, não causará problemas ao Bruno?

Respostas Possíveis

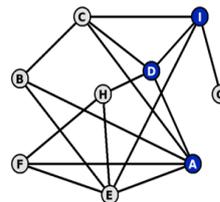


Questão 02 - Habilidade: Reconhecimento de Padrões

Os alunos numa sala de aula falam com os seus colegas conforme demonstra a figura. Por exemplo, o aluno H apenas fala com os alunos D, E e F durante o dia.

Na segunda-feira tiveram uma nova professora de Matemática. Por causa do seu cabelo, três estudantes (A, D e I) começaram imediatamente a chamar-lhe "Miss Infinito".

A alcunha espalhou-se entre os estudantes da seguinte forma: por cada estudante, se mais de metade dos colegas com quem fala usarem a alcunha, esse estudante irá usá-la no dia seguinte.



Pergunta

Qual é o dia dessa mesma semana em que todos os alunos usam a alcunha "Miss Infinito" pela primeira vez?

Respostas Possíveis

- (A) Terça-feira
 (B) Quarta-feira
 (C) Quinta-feira
 (D) Sexta-feira
 (E) Nessa semana nunca chegam todos os estudantes a usar a alcunha

Questão 03 - Habilidades: Reconhecimento de Padrões e Pensamento Algorítmico

Num castelo misterioso vive o único feiticeiro. Este feiticeiro consegue transformar-se numa fada ou criar uma fada ao seu lado (à direita). A fada, por sua vez, consegue transformar-se numa poção (à esquerda) e num dragão (à direita) ou transformar-se numa poção (à esquerda), num feiticeiro (ao centro) e num dragão (à direita).

A tabela seguinte mostra os conteúdos do castelo antes e depois de cada uma das quatro possíveis transformações.

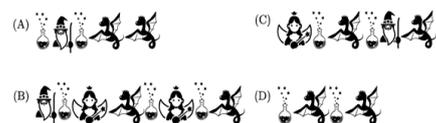
Antes	Depois

Estas transformações mágicas podem acontecer um qualquer número de vezes e em qualquer ordem. Dessa forma, qualquer feiticeiro e qualquer fada podem transformar-se em qualquer momento.

Pergunta

Começando com um único feiticeiro, qual dos estados do castelo não é possível obter?

Respostas Possíveis



Questão 04 - Habilidades: Abstração e Reconhecimento de Padrões

Podemos representar uma lista dos números 3, 5, 2, 4, 1 visualmente como demonstrado na figura abaixo (os números vermelhos mais pequenos em cima indicam as posições na lista).

X ^{1 2 3 4 5}
3 5 2 4 1

Escrevemos (X 2) para descrever o número na posição 2. Portanto, (X 2) é 5. De modo semelhante, (X 5) é 1.

As posições podem ser indicadas indiretamente. Por exemplo (X (X 3)) é 5 porque (X 3) é 2, portanto (X (X 3)) = (X 2) = 5.

Aqui estão 3 listas A, B e C.

A 3 2 4 1 5
 B 5 4 1 3 2
 C 2 5 4 3 1

Pergunta

Qual é o número descrito por (A (B (C 5)))? (Escreve o número na folha de respostas)

Questão 05 - Habilidades: Abstração, Reconhecimento de Padrões e Pensamento Algorítmico

Questão 06 - Habilidades: Abstração, Reconhecimento de Padrões e Pensamento Algorítmico



Os castores construíram um sistema "admiravelmente inteligente"(AI); o sistema serve para medir o tamanho de um animal e, baseando-se somente nisso, decidir se o animal é um castor ou não. O sistema AI aprende a tomar as suas decisões a partir de exemplos.

Primeiro, o sistema AI aprende a partir de animais exemplo com os seguintes tamanhos:

- 65, 66, 67, 68, 69 ⇒ castor
- 11, 101, 110, 120, 130 ⇒ não castor

Depois de terminado de treinar o sistema AI, os castores avaliaram quão bem o sistema AI funciona na sua avaliação de novos exemplos. O resultado é o seguinte:

- 70, 74 ⇒ castor
- 86, 38 ⇒ não castor
- 40, 80 ⇒ castor

O sistema AI fez um erro pois os dois animais de tamanhos 40 e 80 não são, na verdade, castores!

Porque aconteceu isto? O sistema AI tinha observado que um animal com o tamanho 11 ou com o tamanho 101 **não** é um castor e que um animal com o tamanho 65 ou com o tamanho 69 é um castor. Olhando para as diferenças de tamanho, o sistema AI decidiu que apenas animais com tamanhos superiores a 38 e inferiores a 85 são castores.

Assim, de forma a melhorar o sistema AI, o castor deu-lhe um novo exemplo: um animal com o tamanho 42 **não** é um castor.

Pergunta
Depois do novo exemplo, como é que o sistema AI classifica dois animais de tamanho 48 e 84?

Respostas Possíveis

(A) castor, castor

(B) castor, não castor

(C) não castor, castor

(D) não castor, não castor

O Tiago tem uma coleção de jóias. Ele classifica as suas jóias desde as suas favoritas até às menos favoritas.

A Sara sabe que jóias estão na coleção do Tiago, mas não sabe como é que ele as classificou.

A Sara tem um plano para descobrir qual das jóias é a favorita do Tiago:

- A Sara escolhe quatro das jóias do Tiago e pergunta-lhe: "Destes grupo de quatro, qual é a tua jóia favorita?";
- A Sara escolhe um novo conjunto de quatro jóias e volta a fazer a mesma questão;
- Depois, escolhe um terceiro conjunto de quatro jóias e coloca a sua pergunta pela última vez.



Nota: quando a Sara escolhe o segundo e o terceiro conjunto de jóias, ela pode, por vezes, incluir jóias que já escolheu antes.

Pergunta
Se a Sara encontrar a jóia favorita do Tiago, qual é o maior número possível de jóias na coleção do Tiago?

Respostas Possíveis

(A) 8

(B) 10

(C) 11

(D) 12

OBS: Essas questões foram extraídas na íntegra do teste BEBRAS.pt (2022), mas os estudantes tinham a opção de deixar em branco a(s) questão(ões) que não conseguissem compreender. A pontuação se deu semelhantemente à do teste inicial.

Fonte: Elaborada a partir do Bebras.pt, 2022.

Da mesma forma que ocorreu no teste inicial, realizou-se, qualitativamente, uma análise dos enunciados buscando pelas principais habilidades desenvolvidas em cada uma das questões, para organizar a classificação quanto aos níveis. Para esta avaliação, foram selecionadas 2 questões fáceis, 2 médias e 2 difíceis, respectivamente. Na Tabela 4, podemos acompanhar o desempenho de cada estudante.

Tabela 4 - Desempenho dos estudantes no teste intermediário

Alunos/Habilidades	Q.1	Q.2	Q.3	Q.4	Q.5	Q.6	Total/24
	3	2	2 e 3	1 e 2	1,2,3	1,2,3	
A1	+2	+2	+4	+4	+6	+6	24
A2	+2	+2	+4	-1	+6	-1	12
A3	+2	+2	+4	+4	+6	-1	19
A4	+2	-1	+4	+4	-1	+6	14
A5	+2	-1	-1	+4	-1	-1	2

Alunos/Habilidades	Q.1	Q.2	Q.3	Q.4	Q.5	Q.6	Total/24
	3	2	2 e 3	1 e 2	1,2,3	1,2,3	
A6	+2	+2	+4	-1	+6	+6	19
A7	+2	-1	+4	+4	+6	-1	14
A8	-1	+2	-1	+4	-1	-1	2
A9	+2	+2	+4	-1	+6	+6	19
A10	+2	-1	-1	+4	-1	-1	2
A11	+2	+2	+4	+4	+6	+6	24
A12	+2	+2	-1	+4	+6	-1	12
A13	+2	+2	+4	+4	-1	-1	10
A14	+2	-1	+4	+4	0	-1	8
A15	+2	+2	-1	+4	-1	0	6
A16	+2	+2	+4	+4	+6	-1	19
A17	+2	+2	-1	+4	0	-1	6
A18	+2	+2	+4	-1	0	0	7
A19	+2	+2	+4	+4	+6	0	18
A20	+2	+2	0	+4	-1	0	7
A21	+2	+2	+4	+4	-1	0	11

Habilidades: 1- Abstração, 2- Reconhecimento de Padrões e 3- Pensamento Algorítmico.

Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Nesse segundo teste, 7 estudantes (um a mais em relação ao teste inicial) conseguiram pontuação superior a 60%. A média da turma ficou em, aproximadamente, 50,6% de acertos. Os dados demonstram que os estudantes A1 e A11 obtiveram desempenho máximo, isto é, têm domínio das habilidades avaliadas. Por outro lado, alunos como A5, A8, A10, A18, ainda apresentaram dificuldades, com pontuações mais baixas devido a erros ou respostas que indicavam incompreensão.

Ainda no concernente aos resultados do teste inicial, houve um progresso significativo em termos de aquisição e desenvolvimento das habilidades de PC. Ao

compararmos esses avanços com os dados qualitativos, registrados no diário de campo, concluímos que houve uma melhora perceptível no desempenho de estudantes como A1, A3, A7, A9 e A11, refletida em respostas mais consistentes e corretas, indicando maior capacidade de simplificar e generalizar problemas (abstração).

Acerca do reconhecimento de padrões, temos um aumento no desempenho médio, já que os alunos passaram a reconhecer padrões de forma mais eficaz. Sobre o pensamento algorítmico, que foi identificado como a maior dificuldade entre os estudantes no teste inicial, notamos que, a despeito de ser a habilidade com maiores desafios, houve avanços.

Da análise qualitativa, constatou-se que os estudantes A1, A2, A7, A9, A11 e A19 apresentaram melhor entendimento e aplicação de algoritmos para resolver problemas.

Tendo em vista que as questões analisadas são de múltipla escolha, o que possibilita ao aluno “chutar” e acertar alguma(s) das questões, para investigar a evolução na aquisição das habilidades do PC, em relação ao teste inicial, foram analisados os intermediário e final como teste único.

Conforme dito anteriormente, no final do semestre, os estudantes ficaram dispersos em relação à disciplina de MD em decorrência da necessidade de maior dedicação à disciplina de LP. Muitos, inclusive, não realizaram a avaliação final. Desta forma, pensando na coleta de dados que retratassem a aquisição das habilidades do PC, o teste final foi realizado no início do segundo semestre letivo.

Para aplicação, foi utilizado um horário cedido por um colega de outra disciplina, a qual não era ministrada em laboratório. Por esse motivo, as questões foram impressas. Aproveitando a situação, foi solicitado aos estudantes que, além da resposta final, entregassem o desenvolvimento das questões, o que oportunizou uma análise em relação aos caminhos percorridos por cada um na resolução dos problemas propostos.

O teste final apresentou apenas três questões: 1 fácil, 1 média e 1 difícil, respectivamente, como pode ser acompanhado na Figura 10.

Figura 10 - Questões do teste final

Questão 01 - Habilidade: Reconhecimento de Padrões

O BebrasGPT é um chatbot recentemente desenvolvido para produzir frases de três palavras, prevendo a palavra seguinte com base na sequência de palavras anterior. Cada palavra é escolhida uma a uma, sendo que a palavra seguinte é escolhida com base nas probabilidades.

As tabelas abaixo mostram algumas dessas probabilidades:

Probabilidades para a segunda palavra:		
"odotom"	"odotom"	"odotom"
"odotom"	0,7	0,3
"Castores"	0,6	0,4

Probabilidades para a terceira palavra:		
"Castores odotom"	0,2	0,8
"Castores odotom"	0,9	0,1
"Castores odotom"	0,7	0,3
"Castores odotom"	0,1	0,9

Por exemplo, se a frase começa com a palavra "odotom", a probabilidade de a frase de 3 palavras ser "Castores odotom cone" é de 0,84 porque:

- a probabilidade da segunda palavra ser "odotom" se a palavra anterior for "odotom" é de 0,7;
- a probabilidade da terceira palavra ser "cone" se a sequência anterior for "Castores odotom" é de 0,8;
- portanto, como o modo prevê as palavras uma a uma, a probabilidade é $0,7 \times 0,8 = 0,56$.

Pergunta
Se uma frase começa com a palavra "Castores", qual é o resultado mais provável do BebrasGPT?

Respostas possíveis

(A) "Castores odotom rador"
(B) "Castores odotom cone"
(C) "Castores odotom rador"
(D) "Castores odotom cone"

Questão 02 - Habilidades: Reconhecimento de Padrões e Pensamento Algorítmico

Um castor tem de abrir um cofre escondido a combinação de números correta.

Em cada movimento, o castor pode rodar a seta no sentido das pontas do relógio exatamente por 2 ou 4 passos (cada passo avança um número).

A seta modifica a luz do número em que aponta: se a luz do número estava apagada, a luz acende-se; se a luz do número estava acesa, a luz apaga-se.

Por exemplo, isto é o que acontece se o castor fizer 3 movimentos, cada um a rodar 4 passos:

Pergunta
Para abrir o cofre, o castor precisa de acender apenas 7 e 8 (nenhum outro número deve ficar aceso). Qual é o número mínimo de movimentos que o castor precisa de fazer para acender apenas o 7 e o 8 a partir da posição inicial mostrada acima?

Respostas possíveis

(A) 3 (B) 4 (C) 5 (D) 6 (E) 7

Questão 03 - Habilidades: Abstração, Reconhecimento de Padrões e Pensamento Algorítmico

A Costorlôgo está a recolher imagens de todas as estradas que ligam as aldeias apresentadas no mapa abaixo. Devido à limitação de tempo, dispõe de apenas 7 horas para captar estas imagens. Podem escolher qualquer rota que lhes permita realizar esta tarefa, tendo em conta que é preciso exatamente 1 hora para captar imagens de cada estrada que liga duas aldeias.

Pergunta
Partindo da aldeia R, quantos percursos diferentes poderia o carro utilizar para completar as imagens do mapa em exatamente 7 horas?

Respostas possíveis

(A) 3 (B) 4 (C) 6 (D) 8 (E) 10 (F) 12

Fonte: Elaborada a partir do Bebras.pt, 2023.

O teste foi aplicado num período de 30 minutos, e os alunos registam os processos para resolução. Na Figura 11, encontram-se as resoluções de A6 (questões 1 e 2) e A16 (questão 3) selecionadas por apresentarem maiores detalhamentos no desenvolvimento.

Figura 11 - Resolução do teste final

Resolução questões 1 e 2 (A6)

Resolução questões 3 (A16)

Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Os desempenhos no teste final em relação a cada questão podem ser conferidos na Tabela 5.

Tabela 5 - Desempenho dos estudantes no teste final

Alunos/Habilidades	Q.1	Q.2	Q.3	Total/12
	2	2 e 3	1,2,3	
A1	+2	+4	+6	12
A2	+2	-1	+6	7
A3	+2	-1	+6	7
A4	+2	+4	+6	12
A5		Não realizou o teste		
A6	+2	+4	+6	12
A7	+2	+4	-1	5
A8	+2	+4	-1	5
A9	+2	+4	+6	12
A10	+2	-1	-1	0
A11	+2	+4	+6	12
A12	+2	+4	-1	5
A13	+2	-1	+6	7
A14	+2	+4	-1	5
A15	+2	+4	-1	5
A16	+2	+4	+6	12
A17	+2	+4	0	6
A18	+2	+4	0	6
A19	+2	+4	+6	12
A20	+2	-1	+6	7
A21	+2	+4	-1	5

Habilidades: 1 – Abstração, 2 – Reconhecimento de Padrões e 3 – Pensamento Algorítmico.

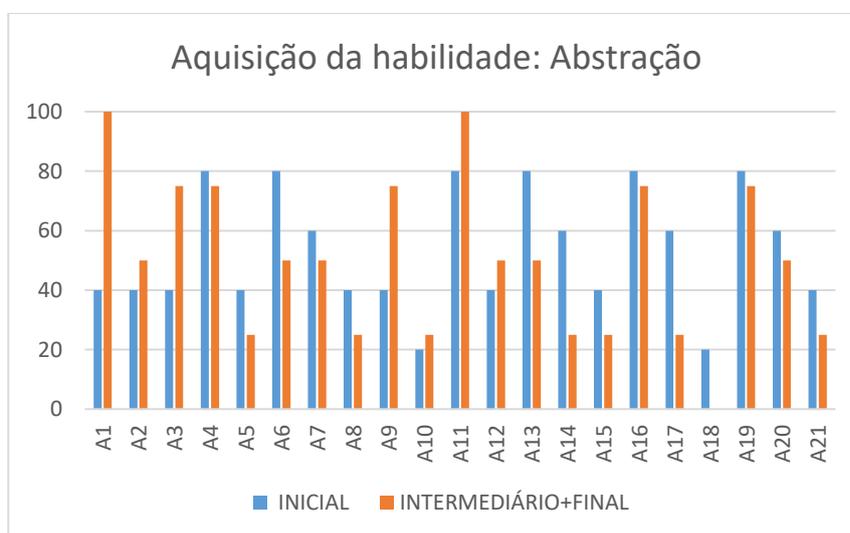
Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

No terceiro teste, 7 estudantes atingiram pontuação superior a 60% e 11, superior a 58%. A média da turma foi de 61,1%. Podemos observar que a questão que envolve apenas o reconhecimento de padrões foi respondida corretamente por todos os presentes.

Os dados evidenciam uma consolidação das habilidades, com maior equilíbrio entre abstração, reconhecimento de padrões e pensamento algorítmico. Estudantes como A1, A4, A6, A9, A11 e A16 alcançaram a pontuação máxima, indicando um domínio adequado das habilidades. Entretanto, alunos, como A7 e A8, ainda apontaram dificuldades em Pensamento Algorítmico, conforme refletido pelas respostas incorretas em questões que exigem essa habilidade. O estudante A5 foi o que demonstrou mais dificuldades durante o processo e não realizou o teste final.

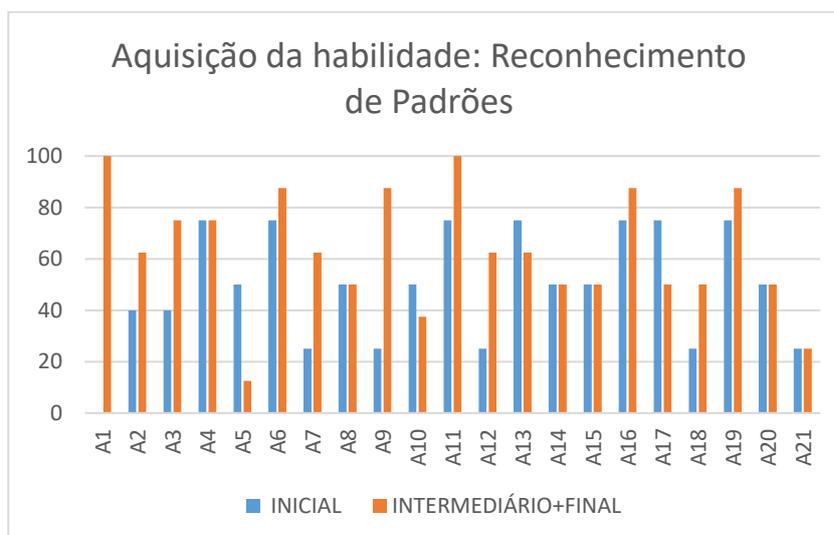
Os gráficos 3, 4 e 5 apresentam o comparativo entre conhecimentos prévios (teste inicial) e conhecimentos adquiridos (testes intermediário e final) em relação à aquisição das habilidades de abstração, reconhecimento de padrões e pensamento algorítmico, respectivamente.

Gráfico 3 - Abstração



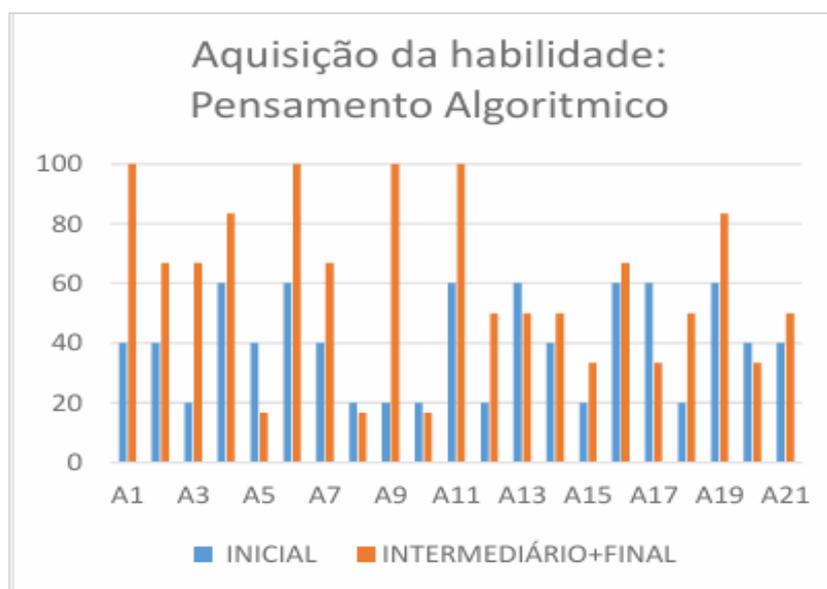
Fonte: Dados da pesquisa, 2024

Gráfico 4 - Reconhecimento de padrões



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Gráfico 5 - Pensamento algorítmico



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Pela análise dos gráficos, a habilidade que foi adquirida em maior percentual foi a do pensamento algorítmico – 71,4% dos estudantes apresentaram resultados que indicam sua consolidação. Tal fator pode ser justificado pelo trabalho intenso, durante as intervenções, para desenvolvê-la, haja vista que, nos testes inicial e intermediário, foi a que se apresentou como de maior dificuldade.

Ainda, 57,1% dos sujeitos demonstraram avanços significativos em relação ao reconhecimento de padrões. 33,3% dos alunos avançaram seus conhecimentos acerca da abstração.

Após o estudo quanto às habilidades do PC, foi elaborado o Quadro 13, pensado de forma a facilitar a comparação com os resultados obtidos durante a análise do desempenho em MD e as reflexões acerca da construção da aprendizagem ao longo do semestre.

A coluna 3 (informações do Diário de Campo) foi criada para sintetizar informações sobre a postura e as dificuldades de cada estudante, observadas durante as intervenções.

Quadro 13 - Resultado testes x observações de aula

Aluno	Informações dos testes	Informações do Diário de Campo
A1	Demonstrou consolidação das habilidades. Manteve 100% de aproveitamento nos dois últimos testes.	Estudante extremamente dedicado e engajado durante as atividades das aulas. Com formação em Direito (uy), apresentou dificuldades no início da disciplina, pela falta de familiaridade com a Matemática.
A2	Apresentou pouca evolução durante os testes, porém manteve uma média de, aproximadamente, 50%, indicando um domínio básico das habilidades.	Demonstrou muita dedicação durante as atividades, todavia pouco participou das discussões acerca da organização das atividades e aulas. Quando questionada sobre isso, alegou dificuldades em participar de uma conversa (pensar rápido) com interações “rápidas” em português: “aveces no logro comprender y debo recurrir a mis compañeros” .
A3	Apresentou uma evolução significativa em relação às habilidades. Saiu de 21,4% (teste inicial) para 68,7% (média dos testes intermediário e final).	Embora não tenha sugerido nenhuma atividade, participou ativamente de todas. No início do curso, quando questionado sobre as dificuldades, registrou problemas na interpretação dos enunciados: “...é de pensar em como resolve a questão que demoro um pouco pra achar” .
A4	Chegou com um desempenho superior a 60%, mas oscilou entre os testes. Da análise dos testes, verificou-se um domínio básico das habilidades.	Apresentou, desde o início, uma familiaridade com a programação. Sugeriu a utilização de programas para verificação e análise de erros nos exercícios de MD. Verificou-se dificuldade com a linguagem matemática.
A5	Menor desempenho entre o grupo. Não foi possível avaliar a aquisição das habilidades, pois houve regressão do segundo teste em relação ao primeiro e o teste final não foi realizado.	Estudante muito tímido. Não se comunicava durante as aulas. Suas interações ocorriam apenas por meio dos questionários do Moodle, os quais demorava um tempo relativamente alto, comparado aos companheiros, para responder. Ficava constrangido e não respondia bem as tentativas de aproximação (da professora ou dos colegas). Em um dos questionários, respondeu que não queria incomodar: “Me parece a mi medio incomodo de estar preguntando todo el tiempo sobre los ejercicios ode la manera que se maneja el programa que se utiliza” .
A6	Apresentou um crescimento gradual durante o semestre. Chegou com um domínio significativo das habilidades (64,2%) e atingiu 100% no último teste, indicando consolidação das competências.	Estudante cursou o técnico integrado em eletroeletrônica na instituição e foi aluno da pesquisadora durante quatro anos. Por ter essa proximidade, liderou os primeiros debates e as propostas. Durante as aulas, trabalhou muito com o A11. Essa interação foi importante para o desenvolvimento de ambos.
A7	Apresentou crescimento gradual durante os testes, com oscilações. Ao analisarmos a aquisição das habilidades, podemos	O estudante participou pouco durante os momentos de debate. Suas maiores contribuições e observações se deram por meio do Moodle. Destacou a importância da utilização da programação para a construção da sua aprendizagem:

	considerar um domínio mediano (50%, aproximadamente).	“A possibilidade de testar diversas vezes para verificar se a lógica aplicada está correta ajuda no desenvolvimento”.
A8	Oscilação entre os testes, não possibilitando uma análise mais detalhada. Sua média em relação às habilidades ficou muito baixa (aproximadamente 25%), o que indica a não aquisição das competências avaliadas.	Demonstrou muita dificuldade na interpretação dos enunciados e formalização das resoluções. Embora não conseguisse sinalizar onde estava a dúvida, interagiu, individualmente, com a professora buscando compreensão dos conceitos. Pelo questionário do Moodle, registrou o que julga ser sua maior dificuldade: “Minha maior dificuldade seria realizar o pensamento lógico de uma maneira mais fácil, pois, por muitas vezes acabo fazendo coisas desnecessárias e me perdendo no final”.
A9	Apresentou uma evolução progressiva e significativa sobre a aquisição das habilidades. Atingiu, média, de 89,6% nos dois últimos testes, o que indica uma consolidação das competências investigadas.	O estudante, qualitativamente, apresentou um grande progresso ao longo do semestre. Não teve dificuldades preocupantes, apenas demandou um tempo para a construção do conhecimento. Destaca a utilização de programação como facilitadora na construção da aprendizagem: “considero que el poder verificar en tiempo real el funcionamiento de un algoritmo en un entorno de desarrollo integrado facilita enormemente la realización de los ejercicios impuestos en clase”.
A10	No geral, não apresentou evolução significativa (regredindo em alguns momentos). O único avanço perceptível foi na abstração.	Aluna muito dedicada e esforçada. Sempre expôs suas dúvidas e pediu auxílio da professora e dos colegas. Apresentou muita dificuldade na interpretação dos enunciados e na organização da resolução (muitas vezes, começou bem e se perdeu na confusão com que registrava os dados). Não conseguiu beneficiar-se da programação para o desenvolvimento da aprendizagem: “Quería conseguir testar minhas resoluções como meus colegas. Acho que me ajudaria bastante. Vejo como eles conseguem achar os erros e corrigir. Eu não consigo aprender as linguagens de programação”.
A11	No teste inicial, apresentou um desempenho de 64,2%, pontuando com 100% nos últimos dois testes. Isso demonstra a consolidação das habilidades verificadas.	Apresentou facilidade para o trabalho com programação. No início do semestre, demonstrou dificuldades em relação ao pensamento algorítmico. Segundo ele, “Muitas vezes tenho dificuldade para encontrar uma solução para um algoritmo, mesmo sabendo como desenvolver o código”. Quanto à utilização de programação nas aulas: “os auxílios visuais, como as letras coloridas, ajudam a identificar cada parte do código, e os compiladores dão dicas de onde estão os erros”.
A12	Oscilação entre os testes. Não apresentou evolução progressiva de um teste a outro. Porém, houve um crescimento de 14,3% (teste inicial) para 45,8% (média dos testes intermediário e final). Assim, ocorreu um domínio básico das habilidades.	Bacharel em Direito, apresentou facilidade na interpretação de textos e no estudo da lógica. Suas maiores dificuldades estiveram centradas na formalização/abstração e no pensamento algorítmico.

A13	Não apresentou evolução (regrediu em relação ao primeiro teste). A média entre os testes ficou em, aproximadamente, 50%, o que indica um domínio básico das habilidades.	Engajou-se bastante durante todas as ações da aula: atividades, debates e elaboração de propostas. Apresentou um crescimento em relação aos conceitos abordados em MD, mas dificuldade quanto à abstração e ao pensamento algorítmico necessários para resolução de algumas questões.
A14	Oscilou durante as avaliações, demonstrando um domínio básico das habilidades. A evolução perceptível foi em pensamento algorítmico.	Estudante participativa, sempre expondo suas dúvidas ao grupo e ouvindo a todos na busca pela construção da aprendizagem. Nas observações, ficou registrada (e foi chamada atenção dela no privado) a dependência que desenvolveu em relação a A19, sempre necessitando do olhar dele sobre suas atividades e validação do pensamento. Foi percebida, ainda, dificuldade na interpretação dos enunciados, na formalização/abstração e no reconhecimento de padrões. Nas palavras da aluna: "Tenho um pouco de dificuldade na linguagem de programação e em converter texto em premissa".
A15	No teste inicial, apresentou um baixo desempenho em todas as habilidades verificadas. Embora tenha apresentado um crescimento progressivo, a aquisição mostrou-se significativa apenas em relação ao pensamento algorítmico.	Teve muitas dificuldades durante todo o semestre, sendo constantemente auxiliada por A2 e A3. Problemas com interpretação dos enunciados (mesmo em espanhol) e formalização/abstração se fizeram presentes, mas diminuíram gradativamente ao longo das atividades. Não conseguiu fazer da programação uma aliada; relatou dificuldades na compreensão das linguagens estruturais.
A16	Apresentou evolução gradual, atingindo 100% no último teste, ou seja, houve a consolidação das habilidades.	Apresentou (apesar de não participar ativamente durante as aulas) uma boa compreensão dos tópicos abordados em MD, assim como uma estrutura lógica adequada para resolução dos problemas. Ela destaca a importância de trabalhar com análise dos erros na construção da aprendizagem e do papel facilitador da programação nesse processo: " ...podemos tener una idea más clara de los algoritmos y además dichas herramientas nos muestran cuáles son nuestros errores para poder corregirlos ".
A17	Não apresentou evolução, porque manteve a média de, aproximadamente, 44% de domínio das habilidades indicando uma aquisição de média para baixa em relação as competências exploradas.	A estudante participava pouco durante as aulas. As observações mais detalhadas sobre a evolução e as dificuldades foram realizadas a partir de exercícios entregues e provas. Começou o semestre com muita dificuldade em interpretação de textos, raciocínio lógico, abstração e organização dos dados e passos para resolução dos problemas. As dificuldades foram desaparecendo aos poucos, depois de muitas devolutivas, nas quais eram grifados os erros e apresentadas sugestões para evitá-los.
A18	Teste inicial com índices muito baixos. Apresentou crescimento gradativo, porém não ultrapassou 50%. Vale destacar a	Estudante com maior idade na turma. Trabalha como segurança e, durante muitas das aulas, estava de plantão e necessitava sair para atender alguma ocorrência. Esse fato prejudicou seu crescimento. Beneficiou-se da prática envolvendo o uso

	evolução quanto ao reconhecimento de padrões e pensamento algébrico.	da Inteligência Artificial, pois aprendeu a usá-la como uma tutora para auxiliar no processo de construção do conhecimento. Segundo o estudante, foi assim (detalhando cada linha dos códigos) que construiu aprendizagem em LP. Embora demandando um tempo extra (atendimentos fora do horário das aulas), conseguiu construir o conhecimento de forma significativa em MD.
A19	Evolução gradativa durante o semestre. Atingiu 100% no teste final, dando indícios da consolidação das habilidades.	Apresentou um bom desempenho durante toda a disciplina. Nenhuma dificuldade foi observada, apenas pequenas falhas na resolução de alguns exercícios. Quando devolvidos, o próprio aluno conseguia perceber onde estava o erro e corrigi-lo. Como reconhece na fala: “... no tengo una dificultad en concreta, trato de mejorar y realizar todo de manera correcta, pero obviamente me equivoco en ciertos puntos ”.
A20	A pontuação oscilou durante os testes. Aconteceu uma evolução do teste inicial (39,3%) para o teste final (58,3%), ficando com (29,2%) no intermediário. Sobre as habilidades em si, não houve nenhum crescimento significativo. Os testes mostram um domínio médio/baixo quanto às habilidades do PC.	Durante as observações, notaram-se dificuldades quanto à estruturação para resolução dos problemas: um desarranjo em filtrar os dados necessários e os passos para chegar a uma solução, bem como para realizar os testes (via programação) por problemas no pensamento algorítmico e na abstração. Essas deficiências foram identificadas de forma mais clara, em conteúdo que necessitam da construção de fórmulas (funções, por exemplo).
A21	Evolução oscilante durante os testes. Crescimento, médio, de 20%. Aquisição significativa do reconhecimento de padrão (crescimento de 37,5%).	Foi o estudante que mais se dedicou com a proposta de protagonismo. Dele partiram as sugestões para a aprendizagem a partir dos erros, para a avaliação por pares e para a comunidade de prática.

Fonte: Elaborada pela pesquisadora, 2024.

Nesta seção, a evolução dos estudantes foi acompanhada individualmente, observando-se a aquisição gradual das habilidades de PC ao longo dos três testes.

Os resultados obtidos demonstram uma evolução significativa nas habilidades de Pensamento Computacional dos estudantes, embora persistam desafios relacionados à interpretação de problemas complexos e aplicação de múltiplas habilidades em contextos diversos.

A análise, apresentada em resultados, abrangerá o desempenho dos estudantes nas disciplinas de MD e de Lógica de Programação (LP), buscando uma visão mais holística do impacto da metodologia proposta.

5.3 Desempenho em Matemática Discreta

Esta seção tem por finalidade explorar os dados obtidos a partir das avaliações (provas) realizadas durante o semestre na disciplina de MD. Antes de analisarmos os resultados, as questões de cada prova serão apresentadas de forma a destacar os conceitos abordados, o contexto e as habilidades do PC que auxiliam no processo de resolução de problemas em cada atividade proposta.

De acordo com o descrito na parte 4.3, foram realizadas quatro avaliações (AV1, AV2, AV3 e AV4), elaboradas conforme pode ser observado a seguir.

AV1: Verificou o desempenho dos estudantes nas unidades de Fundamentos da Lógica, Indução Matemática e Técnicas de Demonstração e Teoria dos Conjuntos. Uma vez que ficou a critério da turma determinar os momentos em que ocorreriam as avaliações e tendo em vista o tempo necessário para familiarização com a proposta e construção do conhecimento de forma significativa, essa prova abordou mais conceitos, representando 35% da nota total da disciplina.

As atividades e a forma de avaliação de cada uma delas podem ser acompanhadas na sequência.

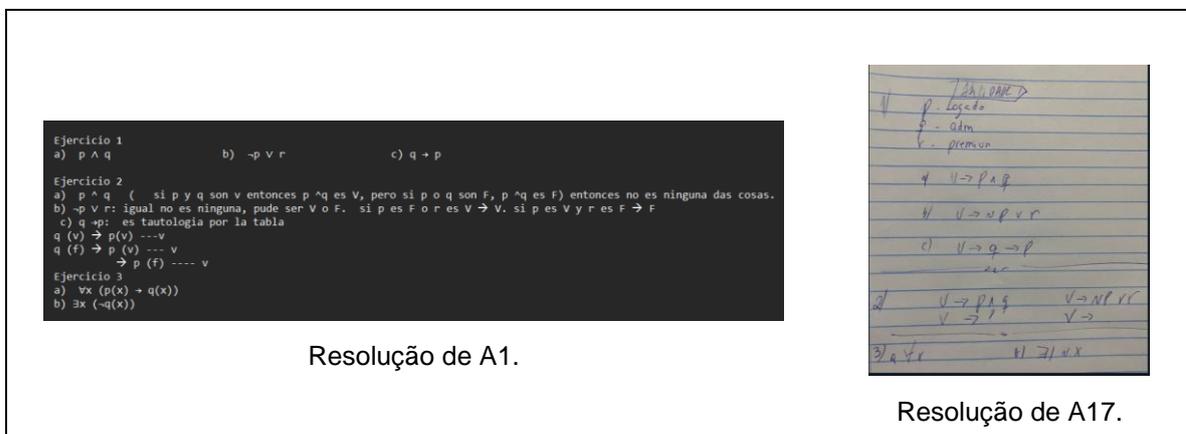
Quadro 14 - Atividade 01 – AV1

ATIVIDADE 01	
Conteúdos	Fundamentos da Lógica e Técnicas de Demonstração
Contexto	<p>Você é um desenvolvedor iniciante que trabalha na equipe de uma empresa de software. Sua tarefa é desenvolver uma ferramenta que ajuda os usuários a determinar a validade de informações lógicas em diferentes cenários, especialmente em filtros de pesquisa, que envolvem a combinação de várias condições e predicados. Para isso, você precisa entender como formular, testar e validar sentenças lógicas e identificar condições que são sempre verdadeiras (tautologias) ou falsas (contradições). Com base nesse contexto, responda as seguintes questões para praticar a representação simbólica e o raciocínio lógico necessário para desenvolver essa ferramenta.</p>
Questões	<p>1) Considere as seguintes proposições:</p> <ul style="list-style-type: none"> - p: O usuário está logado. - q: o usuário tem permissões de administrador. - r: O usuário possui assinatura premium. <p>Represente simbolicamente as frases abaixo:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) O usuário está logado e tem permissões de administrador. b) O usuário não está logado ou possui uma assinatura premium. c) Se o usuário tem permissões de administrador, então ele está logado. <p>2) Analise as proposições representadas acima e determine se alguma delas é uma tautologia ou uma contradição, justificando sua resposta (demonstração).</p> <p>3) Imagine agora que, além de permissões específicas, há uma condição para todos os usuários que têm acesso a um recurso específico da aplicação. Considere o predicado $A(x)$: x possui acesso ao recurso específico. Utilizando quantificadores, represente as afirmações a seguir:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Todos os usuários logados possuem acesso ao recurso específico. b) Existe pelo menos um usuário que não possui acesso ao recurso específico.
Critérios de avaliação	<p>1. Representação Simbólica e Sentenças Lógicas: Será avaliado se o estudante consegue representar corretamente as proposições lógicas usando operadores adequados e demonstra clareza ao transformar frases em expressões lógicas, mostrando a ligação entre linguagem natural e simbólica.</p> <p>2. Identificação de Tautologias e Contradições: será avaliado se o estudante identifica corretamente tautologias e contradições, justificando com base nas operações lógicas e nas tabelas verdade. Essa análise deve evidenciar a capacidade do aluno de manipular e testar sentenças, importante para o desenvolvimento do pensamento computacional.</p> <p>3. Quantificadores e Predicados: Nesta questão, será avaliado se o estudante usa corretamente os quantificadores (universal e existencial) e entende a estrutura dos predicados. Será verificado se o aluno compreende a diferença entre “para todos” e “existe pelo menos um”, fundamentais para o raciocínio lógico e a programação.</p>
Habilidades do PC	<p>Os pilares do PC que podem ser empregados, naturalmente, nessa atividade são:</p> <p>Abstração: capacidade de omitir detalhes irrelevantes e focar nos elementos-chave, como identificar variáveis e operadores.</p> <p>Reconhecimento de Padrões: capacidade de identificar padrões (aplicando corretamente o condicional).</p> <p>Avaliação: testar suas expressões lógicas, como criar tabelas-verdade para verificar as possíveis combinações de valores das variáveis e confirmar se uma proposição é sempre verdadeira (tautologia) ou falsa (contradição).</p>

Fonte: Elaborado pela pesquisadora, 2024.

Na Figura 12, temos uma resolução correta (esquerda) e uma incorreta (direita).

Figura 12 - Resoluções da atividade 01



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Na incorreta, o estudante criou uma quarta variável para o exercício 1, não soube analisar o 2 e esqueceu-se de utilizar as proposições no 3. O Quadro 15 apresenta a proposta para Atividade 02 da mesma avaliação e a Figura 13, traz a resolução proposta por A6.

Quadro 15 - Atividade 02 – AV1

ATIVIDADE 02	
Conteúdo(s)	Fundamentos da Lógica e Teoria dos Conjuntos
Contexto	<p>Você está desenvolvendo um programa em Portugol para uma aplicação que ajuda a organizar dados de clientes de uma empresa de tecnologia. A empresa possui diferentes tipos de clientes, categorizados conforme os produtos e serviços contratados. Para facilitar o processo de consulta e atualização de registros, é necessário compreender as operações de união, interseção, diferença e complemento entre conjuntos. Sua tarefa consiste em representar e manipular os dados dos clientes utilizando conceitos de teoria de conjuntos, que servirão de base para o desenvolvimento do algoritmo em Portugol. Considere as seguintes informações:</p> <ul style="list-style-type: none"> - A: Clientes que possuem um contrato de manutenção. - B: Clientes que possuem um contrato de consultoria. - C: Clientes que possuem um contrato de software personalizado.
Questões	<p>Com base nesse contexto, resolva as questões abaixo:</p> <p>a) Represente simbolicamente as operações abaixo e interprete o que cada conjunto representa no contexto da aplicação:</p>

ATIVIDADE 02	
Conteúdo(s)	Fundamentos da Lógica e Teoria dos Conjuntos
	<ul style="list-style-type: none"> - Clientes que possuem um contrato de manutenção ou consultoria. - Clientes que possuem contratos de manutenção e software personalizado. - Clientes que possuem contrato de manutenção, mas não de consultoria. - Clientes que não possuem contrato de consultoria. <p>b) Escreva um programa em Portugol que receba informações sobre quais contratos um cliente possui e, com base nessas informações, exiba uma mensagem sobre os serviços que ele pode acessar. O programa deve perguntar ao usuário se ele possui cada tipo de contrato e, depois, exibir a mensagem correspondente.</p> <p>Requisitos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pergunte ao usuário se ele possui um contrato de manutenção (A), consultoria (B) e/ou software personalizado (C). 2. Com base nas respostas do usuário, exiba as mensagens: <ul style="list-style-type: none"> - Se o cliente possui apenas o contrato de manutenção, exiba: "Você tem acesso ao serviço de manutenção". - Se o cliente possui apenas o contrato de consultoria, exiba: "Você tem acesso ao serviço de consultoria". - Se o cliente possui apenas o contrato de software personalizado, exiba: "Você tem acesso ao serviço de software personalizado". - Se o cliente possui mais de um contrato, exiba: "Você tem acesso a múltiplos serviços".
Critérios de avaliação	<p>Nesta atividade, o estudante será avaliado em dois aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Compreensão e Representação Simbólica: compreende as operações de união, interseção, diferença e complemento entre conjuntos, representa simbolicamente de forma correta e consegue identificar as relações práticas entre os conjuntos de clientes e interpretar cada operação no contexto. - Representação Algorítmica: traduz as instruções para uma representação algorítmica em Portugol: estrutura o algoritmo corretamente, focando nas operações e na lógica da sequência de passos.
Habilidades do PC	<p>Abstração: compreensão do contexto e simplificação das informações ao representar dados de clientes com operações de conjuntos.</p> <p>Reconhecimento de Padrões entre os conjuntos e utiliza as operações adequadas para representar as categorias de clientes.</p> <p>Avaliação: capacidade do aluno de testar suas soluções por meio de exemplos em Portugol, verificando a implementação lógica.</p>

Fonte: Elaborado pela pesquisadora, 2024.

Figura 13 - Resolução da Atividade 02 – AV1

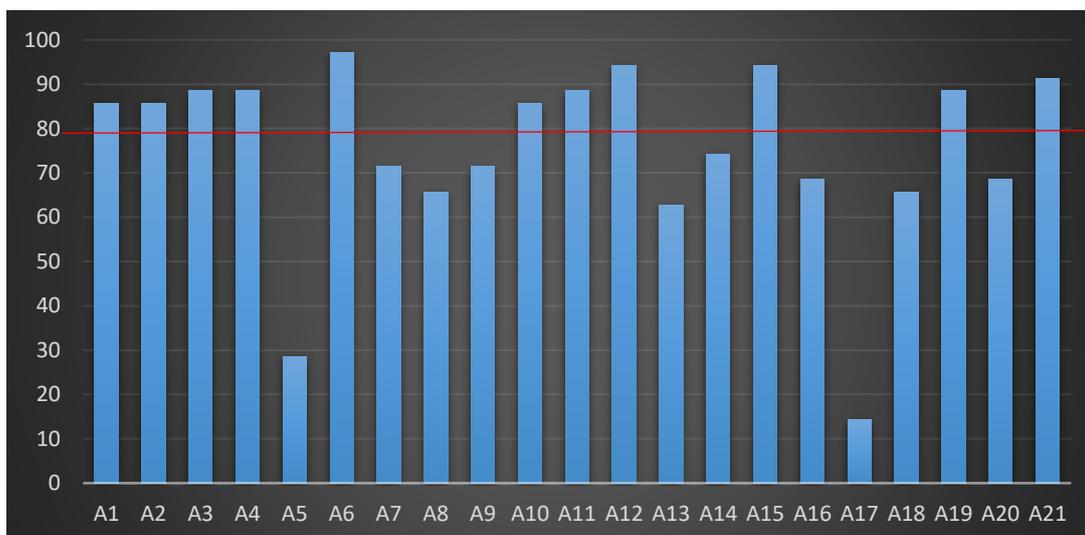
<p>Exercicio 1</p> <p>a) Clientes que possuem um contrato de manutenção ou consultoria. A ∪ B → Conjunto de clientes que possuem pelo menos um contrato, seja de manutenção ou de consultoria.</p> <p>b) Clientes que possuem contratos de manutenção e software personalizado. A ∩ C → Conjunto de clientes que possuem ambos os contratos, de manutenção e de software personalizado.</p> <p>c) Clientes que possuem contrato de manutenção, mas não de consultoria. A - B → Conjunto de clientes que possuem contrato de manutenção, mas não possuem contrato de consultoria.</p> <p>d) Clientes que não possuem contrato de consultoria. ~B → Conjunto de clientes que não têm contrato de consultoria com a empresa.</p>	<pre> Exercicio2 algoritmo "contratos_cliente" var possuiManutencao, possuiConsultoria, possuiSoftware: logico inicio // Entrada de dados escreva("Você possui contrato de manutenção? (verdadeiro/falso): ") leia(possuiManutencao) escreva("Você possui contrato de consultoria? (verdadeiro/falso): ") leia(possuiConsultoria) escreva("Você possui contrato de software personalizado? (verdadeiro/falso): ") leia(possuiSoftware) // Processamento e saída se (possuiManutencao e não possuiConsultoria e não possuiSoftware) entao escreva("Você tem acesso ao serviço de manutenção.") senao se (não possuiManutencao e possuiConsultoria e não possuiSoftware) entao escreva("Você tem acesso ao serviço de consultoria.") senao se (não possuiManutencao e não possuiConsultoria e possuiSoftware) entao escreva("Você tem acesso ao serviço de software personalizado.") senao escreva("Você tem acesso a múltiplos serviços.") fimse fimse fimse fimalgoritmo </pre>
---	---

Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

O estudante A6 demonstrou uma compreensão adequada dos conceitos abordados. Nessa primeira avaliação, a maior dificuldade apresentada foi quanto à atividade em Portugol, porquanto ainda estavam se familiarizando com a linguagem. Cabe salientar que, embora seja incentivada a utilização da linguagem de programação em algumas questões, no momento da avaliação, não são descontados erros nos códigos em si (particularidades dos programas).

A correção é realizada a partir da compreensão e aplicação dos conceitos matemáticos. Sobre os conteúdos de MD, alguns revelaram dificuldades na análise das tautologias, mas a turma em geral demonstrou domínio dos assuntos abordados até o momento. O Gráfico 6 apresenta o desempenho dos sujeitos na AV1.

Gráfico 6 - Desempenho percentual dos estudantes na AV1



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Como pode ser verificado no gráfico acima, nessa primeira avaliação, apenas dois estudantes (A5 e A17) ficaram abaixo dos 60% (mínimo para aprovação no curso). A média da turma ficou em 71,1%.

Após a realização da AV1, a partir dos conhecimentos consolidados em Teoria dos Conjuntos, foi-se construindo links para abordar os conceitos de relações e, na sequência, funções. Tais conteúdos foram abordados na AV2. As atividades propostas para essa avaliação podem ser conferidas nos Quadros 16 e 17, seguidos de resoluções propostas por alunos (Figuras 14 e 15).

Quadro 16 - Atividade 01 – AV2

ATIVIDADE 01	
Conteúdo(s)	Teoria dos Conjuntos
Contexto	Imagine que você está desenvolvendo um sistema de recomendação para uma plataforma de streaming.
Questões	Os conjuntos a seguir representam categorias de filmes vistos por dois usuários diferentes em um mês: $A = \{\text{'Ação'}, \text{'Comédia'}, \text{'Drama'}, \text{'Suspense'}\}$ $B = \{\text{'Aventura'}, \text{'Comédia'}, \text{'Ficção Científica'}, \text{'Drama'}\}$ a) Liste os elementos de $A \cup B$ e explique como a união de conjuntos pode ser interpretada nesse contexto de recomendação de filmes.

ATIVIDADE 01	
Conteúdo(s)	Teoria dos Conjuntos
	b) Liste os elementos de $A \cap B$ e explique como a interseção de conjuntos pode ajudar na recomendação de filmes específicos para ambos os usuários. c) Programe, em pseudocódigo, uma função que receba dois conjuntos de categorias e retorne à união e à interseção desses conjuntos.
Critérios de avaliação	O aluno deve demonstrar compreensão das operações de união e interseção de conjuntos e interpretá-las no contexto de recomendação de filmes.
Habilidades do PC	Abstração na definição da estrutura da função, aplicando lógica de conjuntos. Avaliação: Testes em Portugol (ou Java).

Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

A Figura 14 apresenta a resolução de A7 para a referida atividade.

Figura 14 - Resolução proposta para a atividade 01 da AV2

```

a) A U B = {'Ação', 'Comédia', 'Drama', 'Suspense', 'Aventura', 'Ficção Científica'}
categorias assistidas por um ou pelo outro.
A ∩ B = {comedia, drama}
categorias que podem ser recomendadas para ambos.

1 programa {
2   funcao inicio() {
3
4   var
5     A, B: vetor[4] de cadeia // Conjuntos A e B
6     uniao: vetor[8] de cadeia // Conjunto união com tamanho 8
7     intersecao: vetor[4] de cadeia // Conjunto interseção com tamanho 4
8     tamUniao, tamIntersecao, i, j: inteiro
9
10  inicio
11    // Definindo os conjuntos A e B manualmente
12    A[0] <- "Ação"
13    A[1] <- "Comédia"
14    A[2] <- "Drama"
15    A[3] <- "Suspense"
16
17    B[0] <- "Aventura"
18    B[1] <- "Comédia"
19    B[2] <- "Ficção Científica"
20    B[3] <- "Drama"
21
22    // Inicializando os contadores de união e interseção
23    tamUniao <- 0
24    tamIntersecao <- 0
25
26    // Copiando todos os elementos de A para a união
27    para i de 0 ate 3 faca
28      uniao[tamUniao] <- A[i]
29      tamUniao <- tamUniao + 1
30    fimpara
31

```

```

30 inicio
31
32 // Adicionando elementos de B à união
33 para i de 0 ate 3 faca
34   uniao[tamUniao] <- B[i]
35   tamUniao <- tamUniao + 1
36 fimpara
37
38 // Calculando a interseção (apenas elementos em comum)
39 para i de 0 ate 3 faca
40   para j de 0 ate 3 faca
41     se (A[i] == B[j]) entao
42       intersecao[tamIntersecao] <- A[i]
43       tamIntersecao <- tamIntersecao + 1
44     interrompa
45   fimse
46 fimpara
47
48 // Exibindo a união dos conjuntos (pode ter duplicados)
49 escreva("União dos conjuntos: {")
50 para i de 0 ate tamUniao - 1 faca
51   escreva(uniao[i])
52   se (i < tamUniao - 1) entao
53     escreva(", ")
54   fimse
55 fimpara
56 escreva("\n")
57
58 // Exibindo a interseção dos conjuntos: {}
59 escreva("Interseção dos conjuntos: {")
60 para i de 0 ate tamIntersecao - 1 faca
61   escreva(intersecao[i])
62   se (i < tamIntersecao - 1) entao
63     escreva(", ")
64   fimse
65 fimpara
66 escreva("\n")
67 finalgoritmo
68
69
70 }

```

Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

O estudante A1 mostrou compreensão dos conceitos matemáticos envolvidos na questão.

Quadro 17 - Atividade 02 – AV2

ATIVIDADE 02	
Conteúdo(s)	Relações e Funções
Contexto	Imagine que você está desenvolvendo uma função que recomenda categorias de filmes para usuários com base nas suas preferências prévias.
Questões	<p>a) Considere a relação $R = \{(1, \text{'Ação'}), (2, \text{'Comédia'}), (3, \text{'Drama'}), (4, \text{'Suspense'})\}$, em que o primeiro elemento de cada par representa o identificador de um usuário e o segundo elemento representa sua categoria preferida de filme. Essa relação é uma função? Justifique sua resposta.</p> <p>b) Expanda a relação para representar pelo menos duas preferências de filmes para cada usuário, mantendo a estrutura do par (usuário, categoria). Programe em pseudocódigo uma função que retorne todas as preferências de um usuário específico com base no seu identificador.</p>
Critérios de avaliação	Compreensão sobre a definição de função e a análise de relações como funções ou não-funções.
Habilidades do PC	Abstração ao definir a relação, o uso de algoritmos para mapear múltiplas preferências e a avaliação na testagem (Portugol ou Java).

Fonte: Elaborada pela pesquisadora, 2024.

Figura 15 - Atividade 02 – AV2 (resolvida por A14)

```

a) Sim, R é uma função. Cada usuário está associado a apenas uma categoria de filme.
b) R = {(1, 'Ação'), (1, 'Drama'), (2, 'Comédia'), (2, 'Suspense'), (3, 'Drama'), (3, 'Ficção Científica'), (4, 'Suspense'), (4, 'Aventura')}

Pseudocódigo

Função buscarPreferencias(usuarioID, relacao)
    preferencias = []

    Para cada par em relacao:
        Se par[0] == usuarioID:
            Adicionar par[1] a preferencias

    Retornar preferencias
FimFunção

```

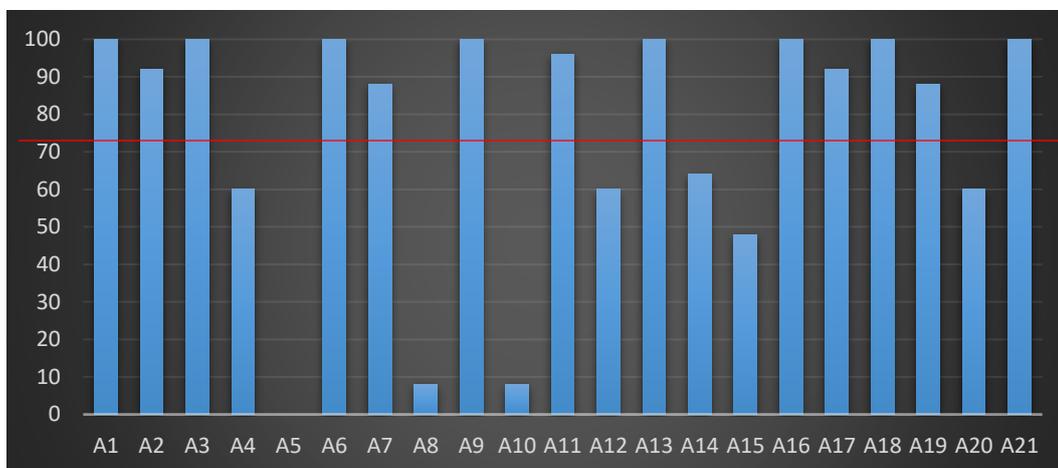
Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

A14 demonstra dificuldades sobre programação, porém compreende os conceitos relativos à relação e função.

Nessa atividade, perceberam-se dificuldades, por grande parte dos estudantes, em resolver os exercícios na linguagem de programação. Quanto aos conceitos de MD, demonstraram boa compreensão.

O Gráfico 7 registra o desempenho, percentual, nessa avaliação.

Gráfico 7 - Desempenho na AV2



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Após corrigidas as avaliações e percebida a dificuldade sobre programação, foi realizado um questionário (Moodle) para verificar o ponto de vista dos estudantes sobre a utilização de programação na disciplina de MD. Os estudantes responderam a seguinte pergunta: A possibilidade de utilizar, como apoio, ferramentas como portugol ou java para verificação dos exercícios é um facilitador? Por quê?

Praticamente todos os estudantes consideraram positivo o uso da programação: “Claro, já que com um compilador de linguagem eu tenho a opção de testar o programa enquanto faço” (A6); “Sin dudas, porque me da la posibilidad de ver en forma práctica los conceptos trabajados. Si puedo verificarlo mediante Portugol, el aprendizaje se hace más significativo y entretenido” (A1); “Sim, pois providencia uma certeza maior sobre nossas hipóteses. Só acaba gerando uma necessidade de mais espaço de tempo para a realização das tarefas (A20).

No entanto, A8, A10, A13 e A14 manifestaram dificuldades sobre programação e sinalizaram que, possivelmente, aumente a chance de erros nas questões. Nesse momento, foi reafirmado o fato de que a linguagem em si não estava sendo avaliada, mas a estrutura e resolução dos conceitos matemáticos. Para esses alunos, foi proposto que, enquanto não se sentissem à vontade, poderiam apresentar a sequência matemática para realização das atividades, sem vincular a nenhuma linguagem específica.

A terceira nota da disciplina (AV3) foi dividida em duas atividades: prova individual (explorou a ideia de recursão, como um caso específico do trabalho com funções) e um trabalho em grupos, em que os estudantes deveriam propor, desenvolver e apresentar um aplicativo a partir da programação pelo AppInventor.

Nessa segunda parte, os estudantes foram assistidos, também, pela professora da disciplina de Introdução à Informática (do mesmo semestre). A avaliação (prova) que compõe a AV3 foi avaliada sobre 1,0; enquanto que o aplicativo, 1,5. A atividade 01 (Quadro 18) e a resolução do aluno A12 (Figura 16) são apresentadas na sequência.

Quadro 18 - Atividade 01 – AV3

ATIVIDADE 01	
Conteúdos	Função e Recursão
Contexto	Você foi contratado por uma empresa para desenvolver um programa em Java que realiza uma análise de dados para uma aplicação financeira. Um dos requisitos é criar uma função que calcule a soma dos primeiros 'n' números naturais de forma recursiva.
Questões	a) Desenvolva a função recursiva em Java chamada “calculaSoma” que recebe um inteiro “n” como parâmetro e retorna a soma dos primeiros “n” números naturais. b) Explique como a função recursiva funciona, detalhando o processo de chamadas e retornos de cada etapa até alcançar o caso base.
Critérios de avaliação	Esta atividade será avaliada da seguinte forma: - Estrutura do código: aluno compreende a definição de uma função recursiva e o caso base. - Clareza na explicação do processo recursivo e o uso de raciocínio lógico para cada chamada da função.
Habilidades do PC	Reconhecimento de padrões na identificação do padrão de redução do problema até o caso base. Abstração e Algoritmo: estruturação do problema para a linguagem Java Avaliação: testes no Java.

Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Figura 16 - Resolução da atividade 1 pelo estudante A12

```

public class AnaliseFinanceira {

    // Função recursiva para calcular a soma dos primeiros 'n' números naturais
    public static int calculaSoma(int n) {
        // Caso base: se n é 1, retorna 1, pois a soma dos primeiros 1 número natural é 1
        if (n == 1) {
            return 1;
        } else {
            // Passo recursivo: retorna n + calculaSoma(n-1)
            return n + calculaSoma(n - 1);
        }
    }

    public static void main(String[] args) {
        int n = 5; // exemplo com 5 para testar
        int resultado = calculaSoma(n);
        System.out.println("A soma dos primeiros " + n + " números naturais é: " + resultado);
    }
}

```

A função foi implementada para calcular a soma dos primeiros "n" termos com uso de **recursão**. Primeiro eu defini o caso base para indicar em que momento a função deve parar (nesse caso quando chegar em n=1 - menor numero natural). Depois construí a recursão, para valores de n>1. A função deve retornar o valor de n somado ao resultado de calculaSoma (n-1). Dessa forma, cada chamada empilha outra chamada a função ate que n chegue a 1.

Exemplo para o teste de mesa:
 Vamos testar calculaSoma(5) e esperamos encontrar:

CalculaSoma(5) chama 5 + calcula soma(4)	CalculaSoma(2) chama 2 + calcula soma(1)
CalculaSoma(4) chama 4 + calcula soma(3)	CalculaSoma(1) atinge o caso base e retorna 1
CalculaSoma(3) chama 3 + calcula soma(2)	

Com o caso base alcançado as chamadas começam a retornar
 CalculaSoma(2) retorna 2+1=3
 CalculaSoma(3) retorna 3+3=6
 CalculaSoma(4) retorna 6+4=10
 CalculaSoma(5) retorna 10+5=15
 Então temos que ter como retorno 15, que é a soma dos 5 primeiros naturais.

Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

O estudante A12 apresentou um conhecimento consolidado em relação a funções recursivas. A segunda atividade pode ser conferida no Quadro 19, seguida da resolução proposta por A19 (Figura 17).

Quadro 19 - Atividade 02 – AV3

ATIVIDADE 02	
Conteúdo(s)	Função, Recursão e Análise Combinatória
Contexto	Em programação, a recursão é uma técnica essencial para resolver problemas em que uma função é chamada repetidamente dentro de si mesma. No contexto de análise de sistemas, a recursão pode ser usada para resolver problemas que possuem subproblemas menores de natureza semelhante. Essa questão explora o cálculo de fatorial de um número, uma função comumente usada na análise de algoritmos e em estruturas de programação.
Questões	Escreva uma função recursiva para calcular o fatorial de um número inteiro não-negativo n (n!).

ATIVIDADE 02	
Conteúdo(s)	Função, Recursão e Análise Combinatória
	<p>A função deve receber n como entrada e retornar o valor de n!. Lembre-se de que, por definição, o fatorial de 0 (0!) é igual a 1.</p> <p>a) Escreva o pseudocódigo da função recursiva que calcula o fatorial de um número.</p> <p>b) Descreva como a recursão funciona nesse caso, mencionando a chamada da função para subproblemas menores até chegar à condição de parada.</p>
Critérios de avaliação	Nesta questão, será avaliado se o estudante entende a definição de recursão e é capaz de aplicar o conceito para resolver o problema do cálculo do fatorial.
Habilidades do PC	Nos processos abstração e formulação do problema em pseudocódigo, os estudantes se utilizarão das habilidades de pensamento algorítmico e reconhecimento de padrões . A avaliação pode ser realizada a partir dos testes (portugol ou Java).

Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Figura 17 - Resolução da atividade 2 pelo aluno A19

<p>En el caso del cálculo del factorial de un número, estamos multiplicando ese número por todos los números enteros menores que él hasta llegar a 1. Imaginemos que queremos calcular el factorial de 3 (es decir, 3!). Esto es lo que ocurre:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La función comienza verificando si el número es 0. Esto es importante porque, por definición, el factorial de 0 es 1. 2. Si el número no es 0, la función se llama nuevamente, esta vez con un número menor (en este caso, $3 - 1 = 2$). 3. El proceso continúa: la función se llama a sí misma con 2, luego con 1 y finalmente con 0. <p>Cuando llegamos a 0, sabemos que el factorial de 0 es 1. Desde ese punto, las llamadas de la función 'vuelven' multiplicando los valores:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Factorial(1) = $1 * 1 = 1$ - Factorial(2) = $2 * 1 = 2$ - Factorial(3) = $3 * 2 = 6$ <p>Esto significa que la función resuelve el problema poco a poco, como si estuviera desarmando un rompecabezas en piezas más pequeñas y luego volviendo a juntar todo. La recursividad es útil porque hace que ciertos problemas, que podrían parecer complicados, sean mucho más simples de resolver.</p> <hr/> <pre> Función Factorial(n: entero): entero Si (n = 0) entonces Retornar 1 Sino Retornar n * Factorial(n - 1) FinFunción </pre>
--

Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Como se vê na resolução proposta por A19, ao longo do processo, os estudantes foram estimulados não apenas a resolver as questões propostas, mas também a registrar sua compreensão sobre o tema, entendendo os porquês de cada passo.

A segunda parte da AV3, referente ao desenvolvimento dos aplicativos, ocorreu de forma colaborativa, porém, como o desempenho vem sendo analisado de forma individual, os grupos foram acompanhados durante o processo e, nas apresentações, perguntas foram destinadas para cada um dos integrantes. Desta forma, as notas não foram uniformes nos grupos.

A Figura 18 apresenta recortes desse momento.

Figura 18 - Recortes das apresentações dos aplicativos

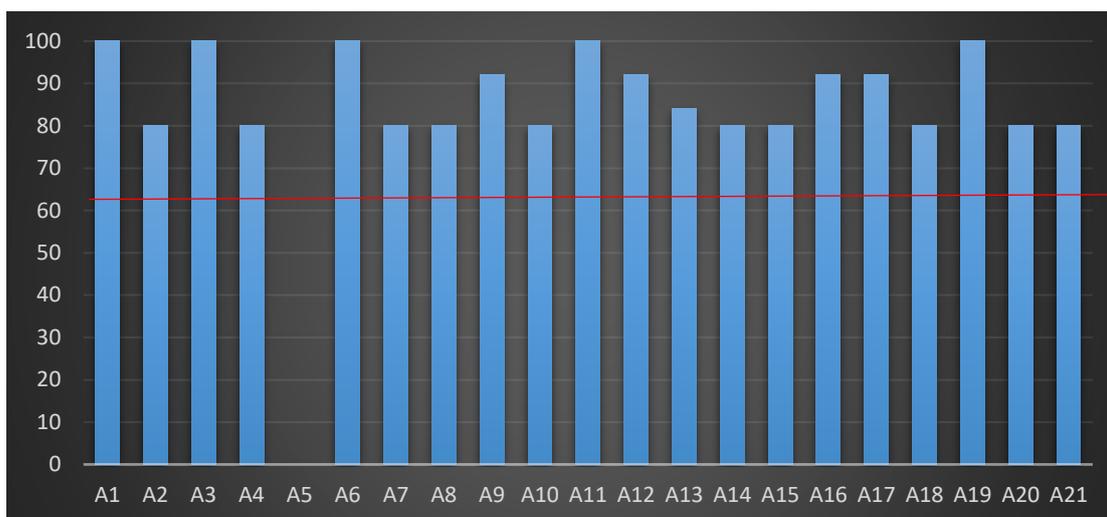


Fonte: Acervo da pesquisadora, 2024.

Os grupos desenvolveram aplicativos para cálculo nutricional (A10, A14, A19 e A20), localização de automóveis (A1, A18 e A21), agenda com controle de atividades (A9 e A16), delivery, compra e entrega de cachorros quentes (A4, A6, A7 e A11), Quiz com questões relacionadas à programação (A2, A3, A12, A15) e um para seleção musical (A8, A13 e A17). A5 não participou da atividade. As apresentações foram filmadas para análise detalhada do desempenho individual e os aplicativos, testados. Nas apresentações, os estudantes detalharam cada parte do código, enfatizando sua funcionalidade.

Após as duas fases que compõem a AV3, as notas foram fechadas e os resultados podem ser observados no Gráfico 8.

Gráfico 8 - Desempenho, em percentual, dos estudantes na AV3



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Somente A5 não obteve aproveitamento superior a 60% nessa etapa. Cabe registrar que as notas apresentadas no Gráfico 8 representam o somatório das notas obtidas na prova e no trabalho (app) em grupos, pesos 1,0 e 1,5 respectivamente. A5 zerou a prova e não realizou as tarefas em nenhum dos grupos.

A última avaliação da disciplina, AV 4, referente aos conceitos de análise combinatória, encontra-se no Quadro 20. Entretanto, como já mencionado, muitos estudantes não realizaram a prova por decorrência das dificuldades em LP. Outros tentaram, mas não houve dedicação para o estudo do último conteúdo.

Quadro 20 - AV4

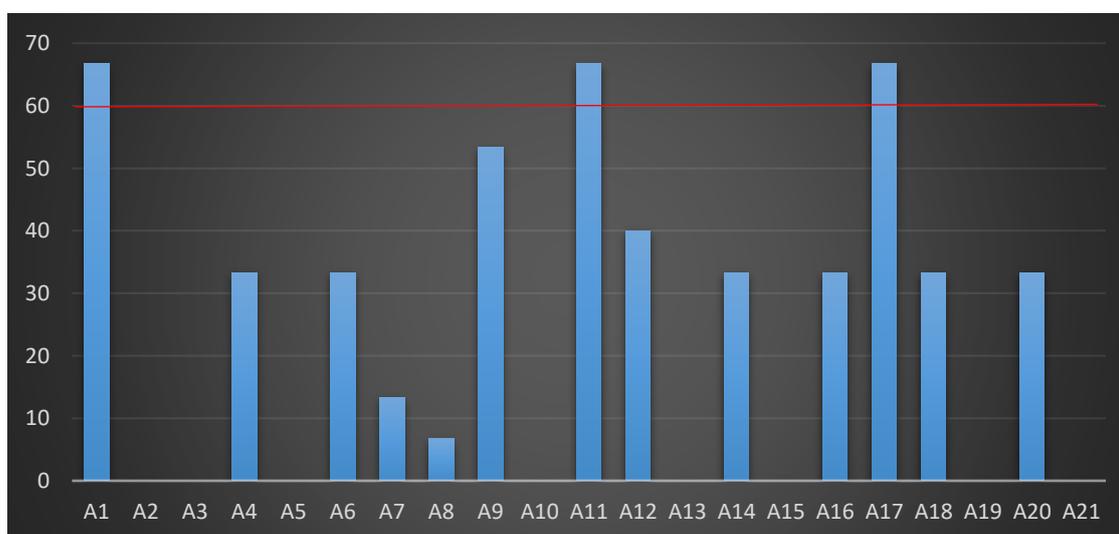
ATIVIDADE ÚNICA	
Conteúdo	Análise Combinatória
Contexto	Uma empresa de tecnologia especializada em logística contratou você para desenvolver um sistema que analise a quantidade de maneiras possíveis de selecionar um grupo de representantes de um total de funcionários. O sistema precisa ser flexível para calcular quantas formas distintas é possível escolher diferentes quantidades de funcionários a partir de um total dado.
Questões	<p>a) Implemente uma função em Java chamada “calculaSelecao” que recebe dois inteiros, “totalFuncionarios” e “grupo”, e retorne o número de maneiras distintas de selecionar o grupo de funcionários, considerando o total fornecido.</p> <p>b) Descreva como o código resolve o problema de selecionar os funcionários, destacando o caso em que todos os funcionários são selecionados ou nenhum é escolhido.</p>

ATIVIDADE ÚNICA	
Conteúdo	Análise Combinatória
Crítérios de avaliação	Nestas questões, serão avaliados a precisão no emprego dos conceitos, o uso de estruturas lógicas e a habilidade do aluno de estruturar o problema em casos específicos e definir critérios de seleção.
Habilidades do PC	Os principais pilares do PC que darão suporte para esta atividade são: <ul style="list-style-type: none"> - Desenvolvimento de Algoritmo abordando todas as possibilidades. - Abstração para a estruturação do problema de forma que possa ser utilizado no programa em Java. - Avaliação nos momentos de teste do programa.

Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Os resultados obtidos pelos estudantes na AV4 podem ser verificados no Gráfico 9.

Gráfico 9 - Desempenho, percentual, na AV4



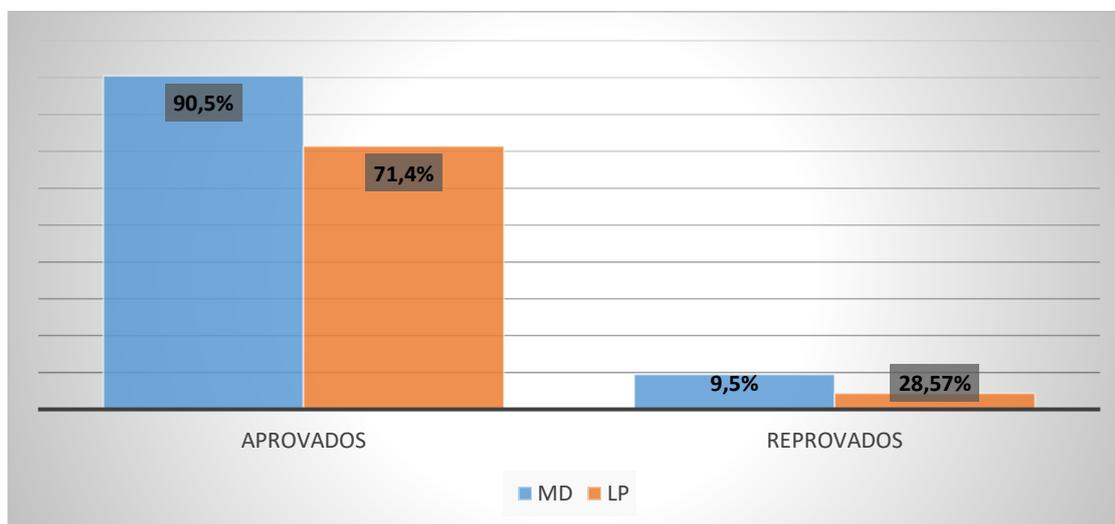
Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Apenas três estudantes (A1, A11 e A17) atingiram nota superior a 60%.

Antes de finalizarmos essa seção, apresentamos o Gráfico 10 que retrata a situação final da turma, em relação à aprovação em MD e LP. Sublinhamos que nele está representado o aproveitamento dos sujeitos dessa investigação, mas

informações acerca do desempenho da turma como um todo na disciplina de MD podem ser encontradas no Apêndice B.

Gráfico 10 - Índices, percentuais, dos sujeitos nas disciplinas de MD e LP



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Na disciplina de MD, o aproveitamento médio da turma ficou em 69,8%, enquanto em LP, 63,3%. O desempenho individual dos estudantes, em cada disciplina, pode ser observado no Apêndice F.

5.4 Reflexões sobre a construção do conhecimento

Durante as intervenções, as observações realizadas foram registradas em um diário de campo. Esses registros continham as principais dúvidas, dificuldades e aspectos positivos que surgiam durante cada encontro. Também, de forma individual, informações referentes ao processo de aprendizagem dos estudantes.

A utilização desse instrumento mostrou-se fundamental tanto para acompanhar a evolução dos sujeitos, como para elaborar formas abordagens específicas para conectá-los com novos conhecimentos

Uma vez que as aulas foram pautadas em diálogos constantes e exercícios práticos e contextualizados, incentivando o protagonismo dos estudantes, a pesquisadora adquiriu a liberdade de sentar-se ao lado de cada aluno e acompanhar

o processo de resolução dos problemas, percebendo assim, as estratégias utilizadas, e dialogar sobre as dificuldades encontradas.

Dessa forma, a aprendizagem significativa, conforme proposta por Ausubel (1968), foi analisada ao longo do semestre considerando a evolução e os desafios enfrentados pelos estudantes na disciplina de Matemática Discreta.

Os resultados demonstram que o processo de ancoragem dos novos conhecimentos variou de acordo com os subsunçores existentes e a interação dos alunos com os conteúdos e com seus pares.

Os principais aspectos percebidos durante a trajetória dos sujeitos podem ser acompanhados na sequência:

O aluno A1, com formação em Direito, inicialmente apresentou dificuldades com a linguagem matemática. No entanto, sua participação ativa e as trocas produtivas durante as aulas permitiram que ancorasse os novos conhecimentos na lógica argumentativa do Direito. Ao perceber a semelhança entre as estruturas, consolidou habilidades e adquiriu os conceitos de forma significativa.

A estudante A2 relatou dificuldades na comunicação rápida em português, impactando sua participação nas discussões. Para suprir essa necessidade, foi incentivada a utilizar o fórum do Moodle como espaço complementar de troca de ideias. Além disso, materiais de apoio foram disponibilizados para facilitar a conexão entre os conceitos, permitindo a acomodação dos novos conhecimentos no seu próprio ritmo.

O aluno A3 ingressou na disciplina com subsunçores bem estruturados, facilitando sua conexão com todos os conceitos abordados. Demonstrou facilidade para relacionar a linguagem matemática à programação, mas enfrentou dificuldades na interpretação dos enunciados. Ao final do semestre, observou-se a consolidação de uma aprendizagem significativa.

A4, embora familiarizado com programação, apresentou subsunçores equivocados em relação à matemática, comprometendo sua evolução nos testes. No entanto, seu desempenho constante, mesmo diante do aumento da complexidade dos conteúdos, foi avaliado positivamente.

O estudante A5 demonstrou extrema timidez, evitando participação nas discussões e interações presenciais. O contato foi estabelecido apenas por meio do

Moodle, onde relatou receio de atrapalhar a aula. Essa limitação impossibilitou uma análise detalhada de seus subsunçores e do processo de aprendizagem.

A6, ao conectar os conhecimentos adquiridos no curso técnico em Eletroeletrônica (ênfase em Lógica Booleana) à Lógica Matemática e à Programação, construiu seu aprendizado de forma significativa. As interações com A11 foram produtivas, pois permitiram a troca de conhecimentos e a superação de dificuldades.

Os estudantes A7, A16, A19 e A21 apresentaram crescimento progressivo, reforçando a ideia de que a aprendizagem significativa ocorre gradualmente quando há estímulo adequado. Embora tenham atingido diferentes níveis de desempenho, sua evolução foi consistente com seus conhecimentos prévios.

Por outro lado, A8, A13 e A17 demonstraram dificuldades decorrentes de uma base insuficiente em matemática, tornando a ancoragem dos novos conteúdos mais complexa. Segundo Ausubel, sem uma estrutura cognitiva adequada, a aprendizagem tende a ser mecânica e pouco duradoura.

O aluno A9, assim como A1, trouxe conhecimentos prévios que auxiliaram na construção da aprendizagem. Sua familiaridade com programação facilitou o estabelecimento de conexões com os conteúdos abordados. Outro fator relevante foi o uso de ferramentas que permitiram testar sua aprendizagem, promovendo a construção ativa do conhecimento.

A10 não conseguiu estabelecer conexão entre os conhecimentos prévios e os novos, não se beneficiando da programação como recurso facilitador. Mesmo com explicações contextualizadas e práticas, sua aprendizagem não se consolidou.

O estudante A12, apesar de possuir formação em Direito, não conseguiu estabelecer pontes entre a lógica estudada na graduação e os conceitos matemáticos e de programação, evidenciando características de uma aprendizagem mecânica.

A14 mostrou dependência de A3, sugerindo que as interações sociais desempenharam um papel essencial na ancoragem dos novos conhecimentos.

O aluno A15 enfrentou dificuldades na interpretação de enunciados, formalização e abstração, impactando negativamente sua ancoragem de conhecimentos. Sua evolução ocorreu apenas no pensamento algorítmico, com forte dependência de colegas (A2 e A3). A dificuldade em utilizar a programação como

ferramenta de apoio revelou uma desconexão entre teoria e prática, reforçando a necessidade de estratégias pedagógicas diferenciadas.

A18, afastado da sala de aula por anos e com traços de uma aprendizagem mecânica, utilizou inicialmente seus saberes cotidianos como subsunçores. Com o apoio de materiais complementares, construiu os conhecimentos pré-requisitos para a disciplina. A adoção da Inteligência Artificial como tutora, após uma orientação em sala, facilitou sua aprendizagem no seu próprio ritmo, demonstrando que o uso da tecnologia pode ser um recurso valioso para a aprendizagem significativa.

Por fim, A20 apresentou subsunçores equivocados em relação a alguns conhecimentos matemáticos, exigindo um processo de ressignificação antes que novos conceitos pudessem ser corretamente ancorados. Suas dificuldades foram mais evidentes em conteúdos que exigiam a construção de fórmulas e funções, indicando a necessidade de reorganização de sua base conceitual para uma aprendizagem significativa efetiva.

A análise evidencia a diversidade de perfis e trajetórias de aprendizagem dos estudantes, ressaltando a importância da identificação e correção de subsunçores equivocados, do uso de estratégias diversificadas e da inserção de metodologias ativas e tecnológicas para a promoção de uma aprendizagem verdadeiramente significativa.

5.5 Resultados

Nesta seção, são sintetizados os resultados que vêm sendo discutidos ao longo do capítulo, de forma a efetivar os objetivos propostos.

A pesquisa teve como objetivo geral analisar de que forma a integração do Pensamento Computacional, como ferramenta para Resolução de Problemas, influencia o processo de aprendizagem na disciplina de Matemática Discreta.

Os objetivos específicos buscaram verificar os subsunçores dos sujeitos (visando à construção de uma aprendizagem significativa), incentivar a utilização das estratégias do PC na resolução de problemas em MD e avaliar esse impacto na construção do conhecimento.

Além desses, propôs-se a desenvolver uma ferramenta interativa, como produto educacional, promovendo a exploração das habilidades do PC aplicadas no estudo de MD.

Ao pensar na pesquisa institucional, motivada pelos altos índices de retenção no curso, durante a investigação, preocupou-se em investigar o impacto da metodologia proposta na disciplina de Lógica de Programação.

Conforme podemos acompanhar durante o capítulo, os resultados evidenciaram que as habilidades do PC (abstração, reconhecimento de padrões e pensamento algorítmico) foram gradualmente adquiridas pelos estudantes ao longo do semestre. Esse fato vai ao encontro da proposta da Aprendizagem Significativa que visa conectar, gradativamente, conhecimentos.

A habilidade que propõe a avaliação dos resultados obtidos foi incentivada e apareceu, constantemente, na resolução dos problemas em MD, entretanto não foi analisada, para fins da pesquisa, pois, a partir dos testes do PC, ficou inviável observar.

A exploração dos testes (inicial, intermediário e final) revelou que a habilidade de pensamento algorítmico apresentou maior consolidação, com 71,4% dos estudantes demonstrando domínio avançado ao final do processo. Tal evolução pode ser atribuída às intervenções específicas, que enfatizaram a aplicação prática dos conceitos de MD, como lógica e teoria dos conjuntos, com suporte dos pilares do PC.

A habilidade de reconhecimento de padrões também mostrou progressos significativos em 57,1% dos sujeitos, embora em menor proporção que o pensamento algorítmico.

Nas disciplinas de MD e LP, o desempenho médio da turma foi de 69,8% e 63,3%, respectivamente. Ao analisarmos os índices de aprovação (anteriormente, inferiores a 50%), notamos um avanço significativo, atingindo 90,5% em MD e 71,4% em LP.

Os dados expuseram que a interlocução com as estratégias propostas pelo PC contribuiu positivamente para o entendimento de conceitos abstratos em MD e refletiu no aprendizado de LP, rompendo com as barreiras das disciplinas.

Durante a coleta e a análise dos dados, a preocupação se deu em função da relação entre aquisição das habilidades do PC e desempenho em MD, buscando verificar a convergência entre esses dados.

Os resultados revelam uma tendência entre os estudantes com as maiores notas de serem os que apresentaram maior domínio das habilidades, com raras exceções.

De modo semelhante, um domínio básico, em relação aos pilares do PC, geralmente refletiu em notas em torno de 60% (mínimo para aprovação).

A análise qualitativa das observações de aula demonstrou que os estudantes se engajaram mais quando as atividades envolveram a resolução de problemas contextualizados. Essa abordagem facilitou a identificação de subsunçores e promoveu conexões entre o conhecimento prévio e novos conceitos, corroborando a importância das propostas de Ausubel e Knowles para esse público.

Inferiu-se, também, que a perspectiva interdisciplinar, fundamentada nos pilares do PC, facilitou a compreensão de conceitos abstratos, fundamentais tanto para MD quanto para LP.

Tais resultados sugerem que o uso do PC em atividades práticas auxilia os estudantes a conectarem o conhecimento matemático com situações reais, aspecto reforçado pela teoria de Ausubel, que assevera a necessidade de materiais potencialmente significativos.

Uma vez que este capítulo buscou conversar diretamente com os objetivos propostos para a pesquisa, resolvemos deixar a reflexão acerca da metodologia abordada para a promoção da aquisição das habilidades do PC e condução das aulas de MD para o capítulo que trata das considerações finais. Da mesma forma, discorreremos sobre as particularidades originadas do trabalho colaborativo entre pesquisadora e sujeitos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desta pesquisa reafirmam a relevância do Pensamento Computacional como uma abordagem pedagógica capaz de integrar disciplinas técnicas e matemáticas de maneira significativa.

Embora o domínio de todas as habilidades do Pensamento Computacional não tenha sido uniformemente alcançado, observou-se uma evolução notável em aspectos como abstração e pensamento algorítmico, indicando que os estudantes ampliaram sua capacidade de resolver problemas complexos em diferentes contextos, refletindo, inclusive, no desempenho em Lógica de Programação.

As intervenções propostas foram caracterizadas por um processo de transgressão metodológica, ao articular os princípios da Andragogia e da Aprendizagem Significativa, valorizando a experiência prévia e a autonomia dos estudantes, além do uso de ferramentas computacionais como suporte ao aprendizado.

Essa combinação favoreceu a criação de um ambiente ativo e adaptativo, no qual os estudantes assumiram papéis mais proativos no processo educacional, promovendo maior autonomia, respeito às experiências individuais e integração coletiva. Assim, a sala de aula tornou-se um espaço colaborativo e criativo, ampliando não apenas o repertório técnico dos estudantes, mas também seu envolvimento e motivação.

Além do desenvolvimento cognitivo, os estudantes demonstraram ganhos em autoconfiança, refletidos na maior disposição para buscar soluções independentes antes de recorrer ao auxílio da professora.

A adoção de comunidades de prática, ainda que experimental, revelou-se promissora, fortalecendo os vínculos entre os participantes e fomentando a colaboração na resolução de problemas.

Observou-se, ainda, um aumento no engajamento dos estudantes quando as atividades foram estruturadas como desafios baseados em problemas reais relacionados à sua futura atuação profissional, corroborando a premissa de Knowles sobre a importância da relevância prática no aprendizado de adultos.

Da mesma forma, o estudo evidenciou que a possibilidade de conectar os novos conhecimentos a experiências prévias, conforme proposto por Ausubel, foi um fator determinante na construção de uma aprendizagem mais significativa.

Outro aspecto relevante da pesquisa foi a constatação de que a interlocução com o Pensamento Computacional contribuiu não apenas para a resolução de problemas, mas também para o desenvolvimento de competências essenciais na sociedade tecnológica.

Entretanto, os achados também revelaram desafios que demandam atenção em investigações futuras, entre eles a necessidade de suporte adicional para estudantes que apresentam dificuldades na interpretação de enunciados e na construção de um raciocínio estruturado para a resolução de problemas matemáticos e computacionais.

A proposta metodológica desenvolvida mostrou-se eficaz em incentivar o protagonismo dos estudantes, ao mesmo tempo em que desafiou a pesquisadora a refletir sobre suas próprias práticas pedagógicas.

Esse protagonismo manifestou-se de forma evidente ao longo das leituras e proposições de atividades, sendo particularmente expressivo na elaboração do trabalho final, no qual os grupos foram desafiados a conceber, justificar, desenvolver e apresentar um aplicativo.

Nesse contexto, um dos estudantes destacou que, enquanto nas aulas de programação geralmente seguia instruções predefinidas para resolver problemas, no trabalho final precisou refletir não apenas sobre a execução de comandos, mas sobre sua própria capacidade de programar para atingir um objetivo proposto por ele mesmo.

Essa experiência reforça a transição de uma aprendizagem mecânica para uma aprendizagem significativa, em que o estudante assume um papel ativo na construção do próprio conhecimento.

A interação constante com os estudantes permitiu não apenas a identificação de dificuldades, mas também a adaptação das estratégias pedagógicas, promovendo um ciclo contínuo de melhoria.

Do ponto de vista da pesquisadora, a experiência foi extremamente enriquecedora, pois, além de favorecer maior aproximação entre os estudantes e a disciplina, reafirmou a importância de ouvir os alunos e experimentar novas

abordagens metodológicas que, do ponto de vista tradicional, talvez não tivessem sido exploradas.

No entanto, é importante registrar que a preparação das aulas foi exaustiva, exigindo leituras aprofundadas, fundamentação teórica consistente e um planejamento detalhado para que as atividades fossem adaptadas aos conteúdos e objetivos da disciplina.

As intervenções realizadas representam um movimento promissor no ensino de Matemática Discreta, ao integrar os princípios do Pensamento Computacional com abordagens da Andragogia e da Aprendizagem Significativa. Essa articulação desafiou modelos tradicionais de ensino, promovendo uma integração interdisciplinar que rompe com a segmentação entre abordagens técnicas e humanísticas.

Embora este estudo não tenha explorado devidamente essa dimensão metodológica, os achados indicam que essa proposta possui um potencial prospectivo para promover uma aprendizagem mais significativa e contextualizada.

Dessa forma, pesquisas futuras poderão explorar essa abordagem em diferentes contextos educacionais, como cursos técnicos subsequentes, programas de formação continuada e Educação de Jovens, Adultos e Idosos (EJAI), a fim de avaliar sua eficácia em públicos diversos e consolidar estratégias que respeitem o contexto, as necessidades e as experiências dos estudantes.

Por fim, espera-se que as reflexões e contribuições desta pesquisa possam servir de base para inovações pedagógicas futuras, incentivando práticas que promovam o protagonismo dos estudantes, respeitem seus percursos individuais e desenvolvam competências essenciais para o século XXI.

Ao concluir a pesquisa e a escrita deste texto, permito-me, enquanto pesquisadora, romper momentaneamente com o rigor acadêmico e resgatar minha voz pessoal. Embora tenha estado presente em cada decisão, compartilhando das angústias pelos estudantes que enfrentaram dificuldades e das alegrias por suas conquistas, optei, até este momento, por me ocultar sob a formalidade da terceira pessoa.

Ao longo dos quase 20 anos de docência, afirmo que nunca saí de uma sala de aula da mesma forma como entrei. O compromisso em avaliar minhas ações,

ouvir os estudantes e adaptar metodologias vem transformando diariamente o meu “ser professora”

O ambiente construído ao longo do semestre, marcado pela entrega, criatividade e diálogos que transcenderam o conhecimento científico para incorporar os saberes individuais dos estudantes – suas vivências e culturas – proporcionou-me um crescimento pessoal e profissional cuja dimensão ainda me escapa.

Esta pesquisa não apenas me permitiu avaliar metodologias nas quais eu acreditava, mas também revelou novas abordagens, oriundas de experiências e sugestões dos próprios estudantes, que enriqueceram profundamente o processo de ensino e aprendizagem.

Assim, ao concluir este trabalho, reafirmo a importância da educação como um caminho em constante construção, no qual ensinar e aprender são processos indissociáveis e mutuamente transformadores.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Rodrigo. ABC faz recomendações para avanço da inteligência artificial no Brasil. **IPEA - Center for Research on Science, Technology and Society**. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/en/topics/398-abc-faz-recomendacoes-para-avanco-da-inteligencia-artificial-no-brasil>. Acesso em: 14 dez. 2023.

ARAUJO, A. L. S. O., Santos, J. S., Andrade, W. L., Guerrero, D. D. S., and Dagiene, V. (2017). **Exploring computational thinking assessment in introductory programming courses**. In 2017 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), pages 1–9. IEEE.

AUSUBEL, David P. **Educational psychology: a cognitive view**. Nova York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

AUSUBEL, David P. **Adquisición y retención del conocimiento: una perspectiva cognitiva**. Barcelona: Paidós, 2002.

AUSUBEL, David P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Tradução de Lígia Teopisto. 1. ed. Rio de Janeiro: Plátano Edições Técnicas, 2003.

BAILER, Cyntia; TOMITCH, Leda M. B.; D'ELY, Raquel C. S. F. Planejamento como processo dinâmico: a importância do estudo piloto para uma pesquisa experimental em linguística aplicada. **Revista Intercâmbio**, v. XXIV: 129-146, 2011. São Paulo: LAEL/PUCSP. ISSN 2237-759x

BARALDI, I. M. **Matemática na escola: que ciência é esta?** Bauru, SP: Edusc, 1999.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BARROS, Rosanna. Revisitando Knowles e Freire: Andragogia versus pedagogia ou o dialógico como essência da mediação sociopedagógica. **Educação e Pesquisa**, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, v. 44, n. 2, ISSN 1517-9702 (versão impressa), ISSN 1678-4634 (versão online), 2018, páginas 01-19.

BEBRAS_Brasil. Disponível em: <https://www.bebbrasbrasil.com.br/>. Acesso em: 10 out. 2024.

BEBRAS_Portugal. Disponível em: <https://bebras.pt/>. Acesso em: 15 jan. 2023.

KROEF, Renata Fischer da Silveira; GAVILLON, Poti Quartiero; RAMM, Laís Vargas. **Diário Estudos e Pesquisas em Psicologia**. Disponível em: <https://peps.bvsa.ou/p/epp/v20n2/v20n2.pdf>. Acesso em: 5 ago. 2024.

BECK, C. (2015). Malcolm Knowles: o pai da andragogia. **Andragogia Brasil**. Disponível em: <https://andragogiabrasil.com.br/malcolm-knowles/>. Acesso em: 20 out. 2022.

BOGDAN, Robert C.; BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto Editora Ltda, 1994.

BRACKMANN, Christian Puhlmann. **Desenvolvimento do pensamento computacional através de atividades desplugadas na Educação Básica**. 2017. Tese (Doutorado em Informática na Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

BRASIL. **Diretrizes gerais sobre aprendizagem híbrida**. Brasília: MEC/CNE, 2021. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=227271-texto-referencia-educacao-hibrida&category_slug=novembro-2021-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 3 abr. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase>. Acesso em: 14 dez. 2023.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Apresentação dos resultados do PISA 2022 no Brasil**. Disponível em: https://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2022/apresentacao_pisa_2022_brazil.pdf. Acesso em: 14 dez. 2023.

BRASIL. Ministério das Comunicações. **Internet chega a 87,2% dos brasileiros com mais de 10 anos em 2022, revela IBGE**. Disponível em: <https://www.gov.br/mcom/pt-br/noticias/2023/novembro/internet-chega-a-87-2-dos-brasileiros-com-mais-de-10-anos-em-2022-revela-ibge>. Acesso em: 14 dez. 2023.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/HFA**. Disponível em: <https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/hfa/ensino-e-pesquisa/comite-de-etica-em-pesquisa-cep-hfa-1>. Acesso em: 7 nov. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **PISA 2018 revela baixo desempenho escolar em leitura, matemática e ciências no Brasil**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/busca-geral/211-noticias/218175739/83191-pisa-2018-revela-baixo-desempenho-escolar-em-leitura-matematica-e-ciencias-no-brasil>. Acesso em: 14 dez. 2023.

CANAL, Ana Paula. **Pensamento Computacional articulado à Resolução de Problemas no ensino para formação inicial de professores de matemática**: uma abordagem a partir da Teoria de Robbie Case. 2021. 319f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Franciscana, Santa Maria - RS.

CANHOTA, C. Qual a importância do estudo piloto? *In*: SILVA, E. E. (Org.). **Investigação passo a passo**: perguntas e respostas para investigação clínica. Lisboa: APMCG, 2008. p. 69-72.

CAVALCANTI, George Darmiton da Cunha. **Matemática Discreta** (Introdução). Centro de Informática – CIn. Universidade Federal de Pernambuco – UFPE [s.d.]. Disponível em: <https://www.cin.ufpe.br/~gdcc/matdis/aulas/introducao>. Acesso em: 25 mar. 2024.

CORDENONZI, Walkiria Helena. **O desenvolvimento do pensamento computacional e as evidências da alfabetização em código em adultos**. 2020. Tese (Doutorado) - Curso de Ensino, Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, 28 ago. 2020. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10737/2912>. Acesso em: 14 dez. 2023.

CORRÊA, G. C. G.; CAMPOS, I. C. P. de, ALMAGRO, R. C. (2018). Pesquisa-ação: uma abordagem prática de pesquisa qualitativa. **Ensaios Pedagógicos**, 2(1), p.62-72. Disponível em: <https://www.ensaiospedagogicos.ufscar.br/index.php/ENP/article/view/60>. Acesso em: 15 mar. 2024.

FERREIRA, N. S. de A. Pesquisas intituladas estado da arte: em foco. **Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 2, p. e021014, 2021.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. Tradução Joice Elias Costa. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FREIRE, P. **A Educação na Cidade**. São Paulo: Cortez, 1991.

GARCIA, Roberta V.; CORTEZ, Anne C. C. R. Utilização de atividades de Pensamento Computacional aplicado à resolução de problemas nas aulas de Matemática. **Revista Interdisciplinar de Tecnologias na Educação [RINTE]**, vol. 9, nº 1, Ed. Especial: IX SEC - Simpósio de Ensino de Ciências, 2023, p. 01-18.

GATTI, Bernadete A. Estudos quantitativos em Educação. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 11-30, 2004.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOOGLE FOR EDUCATION. **Computational Thinking**. 2015. Disponível em: <https://edu.google.com/resources/programs/exploring-computationalthinking/>. Acesso em: 04 mar. 2024.

GRÁCIO, M. M. C.; GARRUTTI, E. A. Estatística aplicada à educação: uma análise de conteúdos programáticos de planos de ensino de livros didáticos. **Revista de Matemática e Estatística**, São Paulo, v. 23, n. 3, p.107-126, abr. 2005.

GRAVE, Leomir Augusto Severo. **O pensamento computacional na prática: uma experiência usando python em aulas de matemática básica**. 2021. 64f. Dissertação

(Mestrado Profissional em Matemática) Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT. Universidade Federal De Santa Maria - Centro De Ciências Naturais e Exatas, Santa Maria/RS, 2021.

GROVER, Shuchi; PEA, Roy. Computational Thinking in K-12. **Educational Researcher**, Thousand Oaks, EUA, v. 42, n. 1, p. 38-43, 2013. Disponível em: <http://journals.sagepub.com/doi/10.3102/0013189X12463051>. Acesso em: 25 fev. 2024.

IFSUL (Instituto Federal de Educação, Ciência, Tecnologia Sul-rio-grandense). **Revista Binacional**. Publicado em 03 abr. 2017. Disponível em: <https://www.ifsul.edu.br/component/k2/item/483-revista-binacional>. Acesso em: 15 dez. 2023.

ISTE; CSTA. **Operational Definition of Computational Thinking for K-12 Education**. 2011. Disponível em: <https://www.iste.org/explore/Solutions/Computational-thinking-for-all>. Acesso em: 20 mar. 2019.

KNOWLES, M. S. (1968). **Andragogy, not pedagogy**. *Adult Leadership*, 16(10), 350-352, 386.

KNOWLES, M. S. (1973). **Andragogo versus pedagogo**. Nova York, 1973.

KNOWLES, M. S.; HOLTON III, E. F.; SWANSON, R. A. **Aprendizagem de resultados**: uma abordagem prática para aumentar a efetividade da educação corporativa. Rio de Janeiro: Campus, 2009.

KRULIK, Stephen; REYS, Robert E. (Org.). **A resolução de problemas na matemática escolar**. Tradução de Hygino Hugueros Domingues e Olga Corbo. 1 ed. São Paulo: Atual, 2003.

LAVILLE, C.; DIONNE, J. **A construção do saber**: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas. Belo Horizonte: UFMG, 1999.

LINDEMAN, E. (1926). **The meaning of adult education**. Nova York: New Republic.

LIUKAS, L. Hello Ruby: Adventures. *In: Coding*. Feiwel & Friends, 2015.

LOUREIRO, Antonio Alfredo Ferreira. **Matemática Discreta**: Introdução. s.d. Disponível em: https://homepages.dcc.ufmg.br/~loureiro/md/md_0Introducao.pdf. Acesso em: 5 set. 2022.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. de. **Pesquisa em Educação**: Abordagens qualitativas. 1. ed. São Paulo: EPU, 1986.

MACKEY, Alison.; GASS, Susan. Common data collection measures. *In: MACKEY, Alison.; GASS, Susan. Second Language Research: methodology and design*. Mahwah: Lawrence Erlbaum, 2005. p. 43-99.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos da Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003. 310 p.

MARQUES, Samanta Ghislени. **Implicação dos pilares do pensamento computacional na resolução de problemas na escola**. 2019. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 2019, p. 1281-1289.

MEDEIROS, Carolina Beltrão de; STEINER NETO, Pedro José; ZOTTO, Ozir Francisco de Andrade. Usando questionários virtuais em pesquisas quantitativas. *In: BALAS 2000 CONFERENCE*, 1., 2000, Caracas. **Anais [...]**. Caracas: Balas Conference, 2000. p. 1-3.

MERCADO E CONSUMO. **Brasil perde posições e fica na 57ª colocação em ranking mundial de competitividade digital**. Disponível em: <https://mercadoeconsumo.com.br/02/12/2023/tecnologia/brasil-perde-posicoes-e-fica-na-57a-colocacao-em-ranking-mundial-de-competitividade-digital/>. Acesso em: 15 dez. 2023.

MESSINA, Graciela. Estudio sobre el estado da arte de la investigación acerca de la formación docente en los noventa. Organización de Estados Iberoamericanos para La Educación, La Ciencia y La Cultura. *In: Reunión de Consulta Técnica sobre Investigación en Formación del Profesorado*. México, 1998.

MESTRE, P. A. A. *et al.* Pensamento computacional: Um estudo empírico sobre as questões de matemática do Pisa. *In: Anais do IV Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2015)*. Maceió: Sociedade Brasileira de Computação, 2015.

MINAYO, M. C. de S. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 7. ed. Petrópolis: Vozes, 1997.

MIRANDA, Gilberto José. Elaboração e aplicação de questionários. *In: NOVA, Silvia Pereira de Castro Casa et al. (Org.). Trabalho de Conclusão de Curso: uma abordagem leve, divertida e prática*. São Paulo: Saraiva Educação, 2020. p. 216-229.

MOONEY, Aidan; LOCKWOOD, James. **The Analysis of a Novel Computational Thinking Test in a First Year Undergraduate Computer Science Course**. Aishe-j, 2020. Disponível em: <https://ojs.aishe.org/index.php/aishe-j/article/view/420>. Acesso em: 18 out. 2024.

MOREIRA, Marco Antonio. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. 1. ed. São Paulo: Centauro, 2010.

MOREIRA, Marco Antonio. **Subsídios teóricos para o professor pesquisador em Ensino de Ciências: a teoria da aprendizagem significativa**. 2016. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios6.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2023.

MOREIRA, Marco Antonio; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2006.

NOFFS, Neide de Aquino; RODRIGUES, Carla Maria Rezende. Andragogia na Psicopedagogia: a atuação com adultos. **Rev. Psicopedag.**, São Paulo, v. 28, n. 87, p. 283-292, 2011. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862011000300009&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 15 jun. 2023.

OECD (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico). **PISA 2022 - Matemática**. Disponível em: <https://pisa2022-maths.oecd.org/pt/index.html>. Acesso em: 14 dez. 2023.

OLIVEIRA, Carla. **Mas afinal, o que é essa tal de Matemática Discreta?** Artigo publicado em 26 de junho de 2022. Disponível em: <https://pt.linkedin.com/pulse/mas-afinal-o-que-%C3%A9-essa-tal-de-matem%C3%A1tica-discreta-carla-oliveira>. Acesso em: 13 jan. 2023.

ONUCHIC, Lourdes de La Rosa; ALLEVATO, Norma Suely Gomes; NOGUTI, Fabiane Cristina Hopner; JUSTULIN, Andresa Maria (Orgs.). **Resolução de Problemas**: Teoria e Prática. Jundiaí, Paco Editorial. 2019.

PARMAR, M. Matemáticas discretas: la columna vertebral de la informática. **Revista Electrónica**. 2019. SSRN 4(5):52.

POLYA, G. **A arte de resolver problemas**. Rio de Janeiro: Interciência, 1945.

POLYA, G. Sobre a resolução de problemas de Matemática na high school. *In*: KRULIK, Stephen; REYS, Robert E. (Org.). **A resolução de problemas na matemática escolar**. Tradução de Hygino Hugueros Domingues e Olga Corbo. 1 ed. São Paulo: Atual, 2003.

POLYA, G. **A arte de resolver problemas**: um novo aspecto do método matemático. Tradução de Heitor Lisboa de Araújo. 1 ed. 2 reimp. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.

RAABE, André *et al.* Um Instrumento para Diagnóstico do Pensamento Computacional. *In*: Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE), VI., 2017, Recife. **Anais [...]**. Recife: SBC, 2017. Disponível em: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/wcbie/article/view/7506>. Acesso em: 25 fev. 2019.

RAABE, A. L. A.; BRACKMANN, C. P.; CAMPOS, F. R. **Currículo de referência em tecnologia e computação**. CIEB, 2018. Disponível em: https://curriculo.cieb.net.br/assets/docs/Curriculo_de_Referencia_em_Tecnologia_e_Computacao.pdf. Acesso em: 12 mar. 2023.

RAIGORODSKII, Andrei M. The Borsuk partition problem: the seventieth anniversary. **The mathematical intelligencer**, vol. 26, n. 3, 2004, pp 4-12.

REICHERT, Janice Teresinha; WAPPLER, Fernanda Paula. Pensamento Computacional Desplugado e Divisão Euclidiana na Matemática da Educação Básica. *In: Workshop de Informática na Escola (WIE)*, 29., 2023, Passo Fundo/RS. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2023. p. 96-107. DOI: <https://doi.org/10.5753/wie.2023.233922>.

ROMANOWSKI, J. P. **As licenciaturas no Brasil**: um balanço das teses e dissertações dos anos 90. Tese (Doutorado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação. USP, São Paulo, 2002.

ROMERO, J. C. **Contribuições do pensamento computacional no aprendizado da resolução de situações-problema no campo aditivo**. São Paulo; SP. 2020. 109 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Matemáticas) – Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2020.

SBC - Sociedade Brasileira da Computação. **Diretrizes de Computação na Educação Básica**. 2019. Disponível em: <https://www.sbc.org.br/educacao/diretrizes-para-ensino-decomputacao-na-educacao-basica>. Acesso em: 10 jun. 2023.

SILVA, Teófilo Viturino da. **O pensamento computacional como ferramenta de resolução de problemas de matemática**. 2020.133f. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Matemática Mestrado Profissional – PROFMAT. Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia, Campina Grande, Paraíba, 2020.

SILVEIRA, A. C. J.; TONINI, A. M. Evasão discente em cursos de engenharia de computação e o trabalho em TIC - Tecnologia da Informação e Comunicação. **Contexto & Educação**, Editora Unijuí, ano 38, nº 120, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21527/2179-1309.2023.120.10770>. Acesso em: 15 dez. 2023.

SOARES, M. B. **Alfabetização no Brasil**: o estado do conhecimento. Brasília: MEC/NEP, 1989.

SOEK, Ana Maria; HARACEMIV, Sonia Maria Chaves. Andragogia: desenvolvimento pessoal e a aprendizagem do adulto. **Educação**. Porto Alegre, v. 44, n. 2, e33428, maio de 2021. DOI: <https://doi.org/10.15448/1981-2582.2021.2.33428>. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-25822021000200205&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 3 abr. 2024.

STANIC, G. M. A.; KILPATRICK, J. Historical perspectives on problem solving in Mathematics curriculum. *In: The teaching and assessing of mathematical problem solving*. **Research Agenda for Mathematics Education**, vol. 3, Randall I. Charles e Edward A. Silver (Eds.), p. 1-22. Hillsdale, N. J: Lawrence Erlbaun Associates & Reston, Va.: NCTM, 1989.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-Ação**. São Paulo: Cortez, 1986.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em Ciências Sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. 1. ed. São Paulo, Atlas, 1987.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em Ciências Sociais**: a pesquisa qualitativa em Educação. São Paulo: Atlas, 2015.

WING, Jeannette M. Computational thinking. **Communications of the ACM**, [S.l.], v. 49, n. 3, p. 33–35, 2006. Disponível em: <http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=1118178.1118215>. Acesso em: 18 mar. 2019.

YIN, Roberto K. **Estudo de Caso**: planejamento e métodos. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

YIN, Roberto K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

ZAPATA-ROS, M. Pensamiento computacional: una nueva alfabetización digital. **Revista de Educación a Distancia**, v. 46, n. 4, p. 1-47, 2015.

ZHEN, Z.; YOUSAF, Z.; RADULESCU, M.; YASIR, M. (2021). Nexus of Digital Organizational Culture, Capabilities, Organizational Readiness, and Innovation: Investigation of SMEs Operating in the Digital Economy. **Sustainability**, 13(2), 1-15. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13020720>

APÊNDICES

Apêndice A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
 MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Prezado participante,

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa “ **O Pensamento Computacional e a Aprendizagem Significativa da Matemática Discreta**” desenvolvida pela prof^a. Vanessa Mattoso Cardoso para sua dissertação de mestrado, vinculada à pesquisa “**O Desenvolvimento do Pensamento Computacional na Aprendizagem ao Longo da Vida**”, desenvolvida por: Dra. Walkiria Cordenonzi, Esp. Vanessa Cardoso, docentes do IFSUL e Dr. Érico Marcelo Hoff do Amaral, docente da Unipampa, Câmpus de Bagé, aprovada no dia 08 de abril de 2021 pelo CEP (Comitê de Ética em Pesquisa) com parecer de número 4.638.058.

Sobre o objetivo central

O objetivo central do estudo é fomentar o desenvolvimento do Pensamento Computacional nos sujeitos adultos (que já completaram a educação básica), para que se tornem produtores de tecnologias.

Por que o participante está sendo convidado (critério de inclusão)

A pesquisa “**Pensamento Computacional para a Aprendizagem Significativa na Matemática Discreta**” se utilizará dos dados dos estudantes voluntários para avaliar o impacto da utilização dos pilares do Pensamento Computacional na aprendizagem dos conteúdos da Matemática Discreta.

Sua participação é voluntária, isto é, ela não é obrigatória, e você tem plena autonomia para decidir se quer ou não participar, bem como retirar sua participação a qualquer momento.

Você não será penalizado de nenhuma maneira caso decida não consentir sua participação, ou desistir da mesma. Contudo, ela é muito importante para a execução da pesquisa.

Como pesquisadora(o), comprometo-me a esclarecer devida e adequadamente qualquer dúvida que, eventualmente, o/a participante venha a ter, no momento da pesquisa ou posteriormente. Serão garantidas a confidencialidade e a privacidade das informações por você prestadas.

Mecanismos para garantir a confidencialidade e a privacidade

Qualquer dado que possa identificá-lo será omitido na divulgação dos resultados da pesquisa, e o material será armazenado em local seguro.

A qualquer momento, durante as atividades, ou posteriormente, você poderá solicitar dos pesquisadores informações sobre sua participação e/ou sobre a pesquisa, o que poderá ser feito através dos meios de contato explicitados neste Termo.

Procedimentos detalhados que serão utilizados nas pesquisas

Você participará desta pesquisa, que consiste em realizar as atividades propostas nas aulas de Matemática Discreta e assistir ao curso “Eu Programa 1.0!”. Sua intervenção será como aluno, serão solicitados preenchimento de questionários, avaliações e construção de programas (aplicativos). Será utilizado um ambiente virtual de aprendizagem (AVA), no qual serão disponibilizados os documentos já citados e o material instrucional para uso durante o curso. Durante o curso, você receberá o atendimento necessário, tanto presencial quanto virtual, e para seu melhor aproveitamento, para todas as atividades realizadas, terão feedback individual.

Tempo de duração do procedimento

A pesquisa será realizada durante todo o semestre na disciplina de Matemática Discreta, através do acompanhamento das aulas e atividades realizadas, já o curso terá duração de 30 horas distribuídas em 1,5 horas semanais.

Guarda dos dados e material coletados na pesquisa

Os documentos gerados nestas pesquisas ficarão em posse dos pesquisadores, em formato digital. Sendo que somente os responsáveis pelo projeto terão o acesso. Ao final das pesquisas, todo material será mantido em arquivo, por pelo menos 5 anos, conforme Resolução CNS no 466/12.

Os seguintes dados pessoais serão solicitados no decorrer da investigação: idade, gênero, atividades e experiências laborais, familiares, econômicos, utilização de equipamentos de TI e seu uso, e os resultados das disciplinas que compõe a matriz curricular do curso de Tecnologia de Análise de Desenvolvimento de Sistemas.

Explicitar benefícios diretos (individuais ou coletivos) ou indiretos aos participantes da pesquisa

O benefício de participação do aluno está na oportunidade de desenvolver o pensamento computacional, melhorando a resolução de problemas, para além da Matemática Discreta.

Previsão de riscos ou desconfortos

A invasão de privacidade/cansaço/aborrecimento: o aluno ao responder aos questionários “Conhecendo Você” e “perfil da turma” pode se sentir incômodo frente às questões. Para isso, a pesquisadora, disponibiliza os questionários on-line, para que o sujeito escolha o momento mais conveniente para respondê-los. E quanto a privacidade, as questões não são obrigatórias, ou seja, o sujeito responde conforme sua vontade. Além disso, também se oferece ao sujeito que não se sente confortável em responder as perguntas, um encontro com a pesquisadora para dirimir dúvidas. Caberá ao pesquisado a opção de participar, continuar ou desistir de participar.

Divulgação de dados confidenciais. Os dados serão coletados em uma plataforma (Ambiente virtual de aprendizagem) que se encontra hospedada em um servidor instalado a partir de um IP (Protocolo da Internet) de uma instituição federal. A fim de minimizar este risco, será implementado diferentes níveis de acesso de usuários e backup dos arquivos, a nível de *software*.

Sobre divulgação dos resultados

Os resultados serão divulgados em artigos científicos da área de computação, da Matemática e Ensino. Bem como utilizados na dissertação de mestrado da prof^a. Vanessa Mattoso Cardoso. Também estes dados serão disponibilizados no AVA, a fim de facilitar o seu acesso.

Observações:

1. Este termo será lido pelo aluno e seu aceite será através de sua resposta no AVA.

“Em caso de dúvida quanto à condução ética do estudo, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa. O Comitê de Ética é a instância que tem por objetivo defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. Dessa forma o comitê tem o papel de avaliar e monitorar o andamento do projeto de modo que a pesquisa respeite os princípios éticos de proteção aos direitos humanos, da dignidade, da autonomia, da não maleficência, da confidencialidade e da privacidade. “

Vanessa Mattoso Cardoso

vanessacardoso@ifsul.edu.br –

Paul Harris, 410. S. Livramento –RS – Brasil

Santana do Livramento, 31 de maio de 2023.

Declaro que entendi os objetivos e condições de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

(Assinatura do participante da pesquisa)

Nome do participante por extenso:

Documento assinado eletronicamente por:

- Vanessa Mattoso Cardoso, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 31/05/2023 19:34:48.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 31/05/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifsul.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 227449

Código de Autenticação: abd6421368



Apêndice B - Anuência do Diretor



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
 MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sulrio-grandense

Carta de Anuência

Sr. Diretor do IFSUL – Câmpus Santana do Livramento

Prof. Dr. Celso Silva Gonçalves

Por este meio solicito autorização institucional para executar uma pesquisa, cujo procedimento técnico é estudo de caso. Esta faz parte das investigações para minha dissertação de mestrado no Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Pelotas - UFPel. O estudo consiste em desenvolver com os alunos de Matemática Discreta no Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas as habilidades do Pensamento Computacional e analisar sua contribuição para o sucesso desses estudantes na disciplina. A proposta foi pensada como estratégia que visa proporcionar uma aprendizagem significativa aos estudantes e, conseqüentemente, diminuir os índices de reprovação. A pesquisa consiste em acompanhar e analisar o desempenho da turma, em Matemática Discreta, durante o primeiro semestre de 2023, com atividades que contemplem os conteúdos abordados pela ementa. O projeto encontra-se cadastrado na CODEPE, sob o nº 23495.000511.2022-26 (Projeto 56/2022), e faz parte das pesquisas registradas no Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), parecer nº 4.638.058, aprovado em 08 de abril de 2021.

Ressalto que as identidades dos participantes serão mantidas em absoluto sigilo de acordo com a Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS/MS), que trata da pesquisa envolvendo Seres Humanos. Salientamos ainda que tais dados serão utilizados somente para a realização deste estudo ou serão mantidos permanentemente em um banco de dados de pesquisa, com acesso restrito, para utilização em pesquisas futuras.

Agradeço sua atenção e fico à disposição para quaisquer esclarecimentos adicionais que se fizerem necessários.

Profª. Vanessa Mattoso Cardoso

Documento assinado eletronicamente por:

- Celso Silva Goncalves, DIRETOR(A) GERAL - CD0002 - SL-DIRGER, em 08/05/2023 14:44:16.
- Vanessa Mattoso Cardoso, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNDLOGICO, em 08/05/2023 14:33:26.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 08/05/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifsul.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 222937
 Código de Autenticação: 9bb9025719



Apêndice C - Estatísticas da disciplina de MD

33734 - SUP.0274 - Matemática Discreta - Superior - Graduação [60.00 h/80.00 Aulas] - Etapa 1

Dados do Diário

Professores:

Ana Caroline Carvalho Fernandes (Professor Titular da Disciplina)
Vanessa Mattoso Cardoso (Professor Titular da Disciplina)

Curso:

SL.TDS - Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas - Santana do Livramento (Campus Santana do Livramento)

Turma:
20231.1.SL.TDS.IN

Turno:
Noite

Aulas Ministradas:
83 de 80.00 aulas

C.H. Cumprida (%):

100%

Etapas

Etapa	Período do Calendário	Período da Posse	Entregue	Quantidade de Aulas Ministradas	Configuração de Avaliação
1	27/02/2023 a 21/07/2023	27/02/2023 a 28/07/2023	Sim	83	Soma Simples (R - 10,00 A4 - 1,50 A3 - 2,50 A2 - 2,50 A1 - 3,50)

Alternar Etapa para:

Etapa 1 ▾

Etapa 1

Situação dos Alunos na Etapa

20 ACIMA DA MÉDIA	3 NA MÉDIA	17 ABAIXO DA MÉDIA
-----------------------------	----------------------	------------------------------

Situação dos Alunos no Diário

47 TOTAL DE ALUNOS	23 APROVADOS	0 EM PROVA FINAL	3 REPROVADOS	14 REPROVADOS POR FALTA
0 PENDENTES	7 TRANCADOS, CANCELADOS, DISPENSADOS OU TRANSFERIDOS		0 APROVADOS/REPROVADOS NO MÓDULO	

Resumo de Notas

Etapa	Média	Desvio Padrão	Maior Nota	Menor Nota	Gráfico
Etapa 1	500,0	336,80	900	0	

Apêndice D - Ementa MD

Serviço Público Federal
 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense
 Pró-Reitoria de Ensino

DISCIPLINA: Matemática Discreta	
Vigência: a partir de 2022/2	Período letivo: 1º semestre
Carga horária total: 60h	Código: SL.TDS.2
Ementa: Estudo dos fundamentos da lógica. Introdução à indução matemática e às técnicas de demonstração. Estudo da teoria dos conjuntos, relações e funções. Caracterização de recursão. Estudo de análise combinatória; e Introdução da teoria dos grafos.	

Conteúdos:

UNIDADE I - Fundamentos da Lógica

- 1.1 Sentenças, Representação Simbólica e Tautologias
- 1.2 Quantificadores, Predicados e Validade
- 1.3 Lógica Proposicional
- 1.4 Lógica de Predicados

UNIDADE II - Indução Matemática e Técnicas de Demonstração

- 2.1 Raciocínio indutivo e dedutivo
- 2.2 Técnicas para demonstração de teoremas
- 2.3 O princípio da indução matemática

UNIDADE III – Teoria dos Conjuntos

- 3.1 Notações
- 3.2 Subconjuntos
- 3.3 Operações binárias e unárias em um conjunto
- 3.4 Conjuntos nas linguagens de programação

UNIDADE IV – Relações e Funções

- 4.1 Relações binárias
- 4.2 Operações em relações binárias
- 4.3 Relações e Bancos de Dados
- 4.4 Definição e exemplos de funções
- 4.5 Linguagens de programação e funções

UNIDADE V – Recursão

- 5.1 Definições recursivas
- 5.2 Definições recursivas para sequências
- 5.3 Operações e algoritmos: comparação entre algoritmos iterativos e recursivos

UNIDADE VI – Análise Combinatória

- 6.1 Princípio Fundamental da Contagem
- 6.2 Árvore de decisão
- 6.3 Arranjos e Permutações
- 6.4 Combinações

UNIDADE VII – Teoria dos grafos

- 7.1 Terminologia de grafos
- 7.2 Grafos simples e grafos bipartites
- 7.3 Aplicações representadas por grafos

Bibliografia básica

DOMINGUES, Hygino H.; IEZZI, Gelson. **Algebra Moderna**. 5 ed. São Paulo, SP: Saraiva, 2018.

GERSTING, Judith L. Fundamentos Matemáticos para a Ciência da **Informação**: matemática discreta e suas aplicações. 7. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2017. 884 p.

STEIN, Clifford, BOGART, Kenneth. **Matemática Discreta para Ciência da Computação**. São Paulo, SP: Pearson, 2013. 394 p.

Bibliografia complementar

DAGHLIAN, J. **Lógica e Álgebra de Boole**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1995.

IEZZI G.; DOLCE O.; DEGENSZAJN D. PÉRIGO R.; ALMEIDA N. **Matemática: ciências e aplicações**. Vol 2. 9.ed. São Paulo: Atual, 2016.

MANZANO, José Augusto N. G.; OLIVEIRA, Jayr Figueiredo de. **Algoritmos: lógica para desenvolvimento de programação de computadores**. 29. ed. São Paulo, SP: Érica, 2019. 368 p.

PIVA JUNIOR, Dilermando; ENGELBRECHT, Angela de Mendonça; NAKAMITI, Gilberto Shiguelo; BIANCHI, Francisco. **Algoritmos e Programação de Computadores**. 2.ed. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2019. 508 p. ISBN 9788535292480.

Apêndice E - Texto MD E PC

POSSIBILIDADES EDUCATIVAS NA INTERLOCUÇÃO ENTRE MATEMÁTICA DISCRETA E PENSAMENTO COMPUTACIONAL

Vanessa Mattoso Cardoso

Resumo: O presente artigo visa justificar uma escolha metodológica, a partir das habilidades desenvolvidas pelo Pensamento Computacional (PC), como possibilidade de potencializar o estudo de Matemática Discreta (MD), diminuindo os índices de reprovação e ressignificando conceitos, para estudantes do curso Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistema do IFSul – Santana do Livramento. Desta forma, partindo de uma reflexão sobre os desafios da docência, avança na relação entre Matemática e o curso em questão, estabelecendo um paralelo entre a MD e os conhecimentos técnicos exigidos do futuro profissional, finalizando com a proposta de inclusão do PC no processo de ensino e aprendizagem.

Palavras-chave: Lógica, Matemática Discreta, Aprendizagem Significativa, Pensamento Computacional.

1. Introdução

Este artigo apresenta uma breve reflexão acerca dos desafios do ser docente, das constates necessidades de adaptações e mudanças na busca de uma formação completa e significativa para o estudante, e, objetiva justificar algumas escolhas metodológicas em relação a disciplina de Matemática Discreta (MD) como tentativa de fornecer a base, que a ela é atribuída, para a formação do profissional na área das Ciências da Computação, em especial para o curso Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas.

Sabe-se que ser um bom professor vai além de estar atualizado, enquanto área, ou conhecer novas tecnologias, novas metodologias é preciso um olhar constante e atendo sobre o aluno: suas potencialidades e dificuldades.

Até pouco tempo, as reportagens, artigos e outras publicações que tratavam dos desafios da docência, em sua maioria, apontavam para a velocidade do avanço tecnológico, da imersão da tecnologia no cotidiano dos estudantes e da necessidade do professor em acompanhar tal avanço e adaptar sua sala de aula para atender essa “nova era” : “O grande desafio do século XXI no campo educacional, tem sido o de conciliar a tecnologia com o processo de ensino-aprendizagem.” [Silva, 2011].

Neste contexto, a preocupação dos docentes foi, através de formação continuada, capacitar-se quanto a utilização de plataformas e softwares na tentativa

de atualizar suas práticas e proporcionar assim, um melhor aprendizado para se s estudantes.

Atualmente, o foco das capacitações docente voltou-se para as metodologias, como as ativas, por exemplo (sala de aula invertida, aprendizagem através de projetos, projetos integradores, como o STEAM: Ciências, Tecnologias, Engenharia, Artes e Matemática) como formas de potencializar a aprendizagem do estudante não só enquanto profissional do futuro, como um agente social.

Entre professores de Matemática, a proposta STEAM ganhou muitos adeptos, muitos projetos e atividades passaram a ser desenvolvidas nas salas de aula, nesse sentido.

(...) Com todas as mudanças que acontecem no mundo e, conseqüentemente no mercado de trabalho, essas habilidades são indispensáveis para qualquer profissional dos dias atuais e do futuro. É inegável que a abordagem STEAM tem foco no desenvolvimento das competências essenciais para o aluno do século XXI (...).
(PORTAL DA INDÚSTRIA, 2020)

Diante das exigências: formar um cidadão tecnológico, crítico, bom profissional, que respeite e defenda os direitos humanos, que seja um agente social, a preocupação do professor se afastou um pouco de puramente dominar sua área de formação específica: conhecer teoremas, propriedades, conceitos, demonstrações, para responder, não só para os alunos, mas para si mesmos, perguntas como: Para que vou usar tal conteúdo?

O docente vive em constante atualização, seja específica, técnica, metodológica, ele pesquisa, experimenta, analisa, se tornou um pesquisador de sua ação, sempre adaptando as aulas, e se adaptando, tendo em vista a melhoria da formação dos seus alunos.

Nos sites de busca, ao pesquisar sobre habilidades esperadas do profissional do futuro, todos os resultados, trazem entre os itens elencados, a da resolução de problemas, o mesmo acontece ao analisarmos as provas de Matemática do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), nota-se que, embora não permita o uso de calculadora, a preocupação é a mesma, ou seja: precisamos formar cidadãos com habilidade para resolver problemas.

Neste sentido, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) prevê, para a disciplina de Matemática em educação básica, nas etapas do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, o estudo do pensamento computacional (PC) como um aliado do pensar, do significar, o ensino de Matemática aproximando-a do cotidiano,

desenvolvendo a habilidade de resolução de problemas (BRASIL, 2017; BRASIL, 2018).

No contexto do ensino médio, “destaca-se ainda a importância do recurso a tecnologias digitais e aplicativos tanto para a investigação matemática como para dar continuidade ao desenvolvimento do pensamento computacional, iniciado na etapa anterior” (Brasil,2018, p.528).

Ao se tratar de cursos tecnólogos, o planejamento das disciplinas, precisa ter um olhar especial para a área de atuação do futuro profissional, uma vez que os discentes já receberam a formação básica (ensinos fundamental e médio).

sendo assim, o desafio dos docentes, nessa modalidade de ensino, principalmente daqueles que atuam em disciplinas que não sejam da formação específica do curso é de, além dos elencados anteriormente, conhecer o curso no qual está ministrando aulas: disciplinas ofertadas, perfil do profissional, área de atuação, entre outros, para ter clareza da importância da sua disciplina neste contexto e, assim, dar o melhor encaminhamento.

Em 2019 o Campus Santana do Livramento, do Instituto Federal Sul-rio-grandense, passa a ofertar o curso Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas (TADS) no qual a disciplina de Matemática Discreta (MD), encontra-se no primeiro semestre, promovendo o primeiro contato do estudante com a Matemática, neste nível.

Desde então, juntamente com a disciplina de Lógica de Programação (LP), MD vem sendo responsável pelos maiores índices de reprovação no primeiro semestre do curso, necessitando assim de uma reflexão sobre todo o processo de ensino e aprendizagem, na qual foi constatado que a maioria dos estudantes demonstra estranheza em relação a ambas as disciplinas, por exigirem uma abordagem matemática distinta da desenvolvida na educação básica: abstração e análise lógica dos conteúdos.

Pérez, et al. no artigo “Para uma imagem não deformada do trabalho científico” apresenta as principais visões deformadas sendo a segunda a visão rígida (algoritmo, exata, infalível...) “...destaca-se o que se supõe ser um tratamento quantitativo, controle rigoroso etc., esquecendo - ou, inclusive, recusando - tudo o que se refere à criatividade, ao carácter tentativo, à dúvida...” (PEREZ,2001, p.130).

Embora o texto apresente deformações quanto ao trabalho científico, ao analisar as dificuldades e resistências dos estudantes do curso de TADS em relação

à MD, percebeu-se que se dão justamente pela mecanização da Matemática que lhes foi apresentada na formação anterior: uma sequência lógica de passos que levaria a um único resultado.

Por outro lado, tanto na disciplina de MD quanto na de LP o que se propõe é justamente o oposto: que a criatividade, os saberes, norteiem as estratégias de resolução de problemas, que embora alguns princípios lógicos devam ser respeitados, não existe o resultado correto, mas os resultados possíveis, que o aluno não pode comparar seu “resultado” com o do colega buscando validá-lo, pois raramente estarão exatamente iguais e nem por isso um necessariamente está incorreto.

Percebeu-se, através de atividades em sala, que os mesmos estudantes que conseguem rapidamente resolver um problema que envolva porcentagem, por exemplo, tem alguma dificuldade em explicar para um colega o procedimento (algoritmo) para resolução e essa dificuldade aumenta ainda mais quando os números passam a ser substituídos por variáveis (abstração) e é pedido que “expliquem para o papel” qual deve ser o procedimento para chegar à solução.

Ao analisar atentamente as maiores dificuldades apresentadas pelos estudantes quanto à MD, chegou-se, resumidamente, a: interpretação dos enunciados (situações), capacidade de organização e análise dos dados, raciocínio lógico (estratégias), a abstração e os passos, fundamentados (algoritmos), para a resolução de problemas.

Após uma análise da problemática, notou-se que a habilidade que precisa ser desenvolvida com os alunos é justamente a exigida pelo mercado de trabalho, e pela sociedade :a resolução de problemas e, o desenvolvimento dessa habilidade vai ao encontro da proposta pelo Pensamento Computacional (PC), desta forma, visando não apenas reduzir os preocupantes índices de reprovação, como proporcionar ao estudante uma aprendizagem significativa, dos conceitos abordados pela disciplina, apostou-se na integração com o PC perpassando os diferentes conteúdos explorados durante o semestre pela disciplina de MD.

Cabe salientar que ao falar em aprendizagem significativa refere-se à teoria desenvolvida por David Ausubel (2003) que se apresenta como um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com aspectos relevantes da estrutura de conhecimento do indivíduo.

Moreira (2016), através de uma compilação de trabalhos publicados sobre o tema “Aprendizagem Significativa”, apresenta resumidamente a teoria de Ausubel:

O conceito central da teoria de Ausubel é o de aprendizagem significativa, processo através do qual novas informações adquirem significado por interação (não associação), com aspectos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva, os quais, por sua vez, são também modificados durante esse processo. Para que a aprendizagem possa ser significativa, o material deve ser potencialmente significativo e o aprendiz tem que manifestar disposição para aprender. A primeira dessas condições implica que o material tenha significado lógico e que o aprendiz tenha disponíveis, em sua estrutura cognitiva, subsunçores específicos com os quais o material seja relacionável (MOREIRA, 2016, p. 25).

Na sequência, este artigo apresenta o referencial teórico: alguns conceitos e relações que serão norteadores da pesquisa a ser realizada (a relação da Matemática com a Computação - através da lógica - o que é Matemática Discreta - que áreas estuda e qual a relevância dentro do curso TADS – Pensamento Computacional), em seguida a proposta de integração em MD e PC e, as considerações finais.

2. Referencial Teórico

2.1. A Matemática e a Computação: Lógica – Lógica Matemática – Lógica da Programação

Muito antes de pensarmos em todas as fórmulas matemáticas que estão por trás dos algoritmos computacionais, seja para fazer uma compra no mercado, preencher um formulário, verificar um CPF, por exemplo, encontramos a Matemática desde a criação da computação em si, pois as duas baseiam-se na mesma matriz: lógica aristotélica.

Aristóteles (384 a.C – 322 a.C) foi o primeiro a sistematizar a estrutura lógica da argumentação (analítica), utilizada até os dias atuais. Sua análise do raciocínio lógico (formal) e os padrões estabelecidos para classificar argumentos, em válidos ou inválidos, podem ser aplicados em diversas áreas do conhecimento e práticas cotidianas, estando muito presente no estudo da Filosofia, da Matemática e da Ciências da Computação. Conforme reforça Cervo (2016):

A lógica, apesar da vasta aplicação, que leva para além dos limites de qualquer disciplina isolada, caminha com maior desenvoltura, especialmente na filosofia, na matemática, ciência da computação. Os padrões da crítica da lógica podem ser aplicados a qualquer campo de conhecimento. (CERVO,2016. P.81)

Aristóteles via na lógica (do grego, logos “razão”) uma ferramenta/ m instrumento da ciência para conduzir ao raciocínio correto.

A lógica de Aristóteles tinha um objetivo eminentemente metodológico. Tratava-se de mostrar o caminho correto para a investigação, o conhecimento e a demonstração científicas. O método científico que ele preconizava assentava nos seguintes fases: 1. Observação de fenômenos particulares; 2. Intuição dos princípios gerais (universais) a que os mesmos obedeciam; 3. Dedução a partir deles das causas dos fenômenos particulares. Aristóteles estava convencido que se estes princípios gerais fossem adequadamente formulados, e as suas consequências corretamente deduzidas, as explicações só poderiam ser verdadeiras. (FONTES,2005, n.p)

Embora tenha sofrido críticas, como por exemplo por parte dos filósofos como Francis Bacon (1561-1626), que criticava, principalmente, em sua obra “ Novum Organum” na qual procurava, entre outros, mostrar a inadequação do método dedutivo para o progresso da ciências, destacando então o valor do método indutivo (experimental) para as ciências naturais e Renés Descartes (1596-1650) que apesar de defender o método dedutivo em relação ao indutivo, se propôs a “melhorar” o método silogístico de Aristóteles, que considerava infértil, procurando desenvolver novas regras, a matriz aristotélica, como defendida por filósofos como Gottfried Leibniz (1646-1716), Immanuel Kant (1724-1804), Georg Hegel (1770-1831), entre outros ainda é considerada, por autores como Reale a “pedra miliar na história do pensamento ocidental”

(...) quaisquer que tenham sido ou possam ser as objeções levantadas contra a lógica aristotélica, e por tudo o que de verdadeiro possa haver nas instâncias que vão do Novo Organon de Bacon ao Sistema de lógica de Stuart Mill, assim como nas instâncias que vão da lógica transcendental kantiana à hegeliana lógica da razão (lógica do infinito) ou, enfim, nas instâncias lógicas das metodologias das ciências modernas, contudo, é certo que a lógica ocidental, no seu complexo, tem raízes no Organon de Aristóteles (...)(Reale, 1994, p. 469)

Após várias discussões em torno da lógica aristotélica, surgindo assim diferentes linhas da corrente lógica contemporânea, tanto experimental como dedutiva, as ciências começaram a afastar-se da filosofia, seguindo vertentes mais pertinentes a cada área do conhecimento/ciência. Como a lógica simbólica /lógica matemática que “Ao fazer o uso de símbolos, a Lógica Simbólica procura facilitar a exposição das estruturas lógicas presentes nas preposições e nos argumentos” (Copi, 1978, p. 225-226).

Tendo em vista que os sujeitos da pesquisa, são alunos de um curso de exatas, TADS, a partir deste momento, o texto tratará apenas da lógica matemática (simbólica).

Para Ribeiro et al. (2017, p. 1)

O grande objetivo da Computação é "raciocinar sobre o raciocínio". Porém, diferente da Filosofia, aqui não estamos pensando de forma mais ampla sobre o raciocínio, mas sim interessados no processo de racionalização do raciocínio, ou seja, formalização do mesmo, o que permite a sua automação e análise (matemática). Essa questão de racionalização do raciocínio está relacionada com a resolução de problemas.

Em pesquisas relacionadas à lógica matemática encontram-se grandes nomes como percursos desse estudo, tais como do filósofo alemão Gottfried Leibniz (1646-1716), que compara a lógica com a álgebra, e do também alemão Friedrich Ludwig Gottlob Frege, porém, é em 1847 que a lógica matemática passa a ser apresentada com uma linguagem formal mais precisa, a partir da obra *The Mathematical Analysis of Logic* de George Boole (1815-1864). "Neste trabalho inovador, Boole estabelece a lógica matemática como uma espécie de cálculo lógico de classes." (Ferreira,2011.p 02).

Essa vertente lógica possibilitou o desenvolvimento da programação (computação) que se utiliza da matematização da lógica (Boole), nesta direção encontramos outro grande nome, entre vários estudiosos do assunto, o britânico Alan Mathison Turing (1912-1954) responsável pela formalização dos conceitos de algoritmo e computação "máquina de Turing", sendo considerado pai da ciência da computação teórica e inteligência artificial.

É as mãos do lógico Alan Turing, no entanto, que a lógica matemática atinge um grande ponto de desenvolvimento. Na Segunda Guerra Mundial, Turing e seu time de lógicos, matemáticos e engenheiros, desenvolvem uma máquina capaz de decodificar mensagens encriptadas, enviadas pelo exército nazista para bases espalhadas na Europa. Além de um avanço imprescindível para a vitória dos aliados na guerra, seu legado também foi extremamente útil para o desenvolvimento da computação que se desenvolveu no fim do século XX. (BUFFARA,2018).

A linguagem simbólica presente na lógica matemática permite "transmitir" orientações a partir de algoritmos (conjunto de passos, finitos, lógicos que levam a solução de um problema) para que tarefas sejam executadas por computadores.

Como vimos, a lógica aristotélica passou por críticas, inovações e divisões, mas segue sendo considerada matriz da lógica matemática e conseqüentemente da lógica da programação, utilizada, pela última, para formalizar problemas e construir estratégias para solução de problemas, sendo considerada fundamental para programar em qualquer linguagem.

(...) a lógica tem numerosas aplicações em ciência da computação. Suas regras são usadas no design de circuitos de computador, na construção de programas, na verificação da correção de programas e de muitas outras formas. Além do mais, sistemas de softwares têm sido desenvolvidos para construir demonstrações automaticamente.(ROSEN,2010)

2.2. Matemática Discreta e a Computação

O objetivo desta seção é o de fazer uma apresentação da disciplina de Matemática Discreta, detalhando as áreas estudadas e relacionando-as com os conceitos/ aplicações nas Ciências da Computação a fim de ressaltar a necessidade de uma intervenção junto aos estudantes do TADS como tentativa de promover uma aprendizagem significativa.

A Matemática Discreta difere-se da Matemática Contínua devido ao tipo de variáveis/conjuntos utilizadas. Enquanto a contínua se utiliza do conjunto dos números reais para analisar os fenômenos, sem mudanças bruscas, a discreta tem como principal conjunto o dos números inteiros sendo utilizada quando há necessidade de contagem, de estudar e analisar relações entre conjuntos finitos. Ou seja, Matemática Discreta estuda estruturas discretas (enumeráveis).

A disciplina de MD é componente curricular, da maioria, dos cursos da área da computação pois, segundo Cavalcanti s.d, muitas das propriedades dos computadores podem ser estudadas e ilustradas através de princípios da Matemática Discreta, uma vez que um computador digital moderno é basicamente um sistema discreto finito, sendo assim, ela oferece aos alunos um conjunto de técnicas para modelar problemas.

Segundo Rosen (apud Oliveira,2022, n.p):

Matemática Discreta, é a porta de entrada para diversas disciplinas da Ciência da Computação, tais como estruturas de dados, algoritmos, banco de dados, teoria da automação, linguagens formais, teoria da compilação, segurança computacional, IA, entre outras. Para ele, os estudantes encontram muito mais dificuldade nessas disciplinas quando não possuem os fundamentos básicos da **Matemática Discreta**.

A figura abaixo apresenta, de forma resumida, as áreas atendidas pela matemática discreta, de acordo com o programa do curso de TADS do IFSul-Santana do Livramento, que na sequência serão detalhadas quanto a aplicação no curso.

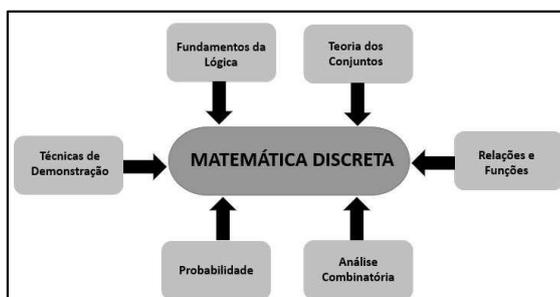


Figura 01: Áreas atendidas pela MD. Fonte: autora

O estudo da lógica é o ponto de partida da MD por ser indispensável para o desenvolvimento de qualquer algoritmo, sendo a base do raciocínio computacional, se fazendo presente, em maior ou maior proporção, em todas às áreas e importante em todos os passos da programação (interpretação do problema, leitura e organização dos dados, estratégias para resolução do problema até a análise e interpretação dos resultados).

Por sua vez, a Teoria dos Conjuntos, (que sobre o olhar da lógica pode ser comparada com a análise dos operadores lógicos em tabela-verdade, por exemplo e com o próprio estudo das árvores de refutação) é outro tema de suma importância para futuros programadores uma vez que a maioria dos conceitos desenvolvidos em computação baseiam-se em construções sobre conjuntos. A exemplificar, organização de Banco de Dados.

Com o estudo de relações e funções, estamos fornecendo base para realização de projetos de algoritmos e otimização e sistemas distribuídos e com os conhecimentos de Análise Combinatória e Probabilidade, preparamos o futuro profissional para trabalhar com otimização, circuitos integrados, projetos de algoritmos e sistemas distribuídos.

Já a Teoria dos Grafos possui muitas aplicações/ligações com habilidades exigidas de um profissional das Ciências da Computação, entre outras, fornece suporte para que o futuro profissional consiga desenvolver um Bando de Dados, trabalhe com Engenharia de Software, Inteligência Artificial, Rede de Computadores, Robótica e Sistemas Operacionais.

Ou seja, é indispensável para um bom programador ter conhecimento de Matemática Discreta e, desta forma, torna-se, ainda mais, necessário o trabalho de ressignificação dos conteúdos abordados pela disciplina para proporcionar aos estudantes uma aprendizagem significativa fornecendo a base esperada para um profissional da área.

2.3. Pensamento Computacional

Em 2006, através do artigo *Computational Thinking*, escrito por Jeannette Wing, professora e pesquisadora da Computação, o termo Pensamento Computacional, passou a ser amplamente difundido. Para a autora PC é um conjunto de habilidades das Ciências da Computação presentes em várias áreas do conhecimento. A autora estabelece que todas as pessoas poderiam se beneficiar ao analisar como os cientistas da computação pensam e que essas habilidades deveriam ser estimuladas desde a infância. No mencionado artigo, estabelece que o PC se baseia nos limites e no poder de processos de computação, sejam eles executados por um ser humano ou por uma máquina, não se limitando a programação, mas a abstração, e envolve habilidades como sistematização, representação e análise para resolução de problemas.

Em 2009, a *National Academy of Sciences*, dos Estados Unidos da América, promoveu um workshop, reunindo diversos pesquisadores que discutiram sobre suas visões em relação ao PC, no entanto não houve consenso apenas uma indicação de que como o pensamento, PC teria um caráter disjuntivo.

Em 2011, a *International Society for Technology in Education* (ISTE) em conjunto com a *Computer Science Teachers Association* (CSTA), definiu, após aprovação, uma definição operacional do conceito de Pensamento Computacional:

O Pensamento Computacional é um processo de resolução de problemas que inclui (mas não está limitado a) as seguintes características:

- Formulação de problemas de forma que nos permita usar um computador e outras ferramentas para nos ajudar a resolvê-los;
 - Organização e análise lógica de dados;
 - Representação de dados através de abstrações, como modelos e simulações;
 - Automatização de soluções através do pensamento algorítmico (uma série de etapas ordenadas);
- Identificação, análise e implementação de possíveis soluções com o objetivo de alcançar a combinação mais eficiente e efetiva de etapas e recursos;
- Generalização e transferência deste processo de resolução de problemas para uma grande variedade de problemas. Essas habilidades são apoiadas e reforçadas por uma série de qualidades ou atitudes que são dimensões essenciais do PC. Essas qualidades ou atitudes incluem:
 - Confiança em lidar com a complexidade;
 - Persistência ao trabalhar com problemas difíceis;
 - Tolerância para ambiguidades;
 - A capacidade de lidar com os problemas em aberto;
 - A capacidade de se comunicar e trabalhar com outros para alcançar um objetivo ou solução em comum (CSTA/ISTE, 2011, p. 7).

Neste momento, também foram apresentados alguns conceitos que devem ser desenvolvidos nos currículos escolares: coleta, análise e representação de dados, decomposição de problema, abstração, algoritmos, automação, simulação e paralelização.

Wing vem reformulando essa definição na tentativa de deixar a ideia mais clara, mas sempre relacionando-a com processos de resolução de problemas. Em 2014, no artigo intitulado *COMPUTATIONAL THINKING BENEFITS SOCIETY* (Pensamento Computacional Beneficia a Sociedade), a autora declara:

Eu uso o termo “pensamento computacional” como uma abreviação para “pensar como um cientista da computação”. Para ser mais descritivo, no entanto, agora defino pensamento computacional (com informações do pensamento computacional são os processos de pensamento envolvidos na formulação de um problema e na expressão de sua(s) solução(ões) de tal forma que um computador - humano ou máquina - possa efetivamente realizar. (WING, 2014, p.01, tradução minha)

Apesar das definições elaboradas por Wing desde 2006 e CSTA/ISTE, 2011, existe o reconhecimento pela comunidade científica de computação da dificuldade em definir consensualmente o PC, ou seja, existem diversos entendimentos em relação a este conceito (BRACKMANN, 2017; GROVER, 2013; ZAPATA, 2015). Para Brackmann, por exemplo, o PC pode ser definido como:

(...) uma distinta capacidade criativa, crítica e estratégica humana de saber utilizar os fundamentos da Computação, nas mais diversas áreas do conhecimento, com a finalidade de identificar e resolver problemas, de maneira individual ou colaborativa, através de passos claros, de tal forma que uma pessoa ou uma máquina possam executá-los eficazmente (BRACKMANN, 2017, p.29).

A Sociedade Brasileira de Computação (SBC) também apresenta uma definição para PC: “Habilidade de compreender, definir, modelar, comparar, solucionar, automatizar e analisar problemas (e soluções) de forma metódica e sistemática” (SBC, 2019, p. 2).

Em 2017 as habilidades desenvolvidas pelo PC passaram a ser associadas ao ensino de Matemática pela BNCC, ensino fundamental, com o letramento matemático. Estando desde então relacionado com a resolução de problemas.

Os processos matemáticos de resolução de problemas, de investigação, de desenvolvimento de projetos e da modelagem podem ser citados como formas privilegiadas da atividade matemática, motivo pelo qual são, ao mesmo tempo, objeto e estratégia para a aprendizagem ao longo de todo o Ensino Fundamental. Esses processos de aprendizagem são potencialmente ricos para o desenvolvimento de competências fundamentais para o letramento matemático (raciocínio, representação, comunicação e argumentação) e para o desenvolvimento do pensamento computacional.” (BRASIL, 2017, p. 266)

No contexto dessa pesquisa, será adotada a definição proposta por Wing (2006), reformulada em (2014).

3. Matemática Discreta e Pensamento Computacional

Wing, 2008, destaca que o PC “Compartilha com o pensamento matemático as maneiras gerais pelas quais podemos abordar a solução de um problema.” (WING, 2008, p.3717).

Assim como o objetivo da computação é o de resolver problemas, MD também trabalha nesse sentido: provocando o “pensar matemática”, fazendo com que o estudante reflita sobre os processos e estratégias envolvidos na resolução de problemas, não apenas nas ferramentas (teorias e cálculos). Neste sentido a matemática deixa, um pouco de lado, o resultado correto (único e inquestionável) e começa a analisar os resultados possíveis. As habilidades trabalhadas em MD e programação são as esperadas para alunos na área em questão e se assemelham às desenvolvidas pelo PC.

Na sequência, são apresentadas duas imagens importantes na decisão de apostar-se nas habilidades do PC para desenvolver os conteúdos de MD.

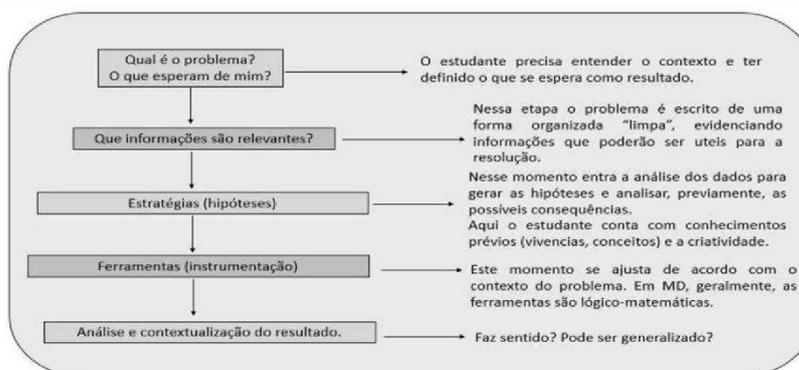


Figura 02. Sistema desenvolvido para a disciplina de MD. Fonte: autora

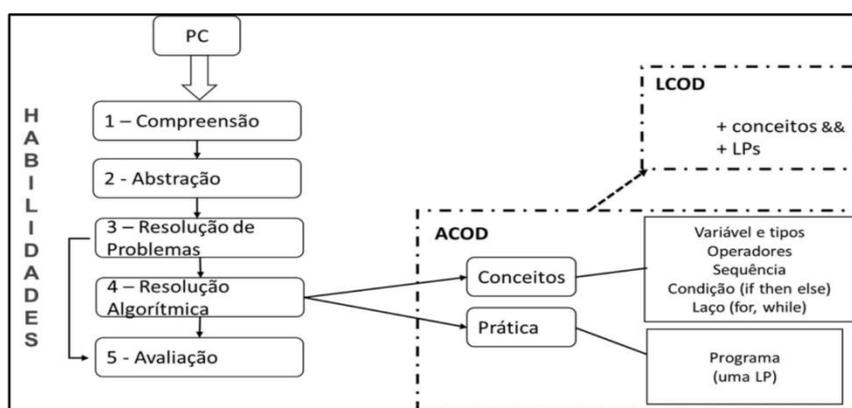


Figura 03. Modelo de referência para o desenvolvimento de PC (MRPC).
Fonte: CORDENONZI,2020.

Ao comparar as figuras acima, nota-se que os esquemas apresentados convergem quando se trata da resolução de problemas e o que se espera do estudante.

A pesquisa que será desenvolvida, a partir do primeiro semestre de 2023 (piloto), prevê uma reformulação das aulas de MD a fim de inserir os pilares do PC estruturando o ensino dos conteúdos previstos na ementa da disciplina.

Embora as atividades não estejam totalmente planejadas e a pesquisa não delineada quanto a instrumentos para coleta e análise dos dados, alguns projetos de ensino (integradores) já vem se desenvolvendo no curso em questão, com participação de professores das áreas de Matemática, Computação, Filosofia e Artes, abordando o conteúdo de Fundamentos da Lógica (de MD).

Esta seção começou a ser construída e após o estudo teórico, apresentado, neste texto, acredita-se que finalizará com relevantes resultados.

4. Considerações finais

Diversos autores, entre eles, Beaubouef (2002) e Setti (2009), apontam prováveis correlações entre o conhecimento matemático dos estudantes e seu desenvolvimento em disciplinas bases dos cursos de Informática, bem como sua relevância para modelagem dos processos computacionais.

Essas correlações, no que diz respeito à Lógica Matemática e a Matemática Discreta, foram detalhadas no decorrer do texto destacando a importância do aprendizado de MD para o futuro profissional da área da computação, justificando assim a preocupação que originou esse estudo.

Acredita-se que a resolução de problemas, complementada com o PC, em qualquer área ou campo de atuação, auxilia a formação de indivíduos que possam ser considerados cidadãos, capazes de interagir em um mundo, cada vez mais digital, podendo assim, exercerem sua plena cidadania.

Este artigo apresentou a problemática que despertou o interesse pelo estudo aprofundado não apenas das áreas desenvolvidas pela MD, como conhecimento isolado dentro da Matemática, mas como alicerce para as demais habilidades a serem desenvolvidas dentro do curso para formar o profissional com o perfil esperado.

A busca que começou por um histórico da lógica formal, matriz base tanto da Matemática quanto das Ciências da Computação e na tentativa de encontrar possibilidades educativas para desenvolver uma aprendizagem significativa encontrou no PC um potencial aliado.

Após esse estudo teórico, como atividades futuras podemos listar a organização de materiais e atividades, trabalho em sala de aula, coleta de dados e análise da, até então, hipotética contribuição.

5. Referências

- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2017.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.
- BEAUBOUF, T. **Why computer science students need math**. SIGCSE Bulletin, v. 34, n. 4, p. 57-59, dez 2002
- BRACKMANN, Christian Puhlmann. **Desenvolvimento do pensamento computacional através de atividades desplugadas na Educação Básica**. 2017. Tese (Doutorado em Informática na Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2010.02280.x>
- BUFFARA, Claudio. **A Importância da Lógica Matemática no Desenvolvimento da Computação**. 2018. Disponível em: <http://www.claudiobuffara.com.br/2018/06/>. Acesso em: 15 de jan.2023.
- CAVALCANTE, George Darmiton da Cunha. **Introdução à Matemática Discreta**. Centro de Informática. UFPE. Disponível em: <https://www.cin.ufpe.br/~gdcc/matdis/aulas/introducao>. Acesso em: 12 jan. 2023.
- CERVO, Amauri Paulo. **Algumas considerações sobre lógica**. 2016. Saber Humano-Revista Científica da Faculdade Antonio Meneghetti. Disponível em: [file:///D:/105-447-1-PB%20\(3\).pdf](file:///D:/105-447-1-PB%20(3).pdf). Acesso em: 12 jan.2023.
- COPI, I. M. **Introdução à lógica**. Trad. Álvaro Cabral. 2. ed. São Paulo: Mestre Jou, 1978.
- CORDENONZI, Walkiria Helena. **O desenvolvimento do pensamento computacional e as evidências da alfabetização em código em adultos**. 2020. Tese (Doutorado em Ensino) - Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, 2020.
- FERREIRA, Rodrigo Costa. **Lógica Matemática e Álgebra de Boole: Uma breve introdução**. Anais ebrapem 2011. Editora Realize. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/editora/anais/ebapem/2011/398fec41783f1934034af50a9642bb50.pdf>. Acesso em 12 jan. 2023.
- FONTES, Carlos. **Breve História da Lógica**. 2005. Disponível em: <<http://www.filorbis.pt/filosofia/Hist.htm>. Acesso em: 13 jan. 2023.
- GROVER, Shuchi; PEA, Roy. Computational Thinking in K-12. **Educational Researcher**, Thousand Oaks, EUA, ano 42, n. 1, 1 jan. 2013, p. 38-43. Disponível em: <https://doi.org/10.3102/0013189X12463051>. Acesso em: 19 mar. 2019.
- OLIVEIRA, Carla. **Mas afinal, o que é essa tal de Matemática Discreta?**. Disponível em: <https://pt.linkedin.com/pulse/mas-afinal-o-que-%C3%A9-essa-tal-de-matem%C3%A1tica-discreta-carla-oliveira>. Acesso em: 13 jan. 2023.
- PÉREZ et al. **Para uma imagem não deformada do trabalho científico**. São Paulo, Ciência & Educação, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.
- REALE, G. **História da filosofia antiga**. Trad. Henrique Cláudio de Lima Vaz e Marcelo Perine. São Paulo: Loyola, 1994. v.1.
- ROSEN, Kenneth H. **Matemática Discreta e Suas Aplicações**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010 (e-book).
- WING, Jeannette M. Computational thinking. **Communications of the ACM**, [s. l.], v. 49, n. 3, p. 33-35, 2006. Disponível em: <<http://portal.acm.org/citation.cfm?doi=1118178.1118215>>. Acesso em: 18 mar. 2022.
- SETTI, M. DE O. G. **O Processo de Discretização do Raciocínio Matemático na Tradução para o Raciocínio Computacional: Um Estudo de Caso no Ensino/Aprendizagem de Algoritmos**. Tese (Doutorado em Educação). Curitiba: UFPR, 2009
- SILVA, Adriana S. da. **O Desafio Tecnologia X Educação**. Disponível em <http://www.webartigos.com/artigos/o-desafio-tecnologia-xeducacao/59128/#xzz2OIGGrNYG>. Acessado em julho de 2012.
- Wing, J. M. (2008). **Computational thinking and thinking about computing**. Philosophical Transactions of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 366(1881), 3717-3725. Doi: 10.1098/rsta.2008.0118
- WING, J. M. **Computational Thinking Benefits Society**. Social Issues In Computing, New York, 10 jan. 2014. Disponível em: <http://socialissues.cs.toronto.edu/2014/01/computational-thinking/>. Acesso em: 15 jan. 2023.
- ZAPATA, Miguel. **Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital** Computational Thinking: A New Digital Literacy. RED. Revista de Educación a Distancia, [s. l.], v. 46, p. 15, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.6018/red/46/1>

Apêndice F - Notas finais em MD E LP

NOTAS FINAIS DOS SUJEITOS EM MD E LP

Nº	NACIONALIDADE	MATEMÁTICA DISCRETA	LÓGICA DE PROGRAMAÇÃO
A1	UY	9,0	7,2
A2	UY	7,3	8,2
A3	UY	8,1	7,5
A4	BR	7,1	9,1
A5	UY	1,0	0
A6	BR	8,9	9,4
A7	BR	6,9	9,4
A8	UY	4,6	3,6
A9	UY	8,1	9,8
A10	BR	6,0	2,0
A11	BR	9,0	8,9
A12	BR	7,7	7,5
A13	BR	6,8	2,0
A14	BR	6,7	5,0
A15	UY	6,5	2,0
A16	UY	7,7	8,0
A17	UY	6,1	6,0
A18	UY	7,3	6,0
A19	UY	7,8	8,2
A20	BR	6,4	6,0
A21	UY	7,7	7,2