ACTA SCIENTIAE

ISSN: 2178-7727
DOI:10.64856/acta.scientiae.8739

Pensamento Computacional e resolução de problemas: elaboração e análise de uma sequência didática de planejamento de trajetos

Eduardo Jung Panassol[a]
Agostinho Iaqchan Ryokiti Homa[a]

[a] Universidade Franciscana; PPGECIMAT, Porto Alegre, RS, Brasil

RESUMO

Contexto: A integração do Pensamento Computacional ao ensino de Matemática requer compreender como as condições das tarefas podem favorecer a representação, a comunicação e a avaliação de procedimentos. **Objetivos**: Investigar como uma sequência didática de planejamento de trajetos, organizada com restrições progressivas, pode articular conhecimentos matemáticos, resolução de problemas e habilidades do Pensamento Computacional nos anos finais do Ensino Fundamental. **Design**: Pesquisa qualitativa, de natureza teórica e caráter propositivo, com elaboração e análise prospectiva de tarefas, orientada pelo Design Instrucional Contextualizado. **Ambiente e participantes**: O estudo examina três atividades desplugadas, fundamentadas em referenciais sobre Pensamento Computacional, resolução de problemas e tarefas matemáticas, sem aplicação da sequência com estudantes nesta etapa. **Coleta e análise de dados**: Foram analisadas as condições dos problemas, as estratégias possíveis, as representações, as exigências de resolução e as possibilidades de mediação docente. **Resultados**: A sequência articula percursos entre dois pontos, trajetos com passagem ordenada e proibição de cruzamentos e circuitos eulerianos em uma rede. As mudanças estruturais diversificam as informações acompanhadas e os critérios de validação, permitindo distinguir a obtenção de uma solução, sua justificação e a completude da busca. **Conclusões**: O estudo oferece critérios para relacionar condições das tarefas a oportunidades de articulação entre Matemática e Pensamento Computacional. Os resultados expressam possibilidades prospectivas, sem evidências de aprendizagem. A aplicação futura e a execução com o robô Otto permitirão investigar estratégias, justificativas e revisões dos procedimentos.

Palavras-chave: Pensamento Computacional; Resolução de problemas; Planejamento de trajetos; Sequência didática; Ensino Fundamental.

Computational Thinking and Problem Solving: Development and Analysis of a Didactic Sequence on Route Planning

ABSTRACT

Background: Integrating Computational Thinking into mathematics teaching requires understanding how task conditions can support the representation,

Corresponding author: Agostinho Iaqchan Ryokiti Homa. Email: iaqchan@ufn.edu.br

communication, and evaluation of procedures. **Objectives:** To investigate how a route-planning didactic sequence organised through progressive constraints can connect mathematical knowledge, problem solving, and Computational Thinking skills in lower secondary education. **Design:** A qualitative, theoretical, proposal-oriented study involving task development and prospective analysis, guided by Contextualised Instructional Design. **Setting and participants:** The study examines three unplugged activities grounded in literature on Computational Thinking, problem solving, and mathematical tasks. The sequence was not implemented with students at this stage. **Data collection and analysis:** The analysis addressed problem conditions, possible strategies, representations, solution demands, and opportunities for teacher mediation. **Results:** The sequence connects routes between two points, routes with ordered waypoints and a prohibition on crossings, and Eulerian circuits within a network. Structural changes diversify the information that must be tracked and the validation criteria, enabling distinctions between finding a solution, justifying its validity, and establishing search completeness. **Conclusions:** The study offers criteria for relating task conditions to opportunities for connecting mathematics and Computational Thinking. The findings concern prospective possibilities and provide no evidence of learning. Future classroom implementation and execution with the Otto robot will enable investigation of strategies, justifications, and procedural revisions.

Keywords: Computational Thinking; Problem solving; Route planning; Didactic sequence; Lower secondary education.

INTRODUÇÃO

As transformações científicas, tecnológicas e sociais contemporâneas têm reforçado a necessidade de uma educação que prepare os estudantes para compreender situações complexas, elaborar estratégias de resolução de problemas e atuar de maneira crítica e responsável. Em âmbito internacional, a Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OECD) destaca que a educação deve proporcionar aos estudantes conhecimentos e referências que lhes permitam lidar com situações desconhecidas e contextos em constante transformação, antecipar as consequências de suas ações, analisar diferentes possibilidades e tomar decisões de maneira responsável (OECD, 2019).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) valoriza a investigação, a reflexão, a análise crítica e a formulação e resolução de problemas como processos importantes para a formação dos estudantes (Brasil, 2018). Posteriormente, o documento *Computação na Educação Básica: complemento à BNCC* organizou os conhecimentos da Computação em três eixos, o Pensamento Computacional, o Mundo Digital e a Cultura Digital, e estabeleceu competências e habilidades a serem desenvolvidas desde a Educação Infantil até o Ensino Médio (Brasil, 2022). Esse documento reforça a pertinência de

propostas pedagógicas que integrem o Pensamento Computacional aos diferentes componentes curriculares.

Uma possibilidade de realizar as orientações curriculares da BNCC consiste na integração da robótica educacional a situações de aprendizagem que articulem conhecimentos de diferentes áreas na resolução de problemas. Na robótica educacional, a elaboração e a execução de sequências de comandos podem criar oportunidades para que os estudantes testem, depurem e aperfeiçoem procedimentos (Brennan & Resnick, 2012). O uso da robótica educacional em sala de aula depende de um planejamento pedagógico que relacione os desafios propostos aos objetivos de aprendizagem e promova a participação dos estudantes nas decisões do projeto.

Uma possibilidade é a proposição de tarefas, organizadas na forma de desafios de trajetos, que exigem a análise e decomposição das situações problema, a seleção de informações relevantes, a organização de comandos e a avaliação dos resultados. Hutchins et al. (2018) exploram essa articulação em um ambiente que integra conhecimentos geométricos e computacionais, contemplando coordenadas e planejamento de caminhos. Žáček (2026) apresenta atividades matemáticas com robôs para estudantes de níveis escolares mais avançados, nas quais a orientação espacial e a identificação de divergências entre os movimentos planejados e executados oferecem oportunidades para discutir estratégias e depurar soluções. Essas contribuições ressaltam a importância de organizar tarefas e intervenções docentes que favoreçam a explicitação e a análise do raciocínio dos estudantes.

A organização dessas tarefas em uma progressão de complexidade constitui outro aspecto relevante para o desenvolvimento das habilidades do pensamento computacional. Em um ambiente digital, Turgut et al. (2026) analisam como características das atividades estruturam diferentes práticas de sequenciamento, articulando programação e planejamento em papel. Essa perspectiva oferece fundamentos para examinar como a introdução de novas condições modifica as exigências de resolução dos problemas.

Nesse contexto, formula-se o seguinte problema de pesquisa: como uma sequência didática de planejamento de trajetos, organizada com restrições progressivas, pode articular conhecimentos matemáticos, resolução de problemas e habilidades do Pensamento Computacional nos anos finais do Ensino Fundamental? Para responder a essa questão, o estudo tem como objetivo elaborar e analisar prospectivamente uma sequência didática, considerando as exigências das tarefas, as estratégias possíveis e as relações entre os conceitos e procedimentos envolvidos. A análise contempla, ainda, as

dificuldades previstas e as intervenções docentes que podem favorecer a explicitação do raciocínio dos estudantes.

A investigação integra uma pesquisa mais ampla sobre a utilização do robô educacional Otto na Educação Matemática. Neste recorte, examinam-se três atividades desplugadas, realizadas com representações de percursos e registros de instruções, cuja execução com o robô é prevista em etapa posterior. Essa delimitação permite analisar a estrutura dos problemas e as condições de elaboração das soluções antes de sua implementação com estudantes. Os resultados apresentados dizem respeito, portanto, às possibilidades e aos limites identificados na análise das tarefas, sem constituir evidências de aprendizagem ou desenvolvimento de habilidades do Pensamento Computacional decorrentes de sua aplicação.

As atividades relacionam a representação de posições e deslocamentos à comunicação precisa de instruções, à análise da compatibilidade entre decisões locais e o percurso completo e à busca sistemática de caminhos em uma malha cartesiana. Essa articulação cria oportunidades para comparar alternativas, justificar escolhas, identificar erros e revisar procedimentos, aproximando conhecimentos matemáticos e habilidades do Pensamento Computacional por meio da resolução de problemas. A contribuição do estudo consiste em explicitar como mudanças na estrutura das tarefas ampliam e diversificam as exigências de resolução. A progressão das exigências permite examinar a passagem da construção de um percurso possível para o planejamento global e a busca sistemática de alternativas. Também possibilita distinguir a identificação de uma solução, da justificação de sua validade e da completude da busca realizada. Ao estabelecer essas distinções, a análise busca oferecer elementos para compreender como determinadas condições dos problemas podem criar oportunidades de articulação entre conhecimentos matemáticos e habilidades do Pensamento Computacional.

O PENSAMENTO COMPUTACIONAL

Ao enfrentar problemas cujo caminho de resolução não está imediatamente disponível, o estudante é levado a organizar o pensamento na busca pela solução. Pólya (2006) propôs uma abordagem para a resolução de problemas matemáticos cujos princípios também podem orientar o enfrentamento de diferentes classes de problemas. Essa abordagem compreende quatro etapas: compreender o problema, estabelecer um plano, executar o plano e examinar retrospectivamente a solução. A compreensão envolve identificar o objetivo, os dados e as condições apresentadas; o planejamento requer mobilizar conhecimentos anteriores e selecionar

estratégias; a execução exige acompanhar e verificar os procedimentos; e o exame retrospectivo permite avaliar o resultado, considerar caminhos alternativos e investigar possíveis generalizações. Essas etapas apresentam aproximações com os processos discutidos por Wing (2006, 2008), que também realça que o Pensamento Computacional constitui uma habilidade fundamental para todos, na resolução de problemas.

Wing (2006) afirma que usar o Pensamento Computacional na solução de um problema envolve reformular um problema aparentemente difícil em outro que se saiba resolver, mediante processos como redução, incorporação, transformação ou simulação. Compreende pensar recursivamente, utilizar abstração e decomposição para enfrentar tarefas complexas e tratar separadamente diferentes aspectos de um problema. Também abrange escolher representações adequadas e modelar os elementos relevantes de uma situação para torná-la tratável, empregar raciocínio heurístico na busca de soluções e planejar, aprender e organizar ações no tempo diante de condições de incerteza. Nessa articulação, ganha destaque a comunicação do procedimento de resolução, pois ao explicitar uma estratégia como uma sequência finita, ordenada e suficientemente precisa de instruções, pode se construir um algoritmo executável por uma pessoa ou por um sistema computacional.

Desse modo o Pensamento Computacional pode ser compreendido como uma forma de formular, representar e resolver problemas mediante conceitos e processos oriundos da Ciência da Computação (Wing, 2006, 2008; Brennan & Resnick, 2012; Selby & Woollard, 2014) e oferece uma perspectiva para investigar como problemas são representados e como suas soluções são organizadas em procedimentos passíveis de execução e verificação. No ensino de Matemática, essa perspectiva permite examinar as relações entre a interpretação de uma situação, a construção de representações e a definição de ações para alcançar um objetivo. Sua mobilização pode ocorrer em atividades desplugadas, desde que as tarefas criem condições para formular, comunicar e avaliar procedimentos.

Homa (2026), discute o Pensamento Computacional como perspectiva para compreender a organização dos processos de resolução de problemas matemáticos, analisando situações-problema que articulam conceitos matemáticos, as habilidades computacionais potencialmente mobilizadas, os processos de resolução previstos e as possibilidades de mediação docente. Essa abordagem oferece uma referência para a presente investigação, que desloca a atenção para problemas espaciais nos quais a solução precisa ser expressa por instruções que orientem um agente na execução das ações.

Para analisar essas situações, consideram-se a decomposição, o reconhecimento de padrões, a abstração e o pensamento algorítmico como processos relacionados, que podem ser mobilizados em diferentes momentos da resolução. Essa organização não corresponde a uma sequência obrigatória de etapas nem esgota a abrangência do Pensamento Computacional (Selby & Woollard, 2014). Nos problemas de trajetos, a decomposição pode auxiliar na identificação de trechos e condições a serem atendidas; o reconhecimento de padrões pode favorecer a comparação entre percursos e a generalização de relações entre coordenadas e deslocamentos; a abstração permite selecionar informações sobre posição, orientação e movimentos permitidos; e o pensamento algorítmico participa da organização dessas informações em comandos ordenados.

A comunicação dos procedimentos assume especial relevância nesse contexto, pois um percurso representado por um desenho pode ser compreendido visualmente por seu autor, mas sua execução por um agente exige explicitar informações que o registro gráfico não é suficiente quando esse agente executor não é dotado de visão, como é o caso do robô Otto. Neste caso é necessário definir a referência posicional e angular inicial, para que as rotações, a medida de avanço ou retrocesso linear e a ordem das ações. A passagem entre essas formas de representação permite examinar se as instruções preservam as condições do problema e se podem ser interpretadas sem explicações adicionais. Desse modo, a elaboração de comandos constitui também uma oportunidade para discutir a precisão da linguagem e a relação entre representação matemática e ação.

A execução das instruções introduz possibilidades de testagem e depuração, práticas destacadas por Brennan e Resnick (2012) na análise do Pensamento Computacional. No planejamento de trajetos, a comparação entre o resultado previsto e o percurso executado pode revelar comandos incompletos, mudanças de orientação desconsideradas ou decisões incompatíveis com as restrições estabelecidas. A depuração envolve localizar a origem da divergência, propor uma alteração e verificar suas consequências. Por isso, o registro das versões de uma solução pode oferecer elementos para compreender o raciocínio empregado em sua revisão, além de permitir verificar se o destino foi alcançado.

A mediação docente participa dessa articulação ao solicitar previsões, explicações e justificativas, favorecendo a reflexão sobre os procedimentos construídos. Como o estudo não inclui aplicação com estudantes nesta etapa, a análise se refere ao potencial das tarefas, sem afirmar o desenvolvimento efetivo das habilidades consideradas.

O ROBÔ EDUCACIONAL OTTO

O planejamento de trajetos pode ser explorado em ambientes virtuais, como nas atividades de criação de labirintos disponibilizadas pela Scratch Foundation (2013), nas quais o deslocamento de personagens ocorre em um cenário virtual 2D, mas a utilização de um robô concreto acrescenta a possibilidade de observar os efeitos dos comandos sobre um artefato que se movimenta no espaço real e compartilhado com os estudantes, que desperta o interesse e o envolvimento na atividade. Ao comparar Scratch e robôs LEGO com estudantes universitários, Qin et al. (2023) identificaram maior engajamento comportamental e emocional nas atividades com robôs reais, embora não tenham encontrado diferença significativa no engajamento cognitivo. No ensino de Geometria com estudantes de 15 anos, Brender et al. (2021) observaram que os participantes consideraram os exercícios com o robô Thymio mais interessantes e úteis do que os exercícios convencionais. Esses resultados oferecem fundamentos para considerar o uso de robôs reais como um recurso potencial de incentivo à participação, articulando o planejamento dos percursos à expectativa de acompanhar sua realização física. Tal possibilidade depende da organização das tarefas e das condições de implementação.

Partindo das possibilidades de engajamento associadas à utilização de robôs físicos (Brender et al., 2021; Qin et al., 2023), buscou-se um recurso de custo acessível que pudesse ser utilizado em atividades voltadas à aprendizagem matemática e ao desenvolvimento do Pensamento Computacional. Nesse levantamento, foram considerados kits de carrinhos baseados em Arduino e robôs educacionais como Bee-Bot e Thymio, cujos custos de aquisição foram avaliados pelo grupo como elevados para as condições brasileiras de implementação pretendidas. Diante dessa limitação, o Grupo de Estudos Curriculares de Educação Matemática (GECEM) decidiu desenvolver sua própria unidade robótica, tomando como referência o projeto Otto DIY e a disponibilização de arquivos e códigos para reprodução e adaptação (Otto DIY, 2024). Essa escolha buscou adequar a construção do recurso às condições materiais da pesquisa e às necessidades pedagógicas das tarefas de trajetos.

O robô Otto teve origem, em 2016, no projeto Otto DIY, idealizado pelo designer de produtos Camilo Parra Palacio com o propósito de tornar a robótica mais acessível, interativa e passível de adaptação por diferentes usuários. Concebido como uma iniciativa de código aberto, o projeto foi inspirado em robôs bípedes como o BoB the BiPed e o Zowi, e combinou

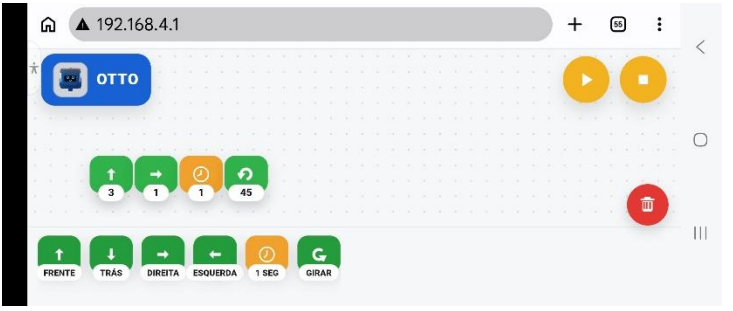
componentes eletrônicos de baixo custo, impressão 3D e compatibilidade com a plataforma Arduino (Otto DIY, 2017, 2024). A natureza aberta do projeto favoreceu sua difusão internacional e o desenvolvimento de diferentes versões pela comunidade, ampliando suas funcionalidades e sua utilização em contextos educacionais. Em 2022, foi estabelecida uma parceria entre o projeto Otto DIY e a Hewlett-Packard (HP), que resultou no lançamento do HP Robot Otto Starter Kit, em 2024, na feira de tecnologia educacional BETT, com versões destinadas à montagem e à personalização em contextos educativos (Otto DIY, 2024), destinado ao ensino de robótica, programação e conhecimentos relacionados à Educação STEM/STEAM.

No desenvolvimento da versão do Otto pelo GECEM, priorizou-se a facilidade de uso em diferentes plataformas. Para isso, utilizou-se o microcontrolador ESP8266, com conectividade Wi-Fi. Essa funcionalidade possibilitou desenvolver um servidor web interno ao Otto que publica a interface de controle como uma página Web que permite acessar o robô pelo navegador de internet de tablets, celulares, computadores e Chromebooks, dispensando a instalação de aplicativos específicos para cada dispositivo. Outra vantagem é a possibilidade de atualizar as funcionalidades e as correções de falhas somente com a troca da versão do programa do Otto.

A interface (Figura 1) é dotada de botões de comandos para avançar, recuar, virar 90 graus à esquerda ou à direita, girar um ângulo e os botões de iniciar (Play) e interromper (Stop) a execução da sequência de comandos. Todos os comandos possuem um contador de repetições, que permite estabelecer quantas vezes cada ação deverá ser executada pelo robô. Para mudar a sequência a ser executada, basta reorganizar os ícones de comando e para deletar arrasta-se o comando para a lixeira.

Figura 1

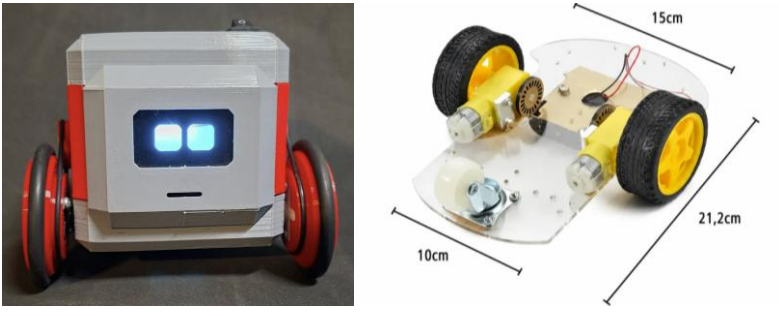
Interface Web de controle do Otto



Para tornar o Otto atraente utilizou-se um display com olhos que piscam e acompanham o movimento de virar do robô (Figura 2a). Em enquete realizada com discentes das licenciaturas e engenharias foi unânime a preferência por realizar atividades com a versão do Otto desenvolvida, a utilizar os carrinhos Arduino (Figura 2b) amplamente disponíveis para compra na web. Do ponto de vista educacional o Otto é especialmente adequado para propostas relacionadas à Educação STEM/STEAM e ao desenvolvimento do PC.

Figura 2

Robô Otto do GECEM



Na etapa discutida nesse artigo as tarefas são desenvolvidas de forma desplugada para posterior utilização do Otto que permitirá investigar como os procedimentos elaborados são traduzidos em movimentos e quais revisões se tornam necessárias diante da execução se caracterizando como a etapa de depuração. A pesquisa está, portanto, vinculada à análise das estratégias matemáticas e computacionais construídas para resolver os problemas, sob condições de mediação docente que favoreçam a previsão, a explicação e a avaliação dos percursos.

METODOLOGIA

A pesquisa apresenta uma abordagem qualitativa, de natureza teórica e caráter propositivo, uma vez que teve como finalidade a elaboração de uma sequência didática constituída por tarefas matemáticas sobre trajetos, direcionadas aos anos finais do Ensino Fundamental. A investigação não teve, nesta etapa, o propósito de avaliar os resultados da aplicação da sequência com estudantes, mas de fundamentar, organizar e analisar sua proposta pedagógica.

A sequência didática foi compreendida como um conjunto de atividades ordenadas, articuladas e planejadas para alcançar determinados objetivos educacionais, com início e término previamente definidos (Zabala,

1998). Considerou-se também que sua organização deveria estabelecer uma progressão entre as tarefas, permitindo que os conhecimentos desenvolvidos em uma tarefa fossem mobilizados e ampliados nas tarefas posteriores (Schneuwly e Dolz, 2004).

O processo de elaboração da sequência tomou como referência o Design Instrucional Contextualizado (DIC) proposto por Filatro e Piconez (2004) e Filatro (2008), compreendido como uma ação intencional de planejar, desenvolver, implementar e avaliar situações de ensino, articulando objetivos, conteúdos, estratégias, atividades, recursos e formas de avaliação. A escolha desse referencial decorreu de seu caráter sistemático e, ao mesmo tempo, flexível, uma vez que permite acompanhar o desenvolvimento da proposta, analisar sua coerência e reorganizar as atividades quando necessário.

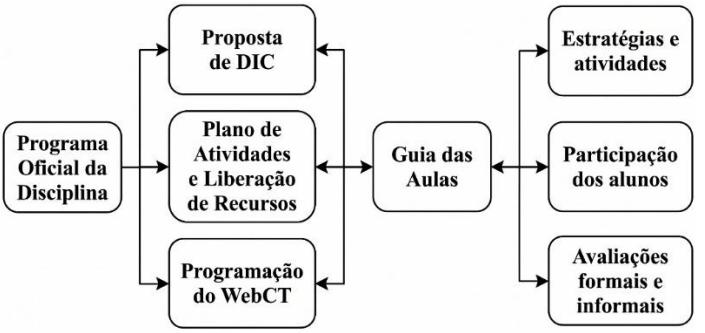
O Design Instrucional Contextualizado envolve quatro etapas inter-relacionadas: análise; design e desenvolvimento; implementação; e avaliação. Segundo Filatro (2008), os modelos de DIC, frequentemente estruturam o planejamento do processo de ensino e aprendizagem em estágios distintos:

- Análise: envolve a identificação de necessidades de aprendizagem, a definição de objetivos instrucionais e o levantamento das restrições envolvidas;
- Design e desenvolvimento: ocorre no planejamento da instrução e a elaboração dos materiais e produtos instrucionais;
- Implementação: se dá na capacitação e ambientação de docentes e discentes à proposta do design instrucional e a realização do evento ou situação de ensino e aprendizagem propriamente ditos;
- Avaliação: envolve o acompanhamento, a revisão e a manutenção do sistema proposto.

Nessa etapa da pesquisa, foram desenvolvidas a análise, design, desenvolvimento e avaliação interna, com a implementação a ser realizada posteriormente. A Figura 3 apresenta as etapas que foram seguidas para a construção do DIC proposto.

Figura 3

Movimentos de contextualização na proposta de design instrucional (Adaptado de Filatro, 2008)



Para a sequência didática desenvolvida os trajetos funcionam como contexto para a exploração matemática, a investigação e a resolução de problemas. A proposta busca criar oportunidades para que os estudantes construam e analisem percursos, formulem instruções, identifiquem padrões, decomponham problemas, elaborem estratégias, testem soluções, reconheçam erros e revisem os procedimentos empregados, articulando o desenvolvimento do Pensamento Matemático ao Pensamento Computacional.

A sequência didática com três tarefas segue o conceito de que uma tarefa matemática pode ser entendida como uma proposta de trabalho organizada para que os estudantes desenvolvam uma ideia ou conteúdo matemático. Ao resolvê-la, eles mobilizam conhecimentos, procedimentos e formas de raciocínio; assim, a tarefa cria uma oportunidade de aprendizagem na interação entre estudante, conteúdo matemático e mediação docente. Sua seleção e seu planejamento também requerem que o professor analise a demanda cognitiva e as possibilidades de aprendizagem que a situação oferece (Groenwald & Llinares, 2019; Penalva & Llinares, 2011; Smith & Stein, 1998; Stein et al., 1996).

Ponte (2010) classifica as tarefas analisando duas dimensões: estrutura (aberta ou fechada) e complexidade (reduzida ou elevada) que resultam em quatro nos tipos apresentados na Figura 4.Figura 4 A classificação não é absoluta, pois depende dos conhecimentos e das experiências dos estudantes: uma tarefa pode ser um exercício para quem já domina o procedimento e um problema para quem ainda não dispõe dele.

Figura 4

Classificação dos Tipos de tarefas de acordo com sua estrutura e complexidade. Elaborado pelos autores com base em Ponte (2010)

Estrutura e complexidade	Tipo de tarefa	Caracterização
Fechada e de complexidade reduzida	Exercício	O que se pede está definido e, em geral, o estudante pode aplicar um procedimento já conhecido.
Fechada e de complexidade elevada	Problema	O enunciado delimita o que se busca, mas a resolução exige desafio ou estratégia que não é imediatamente evidente para o estudante.
Aberta e de complexidade reduzida	Exploração	A situação permite diferentes observações ou caminhos, mas o desafio tende a ser mais acessível.
Aberta e de complexidade elevada	Investigação	O estudante explora a situação, formula questões e conjecturas, testa ideias e justifica conclusões.

Stein e Smith (1998) tipificam as tarefas em quatro categorias de acordo com os níveis de exigências cognitivas (Figura 5). Os níveis 1 e 2 são considerados de baixa demanda; os níveis 3 e 4, de alta demanda cognitiva.

Figura 5

Categorização das tarefas de acordo com as demandas cognitivas Elaborado pelos autores com base em Smith e Stein (1998).

Nível	Categoria	Exigência da tarefa
1	Memorização	Reproduzir fatos, definições, fórmulas ou regras já aprendidas.
2	Procedimentos sem conexão	Aplicar um algoritmo ou procedimento sem relacioná-lo aos conceitos ou significados matemáticos.
3	Procedimentos com conexão	Utilizar procedimentos compreendendo seus significados e relações conceituais; pode exigir explicações e articulação entre representações.
4	Fazer Matemática	Explorar ideias e relações em situações sem um caminho de resolução previamente indicado; formular estratégias, justificar, verificar e explicar resultados.

As classificações de Ponte (2010) e Stein e Smith (1998) não têm uma correspondência direta, mas se complementam em suas definições. Ponte descreve a estrutura e a complexidade da tarefa; Stein e Smith examinam o pensamento matemático exigido. Assim, uma tarefa classificada como problema por Ponte pode estar nos níveis 2, 3 ou 4 de Stein e Smith, dependendo de como é resolvida. Uma investigação costuma se aproximar do nível 4 de Stein e Smith, mas o fato de ser uma atividade a aberta, não garante por si só a alta demanda cognitiva, é preciso observar o que o estudante deve fazer.

Neste sentido buscou-se organizar tarefas abertas e de complexidade elevada que se comportem como tarefas de alta demanda cognitiva. Também foram consideradas a progressão entre as tarefas, a diversidade de estratégias e representações, as possibilidades de mediação docente e as evidências esperadas do pensamento dos estudantes. São apresentadas as três atividades iniciais da sequência didática em desenvolvimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sequência didática denominada *Trajetos* foi organizada em três atividades desplugadas, articuladas e com complexidade crescente, envolvendo o planejamento de percursos no primeiro quadrante do plano cartesiano e sua comunicação por meio de comandos claros, precisos e sem ambiguidade.

Na primeira atividade, são propostos quatro percursos entre dois pontos, contemplando diferentes posições relativas entre a partida e a chegada. Busca-se favorecer a compreensão dos deslocamentos horizontais e verticais, das mudanças de orientação do robô e da organização de instruções que possam ser executadas por outro agente. Na segunda atividade, o desafio envolve quatro pontos que constituem os vértices de um quadrilátero não regular, com uma ordem determinada de passagem e a restrição de que os trechos não se cruzem. Essa condição exige articular as soluções de cada trecho ao planejamento do percurso completo. Na terceira atividade os estudantes devem encontrar e comunicar um trajeto que percorra todos os caminhos do mapa apresentado.

Essa organização busca ampliar progressivamente a complexidade das tarefas e mobilizar habilidades do Pensamento Computacional, como decomposição, reconhecimento de padrões, abstração, pensamento algorítmico, testagem e depuração, com ênfase na elaboração, na comunicação e na revisão das soluções.

Atividade 1 – Percursos entre dois pontos

Será utilizada uma malha quadriculada com os eixos das abscissas e das ordenadas identificados, acompanhada de uma representação móvel do robô cuja parte frontal esteja indicada. Os pontos de partida e de chegada serão designados, respectivamente, por A e B, com coordenadas inteiras positivas. Em cada percurso, o robô será posicionado em A, orientado da esquerda para a direita, no sentido positivo do eixo das abscissas.

Serão utilizados os comandos "avançar uma unidade", "girar um quarto de volta à direita" e "girar um quarto de volta à esquerda". Uma unidade corresponderá à distância entre dois pontos consecutivos da malha, na direção horizontal ou vertical. O avanço ocorrerá na direção para a qual o robô estiver orientado, enquanto o giro modificará apenas sua orientação, mantendo sua posição. Direita e esquerda terão como referência o próprio robô. Os avanços sucessivos poderão ser registrados em um único comando, desde que a quantidade de unidades esteja explicitada como "avançar n unidades", explicitando a quantidade de unidades a percorrer. As configurações dos pontos serão apresentadas na Figura 6.

Figura 6

Coordenadas dos pontos do trajeto

Percurso	Relações entre as coordenadas	Exemplo de pontos
1	$x_A > x_B$ e $y_A > y_B$	A = (6,6) e B = (2,3)
2	$x_A > x_B$ e $y_A < y_B$	A = (6,2) e B = (2,5)
3	$x_A < x_B$ e $y_A > y_B$	A = (2,6) e B = (6,3)
4	$x_A < x_B$ e $y_A < y_B$	A = (2,2) e B = (6,5)

Para cada configuração, os estudantes deverão localizar os pontos, desenhar um trajeto e registrar a sequência de comandos correspondente. Os deslocamentos deverão acompanhar as linhas da malha e permanecer no primeiro quadrante. A orientação final do robô será livre, e não será exigida a escolha do menor caminho.

Após o registro, as instruções serão entregues a um colega, que movimentará a representação do robô sem acesso ao desenho do percurso e sem explicações complementares do autor. Diante de uma instrução ambígua ou incompleta, o executor deverá interromper a movimentação e registrar a dificuldade. Se o robô não alcançar B, os estudantes deverão identificar a divergência entre o planejamento e a execução, reformular os comandos e realizar um novo teste de mesa.

A atividade estabelece uma referência inicial para analisar as exigências de resolução da sequência: construir um percurso que satisfaça condições conhecidas e expressá-lo por instruções executáveis. Embora os pontos de partida e chegada estejam determinados, o caminho permanece à escolha dos estudantes. A resolução exige coordenar a localização dos pontos na malha, a orientação do robô e o significado dos comandos. Assim, o desenho de um trajeto possível constitui uma primeira produção, cuja tradução em instruções introduz exigências adicionais de representação e comunicação.

As quatro configurações foram organizadas de modo que as posições relativas entre partida e chegada se alterem, enquanto as diferenças absolutas entre as abscissas e entre as ordenadas permaneçam iguais a quatro e três unidades, respectivamente. Essa organização permite examinar uma distinção entre medida e sentido: a separação horizontal e vertical pode permanecer constante, mas os comandos necessários dependem da localização do destino em relação à partida e da orientação do robô em cada momento. A comparação também pode evidenciar que virar à direita ou à esquerda não corresponde a uma direção fixa na malha, pois o efeito do giro depende da orientação anterior.

A liberdade de construir percursos com desvios requer distinguir a separação entre os pontos do comprimento do caminho escolhido. As diferenças absolutas das coordenadas indicam as separações horizontal e vertical, mas não determinam o total de unidades percorridas quando ocorrem movimentos em sentidos opostos. Essa distinção pode ser discutida mediante a comparação de duas soluções para a mesma configuração, solicitando que os estudantes expliquem por que ambas alcançam o destino, ainda que apresentem comprimentos diferentes. A elaboração de uma relação geral deve ser acompanhada de justificativas e de sua análise em novas configurações.

A troca de instruções entre colegas introduz uma condição de validação independente das explicações do autor. Para verificar a correspondência entre as representações, o executor deverá registrar o percurso realizado e compará-lo posteriormente com o desenho original. Desse modo, podem ser identificadas situações em que os comandos não permitem chegar ao destino, situações em que a chegada ocorre por um caminho diferente do planejado e situações em que desenho e execução coincidem. Essas diferenças permitem analisar a precisão das instruções e localizar decisões que precisam ser revistas. A testagem e a depuração assumem, assim, uma função de exame e aperfeiçoamento dos procedimentos, aproximando-se das práticas discutidas por Brennan e Resnick (2012).

A contribuição analítica dessa atividade está em distinguir a existência de um percurso, sua expressão por comandos e a justificação de sua validade. A decomposição pode manifestar-se na organização do trajeto em avanços e giros, enquanto a abstração envolve considerar as informações necessárias à execução, como posição e orientação, em consonância com processos discutidos por Wing (2006). Essas possibilidades precisam ser relacionadas às estratégias previstas e às perguntas da mediação docente. A diversidade de soluções, por si só, não permite classificar a tarefa como investigação: é necessário considerar sua estrutura, o desafio que apresenta aos estudantes e o trabalho de exploração e justificação solicitado (Ponte, 2010). Nesta etapa da sequência, busca-se construir e comparar soluções válidas, sem exigir o esgotamento dos percursos possíveis.

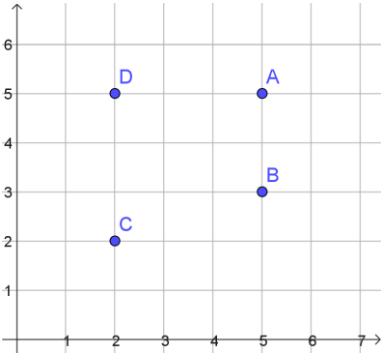
A mediação docente poderá incluir questões como: "O comando informa quanto o robô deve avançar?", "Após esse giro, para onde ele estará orientado?" e "É possível executar essa instrução de mais de uma maneira?", "Expliquem por que sequências diferentes de comandos permitem chegar ao ponto B, mas modificam a orientação final do robô". Na discussão coletiva, os estudantes apresentarão suas soluções e explicarão as sequências realizadas. Os desenhos, os registros iniciais e as versões revisadas dos comandos poderão subsidiar a análise das estratégias e das dificuldades observadas. Espera-se que, ao comparar os trechos percorridos, os estudantes reconheçam que a quantidade de unidades efetivamente percorridas na horizontal pode ser calculada subtraindo a menor abscissa da maior, e o vertical, subtraindo a menor ordenada da maior. Essa relação deverá ser construída e discutida a partir das soluções dos estudantes.

ATIVIDADE 2 – PERCURSO COM PONTOS DE PASSAGEM

Serão apresentados os pontos A, B, C e D , e os estudantes deverão construir um percurso na ordem A=>C=>B=>D. Os trechos poderão se encontrar apenas nos pontos de passagem que conectam etapas consecutivas, sem compartilhar outros pontos ou segmentos. Antes de registrar os comandos, os estudantes devem esboçar uma solução completa e verificar sua viabilidade. A escolha de um caminho entre A e C deverá considerar as possibilidades de continuidade até B e, posteriormente, até D. Caso um trecho impeça a construção dos seguintes, será necessário retomar as decisões anteriores. Na elaboração das instruções, deverá ser considerada a orientação do robô ao chegar a cada ponto para iniciar o trecho seguinte. Uma possibilidade de distribuição dos pontos A, B C e D é apresentada na Figura 7

Figura 7

Distribuição dos pontos A,B C e D no plano



A exigência de percorrer os pontos em uma ordem determinada e da proibição de cruzamentos de trajetos modifica as condições de construção e validação dos percursos. A decomposição do desafio em três partes (A→C, C→B e B→D) oferece formas de organizar a resolução, mas essas partes não são independentes. O caminho escolhido para o primeiro trecho ocupa posições da malha que não poderão ser compartilhadas pelos seguintes. Dependendo da configuração e das decisões tomadas, a continuidade pode exigir desvios ou a revisão de um trecho anteriormente construído. A continuidade da orientação do robô acrescenta outra relação entre os trechos, pois ao alcançar um ponto de passagem a orientação depende da direção e sentido de aproximação. Essa condição exige acompanhar conjuntamente posição e orientação da parte anterior e considerá-los no planejamento das partes subsequentes do trajeto.

A tarefa permite, portanto, examinar uma condição particular, pois resolver separadamente as partes de um problema não garante que a união das partes constitua uma solução para o conjunto. A articulação com o Pensamento Computacional ocorre na necessidade de decompor o desafio e, ao mesmo tempo, preservar as relações entre seus componentes, considerando os processos de abstração e decomposição discutidos por Wing (2006).

No âmbito matemático, a análise dos percursos permite aprofundar a distinção entre a separação horizontal e vertical de dois pontos e a extensão do caminho efetivamente realizado. As diferenças absolutas das coordenadas indicam essas distâncias, mas os desvios podem acrescentar movimentos em sentidos opostos e ampliar a distância percorrida. A comparação entre soluções pode explorar porque dois trajetos que conectam os mesmos pontos apresentam comprimentos diferentes e como essa diferença se relaciona às restrições.

Entretanto, a existência de um desvio em uma solução não demonstra que ele seja necessário em todas as alternativas, sendo preciso examinar a configuração e justificar essa necessidade quando ela for afirmada.

A troca de instruções entre colegas possibilita verificar diferentes dimensões da solução. O executor deverá registrar o caminho realizado, acompanhar a ordem de visita aos pontos e identificar eventuais cruzamentos ou sobreposições proibidas. Posteriormente, o registro da execução será comparado ao esboço original que permite distinguir uma falha na construção do percurso de uma falha em sua tradução para comandos, pois um desenho pode respeitar as condições da tarefa, mas ser comunicado por instruções inadequadas; inversamente, uma sequência pode reproduzir fielmente um desenho que não respeita as restrições. A identificação dessas diferenças dá à depuração uma função analítica, pois exige localizar a origem da inadequação antes de modificar a solução, aproximando-se das práticas de testagem e depuração discutidas por Brennan e Resnick (2012).

A mediação docente pode favorecer esse exame mediante perguntas como: “O primeiro trecho deixa possibilidades de continuidade?”, “A orientação de chegada foi considerada no próximo comando?”, “Qual condição foi descumprida?”, “A alteração realizada interfere nos demais trechos?” e “Qual das soluções apresenta o menos caminho e porquê?”. Essas intervenções solicitam que os estudantes explicitem relações entre decisões e consequências, em vez de apenas apresentar uma nova tentativa.

A justificação da validade deverá considerar o percurso completo, explicando por que os comandos conduzem aos pontos na ordem estabelecida e preservam as restrições ao longo de sua execução. Encontrar outra solução poderá ampliar a comparação entre estratégias, mas não será exigida a identificação de todos os percursos possíveis. Sem limites adicionais para a extensão e as repetições, a busca não está necessariamente delimitada a um conjunto finito de alternativas. Desse modo, esta atividade aprofunda o planejamento global, a validação e a otimização de uma solução, preparando a distinção posterior entre encontrar caminhos válidos e justificar a completude de uma busca.

O resultado da análise prospectiva consiste em identificar como a ordem de passagem, a proibição de cruzamentos e a manutenção da orientação tornam interdependentes decisões que poderiam ser tratadas isoladamente na atividade anterior. Essas condições oferecem oportunidades para articular coordenadas, medidas e orientação espacial à decomposição, à organização de comandos e à revisão de estratégias. Como a atividade ainda não foi aplicada

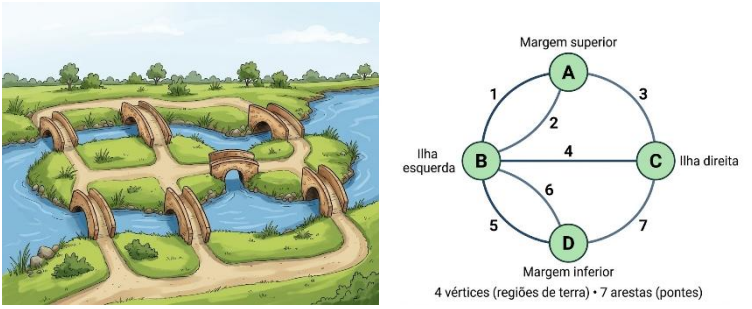
com estudantes, tais relações expressam exigências e possibilidades identificadas na estrutura da tarefa, cuja mobilização efetiva dependerá dos conhecimentos dos participantes e das condições de implementação.

ATIVIDADE 3 – TRAJETO EULERIANO: SETE PONTOS E DEZ CAMINHOS

A terceira atividade apresenta um cenário com caminhos previamente definidos, no qual o desafio consiste em percorrer todas as ligações exatamente uma vez. Para contextualizar essa condição, retoma-se o problema das sete pontes de Königsberg, que propunha atravessar todas as pontes da cidade sem repetir nenhuma. A Figura 8 apresenta a disposição das pontes e sua representação por um grafo, no qual as regiões de terra correspondem aos vértices e as pontes correspondem às arestas.

Figura 8

As sete pontes de Königsberg e sua representação por um grafo (criado com IA Gemini orientado pelo autor)



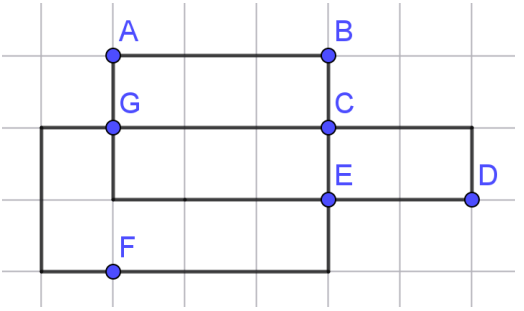
Em um grafo conexo não direcionado, um percurso que utiliza todas as arestas exatamente uma vez é denominado percurso euleriano. Quando esse percurso termina no vértice inicial, constitui um circuito euleriano. Sua existência está relacionada ao grau dos vértices, isto é, à quantidade de arestas incidentes em cada um. Um circuito euleriano existe quando todos os vértices possuem grau par; um percurso euleriano existe quando ele inicia e termina nos únicos dois vértices de grau ímpar. No problema de Königsberg, os quatro vértices possuem grau ímpar, impossibilitando o percurso solicitado (Gersting , 2003).

Na tarefa proposta, o robô deverá realizar um circuito com sete estações e dez caminhos. A representação permite deslocar a atenção da visita aos pontos para a utilização das ligações: as estações poderão ser revisitadas, mas cada

caminho deverá ser percorrido uma única vez. O circuito é representado pelo grafo (Figura 9) com sete vértices identificados de A a G, com as ligações AB, AG, BC, CD, CE, CG, DE, EG, EF, FG.

Figura 9

Circuito de sete estações e dez caminhos para o trajeto euleriano



Na execução desplugada, uma representação móvel do robô será deslocada sobre os caminhos, preservando a identificação da ligação percorrida em cada movimento. O desafio será apresentado aos estudantes nos seguintes termos: "Um robô precisa inspecionar os dez caminhos que conectam as sete estações. Construam um trajeto que inicie em uma das estações e retorne a ela. As estações poderão ser visitadas mais de uma vez, mas nenhum caminho poderá ser repetido. Registrem as instruções para que outro grupo possa executá-lo."

Os estudantes devem examinar o mapa e elaborar suas tentativas, registrando a ordem das estações visitadas. Para acompanhar quais caminhos precisam ser utilizados pode ser utilizado uma cópia do grafo para marcar as estações e caminhos percorridos. O registro deve preservar as tentativas e as alterações realizadas. Para essa etapa, as instruções podem ser em linguagem informal como "seguir de A para B pelo caminho AB". Após a execução, os grupos deverão verificar se o robô iniciou e terminou na estação indicada, se todas as dez ligações foram utilizadas e se alguma delas foi repetida. Retornar ao ponto inicial antes de utilizar todos os caminhos não encerra a tarefa sendo necessário examinar como continuar o percurso ou revisar as escolhas anteriores. Os caminhos podem ser percorridos nos dois sentidos; assim, AB e BA representam a mesma ligação.

Uma solução possível é o circuito A → B → C → E → F → G → C → D → E → G → A que, nessa ordem, utiliza as dez ligações AB, BC, CE, EF, FG, GC, CD, DE, EG e GA. Note que cada estação tem um número par de

caminhos e essa paridade pode ser discutida a considerando os movimentos de entrada e saída das estações, de modo que cada chegada a uma estação intermediária precisa ser acompanhada de uma saída por outro caminho; na estação inicial, a primeira saída é combinada com o retorno final. Essa organização em pares ajuda a compreender por que os graus pares permitem o circuito euleriano. O critério sustenta a existência do circuito, enquanto o exame da sequência confirma a validade da solução construída.

Para o mapa proposto existem 32 sequências de circuito euleriano começando e terminando em A, contando separadamente os dois sentidos de um mesmo percurso. Desconsiderando a inversão, são 16 circuitos distintos e qualquer início em outro ponto de um dos circuitos existentes é considerado como uma sequência idêntica.

A execução das instruções por outro grupo permite testar a validade de cada sequência. A verificação deverá confirmar que todas as dez arestas foram utilizadas uma única vez e que o término coincide com a estação de partida. Quando ocorrer uma inadequação, os registros poderão auxiliar na identificação de sua origem e na revisão das decisões, aproximando-se das práticas de testagem e depuração discutidas por Brennan e Resnick (2012). Já a comparação entre sequências válidas poderá envolver a identificação de repetições no levantamento, sem confundir soluções equivalentes com erros de execução.

A contribuição analítica da atividade está na articulação entre construir uma solução, justificar sua validade e demonstrar a completude de uma busca. Percorrer todas as arestas confirma a cobertura da rede por uma solução; organizar e justificar as possibilidades confirma a abrangência do levantamento realizado. Essas exigências oferecem oportunidades para relacionar graus dos vértices, decomposição em ciclos e contagem de alternativas à representação de estados, à elaboração de procedimentos e à avaliação das soluções. Como o estudo é prospectivo, tais relações expressam possibilidades fundamentadas na estrutura da tarefa, cuja realização em sala de aula dependerá dos conhecimentos dos estudantes e da mediação docente.

Na mediação o professor deverá conduzir a discussão coletiva indagando sobre: “Como vocês acompanharam os caminhos utilizados?”, “Quais estações são repetidas mais de uma vez? Por que isso acontece?” e “Como demonstrar que nenhum caminho ficou de fora?”. Também poderá ser solicitado outro circuito, esclarecendo que escrever a mesma sequência em sentido inverso não produz um conjunto diferente de caminhos percorridos.

ANÁLISE DA PROGRESSÃO DAS EXIGÊNCIAS DE RESOLUÇÃO

A análise das três atividades permite identificar mudanças na estrutura dos problemas e nas informações necessárias ao planejamento dos trajetos. Na primeira, os pontos de partida e chegada são determinados, mas os estudantes podem escolher o caminho. Na segunda, acrescentam-se uma ordem de passagem e a proibição de cruzamentos entre os trechos. Na terceira, os caminhos são previamente definidos, as estações podem ser revisitadas e cada ligação deve ser utilizada exatamente uma vez, com retorno ao ponto inicial. A progressão resulta, portanto, da diversificação das condições de resolução, e não apenas do aumento da quantidade de movimentos. A passagem entre as atividades modifica o objeto do planejamento: de um percurso possível para a compatibilidade entre trechos e, posteriormente, para o controle da utilização da rede definida.

Na primeira atividade, a exigência central consiste em relacionar coordenadas, representação gráfica e comandos executáveis. A atividade mostra que conhecer a localização do destino não determina, por si só, os comandos necessários para alcançá-lo: é preciso acompanhar também a orientação do robô. A atividade oferece condições para analisar o pensamento algorítmico pela organização de ações precisas, enquanto a abstração envolve selecionar as informações indispensáveis à execução, como posição, orientação e unidade de deslocamento. A interpretação articula-se à importância atribuída por Wing (2006) à escolha de representações e à organização dos problemas mediante conceitos computacionais.

Na segunda atividade, a ordem A→C→B→D e a restrição de cruzamentos tornam interdependentes as decisões no planejamento dos trechos. Cada trecho planejado ocupa posições da malha que precisam ser consideradas no planejamento dos seguintes, e a orientação de chegada condiciona a orientação aos comandos de continuidade. A exigência adicional consiste em examinar as consequências de uma escolha para o percurso completo. Os desvios e as revisões constituem possibilidades dependentes da configuração e da estratégia adotada, e não resultados necessários de toda resolução.

Essa interdependência permite aprofundar a relação entre decomposição e recomposição. Ao dividir o problema, os estudantes precisam preservar as condições que vinculam suas partes; ao reunir os trechos, devem verificar se essas condições continuam atendidas. No âmbito matemático, isso exige coordenar localização, medidas e orientação espacial. A comparação de trajetos válidos entre os estudantes permite introduzir uma análise de

otimização, mediante critérios explicitados, como reduzir a distância percorrida ou a quantidade de giros, mantendo as restrições do problema. Essa possibilidade aproxima-se da atenção de Wing (2006) à eficiência das soluções e aos recursos necessários à sua execução. No âmbito do PC, a tarefa oferece oportunidades para organizar subproblemas, acompanhar informações e revisar procedimentos diante de incompatibilidades. A avaliação e o aperfeiçoamento das sequências elaboradas relacionam-se, ainda, às práticas de testagem, depuração e desenvolvimento iterativo discutidas por Brennan e Resnick (2012).

Na terceira atividade, a validade passa a depender da cobertura integral de uma rede fixa. Para o grafo com as ligações AB, AG, BC, CD, CE, CG, DE, EG, EF e FG, os vértices A, B, D e F possuem grau dois, enquanto C, E e G possuem grau quatro. Como a rede é conexa e todos os graus são pares, existe um circuito euleriano (Gersting, 2003). Entretanto, reconhecer sua existência não determina automaticamente uma sequência válida. É necessário acompanhar a estação atual e as arestas ainda disponíveis. Por exemplo, a tentativa A→B→C→G→A retorna à partida, mas utiliza somente quatro das dez ligações e esgota as possibilidades de saída de A. Esse caso demonstra que o retorno ao início, isoladamente, não comprova a resolução do problema.

A análise da rede permite distinguir três resultados: a existência de uma solução, a validade de uma sequência e a completude de uma busca. A existência é sustentada pelas propriedades do grafo; a validade de uma sequência é verificada pela utilização única das dez arestas e pelo retorno à estação inicial; a completude exige demonstrar que todas as possibilidades previstas pelo critério de contagem foram examinadas. A justificativa da completude requer mais que a apresentação dessas quantidades. É necessário organizar as escolhas e examinar todas as continuações que utilizam apenas arestas ainda disponíveis, registrando as tentativas que não completam o circuito. Uma árvore de possibilidades ou um registro equivalente permite acompanhar as ramificações e os motivos de descarte. Essa organização aproxima a enumeração matemática da elaboração de um procedimento sistemático de busca. Para constituir uma exigência da atividade, entretanto, a investigação das alternativas e o critério de equivalência precisam estar explicitamente previstos nas questões dirigidas aos estudantes.

A mediação docente participa da ampliação dessas exigências ao solicitar previsões, comparações e justificativas. Perguntas sobre a orientação após um giro, a continuidade de um trecho ou a abrangência de uma busca podem favorecer a explicitação das relações consideradas na resolução.

Contudo, o registro de comandos não constitui, isoladamente, evidência de pensamento algorítmico, assim como uma correção não demonstra necessariamente uma depuração fundamentada. A interpretação depende das razões apresentadas para organizar, modificar e validar os procedimentos.

Os resultados desta etapa dizem respeito às propriedades das tarefas, às soluções matematicamente verificadas e às oportunidades de articulação entre Matemática e PC identificadas prospectivamente. Não permitem afirmar que os estudantes mobilizarão essas habilidades nem que a dificuldade aumentará da mesma maneira para todos. A realização das atividades depende de conhecimentos prévios sobre coordenadas, medidas, orientação e leitura das representações. Além disso, a sequência de estações da atividade 3 expressa uma solução no nível da rede; sua conversão em avanços e giros requer informações geométricas adicionais.

CONCLUSÃO

A análise realizada indica que o planejamento de trajetos pode articular conhecimentos matemáticos e habilidades do Pensamento Computacional quando a resolução exige relacionar representações, explicitar procedimentos e justificar decisões. A contribuição do estudo está em mostrar como alterações nas condições das tarefas modificam as informações que precisam ser acompanhadas e os critérios utilizados para avaliar as soluções. A progressão proposta permite ampliar o trabalho com percursos para questões de compatibilidade entre decisões, eficiência dos procedimentos e organização de alternativas, oferecendo referências para o planejamento de situações de ensino nos anos finais do Ensino Fundamental.

Um resultado dessa análise é a distinção entre obter e comunicar uma solução, justificando sua validade e eficiência. Essas exigências demandam argumentos diferentes, pois uma execução bem-sucedida não explica, por si só, por que o procedimento funciona, assim como a verificação de uma solução não assegura que ela seja a melhor solução. Essa distinção permite aproximar a argumentação matemática da sistematização de procedimentos computacionais e orienta a formulação de questões que ampliem a reflexão dos estudantes sobre suas próprias estratégias.

O estudo oferece, assim, critérios para analisar tarefas e suas possibilidades de mediação, relacionando cada interpretação às condições do problema. Seu alcance permanece limitado à elaboração e à análise prospectiva da sequência, sem evidências de aprendizagem ou de desenvolvimento efetivo das habilidades consideradas. A aplicação futura deverá examinar como os

estudantes compreendem as restrições, sustentam suas justificativas e reorganizam os procedimentos. A posterior execução com o robô Otto permitirá investigar também a passagem das representações para os movimentos físicos, considerando as adaptações necessárias para que o recurso contribua para os objetivos matemáticos e computacionais definidos.

DECLARAÇÃO DE CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Para investigação realizada, AIRH adaptou e customizou a versão do robô Otto e AIRH E EJP desenvolveram as atividades da sequência didática.

DECLARAÇÃO DE DISPONIBILIDADE DE DADOS

Por ser uma pesquisa teórica não há dados armazenados.

USO DE IA

A ferramenta de inteligência artificial generativa ChatGPT, da OpenAI, foi utilizada como apoio à revisão linguística, à formulação e reformulação de trechos textuais. O Gemini foi utilizado para geração de gráficos e imagens devidamente identificados no texto. As sugestões foram examinadas pelos autores, responsáveis pela verificação das informações, pela fundamentação teórica, pelo desenvolvimento da sequência didática com três tarefas e pela validação matemática das atividades e pela versão final do artigo.

REFERÊNCIAS

Brackmann, C. P. (2017). *Desenvolvimento do pensamento computacional através de atividades desplugadas na educação básica* [Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul]. Lume. https://hdl.handle.net/10183/172208

Brasil. Ministério da Educação. (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. https://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf

Brasil. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. (2022). *Computação na educação básica: Complemento à BNCC*. https://www.gov.br/mec/pt-br/escolas-conectadas/arquivos/BNCCComputaoCompletodiagramado.pdf

Brender, J., El-Hamamsy, L., Bruno, B., Chessel-Lazzarotto, F., Dehler Zufferey, J., & Mondada, F. (2021). Investigating the role of

educational robotics in formal mathematics education: The case of geometry for 15-year-old students. In T. De Laet, R. Klemke, C. Alario-Hoyos, I. Hilliger, & A. Ortega-Arranz (Eds.), *Technology-enhanced learning for a free, safe, and sustainable world* (pp. 67–81). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86436-1_6

Brennan, K., & Resnick, M. (2012). *New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking* [Trabalho apresentado em congresso]. Annual Meeting of the American Educational Research Association, Vancouver, Canadá. https://scratched.gse.harvard.edu/ct/files/AERA2012.pdf

Filatro, A. (2008). *Design instrucional na prática*. Pearson Education do Brasil.

Filatro, A., & Piconez, S. C. B. (2004). Design instrucional contextualizado. In *Anais do 11º Congresso Internacional de Educação a Distância*. Associação Brasileira de Educação a Distância. https://www.abed.org.br/hotsite/11-ciaed/por/pdf/049-TC-B2.pdf

Groenwald, C. L. O., & Llinares, S. (2019). Competencia docente de observar con sentido situaciones de enseñanza. *Paradigma, 40*(Número extraordinário 1), 29–46. https://revistaparadigma.com.br/index.php/paradigma/article/view/740

Gersting, J. L. (2003). *Fundamentos matemáticos para a ciência da computação: Um tratamento moderno de matemática discreta*. LTC.

Homa, A. I. R. (2026). Pensamiento computacional y resolución de problemas en la educación matemática: Contribuciones de las tecnologías digitales. *Uni-Pluriversidad, 26*(1), 1–21. https://doi.org/10.17533/udea.unipluri.364566

HP Robots. (2026-a). *Otto: A modular STEAM robotics platform for classrooms and home*. https://hprobots.com/

HP Robots. (2026-b). *Otto robot*. https://hprobots.com/otto-robot/product/

Hutchins, N., Darrah, T., Zare, H., & Biswas, G. (2018). A DSML for a robotics environment to support synergistic learning of CT and geometry. In *Proceedings of the International Conference on Computational Thinking Education 2018* (pp. 77–82). The Education University of Hong Kong. https://par.nsf.gov/servlets/purl/10072963

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2019). *OECD Learning Compass 2030: A series of concept notes*. https://www.oecd.org/education/2030-project/

Otto DIY. (2017-a). *How Otto was born?—And why he's called Otto*. https://www.ottodiy.com/blog/story

Otto DIY. (2024-b). *The journey of Otto to HP*. https://www.ottodiy.com/blog/the-journey-of-otto-to-hp

Penalva, M. C., & Llinares, S. (2011). Tareas matemáticas en la educación secundaria. In J. M. Goñi (Ed.), *Didáctica de las matemáticas* (pp. 27–51). Graó.

Pólya, G. (2006). *A arte de resolver problemas: Um novo aspecto do método matemático* (H. L. de Araújo, Trad.). Interciência.

Ponte, J. P. (2010). Explorar e investigar em Matemática: Uma actividade fundamental no ensino e na aprendizagem. *Unión: Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, (21), 13–30. https://www.revistaunion.org/index.php/UNION/article/view/1034

Qin, C., Liu, Y., & Zhang, H. (2023). Scratch versus LEGO robots: Which engages undergraduates more in programming education? *Journal of Computer Assisted Learning, 39*(3), 935–953. https://doi.org/10.1111/jcal.12778

Schneuwly, B., & Dolz, J. (2004). *Gêneros orais e escritos na escola* (R. Rojo & G. S. Cordeiro, Orgs. e Trads.). Mercado de Letras.

Scratch Foundation. (s.d.). *Create a maze game*. https://www.scratchfoundation.org/learn/learning-library/create-maze-game

Selby, C., & Woollard, J. (2014). *Refining an understanding of computational thinking*. University of Southampton. https://eprints.soton.ac.uk/372410/

Smith, M. S., & Stein, M. K. (1998). Selecting and creating mathematical tasks: From research to practice. *Mathematics Teaching in the Middle School, 3*(5), 344–350. https://doi.org/10.5951/MTMS.3.5.0344

Stein, M. K., Grover, B. W., & Henningsen, M. (1996). Building student capacity for mathematical thinking and reasoning: An analysis of mathematical tasks used in reform classrooms. *American Educational Research Journal, 33*(2), 455–488. https://doi.org/10.3102/00028312033002455

Stein, M. K., & Smith, M. S. (1998). Mathematical tasks as a framework for reflection: From research to practice. *Mathematics Teaching in the Middle School, 3*(4), 268–275. https://doi.org/10.5951/MTMS.3.4.0268

Turgut, M., Kohanová, I., Clark-Wilson, A., Svinvik, S. V., & Lien, Ø. H. (2026). Introducing sequencing practices: A five-category task-level progression framework for computational thinking in primary mathematics. *Digital Experiences in Mathematics Education*. Advance online publication. https://doi.org/10.1007/s40751-026-00196-1

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM, 49*(3), 33–35. https://doi.org/10.1145/1118178.1118215

Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 366*(1881), 3717–3725. https://doi.org/10.1098/rsta.2008.0118

Zabala, A. (1998). *A prática educativa: Como ensinar*. Artmed.

Žáček, M. (2026). Repurposing simple educational robots for secondary schools. *TechTrends, 70*, 1072–1081. https://doi.org/10.1007/s11528-026-01216-y