Rematec
Revista Matemática, Ensino e Cultura

e-ISSN: 2675-1909 | ISSN: 1980-3141
N. 48, e2024003
10.37084/REMATEC.1980-3141.2024.n48.e2024003.id590

Contributos do GeoGebra para exploração do Pensamento Computacional no contexto da Geometria

Contributions of GeoGebra to the exploration of Computational Thinking in the context of Geometry

Contribuciones de GeoGebra a la exploración del Pensamiento Computacional en el contexto de la Geometría

Celina Aparecida Almeida Pereira Abar[1]

Marcio Vieira de Almeida[2]

RESUMO

O termo pensamento computacional (PC) traz uma nova abordagem na área da ciência cognitiva com a premissa de que a inserção dos conceitos da Ciência da Computação na educação básica desenvolve uma habilidade de abstração diferente, que ajuda as crianças na resolução de problemas em todas as áreas da vida, não apenas no uso de computadores ou para futuros cientistas da computação. A educação em inteligência artificial (IA) requer cultivar o PC dos alunos no currículo escolar, de modo a transferir suas habilidades a problemas autênticos. Tem-se como proposta desenvolver habilidades do Pensamento Computacional, por meio de atividades com os comandos do GeoGebra. A opção foi por uma metodologia qualitativa na qual surgiram relatos das experiências, nas diferentes etapas previstas e relacionadas com a formação de professores de Matemática. Espera-se que a proposta tenha reflexos positivos na prática docente, considerando as habilidades do PC e sua relação com a IA.
Palavras-chave: Educação matemática; Pensamento computacional; Inteligência artificial; GeoGebra.

ABSTRACT

The term computational thinking (CP) brings a new approach in the area of cognitive science with the premise that the insertion of Computer Science concepts in basic education develops a different abstraction ability, which helps children in solving problems in all areas of life, not only in the use of computers or for future computer scientists. Artificial intelligence (AI) education requires cultivating students' CP in the school curriculum so as to transfer their skills to authentic problems. Its purpose is to develop Computational Thinking skills through activities with GeoGebra commands. The option was for a qualitative methodology in which reports of the experiences emerged, in the different stages foreseen and related to the training of Mathematics teachers. It is expected that the proposal will have positive repercussions on teaching practice, considering the skills of the CP and its relationship with AI.
Keywords: Mathematics education; Computational thinking; Artificial intelligence; GeoGebra.

RESUMEN

El término pensamiento computacional (PC) aporta un nuevo enfoque en el área de la ciencia cognitiva con la premisa de que la inserción de conceptos de Ciencias de la Computación en la educación básica desarrolla una capacidad de abstracción diferente, que ayuda a los niños en la resolución de problemas en todas las áreas de la vida, no solo en el uso de computadoras o para futuros informáticos. La educación en inteligencia artificial (IA) requiere cultivar la PC de los estudiantes en el currículo escolar para transferir sus habilidades a problemas auténticos. Su propósito es desarrollar habilidades de Pensamiento Computacional a través de actividades con comandos de GeoGebra. Se optó por una metodología cualitativa en la que surgieran relatos de las experiencias, en las diferentes etapas previstas y relacionadas con la formación de los docentes de Matemáticas. Se espera que la propuesta tenga repercusiones positivas en la práctica docente, considerando las competencias del PC y su relación con la IA.
Palabras clave: Educación matemática; Pensamiento computacional; Inteligencia artificial; GeoGebra.

1 Doutora em Matemática pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Professora Titular no Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática da PUC-SP, São Paulo, SP, Brasil. Av. Dr. Altino Arantes, 958, apto 193, Vila Clementino, São Paulo, SP, Brasil, CEP: 04042-004. E-mail: abarcaap@pucsp.br

2 Doutor em Educação Matemática pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Professor Visitante atuando no Mestrado Profissional em Matemática em Rede (PROFMAT) no IFSP, São Paulo, SP, Brasil. Endereço para correspondência: Rua Pedro Vicente, 625, Pari, São Paulo, SP, Brasil, CEP: 01109-010. E-mail: almeida.marcio@ifsp.edu.br

CC BY NC ND OPEN ACCESS iThenticate
Artigo analisado usando o software de similitude de texto iThenticate da Turnitin por meio do serviço *Similarity Check* Crossref.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Um documento da UNESCO (2023) sobre *Programming and Coding Skills in Latin America* apresenta um artigo "*Paper commissioned for the 2023 Global Education Monitoring Report, Technology in Education*", de María Florencia Ripani e Diego Vazquez-Brust, que oferece uma revisão sobre as abordagens globais para a introdução da programação e competências de codificação nos currículos nacionais de educação, com base em pesquisa documental.

Os autores afirmam que a evolução em direção à competência digital está intimamente ligada ao desenvolvimento de habilidades de programação, codificação e pensamento computacional (PC), e que essas habilidades são necessárias para que os indivíduos participem efetivamente na vida cotidiana, no trabalho e, como cidadãos, em uma sociedade que considera o conhecimento como um ativo fundamental. Eles exemplificam que, entre os países da América Latina o Chile é o que possui uma plataforma *online* com recursos de pensamento computacional e programação para cada ano escolar do ensino fundamental e médio, associados ao currículo nacional de tecnologia e trajetórias de ensino.

O termo pensamento computacional traz uma nova abordagem na área da ciência cognitiva com a premissa de que a inserção dos conceitos da Ciência da Computação na educação básica desenvolve uma habilidade de abstração diferente, que ajuda as crianças na resolução de problemas em todas as áreas da vida, não apenas no uso de computadores ou para futuros cientistas da computação.

Como abrange uma gama de habilidades de pensamento específicas para resolução de problemas, o pensamento computacional pode incluir a abstração, a decomposição, a avaliação, o reconhecimento de padrões, a lógica e o design de algoritmos. Considerar exatamente o que se inclui no pensamento computacional tem sido um tema debatido e este texto levará em conta que, para cada um de seus elementos, como a aprendizagem desses conceitos e práticas, eles podem ser desenvolvidos em geometria com o uso do GeoGebra.

Muitos países tomaram medidas para disponibilizar o Pensamento Computacional (PC) no currículo escolar (BOCCONI *et al.*, 2016; GADANIDIS *et al.*, (2017) para preparar seus professores em serviço e em formação com conhecimentos e habilidades de PC. O Ministério da Educação, Cultura, Pesquisa e Tecnologia da Indonésia também seguiu o movimento e desenvolveu a disciplina escolar de ciência da computação, que não estava disponível anteriormente e os alunos desenvolveram o PC a partir dessa disciplina. Wing (2006) argumenta que o PC pode ser desenvolvido em outros cursos e não apenas em cursos de ciência da computação.

Pesquisas apontam que habilidades do PC são estimuladas a partir da adoção de diferentes estratégias e, especificamente na área de Matemática, apresenta-se como um desafio para os professores, com a aprovação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) no Brasil.

As habilidades do pensamento computacional desempenham um papel importante na compreensão e na resolução de problemas matemáticos. Algumas das habilidades do pensamento computacional, segundo Grover e Pea (2013), que são particularmente relevantes para a compreensão da matemática, incluem:

Decomposição: É a habilidade de dividir um problema complexo em partes menores e mais gerenciáveis. Na matemática, isso se relaciona com a capacidade de dividir um problema em etapas menores e identificar padrões ou relações entre essas partes.

Abstração: Refere-se à capacidade de identificar os aspectos essenciais de um problema, ignorando detalhes irrelevantes. Na matemática, a abstração é essencial para extrair conceitos-chave de situações ou problemas específicos.

Reconhecimento de padrões: Envolve a habilidade de identificar regularidades ou tendências em dados ou situações. Na matemática, reconhecer padrões é fundamental para entender relações matemáticas e desenvolver generalizações.

Algoritmos: São sequências de passos ordenados que levam a uma solução para um problema específico. Na matemática, a capacidade de criar e seguir algoritmos é essencial para resolver problemas e executar cálculos de maneira sistemática.

Abordagem sistemática de problemas: Refere-se à capacidade de pensar de forma lógica e organizada para resolver problemas. Na matemática, uma abordagem sistemática é crucial para identificar e aplicar estratégias apropriadas de resolução de problemas.

Modelagem: É a habilidade de representar problemas ou situações da vida real em termos matemáticos, criando modelos que podem ser analisados e resolvidos. A modelagem matemática é uma aplicação prática do pensamento computacional.

Pensamento lógico: Envolve a capacidade de raciocinar de forma lógica e dedutiva, usando premissas para chegar a conclusões válidas. A matemática é uma disciplina altamente baseada na lógica.

Pensamento criativo: Embora a matemática envolva lógica, também requer criatividade na busca de soluções inovadoras para problemas complexos.

Essas habilidades do pensamento computacional não apenas ajudam os alunos a compreender a matemática de maneira mais profunda, mas também melhoram suas habilidades de resolução de problemas e suas capacidades de transferir conceitos matemáticos para outras áreas e situações da vida. Integrar o pensamento computacional no ensino de matemática pode aprimorar o aprendizado dos alunos e capacitá-los a enfrentar desafios matemáticos e do mundo real de forma mais eficaz.

No contexto do PC existem vários teóricos da educação matemática que podem contribuir para o estudo do desenvolvimento de habilidades do pensamento computacional no contexto da matemática, como:

Seymour Papert (1928 – 2016) foi um pioneiro no campo da educação e tecnologia. Ele desenvolveu a linguagem de programação LOGO e defendeu o uso de computadores como ferramentas poderosas para a aprendizagem matemática. Seymour Papert parece ser o primeiro a utilizar a expressão "pensamento computacional" em um texto impresso (PAPERT, 1980, p. 182). A abordagem de Papert enfatiza o construcionismo e entende que a programação é uma ferramenta interdisciplinar para aprender outras disciplinas, e que apenas um envolvimento social e afetivo do aluno na construção de um artefato computacional

tornará a programação efetiva. Além disso, Lodi e Martini (2021) indicam que, para Papert, a programação poderia ser usada para criar artefatos que ajudassem os alunos a aprender sobre outras disciplinas, como matemática, ciências e arte, como apresentado neste artigo, considerando o estudo de transformações isométricas para o desenvolvimento de mosaicos.

Jeanette Wing (2006), uma cientista da computação que cunhou o termo "pensamento computacional" e destacou sua importância na resolução de problemas em diversas áreas, incluindo a matemática. Suas ideias influenciaram o surgimento de abordagens que buscam integrar o pensamento computacional no ensino da matemática. Segundo Lodi e Martini (2021) um dos objetivos do PC na perspectiva de Wing é ensinar conceitos básicos de Ciência da Computação, fundamentais para a compreensão e participação em uma sociedade digital. O foco está em ensinar ideias centrais da ciência da computação e não apenas detalhes técnicos, a fim de auxiliar estudantes a compreender e agir no mundo digital.

Lodi e Martini (2021) ressaltam a existência de similaridades entre as formulações de Pensamento Computacional de Papert e Wing. Ambos concordam que o PC é uma maneira de pensar, ou processo de pensamento, para um tipo específico de resolução de problemas que envolve um agente externo para automatizar a execução de determinada tarefa.

No entanto, eles têm diferentes nuances em seu significado. O PC defendido por Papert enfatiza a importância do envolvimento social e afetivo dos alunos nos conteúdos técnicos para tornar a programação uma ferramenta interdisciplinar para o aprendizado de outras disciplinas. Por outro lado, o PC apresentado por Wing sublinha a centralidade da ciência da computação, sendo o PC o substrato das competências técnicas e uma lente para a compreensão do tecido algorítmico do mundo de hoje.

Essas duas perspectivas distintas sobre o PC na educação têm influenciado significativamente a maneira como a programação é abordada. Um exemplo desse impacto é a plataforma Scratch, desenvolvida por Mitchel Resnick (2020). Resnick buscou criar uma abordagem de programação que incorporasse aspectos tanto do PC de Papert quanto do PC de Wing.

Mitchel Resnick (2020) é um renomado pesquisador na área de educação e tecnologia, cujo trabalho tem tido um impacto significativo no campo. Ele é o criador da plataforma Scratch, uma ferramenta inovadora de programação visual, que tem como objetivo facilitar o aprendizado da programação de maneira criativa, especialmente para crianças e jovens.

O Scratch proporciona um ambiente amigável e intuitivo, permitindo que os usuários criem projetos interativos, animações e jogos por meio de blocos de programação que podem ser encaixados como peças de um quebra-cabeça. Essa abordagem simplificada torna a programação mais acessível, mesmo para aqueles que ainda não possuem um profundo conhecimento em linguagens de programação tradicionais.

A relevância do uso de ferramentas como o Scratch e o GeoGebra vai além do simples aprendizado de programação. Elas têm o potencial de desenvolver habilidades de pensamento computacional, que são essenciais em um mundo cada vez mais digital e tecnológico.

Portanto, a contribuição de Mitchel Resnick com o Scratch e o conceito de pensamento computacional tem implicações profundas na educação, pois não apenas ajudam a promover a alfabetização digital, mas também colaboram indiretamente no desenvolvimento de competências matemáticas e na formação de indivíduos mais preparados para lidar com os desafios da era digital.

Alan Schoenfeld também pode ser mencionado nesta área, pois seu trabalho se concentra no pensamento matemático e na resolução de problemas. O pensamento computacional envolve a abordagem de problemas de maneira sistemática e lógica, e as pesquisas de Schoenfeld podem oferecer insights sobre como essas habilidades podem ser desenvolvidas no contexto da matemática.

Yasmin Kafai (1999) é uma pesquisadora que se concentra na intersecção entre a tecnologia e a educação. Seu trabalho examina como os ambientes de aprendizagem baseados em tecnologia, como jogos e simulações, podem promover o pensamento computacional e a aprendizagem matemática.

Paul Drijvers (2018), teórico que tem contribuído para a área de educação matemática com foco na integração do pensamento computacional no ensino de matemática. Ele explora como a programação e a resolução de problemas computacionais podem ser usadas para aprofundar a compreensão de conceitos matemáticos.

Roman Hašek (2022) em seu artigo apresenta exemplos da geometria, com base em problemas históricos, mostrando procedimentos educacionais específicos utilizando o ambiente de um software, fornecendo aos usuários *feedback* que os conduz em seu trabalho criativo independente. O resultado pode ser tanto um modelo geométrico dinâmico do respectivo fenômeno como, se for viável, um modelo físico.

Em Abar *et al.*. (2022, 2023) os autores apresentam o contexto do desenvolvimento de um projeto com um grupo de professores de países de língua portuguesa, no Brasil, Portugal, Cabo Verde e Angola para refletir sobre o tema deste estudo. O artigo descreve alguns dos resultados obtidos com a participação portuguesa neste projeto e reflete a possibilidade de desenvolvimentos do Pensamento Computacional nas escolas de ensino fundamental. Os resultados, que são os recursos desenvolvidos pelos participantes, incluem o uso de diferentes *softwares* para trabalhar conteúdos matemáticos e pensamento computacional no currículo, com alunos de diferentes níveis de ensino.

Esses teóricos oferecem perspectivas valiosas sobre como o pensamento computacional pode ser desenvolvido e integrado ao ensino da matemática. Suas pesquisas podem fornecer *insights* sobre a criação de abordagens pedagógicas eficazes que promovam a aquisição de habilidades de pensamento computacional enquanto aprimoram a compreensão e a aplicação de conceitos matemáticos. O pensamento computacional envolve a capacidade de resolver problemas de forma estruturada, decompor desafios complexos em etapas menores, reconhecer padrões e criar algoritmos eficientes para chegar a soluções. Essas habilidades não apenas estão relacionadas à programação, mas também têm aplicações em diversas áreas, incluindo a matemática.

Uma abordagem possível para desenvolver o Pensamento Computacional por meio de atividades são as que exploram os comandos do GeoGebra (Jarvis *et al.*, 2011), um *software* interativo de geometria, álgebra, estatística e cálculo, destinado ao aprendizado e ensino de matemática e ciências desde o ensino fundamental.

CONTRIBUTOS DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL E GEOGEBRA

Existem alguns estudos que usaram o GeoGebra para integrar o PC nas aulas de matemática, como em Van Borkulo *et al.*. (2021) e Ye *et al.*. (2023). Van Borkulo *et al.*. (2021) descobriram que o GeoGebra poderia suportar o pensamento algorítmico e os aspectos de generalização do PC. Ye *et al.*. (2023) realizaram uma sistemática revisão da literatura sobre a integração do PC na educação matemática, com foco no ensino de matemática baseado em PC e a aprendizagem dos alunos sob tal orientação.

Assim, a proposta deste estudo é apresentar como o GeoGebra pode apoiar a matemática, em especial a geometria, no contexto do PC. Também se espera que a introdução do pensamento computacional, por meio de atividades com o GeoGebra, apresentados neste texto, possa influenciar efetivamente a compreensão dos professores sobre o tema e tenha reflexos positivos em sua prática docente, considerando os conceitos e práticas do pensamento computacional e sua relação com a IA. Pode-se considerar a questão: quais habilidades do Pensamento Computacional que podem ser desenvolvidas com o GeoGebra?

Como o PC é relativamente novo na educação, para ser implementado com sucesso, os professores de matemática precisam de apoio com atividades exemplares de integração do PC nas aulas de matemática. Assim, o objetivo é apresentar propostas de atividades de matemática, explorando habilidades do PC com apoio do *software* GeoGebra, por meio de seus comandos, para alunos da escola básica.

O professor pode explorar diversos conteúdos matemáticos dado que o GeoGebra facilita a visualização, interpretação, raciocínio e comunicação durante o desenvolvimento das atividades, despertando nos estudantes senso de investigação, criatividade e curiosidade, além de estimular habilidades do Pensamento Computacional.

O GeoGebra é uma ferramenta poderosa que pode ser usada para desenvolver várias habilidades do pensamento computacional enquanto explora conceitos matemáticos. Pode-se exemplificar, no contexto do PC (Pensamento Computacional), o apoio à aprendizagem interdisciplinar dos alunos e a avaliação do seu desenvolvimento, por meio de algumas atividades com a utilização do GeoGebra, com base nas habilidades indicadas por Grover e Pea (2013), que neste texto foram consideradas, como segue:

Decomposição: Explorando Transformações Geométricas. Descrição: Pedir aos alunos para criar uma figura geométrica complexa no GeoGebra e, em seguida, decompor essa figura em transformações geométricas mais simples, como translações, rotações e reflexões. Eles devem identificar cada etapa da decomposição e observar como as transformações individuais se combinam para formar a figura original.

Abstração: Generalizando Padrões Numéricos. Descrição: Mostrar aos alunos uma sequência numérica no GeoGebra e pedir-lhes para encontrar um padrão subjacente. Eles devem abstrair essa regra e usar o padrão para prever os próximos termos da sequência.

Reconhecimento de padrões: Investigando Sequências Geométricas. Descrição: Os alunos podem criar sequências geométricas no GeoGebra e observar como os termos se relacionam entre si. Eles devem reconhecer o fator comum multiplicativo que gera a sequência e usar essa informação para estender a sequência.

Algoritmos: Construindo um Algoritmo de Busca. Descrição: Dar aos alunos um problema de busca, como encontrar a intersecção de duas retas no GeoGebra. Eles devem desenvolver um algoritmo passo a passo para resolver o problema, usando as ferramentas e comandos disponíveis no software.

Abordagem sistemática de problemas: Resolvendo Problemas de Geometria. Descrição: Apresentar aos alunos problemas de geometria envolvendo ângulos, áreas ou distâncias no GeoGebra. Eles devem seguir uma abordagem sistemática para identificar as informações dadas, selecionar as ferramentas apropriadas e chegar a uma solução.

Modelagem: Modelando Crescimento Populacional. Descrição: Os alunos podem criar um modelo de crescimento populacional usando funções no GeoGebra. Eles devem ajustar os parâmetros da função para representar diferentes cenários e analisar as implicações do modelo.

Pensamento lógico: Resolvendo Quebra-Cabeças Lógicos. Descrição: Apresentar aos alunos quebra-cabeças lógicos no GeoGebra, onde eles devem deduzir informações a partir das relações dadas. Eles devem usar a lógica para resolver o quebra-cabeça e encontrar uma solução válida.

Pensamento criativo: Criando Arte Matemática. Descrição: Pedir aos alunos para criar composições artísticas usando ferramentas geométricas e funções no GeoGebra. Eles devem explorar diferentes ideias e abordagens criativas para expressar conceitos matemáticos visualmente.

Entre pesquisas que envolvem o pensamento computacional e GeoGebra pode-se citar Barbosa e Silva (2019). Os autores têm como objetivo, no estudo, investigar como estudantes de graduação em matemática exploram a Geometria Fractal utilizando o *software* GeoGebra. Especificamente são explorados aspectos concernentes ao Pensamento Computacional, os quais foram qualitativamente analisados em termos de habilidades a partir da realização de sessões de experimento de ensino com uma dupla de estudantes.

Durante a construção do Triângulo de Sierpinski, os estudantes desenvolveram habilidades, como coleta, análise e representação de dados, abstração, criação de algoritmo e automatização, decomposição do problema, simulação e paralelização. Essas habilidades foram significativas para que os estudantes compreendessem um algoritmo criado referente à construção que haviam realizado.

De acordo com o texto, o *software* GeoGebra pode ser utilizado para explorar Geometria Fractal devido à sua capacidade de criar construções dinâmicas e interativas. Na Ge-

ometria Fractal, a interação com o computador é de suma importância, tendo em vista que muitos fractais são gerados a partir de funções iterativas ou por uma relação de recorrência. O GeoGebra é considerado uma mídia relevante no ensino e aprendizagem de fractais.

Outro estudo de Moita e Viana (2019) identifica algumas conexões entre o ensino e a aprendizagem da Geometria e o desenvolvimento do Pensamento Computacional.

Os autores salientam que o desenvolvimento do pensamento computacional pode ajudar no ensino da Geometria ao possibilitar a exploração de conteúdos que, aparentemente, não seriam compreendidos pelos alunos das séries iniciais da escola básica. Isso porque o uso de ferramentas computacionais pode permitir a associação de muitos outros tipos de pensamento, além da linguagem de programação específica para manipular objetos geométricos. Eles destacam que atividades que promovem o desenvolvimento do pensamento computacional podem ser utilizadas para promover a aprendizagem da Geometria.

Os autores destacam que foram identificadas algumas habilidades do pensamento computacional que se relacionam com o conhecimento geométrico, como a decomposição, que envolve a capacidade de dividir um problema em partes menores e mais gerenciáveis, a abstração, que envolve a capacidade de identificar os aspectos mais importantes de um problema e ignorar os detalhes irrelevantes, e a criação de algoritmos, que envolve a capacidade de desenvolver uma sequência de etapas para resolver um problema. Destacam, também, que o contato com as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) pode estabelecer diversas conexões entre o PC e a Geometria, de modo a impulsionar e a motivar os estudantes a aprenderem.

Considera-se, deste modo, que propostas de atividades, segundo Narciss (2008), devem atender ao duplo objetivo de desenvolver uma compreensão sobre habilidades do PC, como base para a IA envolvendo conteúdo da matemática e uma compreensão de como os professores realizam experiências de sala de aula que possam promover a aprendizagem da matemática.

AS TRANSFORMAÇÕES ISOMÉTRICAS E AS CELOSÍAS

É possível abordar Geometria envolvendo inúmeros aspectos da vida cultural de um povo por meio dos sentidos visuais e estéticos. Aprender e ensinar Geometria permite que professores e alunos se envolvam com outras áreas, sejam elas da própria Matemática ou de outras áreas do conhecimento, e possam ser motivados para explorá-las, como no caso das transformações geométricas.

Sobre o ensino de Geometria, Jones (2002) argumenta que "ensinar bem geometria envolve saber reconhecer problemas e teoremas geométricos interessantes, apreciar a história e o contexto cultural da Geometria e entender os muitos e variados usos para os quais a geometria está inserida". (p. 122, tradução nossa).

Além disso, Jones (2002) indica que, com a exploração da Geometria, é possível desenvolver competências relacionadas à visualização, pensamento crítico, intuição, perspectiva, solução de problemas, formulação de conjecturas, raciocínio dedutivo, argumentação lógica e validação. As representações geométricas têm a capacidade de servir como ferra-

mentas auxiliares para a compreensão de outras disciplinas matemáticas, como a relação com frações e multiplicação na aritmética, as interconexões presentes nos gráficos de funções (sejam elas de duas ou três variáveis) e a interpretação gráfica de informações estatísticas. Além de seu papel central na matemática, a habilidade de raciocínio espacial transcende para diversas áreas do currículo, abrangendo disciplinas como as ciências, geografia, arte, design e tecnologia. A exploração prática por meio de ferramentas e materiais concretos também emerge como um facilitador no desenvolvimento das destrezas motoras precisas (JONES, 2002).

Entende-se como possibilidade o desenvolvimento de habilidades relacionadas ao ensino de Geometria por meio da execução de técnicas artísticas e reflexões sobre produtos e ações por meio de comandos e das ferramentas de transformações isométricas existentes no *software* GeoGebra no contexto STEAM, um acrônimo em língua inglesa para Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática, inspiradas na Matemática para a criação de mosaicos.

Como o foco é o desenvolvimento de mosaicos, será apresentado o conceito de transformações isométricas. Elas são transformações geométricas que preservam as distâncias e os ângulos entre pontos, seja no plano ou no espaço euclidiano.

As principais transformações isométricas são: Translação: Move todos os pontos de uma figura em uma direção e distância específicas, sem alterar suas orientações ou formas; Rotação: Gira uma figura em torno de um ponto fixo (chamado de centro de rotação) por um certo ângulo. Isso mantém as distâncias e os ângulos entre os pontos; Reflexão: Inverte a posição dos pontos de uma figura em relação a uma linha (ou plano) de reflexão. As distâncias e os ângulos são preservados.

Outras podem ser obtidas por meio de composições das transformações isométricas citadas. Assim, entende-se que a exploração desse conceito permite o estabelecimento de conexões entre a Matemática e outras áreas do conhecimento, em particular, as Artes.

Os mosaicos são pavimentações formadas com figuras que podem cobrir o plano ou uma parte do plano. Elas podem ser observadas em manifestações artísticas da Humanidade. Alguns mosaicos podem ser observados no revestimento de tetos, paredes, pisos de templos, objetos de decoração em palácios ou residências modernas, como no conceito de celosía, que será apresentado na próxima seção.

Com esse tipo de atividade é possível capacitar os alunos para identificar as transformações isométricas e verificar, com o uso do GeoGebra, algumas propriedades das mesmas e das figuras transformadas. Permite, por exemplo, a identificação de alguns tipos de pavimentações ou tesselações com padrões de figuras repetidas que cobrem o plano sem "sobreposições" como presentes nas celosías.

As celosías (Figura1) são elementos arquitetônicos presentes em construções espanholas que possuem uma grande variedade de formas e funções, e que são valorizadas por sua beleza e complexidade geométrica. É possível destacar as seguintes características específicas: possuem padrões geométricos, que podem ser simétricos ou assimétricos; são frequentemente usadas como elementos decorativos em janelas, portas e paredes; podem

ser usadas para controlar a entrada de luz e ar em um ambiente; podem ser encontradas em diferentes estilos arquitetônicos, como o mudéjar, o gótico e o barroco.

Figura 1 – Exemplo de um muro composto por celosías

Fonte: https://www.pinterest.com.mx/pin/190980840438683832/

Na próxima seção será apresentada uma experimentação com as atividades propostas.

EXPERIMENTAÇÃO DAS PROPOSTAS DE ATIVIDADES

As atividades foram desenvolvidas, como experimento, por alguns professores de matemática e, segundo Estrela (1990), em um processo de investigação há a existência de cinco etapas de procedimentais essenciais. A primeira etapa trata da recolha de elementos de estrutura que não decorrem da observação direta da investigação. Na etapa dois, estabelece-se o diálogo com os intervenientes mais diretos no estudo. Na etapa três, definem-se os papéis da investigadora e dos professores e respectivas estratégias de intervenção. Na etapa quatro, delineiam-se as linhas orientadoras da formação dos intervenientes e a recolha de dados e, por fim, na quinta, emerge a avaliação, em que se analisam os dados, problematizam-se e analisam-se os processos e os produtos obtidos.

Assim, em cada uma das cinco etapas propostas por Estrela (1990) podem ser incluídas ações de intervenção de forma a aprofundar o estudo como um todo lógico, consistente e coerente.

Na proposta de pesquisa, com professores de matemática, foi considerado um procedimento de modo que, à medida que eles obtinham informação e conheciam melhor o tema em estudo, definiu-se as finalidades, os planos, os tempos e as estratégias de atuação (Bogdan e Biklen,1994). Após a problematização da investigação, com o levantamento de questões, a definição de objetivos e a delimitação da área de intervenção, foram delineadas estratégias de intervenção nesta estrutura.

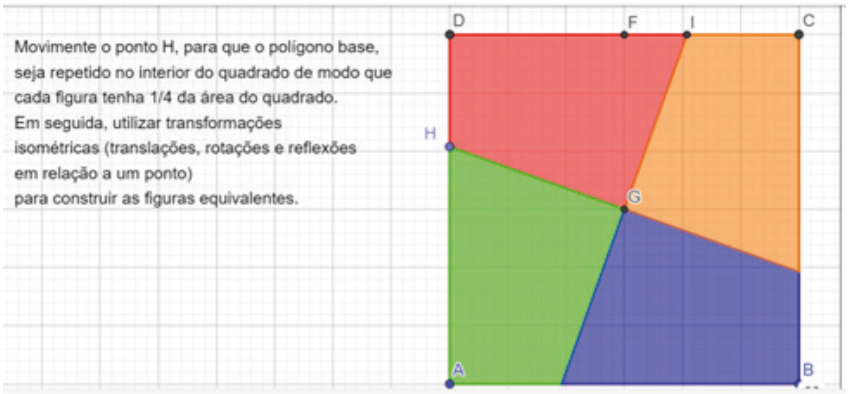
A opção foi por uma metodologia qualitativa na qual surgiram relatos das experiências, nas diferentes etapas de desenvolvimento previstas e relacionadas com a formação de professores, da área da Matemática, tendo como recurso tecnológico o GeoGebra.

Da proposta de atividades a seguir, espera-se que os participantes aprimorem suas habilidades de pensamento computacional enquanto exploram conceitos matemáticos de forma interativa e envolvente. As atividades foram adaptadas de https://www.geogebra.org/m/pcx5kdjg. No entanto, é importante adaptar as atividades às necessidades e ao nível de conhecimento dos participantes, incentivando-os a explorar, refletir e desenvolver seu pensamento matemático e computacional de maneira significativa.

Com o uso do GeoGebra, as atividades foram experimentadas por alguns professores de matemática, que avaliaram e analisaram a viabilidade da proposta e apresentaram exemplos de tentativas de soluções expostas nesse texto.

1. Decomposição: **No GeoGebra, dividir um quadrado em quatro polígonos equivalentes com a mesma área.**

Figura 2 – Exemplo possível de resolução



Fonte: Obtida no GeoGebra.

2. Abstração: **A imagem da Figura 3 é de um bloco de cimento (celosía) existente em casas da Espanha para balcões de varandas ou muros. Poderia a imagem da Figura 3 sugerir a decomposição do quadrado em quatro figuras equivalentes diferentes? Use o GeoGebra para dar a sua resposta.**

Figura 3 – Bloco de cimento existente em casas da Espanha,
Celosía criada por José Luis Muñoz Casado

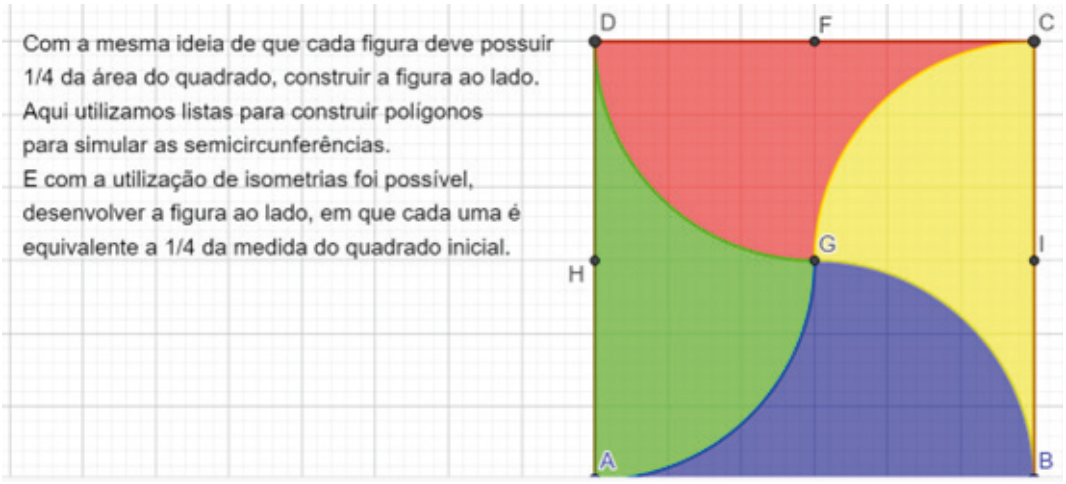
Fonte: Disponível em https://www.geogebra.org/m/pcx5kdjg

Figura 4 – Exemplo possível de resolução

Fonte: Obtida no GeoGebra.

3. Generalização: Haverá uma infinidade de formas diferentes para decompor um quadrado em quatro polígonos equivalentes?

Figura 5 – Exemplo de outra forma com a qual pode ser decomposto o quadrado



Fonte: Obtida no GeoGebra

Figura 6 – Outro exemplo possível de resolução por meio de Integral das funções $f(x)=Se(-1 \leq x \leq 1,\ x\hat{}(3))$ e $g(x)= Se(-1 \leq x \leq 1,\ (-x)\hat{}(((1)/(3))))$

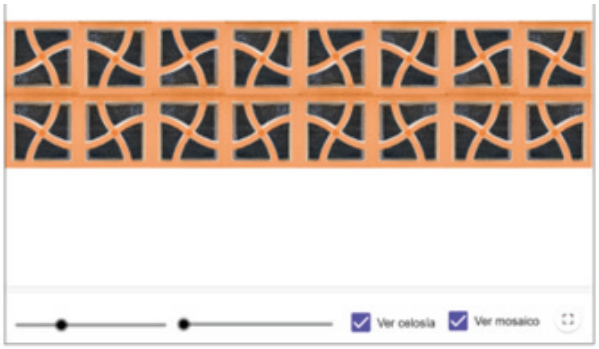
Fonte: Obtida no GeoGebra

4. Reconhecimento de Padrões: Observe a Figura 3. Seria possível, no GeoGebra, reproduzir um padrão inspirado na imagem e com base no seu trabalho das questões de 1 a 3?

Figura 7 – Imagem de um muro em uma casa na Espanha, com uma celosía.

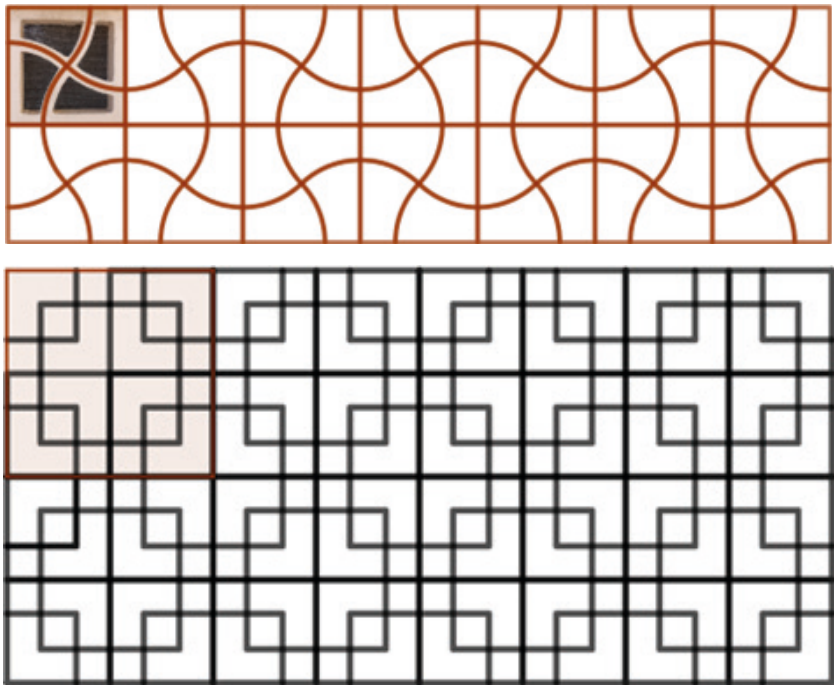
Fonte: Disponível em https://www.geogebra.org/m/pcx5kdjg

Figura 8 – Imagem criada a partir da celosía da Figura 3.



Fonte: Disponível em https://www.geogebra.org/m/pcx5kdjg

Figura 9 – Exemplos possíveis de resolução



Fonte: Obtidas no GeoGebra.

5. Algoritmo: Crie um padrão para uma parede de muro com a sua proposta de resolução das questões anteriores e explique como um pedreiro a teria de construir tendo 120 peças iguais.

Uma possível solução seria dispor os blocos em 3 fileiras horizontais com 40 blocos em cada uma, semelhante à Figura 8.

De modo geral, a avaliação dos professores foi positiva e um deles, **o professor1** salientou que *as atividades me pareceram pertinentes para desenvolver o pensamento computacional, os estudantes teriam de perceber que é necessário fazer rotações com a figura original para poder montar o muro.*

> Outro **professor2** argumentou que:
> *Acredito ser uma atividade muito interessante para aprender e descobrir todas as ferramentas e possibilidades que o GeoGebra oferece. O docente acaba revisando conceitos e assimilando melhor também durante o processo de criação e teste das atividades, e desenvolvendo o seu próprio Pensamento Computacional, aprimorando conceitos e percepções que certamente a dinâmica da atividade em sala de aula irão trazer: a decomposição, a abstração, generalização, padronização e a elaboração do algoritmo.*

Seguem as considerações finais sobre o estudo realizado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo propõe a intersecção entre o pensamento computacional (PC), a educação matemática e o uso do software GeoGebra para explorar e promover habilidades do pensamento computacional no contexto da geometria. Teve como objetivo apresentar propostas de atividades de matemática, explorando habilidades do PC com apoio do *software* GeoGebra, por meio de seus comandos.

Ele começa apresentando a importância do PC na educação básica e como a Ciência da Computação pode desenvolver habilidades de abstração, resolução de problemas e raciocínio em diversas áreas da vida. Além disso, destaca como a educação em inteligência artificial (IA) está ligada ao cultivo do pensamento computacional dos alunos.

O GeoGebra é introduzido como uma ferramenta que pode ser usada para desenvolver habilidades do pensamento computacional enquanto se explora a geometria. As habilidades do pensamento computacional relevantes para a geometria incluem decomposição, abstração, reconhecimento de padrões, algoritmos, abordagem sistemática de problemas, modelagem, pensamento lógico e pensamento criativo. Este estudo sugere que o GeoGebra pode ser utilizado para desenvolver essas habilidades através de atividades específicas.

Alguns estudos que já exploraram a integração do GeoGebra e do pensamento computacional no ensino de matemática foram delineados . Esses estudos demonstram como o GeoGebra pode ser usado para abordar aspectos do pensamento algorítmico, generalização, reconhecimento de padrões e outras habilidades do pensamento computacional.

São apresentados alguns pesquisadores que contribuíram para a compreensão e promoção do pensamento computacional na educação matemática, incluindo Papert, Wing,

Resnick e outros. Esses pesquisadores oferecem *insights* sobre como abordar o pensamento computacional no contexto do ensino de matemática.

Enfim, exemplos de atividades, utilizando o GeoGebra para desenvolver as habilidades do pensamento computacional foram exploradas. Essas atividades sugerem decompor figuras geométricas, generalizar padrões numéricos, explorar sequências geométricas, criar algoritmos de resolução de problemas, usar abordagens sistemáticas para resolver problemas de geometria, modelar problemas matemáticos e desenvolver pensamento lógico e criativo.

As atividades propostas foram experimentadas por alguns professores e conclui-se sobre a importância destas ações com professores e alunos, adaptando-as às necessidades e níveis de conhecimento de cada um. A ideia é que o uso do GeoGebra e a exploração de atividades apropriadas possam promover o desenvolvimento do pensamento computacional, melhorar a compreensão dos conceitos matemáticos e aprimorar a prática docente.

Em resumo, o texto explora como o *software* GeoGebra pode ser usado para promover habilidades do pensamento computacional no contexto da geometria, ressaltando a importância dessa abordagem para a educação matemática e como ela pode melhorar a compreensão dos conceitos matemáticos e as habilidades de resolução de problemas dos alunos.

REFERÊNCIAS

ABAR, C. A. A. P. ; DOS SANTOS, J. M. DOS SANTOS; ALMEIDA, M. V.; LAVICZA, Z. **Developing Computational Thinking in Basic School: Resources from Mathematics Teachers in Portugal**. In: Anabela Mesquita; António Abreu; João Vidal Carvalho; Cristina Helena Pinto de Mello. (Org.). **Perspectives and Trends in Education and Technology.** 1ªed. Cingapura: Springer, v. 320, pp. 131-141, 2023,

ABAR, C. A. A. P.; DOS SANTOS, J. M. DOS SANTOS; ALMEIDA, M. V. (Org.). **O GeoGebra como estratégia para ensino remoto**: criando atividades com feedback automático. 1. ed. São Paulo - SP: Instituto São Paulo GeoGebra,148p, 2022.

BARBOSA, L. M., SILVA, R. S. R. DA. **Sobre pensamento computacional na construção de um Triângulo de Sierpinski com o GeoGebra.** Pesquisa e Debate em Educação, 9(1), pp. 537–559, 2019. https://doi.org/10.34019/2237-9444.2019.v9.31129

BOCCONI, S. *et al.*. **Developing Computational Thinking in compulsory education.** Proceedings EdMedia, 2016, https://doi.org/10.2791/792158.

BORKULO, S. P. VAN, C. CHYTAS, P. DRIJVERS, E. BARENDSEN, e J. TOLBOOM. **Computational Thinking in the Mathematics Classroom:** Fostering Algorithmic Thinking and Generalization Skills Using Dynamic Mathematics Software. ACM International Conference Proceeding Series. 2021, https://doi.org/10.1145/3481312.3481319.

DRIJVERS, P. **Digital assessment of mathematics:** Opportunities, issues, and criteria. **Mesure et évaluation en éducation**, 41(1), pp. 41-66, 2018. https://doi.org/10.7202/1055896ar

ESTRELA, A. **Teoria e Prática de Observação de Classes**: uma estratégia de formação de professores. Lisboa: Instituto Nacional de Investigação Científica.1990.

GADANIDIS, G, R. CENDROS, L. FLOYD, e I. NAMUKASA. **Computational thinking in mathematics teacher education**. Contemp. Issues Technol. Teach. Educ., vol. 17, no. 4, pp. 458–477, 2017.

GROVER, S.; PEA, R. **Computational Thinking in K-12:** A Review of the State of the Field. Educational Researcher, v. 42, n. 1, pp. 38–43, 2013.

HAŠEK, R. **Creative use of dynamic mathematical environment in mathematics teacher training.** In P. R. Richard, M. P. Vélez, & S. Van Vaerenbergh (Eds.), Mathematics education in the age of artificial intelligence. **Mathematics education in the digital era**, 17. Springer, Cham. 2022. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86909-0_10

JARVIS, D., HOHENWARTER, M. e LAVICZA, Z. **GeoGebra, democratic access, and sustainability**: Realizing the 21st-century potential of dynamic mathematics for all. In L. Bu, & R. Schoen (Eds.), **Model-centered learning**, pp. 231-241, 2011.

JONES, K.. **Issues in the Teaching and Learning of Geometry.** In: HAGGARTY, Linda (Ed.). **Aspects of Teaching Secondary Mathematics**: perspectives on practice. London: Routledge Falmer, 2002, pp. 121-139.

KAFAI, YASMIN. *et al.*. **Being fluent with information technology.** Washington D.C: National Academy Press, 1999. https://nap.nationalacademies.org/catalog/6482/being-fluent-with-information-technology

LODI, M., MARTINI, S. **Computational Thinking, Between Papert and Wing**. Sci & Educ 30, p. 883–908, 2021. https://doi.org/10.1007/s11191-021-00202-5

MOITA, F. e VIANA, L. H. **Um estudo sobre as conexões entre o desenvolvimento do pensamento computacional e o ensino da Geometria.** Anais dos Workshops do CBIE , 2019. https://doi.org/10.5753/cbie.wcbie.2019.208

NARCISS, S. **Feedback strategies for interactive learning tasks.** Handbook of research on educational communications and technology, 3, 125-144, 2008.

RESNICK, M. **Jardim de infância para a vida toda:** por uma aprendizagem criativa, mão na massa e relevante para todos. / Mitchel Resnick; tradução: Mariana Casetto Cruz, Lívia Rulli Sobral; revisão técnica: Carolina Rodeghiero, Leo Burd. Porto Alegre: Penso, 2020.

SCHOENFELD, A. H. **Problem solving in the United States, 1970 – 2008**: research and theory, practice and politics. ZDM Mathematics Education, Karlsruhe, n. 39, p. 537-551, 2007.

WING, J. M. **Computational Thinking.** Communications of the ACM, 49(3), 33-35, 2006. https://doi.org/10.1145/1118178.1118215. [GS Search]

YE, H., B. LIANG, O.-L. NG e C. S. CHAI. **Integration of computational thinking in K-12 mathematics education:** a systematic review on CT-based mathematics instruction and student learning. Int. J. STEM Educ., vol. 10, no. 3, pp. 1–26, Jan. 2023 https://doi.org/10.1186/s40594-023-00396-w.

Histórico

Recebido: 07 de outubro de 2023.
Aceito: 05 de janeiro de 2024.
Publicado: 09 de fevereiro de 2024.

Como citar – ABNT

ABAR, Celina Aparecida Almeida Pereira; ALMEIDA, Marcio Vieira de. Contributos do GeoGebra para exploração do Pensamento Computacional no contexto da Geometria. **Revista de Matemática, Ensino e Cultura – REMATEC**, Belém/PA, n. 48, e2024003, 2024. https://doi.org/10.37084/REMATEC.1980-3141.2024.n48.e2024003.id590

Como citar – APA

ABAR, C. A. A. P.; ALMEIDA, M. V. (2024). Contributos do GeoGebra para exploração do Pensamento Computacional no contexto da Geometria. *Revista de Matemática, Ensino e Cultura – REMATEC*, (48), e2024003. https://doi.org/10.37084/REMATEC.1980-3141.2024.n48.e2024003.id590

Número temático organizado por

Saddo Ag Almouloud
José Messildo Viana Nunes
Afonso Henriques