

Programação Visual e Pensamento Matemático: análise de atividades em um curso de formação continuada

Visual Programming and Mathematical Thinking: Analysis of Activities in a Continuing Education Course

Flavia Sucheck¹

Marcelo Souza Motta²

RESUMO

Este artigo apresenta um recorte de uma pesquisa de doutoramento que investigou como processos do Pensamento Matemático (PM), descritos por Dreyfus (1991), se manifestam em atividades de Programação Visual (PV) que mobilizam o Pensamento Computacional (PC), desenvolvidas por professores de Matemática em um curso de formação continuada no formato MOOC. A pesquisa, de abordagem qualitativa e caráter colaborativo, analisou atividades de programação por meio de um roteiro fundamentado nos processos de representação e abstração. Os resultados indicam que a PV, isoladamente, não garante o avanço do PM, sendo necessária intencionalidade pedagógica na proposição das atividades. Observou-se que atividades envolvendo conceitos matemáticos e maior complexidade favorecem a mobilização de representações e abstrações, contribuindo para o avanço do PM. Destaca-se, ainda, a importância da formação continuada no desenvolvimento do PM e do PC docente.

PALAVRAS-CHAVE: Pensamento Computacional. Pensamento Matemático Avançado. Tecnologias Digitais. Scratch. Linguagem de Programação Visual.

ABSTRACT

This article presents a segment of a doctoral study that investigated how Mathematical Thinking (MT) processes, as described by Dreyfus (1991), manifest in Visual Programming (VP) activities that mobilize Computational Thinking (CT), developed by Mathematics teachers in a continuing education course offered in a MOOC format. The research, with a qualitative and collaborative approach, analyzed programming activities using a protocol based on the processes of representation and abstraction. The results indicate that VP alone does not guarantee the advancement of MT, requiring pedagogical intentionality in the design of activities. It was observed that activities involving mathematical concepts and higher complexity foster the mobilization of representations and abstractions, contributing to the

¹ Instituição: Centro Universitário Internacional Uninter. E-mail: FSUCHECK@YAHOO.COM.BR. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6803-8898>.

² Instituição: Universidade Tecnológica Federal do Paraná. E-mail: msmotta27@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5534-2735>.



development of MT. The importance of continuing teacher education in the development of both MT and CT is also highlighted.

KEYWORDS: Computational Thinking. Advanced Mathematical Thinking. Digital Technologies. Scratch. Visual Programming Language.

Introdução

O desenvolvimento de habilidades de programação tem se tornado relevante na Educação Básica, em resposta às demandas da sociedade contemporânea por novas competências tecnológicas. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) destaca a importância do Pensamento Computacional (PC) como uma habilidade essencial para os estudantes no século XXI (Brasil, 2018). Lévy (1999) já apontava no século passado que o desenvolvimento de habilidades relacionadas à computação e ao raciocínio lógico é fundamental para a formação dos indivíduos na sociedade da informação.

Uma das estratégias para o desenvolvimento do PC na Educação Básica é a utilização de Linguagens de Programação Visual (PV). Essas linguagens têm sido incentivadas no contexto educacional por não exigirem um conhecimento prévio avançado em programação, permitindo que os alunos se envolvam de forma intuitiva e criativa na resolução de problemas e na construção de projetos.

A BNCC também sugere aproximações entre o Pensamento Computacional e o ensino de Matemática (Brasil, 2018), e pesquisas no campo da Educação Matemática indicam que atividades de PV têm sido adotadas por professores dessa disciplina (Rocha, 2018; Souza, 2021; Pereira; Costa, 2023). No entanto, há uma escassez de pesquisas que explorem de forma abrangente as possibilidades da PV no avanço do Pensamento Matemático (PM).

Reconhecendo que o papel da escola vai além do desenvolvimento de habilidades tecnológicas, incluindo a promoção do conhecimento científico, surge o interesse em investigar como a PV pode contribuir para o PM. Diante disso, essa investigação busca responder à seguinte questão: quais as possibilidades e limitações do desenvolvimento do Pensamento Matemático a partir da mobilização do Pensamento Computacional? O objetivo foi verificar como os processos do Pensamento Matemático, descritos por Dreyfus (1991), se manifestam em atividades de Programação Visual que mobilizam o Pensamento Computacional, desenvolvidas por professores de Matemática em um curso de formação continuada. Para alcançar esse objetivo, foi realizada uma pesquisa colaborativa, de abordagem qualitativa, envolvendo a análise de atividades de programação postadas pelos professores

participantes de um curso de formação continuada no formato *Massive Open Online Course* (MOOC)³.

Este artigo está estruturado em cinco seções. Após esta introdução, a seção dois apresenta o referencial teórico que embasa o estudo. A seção três descreve a metodologia empregada na pesquisa. Na quarta seção, são discutidos os resultados obtidos a partir da análise das atividades dos professores. Por fim, a quinta seção traz as considerações finais, apontando as contribuições do estudo.

Compreensões sobre a Programação Visual e o Pensamento Matemático Avançado

O desenvolvimento de habilidades com o uso das Tecnologias Digitais (TD) é essencial na formação dos estudantes, conforme sugerido por Kenski (2011, p. 64), que já afirmava que "a escola precisa, enfim, garantir aos alunos-cidadãos a formação e a aquisição de novas habilidades, atitudes e valores, para que possam viver e conviver em uma sociedade em permanente processo de transformação". Uma maneira de promover essas habilidades é o desenvolvimento do PC.

O conceito de PC tem suas origens nos estudos de Seymour Papert, que, ao desenvolver a linguagem Logo, já defendia o uso do computador como ferramenta para construção do conhecimento, com ênfase no protagonismo do estudante (Papert, 1993). Posteriormente, o termo foi difundido por Wing (2006), que o definiu como um conjunto de estratégias para formulação e resolução de problemas, envolvendo processos como abstração, decomposição e construção de algoritmos. Essas perspectivas foram ampliadas por autores como Brennan e Resnick (2012) e Brackmann (2017), que destacam o caráter criativo, crítico e estratégico do PC, compreendendo-o como uma habilidade transversal aplicável a diferentes áreas do conhecimento.

No contexto educacional, o PC tem sido associado ao desenvolvimento de competências relacionadas à resolução de problemas, organização lógica de dados e construção de soluções sistemáticas, conforme apontam organismos internacionais como a ISTE/CSTA (2011). No Brasil, a BNCC reforça essa perspectiva ao indicar a importância do PC no ensino de Matemática, especialmente em atividades que

³ MOOC (Massive Open Online Course) refere-se a cursos on-line, abertos e massivos, geralmente gratuitos e acessíveis a um grande número de participantes. Esses cursos são ofertados em plataformas digitais que permitem flexibilidade de tempo e espaço. O curso mencionado nessa pesquisa também promovia interação e aprendizagem colaborativa entre os cursistas.

envolvem a identificação de padrões, a elaboração de algoritmos e a modelagem de situações-problema (Brasil, 2018).

Uma das formas de operacionalizar o desenvolvimento do PC na Educação Básica é por meio das Linguagens de Programação Visual (PV), como o Scratch, que permitem a construção de algoritmos de forma intuitiva, a partir da manipulação de blocos gráficos. Essas linguagens favorecem a mobilização de conceitos fundamentais do PC, como sequenciação, decomposição e reconhecimento de padrões, ao mesmo tempo em que ampliam as possibilidades de expressão e criação dos estudantes (Resnick et al., 2009). Dessa forma, a PV configura-se como um ambiente potencial para o desenvolvimento do PC, ao articular aspectos técnicos e criativos na resolução de problemas.

Sobre a PV, Brennan e Resnick (2012) destacam que ela incorpora elementos da lógica de programação que podem ser aplicados em diversos contextos, como a interatividade, o tratamento de erros, a reutilização de código, a abstração e a modularização. Na Educação Básica, cujo foco não é formar programadores profissionais, os estudantes podem explorar a programação de maneira mais intuitiva, utilizando *softwares* e ambientes de PV. Essas TD permitem que a programação seja realizada de forma visual, com base em “esquemas gráficos que se encaixam para que o sujeito possa programar” (Pasqual Júnior, 2020, p. 60).

Mesmo sendo intuitiva, a criação de recursos mais complexos em PV requer atenção cuidadosa aos detalhes da programação. Rocha (2018, p. 46) observa que, embora a programação seja intuitiva, “não se pode dizer que é uma programação rápida ou simples, pois exige habilidades a serem aprimoradas continuamente”. Esses desafios são fundamentais para o desenvolvimento do PC.

As habilidades promovidas pela programação foram estudadas desde o final do século XX por Papert (1993), que já apontava o potencial das tecnologias em promover o desenvolvimento cognitivo. Na mesma perspectiva, Resnick *et al.* (2009) orientam que a programação em *softwares* que utilizam a PV facilita a aprendizagem de conceitos matemáticos e computacionais, ao mesmo tempo que desenvolve a criatividade, o trabalho colaborativo e diversas habilidades ligadas à resolução de problemas e à criação de estratégias.

Dado o foco da nossa investigação, além de compreender a PV, foi necessário adotar um referencial teórico para compreender o PM. A teoria adotada em nossa pesquisa foi desenvolvida pelo matemático Tommy Dreyfus, baseada em discussões de um grupo focado nas questões psicológicas da compreensão matemática. Esse

grupo tinha como objetivo avançar na compreensão matemática dos estudantes, e as teorias que emergiram de suas discussões contribuíram significativamente para a formulação do conceito de Pensamento Matemático Avançado (PMA).

Dreyfus (1991) argumenta que não há uma distinção clara entre os processos do Pensamento Matemático Elementar (PME) e do PMA, mas ressalta que o PMA se caracteriza por um maior nível de abstração, definições rigorosas e deduções. Para que a compreensão matemática aconteça na mente do estudante, o teórico enfatiza a importância de uma sequência de atividades que promovam a interação entre processos mentais e componentes como a representação de conceitos e propriedades, abstração, descoberta, intuição, verificação, prova e definição.

Essa interação é o que Dreyfus denomina PMA, sendo este configurado pela inter-relação entre representação e abstração nos processos cognitivos envolvidos na interpretação matemática. Nesse contexto, o PM pode ser entendido como um processo cognitivo que vai além da simples memorização de algoritmos ou conhecimentos isolados, sendo focado na resolução de problemas não triviais e na descrição do processo resolutivo desses problemas. Assim, o PM “[...] envolve todo ciclo de atividade matemática, que vai desde o ato criativo da consideração de um problema, passa pela elaboração de conjecturas e estratégias de resolução, até chegar ao refinamento e prova” (Tall, 1991, p. 10).

Para Dreyfus (1991), a habilidade de descrever as estratégias utilizadas na resolução de problemas é um indicador de desenvolvimento do PM. Além disso, o pesquisador sublinha a necessidade de introduzir tópicos que elevem a compreensão dos estudantes a níveis mais complexos de resolução. Dreyfus (1991) também reconhece a presença do PMA já nas séries finais do ensino secundário, correspondentes ao Ensino Médio no Brasil, destacando que a complexidade dos processos envolvidos na aprendizagem da Matemática nem sempre está relacionada à complexidade do conteúdo em si.

Dreyfus (1991) explica que o pensamento é o processo de criar alternativas mentais para representar, visualizar, identificar, selecionar e resolver problemas. O PM ocorre quando esses processos se baseiam em representações e abstrações matemáticas. Pode ser mais elementar, com representações limitadas e uma capacidade de abstração em desenvolvimento, ou mais avançado à medida que o repertório de representações e a proficiência no processo de abstração aumentam.

O processo de representação em Matemática permite ao estudante formalizar objetos matemáticos por meio de desenhos, símbolos ou números, facilitando a

comunicação de suas ideias. Dreyfus (1991) argumenta que a capacidade de usar várias representações de um objeto matemático amplia a compreensão e flexibilidade na resolução de problemas. Ele identifica dois subprocessos principais: alternar e interpretar, que envolve a seleção e transição entre diferentes representações matemáticas, e modelar, que consiste em transformar uma situação-problema em um modelo matemático. Esse modelo contribui para uma compreensão mais profunda do conceito (Dreyfus, 1991).

Além da representação, o processo de abstração é fundamental no desenvolvimento do PMA. Abstração é descrita por Dreyfus (1991) como a capacidade de um estudante desenvolver estruturas mentais a partir de propriedades e relações entre objetos matemáticos. Dreyfus (1991) identifica dois subprocessos essenciais para a abstração: generalizar e sintetizar. Generalizar envolve a derivação de conceitos gerais a partir de informações particulares, identificando semelhanças e ampliando os domínios de validade desses conceitos. O segundo subprocesso, sintetizar, refere-se à capacidade de combinar diferentes conceitos matemáticos para resolver um problema complexo.

Bertolazi (2012) propôs um método para identificar o desenvolvimento do PMA. Em sua pesquisa, ela sugere avaliar diversos aspectos durante a resolução de problemas, como a apresentação de definições, a associação e diferenciação de conceitos, a síntese e análise, o uso de modelos, e a capacidade de transitar entre diferentes representações. A presença dessas características indica progresso no PMA. Com base na proposta de Bertolazi (2012) e na teoria de Dreyfus (1991), sugerimos um roteiro para identificar indícios de avanço no PM. A presença de processos como abstração e seus subprocessos demonstra que o estudante avançou além do PME se já for capaz de realizar generalizações e sínteses. O roteiro proposto foi utilizado de forma adaptada para analisar atividades de programação realizadas em um curso de formação e está indicado no Quadro 1.

Quadro 01 - Roteiro para identificação do Pensamento Matemático

Processo	PME	PMA
Representação	O professor representa graficamente uma situação-problema.	O professor representa graficamente e algebricamente uma situação-problema de forma simultânea ou independente. Suas representações contêm diferentes elementos que demonstram a compreensão do conceito.
	O professor representa algebricamente uma situação-problema.	O professor reconhece o conceito e as propriedades relacionadas a partir da análise de uma representação algébrica e/ou gráfica, criada por ele ou apresentadas por outro professor.
	O professor utiliza outras formas de representação para caracterizar os dados de uma situação-problema, como placares, mapas mentais e quadros.	O professor interpreta diferentes representações matemáticas e cria outras a partir de tal interpretação, podendo transitar entre elas.
	O professor identifica, a partir dos dados de um problema, qual conceito, equação, teorema ou fórmula deve ser utilizado.	O professor modela uma situação-problema em uma equação, utilizando conceitos ou teoremas. Além disso, relaciona conceitos que podem se relacionar com a dada situação.
Abstração	O professor não realiza síntese e generalização.	O professor identifica e utiliza um determinado modelo em diferentes situações-problema.
	O professor não realiza síntese e generalização.	O professor combina diferentes estratégias e conceitos para resolver uma situação-problema.
	O professor não realiza síntese e generalização.	O professor resolve problemas não triviais, demonstrando domínio da linguagem formal matemática.
	O professor não realiza síntese e generalização.	O professor reconhece semelhanças e identifica padrões de regularidade.
	O professor não realiza síntese e generalização.	O professor extrai o conceito matemático de uma situação-problema.

Fonte: Rocha (2023).

O roteiro apresentado no Quadro 1 sistematiza os processos de representação e abstração, permitindo distinguir diferentes níveis de manifestação do PM, desde o nível elementar até o avançado. A organização em descritores possibilita identificar indícios do PM a partir de atividades diversas, evidenciando a presença de representações e a capacidade de generalização, síntese e modelagem.

Os caminhos da pesquisa

Esta pesquisa foi de natureza qualitativa, alinhando-se à afirmação de Goldenberg (2004, p. 14) de que “na pesquisa qualitativa a preocupação do pesquisador não é com a representatividade numérica do grupo pesquisado, mas com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização, de uma instituição, de uma trajetória [...]”. Assim, embora tenhamos analisado todo o processo

formativo, focamos nos dados do grupo de professores que concluiu o curso, para permitir uma análise aprofundada.

Seguindo o ciclo de pesquisa descrito por Minayo (1994), iniciamos com a fase exploratória, na qual escolhemos a metodologia, organizamos o processo investigativo, realizamos uma revisão da literatura sobre o tema, e buscamos o suporte teórico necessário para embasar esta investigação. A pesquisa foi estruturada como colaborativa, uma vez que aliamos a investigação científica ao processo de formação docente, conforme preconizado por Desgagné (2007, p. 13), que afirma que a pesquisa colaborativa “compreende, ao mesmo tempo, atividades de produção de conhecimentos e de desenvolvimento profissional”. Essa abordagem foi escolhida por se alinhar aos nossos objetivos de investigar a prática docente, especialmente em relação às atividades de PV que poderiam ser utilizadas pelos professores em sala de aula.

Na segunda fase do ciclo, correspondendo ao trabalho de campo e ao tratamento do material, elaboramos e aplicamos um curso de formação para professores de Matemática sobre PV no formato MOOC. O curso contou com atividades assíncronas e síncronas e foi organizado em quatro unidades distintas, sendo ofertado gratuitamente em uma plataforma desenvolvida para esse fim. O curso, intitulado “Curso de Programação Visual para professores de Matemática”, foi realizado de agosto de 2021 a fevereiro de 2022 e contou com 80 horas de carga horária, oferecendo 100 vagas.

O público-alvo foram professores de Matemática da Educação Básica, tanto da rede pública quanto da privada, que se inscreveram voluntariamente por meio de um formulário no Google Forms. Ao iniciar o curso, os participantes responderam a um Questionário Inicial para expressar suas expectativas e concepções iniciais sobre PC e PM. Ao final, foi aplicado um Questionário Final para que os professores relatassem suas concepções atuais e suas impressões sobre o processo formativo.

Durante o curso, foram disponibilizados vídeos, fóruns de discussão, materiais para leitura, enquetes, questionários, e tarefas na plataforma do MOOC. Cada unidade incluía dois momentos síncronos, realizados via Google Meet, para discussões e aprofundamento teórico sobre os temas abordados. A autonomia dos professores foi valorizada, permitindo que organizassem seu tempo de estudo e participação conforme sua disponibilidade. Seguindo as recomendações de Nóvoa (2012), Pimenta (2012), e Tardif (2014) sobre a importância da coletividade na formação docente, incluímos interações em fóruns e momentos síncronos no

processo formativo. Além disso, a autonomia e o protagonismo docente foram incentivados por meio de atividades individuais e coletivas, adaptáveis, que pudessem ser aplicadas em sala de aula.

Após a conclusão do curso, os professores que completaram pelo menos 75% das atividades propostas foram certificados. No total, 100 participantes preencheram o formulário de inscrição, 96 participantes se inscreveram na plataforma, 73 responderam ao Questionário Inicial, e 22 realizaram todas as atividades do curso, resultando em 24 participantes certificados.

Considerando a pesquisa como colaborativa, focamos nos dados produzidos pelos 24 professores certificados, que passaram por todo o processo formativo. Esses participantes tinham entre 24 e 61 anos e eram de diferentes regiões do Brasil, com predominância da região Sul. A maioria atuava em escolas públicas, lecionando do 6º ano do Ensino Fundamental à 3ª série do Ensino Médio, com uma média de 15 anos de experiência profissional. Estão identificados na análise com a letra P, seguida de um número (1 a 24).

Entre os dados produzidos, selecionamos para análise as atividades de programação desenvolvidas pelos participantes, por estarem diretamente relacionadas ao objetivo do estudo. A análise da presença do Pensamento Matemático (PM) nessas atividades foi realizada a partir de um roteiro de análise elaborado com base nos processos e subprocessos propostos por Dreyfus (1991), adaptado para o contexto da formação de professores. O roteiro, apresentado no Quadro 1, organiza-se em categorias a priori — representação e abstração — e distingue manifestações de Pensamento Matemático Elementar (PME) e Pensamento Matemático Avançado (PMA), a partir de descritores específicos.

A análise teve caráter técnico e sistemático, sendo conduzida sobre sete Atividades de Programação (AP). Para cada atividade e participante, verificou-se a presença ou ausência dos descritores do roteiro, atribuindo-se valor “1” quando identificado e “0” quando não identificado. Os dados foram organizados em planilhas eletrônicas, com cálculo automatizado das ocorrências, o que permitiu identificar padrões predominantes entre os participantes. A interpretação dos resultados foi realizada de forma descritiva e articulada ao referencial teórico, considerando especialmente as evidências dos processos de representação e abstração nas produções analisadas.

Dados produzidos e analisados

Na AP_1, que envolveu a reorganização de um fluxograma, todos os cursistas entenderam a representação e identificaram o dado principal da situação-problema. Metade dos professores fez uso de fluxogramas ou mapas mentais para criar representações. No entanto, a análise revelou que não houve indícios significativos de PME ou PMA, pois não foram observadas variedades de representações, modelos, sínteses ou generalizações. A atividade, que é um exemplo de Computação Desplugada, não favoreceu o desenvolvimento do PM, apesar de estar relacionada ao PC.

Com relação à AP_2, que se referia a uma programação na plataforma Code.org⁴, observamos que todos os cursistas identificaram a situação-problema a partir da representação gráfica fornecida, utilizaram novas formas de representação e as interpretaram. A atividade envolvia compreender o movimento de um personagem para traçar uma figura no cenário, exigindo a utilização de representações geométricas. Esses elementos demonstram o uso do PME no processo de representação, conforme Dreyfus (1991).

No que diz respeito ao processo de abstração, todos os professores identificaram e utilizaram um modelo, combinando diferentes estratégias para resolver a programação. Além disso, 22 dos 24 professores identificaram padrões de regularidade e utilizaram funções relacionadas (ver Figura 1).

Figura 01 - Exemplo de atividade na Code.org



Fonte: Rocha (2023).

Assim, na atividade de programação na plataforma Code.org, identificamos indícios do PMA no processo de abstração. A plataforma utiliza conceitos matemáticos relacionados à geometria, o que pode favorecer o PM dos usuários.

⁴ Code.org é uma organização sem fins lucrativos que visa expandir o acesso à ciência da computação nas escolas. A atividade mencionada na pesquisa está disponível em: <https://hourofcode.com/frzn>. Acesso em: 10 ago. 2024.

As atividades AP_3, AP_4, AP_5 e AP_6 foram realizadas no Scratch⁵. Os cursistas programaram projetos que incluíam a inserção de cenários, personagens, diálogos com o usuário e movimentos. O nível de dificuldade e, conseqüentemente, o PC envolvido aumentavam gradativamente. Nas duas primeiras atividades, a programação não envolvia conceitos matemáticos diretamente, enquanto as seguintes exigiam a criação de programas matemáticos.

Na AP_3, os cursistas deviam apenas inserir um cenário e um personagem no Scratch. Dentre as 24 atividades analisadas, nove utilizavam representação gráfica, abordando o movimento e a posição do personagem, e a programação envolvia elementos do plano cartesiano. No entanto, não foram encontrados indícios claros de PME na AP_3, pois a maioria dos subprocessos necessários não foi contemplada. Quanto ao processo de abstração, conforme Dreyfus (1991), um projeto de baixa complexidade como o da AP_3 não favorece o desenvolvimento da síntese e da generalização. Assim, não identificamos evidências de PME ou PMA nessa atividade.

A AP_4 aprofundou a programação da AP_3, exigindo que os cursistas inserissem interação e movimento para o personagem no Scratch. A utilização de movimentos requer conhecimentos sobre o plano cartesiano, o que pode favorecer o subprocesso de representação gráfica. De fato, o PME foi identificado na AP_4, pois 23 dos 24 professores utilizaram representação gráfica ao inserir comandos relacionados à posição do personagem. Apenas um professor não utilizou comandos apropriados. A compreensão sobre a representação gráfica foi evidenciada, pois o algoritmo criou o movimento adequado do personagem. Por exemplo, o P20 estabeleceu pares ordenados apropriados para posicionar o personagem corretamente, demonstrando PME na representação e interpretação. A ausência de representações algébricas impediu a identificação de PMA.

Quanto à abstração, foi utilizada por poucos cursistas. Apenas oito identificaram padrões de regularidade e cerca de cinco realizaram síntese. O padrão de regularidade foi evidenciado pelo uso de comandos de repetição, e a síntese foi observada na combinação de conceitos, como no projeto do P12 (ver Figura 2), no qual o professor combinou porcentagem e geometria. Embora alguns cursistas tenham demonstrado subprocessos de PM, a maioria não evidenciou PMA.

⁵ Scratch é uma linguagem de programação visual desenvolvida pelo MIT, que permite a criação de projetos interativos, como histórias, jogos e animações, de forma intuitiva e acessível. Disponível em: <https://scratch.mit.edu/>. Acesso em: 10 ago. 2024.

Figura 02 - AP_4 do P12 no Scratch



Fonte: Rocha (2023).

Portanto, mesmo com alguns indícios de PMA, a AP_4, em geral, não favoreceu significativamente o PMA no processo de abstração. Observou-se que programações mais simples tendem a resultar em PME ou na ausência de indícios de PM. À medida que o PC é mais explorado, o PM pode se tornar mais avançado.

A AP_5 solicitava a criação de três programas distintos: um sobre a rotação de um retângulo, outro sobre a área de um retângulo e um terceiro sobre porcentagem. Para atender às propostas, era necessário utilizar e combinar diferentes representações gráficas e algébricas, além de realizar interpretações. A utilização de síntese e generalizações favorecerá o desenvolvimento da programação.

Analisamos as três programações da atividade utilizando o roteiro estabelecido. Consideramos que uma representação foi utilizada se estivesse presente em todas as três programações. No entanto, nem todos os professores conseguiram realizar programações completas que envolvessem todos os subprocessos do PM. Dos 24 professores, 11 não conseguiram resolver problemas não triviais, como o de programar a rotação de um retângulo. O enunciado da programação era: "Crie um programa que permita que um retângulo gire no sentido horário quando clicada a bandeira verde". Esses professores criaram programas que apenas construíam retângulos, sem a funcionalidade de rotação. De acordo com Dreyfus (1991), a capacidade de resolver problemas complexos é essencial para o PM, e a dificuldade em manifestar esse processo foi evidente.

Um exemplo de dificuldade é a programação feita pelo P10 na AP_5, na qual, apesar de ter construído um retângulo, o programa não permitia sua rotação, como indicamos na Figura 3.

Figura 03 - Primeira programação da AP_5 do P10



Fonte: Rocha (2023).

Na segunda programação, que envolvia a construção do retângulo e o cálculo da área, o mesmo professor usou os dados fornecidos pelo usuário para calcular a área, mas não os considerou na representação gráfica do retângulo, resultando em uma construção que não refletia as variáveis inseridas pelo usuário (ver Figura 4). Isso demonstra uma falha na interpretação do enunciado e na aplicação dos conceitos de PC e PM.

Figura 04 - Segunda programação da AP_5 do P10

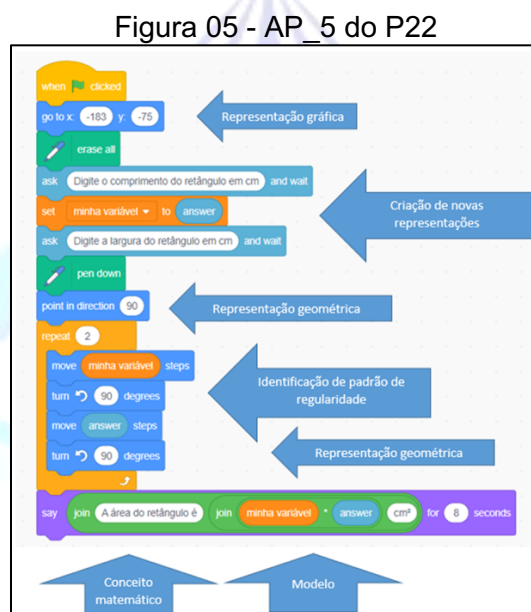


Fonte: Rocha (2023).

A dificuldade em compreender e interpretar os enunciados pode afetar tanto o PC quanto o PM, evidenciando a interdependência entre esses processos. No entanto, os cursistas que conseguiram atender totalmente às propostas da AP_5

demonstraram a utilização dos subprocessos do PM, configurando-se no PMA. A representação e a abstração foram identificadas como PMA para 13 dos 24 cursistas.

A AP_5 mostrou que a complexidade do PC envolvido pode expandir as possibilidades de utilização do PM. A Figura 5 apresenta um exemplo de programação da AP_5 realizada pelo P22, que demonstra os processos do PMA. Embora não tenha ocorrido na totalidade, a maioria dos cursistas atendeu aos critérios do roteiro e evidenciou o PMA na AP_5.



Fonte: Rocha (2023).

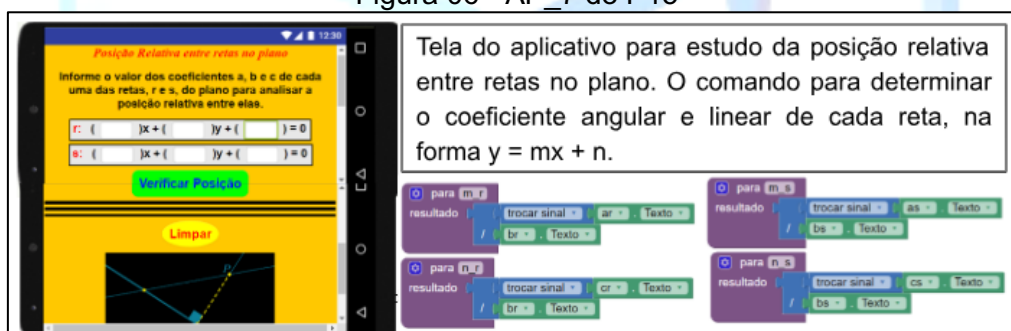
A AP_6 solicitava a adaptação de um projeto de jogo sobre números inteiros. O cursista deveria remixar o projeto, adicionando novos elementos. A programação envolvia representações gráficas do movimento do personagem e operações matemáticas, exigindo o uso de diferentes representações algébricas. A alternância entre essas representações era necessária para o funcionamento correto do jogo, e a síntese e generalização eram essenciais para evitar complexidade excessiva. Assim, a programação completa e funcional desse projeto envolvia todos os subprocessos do PM, conforme descrito por Dreyfus (1991).

Todos os participantes demonstraram os processos e subprocessos do PMA na AP_6. A natureza colaborativa da atividade, com remixagem de um projeto existente, destacou a importância do trabalho coletivo na formação de professores, conforme sugerido por Nóvoa (2012) e Tardif (2014). Ao interagir com o trabalho de outros professores, os cursistas conseguiram incorporar novos elementos e manifestar tanto o PC quanto o PM.

Na AP_7, que utilizava o MIT App Inventor⁶, muitos participantes relataram dificuldades com o *software*. Como estavam mais familiarizados com o Scratch, enfrentaram desafios que impactaram o processo de representação. A atividade envolvia três programações: uma para inserir um botão que tocasse um som, outra para criar um programa que indicasse as raízes de uma equação quadrática e uma última sobre a posição relativa entre retas. Observamos que os cursistas realizaram as duas primeiras programações, demonstrando o processo de abstração. Em relação à representação, indicaram corretamente a fórmula matemática associada à situação-problema, mas não houve fluidez entre representações, o que caracteriza o PME, mas não o PMA.

O P15 se destacou na AP_7, assim como nas outras atividades de programação. Ele mostrou habilidade com o PC, o que favoreceu a utilização de representação e abstração em nível de PMA. A programação realizada por esse participante é ilustrada na Figura 6. Notamos que ele utilizou um leque de representações algébricas e gráficas e demonstrou a utilização de síntese e generalização.

Figura 06 - AP_7 do P15



Fonte: Rocha (2023).

O Quadro 2 resume a verificação realizada em cada atividade, indicando se foi identificada a presença da representação e da abstração nos níveis de PME ou PMA, ou se não foram encontrados indícios dos processos de PM. A análise considera o que ocorreu na maioria das atividades examinadas.

⁶ MIT App Inventor é uma plataforma de PV que permite a criação de aplicativos móveis para Android de forma intuitiva e acessível. Disponível em: <https://appinventor.mit.edu/>. Acesso em: 10 ago. 2024.

Quadro 02 - Síntese da análise de cada AP

Atividade	Recurso	Grau de complexidade	Presença da representação	Presença da abstração
AP_1	Computação desplugada	Fácil	Não há indícios	Não há indícios
AP_2	Programaê!	Médio	PME	PMA
AP_3	Scratch	Fácil	Não há indícios	Não há indícios
AP_4	Scratch	Médio	PME	Não há indícios
AP_5	Scratch	Difícil	PMA	PMA
AP_6	Scratch	Difícil	PMA	PMA
AP_7	MIT App Inventor	Médio	PME	PMA

Fonte: Rocha (2023).

A observação dos resultados apresentados no Quadro 2 indica que programações mais complexas no Scratch favorecem o PMA. A utilização de formas de programação como a Computação Desplugada não possibilitou o desenvolvimento do PM, enquanto o MIT App Inventor, apesar das dificuldades para avançar no PM na representação, ainda permitiu o alcance do PMA.

Os resultados destacam como a complexidade das programações e o uso de diferentes *softwares* influenciam o desenvolvimento do PM, evidenciando a importância de uma intencionalidade pedagógica na proposição das atividades. Concluímos que nem toda PV promoverá o avanço do PM por si só, sem uma intencionalidade adequada. No entanto, à medida que a complexidade das atividades aumenta e o uso de *softwares* se diversifica, os usuários tendem a utilizar representações variadas e processos de síntese e generalização.

Para que as representações e abstrações estejam relacionadas aos processos mentais matemáticos, a programação proposta deve incorporar conceitos matemáticos. Portanto, professores de Matemática que desejem fomentar o PM em atividades de PV devem planejar atividades que conduzam os estudantes aos subprocessos descritos por Dreyfus (1991). É recomendável que as atividades sejam elaboradas com objetivos pedagógicos claros, ao invés de serem puramente abertas.

Outro ponto relevante sobre a presença do PM nas atividades realizadas pelos professores é que nem todos demonstraram utilizar os processos de representação e abstração, apesar de já terem concluído sua formação inicial. Ressaltamos, desse modo, a importância de um contínuo processo formativo, inclusive no saber matemático.

Além disso, destacamos que um dos cursistas mostrou PMA em todas as atividades de programação, utilizando constantemente os subprocessos descritos por

Dreyfus (1991). Esse professor demonstrou facilidade com a programação e um conhecimento abrangente dos *softwares* utilizados, combinando os pilares do PC. Isso reforça a ideia de que um nível mais avançado de PC favorece o desenvolvimento do PM.

Considerações finais

Essa investigação buscou responder à seguinte questão: quais as possibilidades e limitações do desenvolvimento do Pensamento Matemático a partir da mobilização do Pensamento Computacional? O objetivo foi verificar como os processos do Pensamento Matemático, descritos por Dreyfus (1991), se manifestam em atividades de Programação Visual que mobilizam o Pensamento Computacional, desenvolvidas por professores de Matemática em um curso de formação continuada. Os dados foram produzidos em um curso no formato MOOC, que permitiu a análise das atividades realizadas pelos professores, focando na presença do Pensamento Matemático (PM) em atividades que interagem com o Pensamento Computacional (PC).

A análise evidenciou que a Programação Visual (PV) pode favorecer tanto o Pensamento Matemático Elementar (PME) quanto o Pensamento Matemático Avançado (PMA) e, portanto, emerge como um tipo de programação que representa uma possibilidade para a promoção do PM.

No entanto, isso é possível a partir de atividades que envolvam conteúdos matemáticos, favorecendo a utilização de diferentes representações e evitando programações simplistas. O *software* Scratch foi identificado como um recurso promissor para a promoção do PM dos estudantes da Educação Básica.

Foi observado que os professores devem propor tarefas que envolvam a criação de projetos com conteúdos matemáticos e escolher *softwares* alinhados às suas intencionalidades pedagógicas, uma vez que a complexidade das programações realizadas influencia a aplicação dos subprocessos do PM. Como o PC tem um foco criativo na computação, a mediação docente é necessária para estimular a inventividade e a criatividade dos estudantes, mesmo quando o tema do projeto é previamente definido.

Além disso, as atividades de PV realizadas pelos professores participantes do curso demonstraram a presença dos processos e subprocessos do PM e do PC. A utilização de conceitos matemáticos, especialmente relacionados à generalização, foi explorada para abordar a identificação de padrões, criação de algoritmos e

decomposição de problemas. A modelagem matemática também se mostrou importante na criação de algoritmos e na representação de dados.

Observou-se que mesmo professores já formados em Matemática mobilizaram o PM e alguns demonstraram dificuldades nos subprocessos cognitivos descritos por Dreyfus (1991). Isso destaca a importância do processo formativo contínuo para o avanço do PM e do PC entre os docentes.

Desse modo, a PV pode representar uma possibilidade favorável ao PM. Contudo, dependendo da condução docente e discente no processo, ela pode ser uma dificultadora dos processos e subprocessos que envolvem esse pensamento. As limitações se referem à necessidade de estipular previamente os projetos que os estudantes programarão, o que pode afetar a inventividade e a criatividade discente; às dificuldades dos próprios professores com o PC e o PM; e às funcionalidades dos próprios *softwares*, que podem não facilitar o processo de representação, como no caso do MIT App Inventor.

Para futuras pesquisas, recomenda-se a investigação sobre a influência de diferentes *softwares* de Programação Visual no desenvolvimento do PM e do PC. Além disso, seria interessante explorar como o ensino de conceitos matemáticos complexos pode ser integrado de maneira mais eficaz nas atividades de programação.

Referências

- BERTOLAZI, Kátia Socorro. ***Conhecimentos e compreensões revelados por estudantes de licenciatura em Matemática sobre Sistemas de Equações Lineares***. 2012. 229 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.
- BRACKMANN, C. P. ***Desenvolvimento do Pensamento Computacional Através de Atividades Desplugadas na Educação Básica***. 2017. 226 f. Tese (Doutorado em Informática na Educação). Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brasil, 2017.
- BRASIL. ***Base Nacional Comum Curricular***. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. Brasília: MEC, 2018.
- BRENNAN, Karen; RESNICK, Mitchel. New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. ***Proceedings of the 2012 Annual Meeting of the American Educational Research Association***, v. 1, p. 1-25, 2012.
- DESGAGNÉ, Serge. O conceito de pesquisa colaborativa: a ideia de uma aproximação entre pesquisadores universitários e professores práticos. ***Revista Educação em Questão***, v. 29, n. 15, p. 7-35, 2007.
- DREYFUS, Tommy. Advanced mathematical thinking processes. In: TALL, D (org.). ***Advanced Mathematical Thinking***. Dordrecht: Kluwer publications, p. 25- 41.1991.

GOLDENBERG, Mirian. **A arte de pesquisar**: como fazer pesquisa qualitativa em ciências sociais. Rio de Janeiro: Record, 2004.

ISTE/CSTA. **Computational Thinking Teacher Resource**. 2011. Disponível em: <https://www.computacional.com.br/files/ISTE-CSTA/ISTE-CSTA-computational-thinking-operational-definition-flyer.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2025.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e tecnologias**: O novo ritmo da informação. 8. ed. São Paulo: Papirus, 2011.

LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. 4. ed. São Paulo: Editora 34, 1999.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (org.). **Pesquisa Social**: teoria, método e criatividade. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994.

NÓVOA, António. Para una formación de profesores construída dentro de la profesión. **Revista de Educación**, 350. Septiembre-diciembre, p. 203-218, 2012.

PAPERT, Seymour. **A informática das crianças**: repensando a escola na era da informática. Tradução Sandra Costa. Porto Alegre: Artes Médicas, 1993.

PASQUAL JÚNIOR, Paulo Antônio. **Pensamento computacional e tecnologias**: reflexões sobre a educação no século XXI. Caxias do Sul: Educ. 2020.

PEREIRA, Gilmar Evangelho; COSTA, Luciano Andreatta Carvalho. Criação de animações com a programação Scratch: uma possibilidade para a aprendizagem de trigonometria no triângulo retângulo. **Educação Matemática em Revista**, v. 28, n. 80, p. 1-14, 2023.

PIMENTA, Selma Garrido. Formação de professores: identidade e saberes da docência. In: PIMENTA, S. G. (org.). **Saberes pedagógicos e atividade docente**. 8 ed. São Paulo: Cortez, 2012, p. 15-72.

RESNICK, Mitchel; BROWN, Julie; KERSCHNER, Michael; et al. Scratch: Programming for all. **Communications of the ACM**, v. 52, n. 11, p. 60-67, 2009.

ROCHA, Flavia Sucheck Mateus da. **Análise de projetos do Scratch desenvolvidos em um curso de formação de professores**. 2018. 135 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – UFPR, Curitiba, 2018.

SOUZA, Lucas Gabriel Ribeiro de. **Estimulando o Pensamento Computacional e o estudo de Matemática por meio da construção de fractais no Scratch: uma proposta didática para alunos do Ensino Médio**. 2021. 105 f. Dissertação (Mestrado Nacional em Rede Nacional PROFMAT). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Cornélio Procopio, 2021.

TALL, D. O. The Psychology of Advanced Mathematical Thinking. In: TALL, D. O. (org.). **Advanced Mathematical Thinking**. Londres: Kluwer Academic Publisher, 1991, p. 3-21.

TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. Porto Alegre: Editora Artmed, 2014.

WING, J. M. Computational thinking. **Communications of the ACM**, v. 49, n. 3, p. 33-35, 2006.

Submetido em agosto de 2024.

Aceito em março de 2026.

