



## Potencialidades da Programação em Python para o Desenvolvimento do Pensamento Criativo em Matemática

### Potentials of Python Programming for the Development of Creative Thinking in Mathematics

*Rosane Rossato Binotto<sup>1</sup>*

*Marcus Vinicius Maltempi<sup>2</sup>*

*Rogério Aparecido Batista da Silva<sup>3</sup>*

#### Resumo

Este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa cujo objetivo foi identificar e analisar indícios de criatividade matemática em atividades de programação desenvolvidas em Python, ao longo de um curso de formação continuada que contou com a participação de estudantes de Licenciatura em Matemática, do Ensino Médio e de professores que atuam na Educação Básica. Os cursistas responderam a uma questão aberta e implementaram suas soluções em Python, cujos códigos são analisados neste artigo. A pesquisa seguiu uma abordagem qualitativa e utilizou a Análise de Conteúdo para categorizar os dados obtidos. Por meio da análise, constatamos que a programação em Python para a solução de problemas abertos possui potencialidades para desenvolver o pensamento criativo em matemática facilitando a simulação, depuração, reflexão sobre o processo, motivação e engajamento, resultando em soluções criativas.

**Palavras-chave:** Criatividade em Matemática; Formação de Professores; Pensamento Computacional; Educação Básica.

#### Abstract

This article presents the results of a study aimed at identifying and analyzing indications of mathematical creativity in programming activities developed in Python, throughout a professional development course involving undergraduate students majoring in Mathematics, High school students, and teachers from K-12 Education. The participants responded to an open-ended question and implemented their solutions in Python,

---

**Submetido em:** 21/12/2022 – **Aceito em:** 01/08/2023 – **Publicado em:** 19/12/2023

<sup>1</sup> Doutora em Matemática pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Professora da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Brasil. Email: [rosane.binotto@uffs.edu.br](mailto:rosane.binotto@uffs.edu.br). ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9420-9312>.

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia Elétrica e de Computação pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Professor da Universidade Estadual Paulista (Unesp), Brasil. Email: [marcus.maltempi@unesp.br](mailto:marcus.maltempi@unesp.br). ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5201-0348>.

<sup>3</sup> Mestrando em Educação Matemática pela Universidade Estadual Paulista (Unesp), Brasil. Email: [rogerio.batista@unesp.br](mailto:rogerio.batista@unesp.br). ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-8311-0842>.

DOI: 10.20396/zet.v31i00.8672180

with the code analyzed in this article. The research followed a qualitative approach, utilizing Content Analysis to categorize the obtained data. Through the analysis, we found that Python programming for open-ended problem-solving holds potentials for fostering creative thinking in mathematics, facilitating simulation, debugging, reflection on the process, motivation, and engagement, leading to creative solutions.

**Keywords:** Mathematical Creativity; Teacher Education; Computational Thinking; K-12 Education.

## Introdução

A complexidade e as mudanças constantes no cenário mundial demandam cidadãos capazes de se adaptar e participar dessas mudanças, possuindo formação adequada, conhecimentos técnicos e científicos para resolver problemas de forma crítica, criativa e colaborativa, utilizando tecnologias digitais quando necessário.

Nesse sentido, é crucial incentivar os jovens a pensar criticamente e resolver problemas desde a Educação Básica, conforme proposto pelos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, nas competências básicas para a cidadania e desempenho de atividades. Isso envolve habilidades como,

[...] capacidade de abstração, do desenvolvimento do pensamento sistêmico, ao contrário da compreensão parcial e fragmentada dos fenômenos, da criatividade, da curiosidade, da capacidade de pensar múltiplas alternativas para a solução de um problema, ou seja, do desenvolvimento do pensamento divergente, da capacidade de trabalhar em equipe, da disposição para procurar e aceitar críticas, da disposição para o risco, do desenvolvimento do pensamento crítico, do saber comunicar-se, da capacidade de buscar conhecimento (Ministério da Educação, 2000, p. 11).

Destacamos a importância do desenvolvimento da criatividade e do pensamento divergente para preparar os estudantes para lidar com a cidadania e resolver problemas imprevisíveis. Portanto, é crucial que os professores proponham tarefas, atividades, métodos e ambientes que estimulem o pensamento criativo e/ou criatividade em matemática.

De acordo com Alencar (1990), Gontijo (2007) e Gontijo, Carvalho, Fonseca e Farias (2019), para estimular a criatividade em matemática, os professores devem criar um ambiente na sala de aula que permita aos estudantes demonstrarem fluência, flexibilidade, originalidade e elaboração em seus trabalhos. Essas são características do pensamento criativo que favorecem o desenvolvimento do pensamento divergente.

Uma maneira de promover esse tipo de ambiente é através do uso de tecnologias digitais, particularmente a programação de computadores para o ensino e a aprendizagem de matemática. Seymour Papert (1928-2016) propôs que o computador fosse utilizado para a aprendizagem, de modo que o estudante constrói seu próprio conhecimento. Nesse sentido, a educação tem o papel de “criar os contextos adequados para que as aprendizagens possam se desenvolver de modo natural” (Papert, 1997, p. 8).

O uso de computadores na educação ganhou novo impulso a partir de 2006, com o

DOI: 10.20396/zet.v31i00.8672180

trabalho de Jeannette Wing sobre o Pensamento Computacional. Esse termo, traduzido do inglês *Computational Thinking*, “[...] baseia-se no poder e nos limites de processos de computação, quer eles sejam executados por um ser humano ou por uma máquina” (Wing, 2006, p. 33). Essa autora também o descreve como um processo de resolução de problemas eficaz, que pode ser realizado por humanos ou máquinas (Wing, 2011). Outras definições para o Pensamento Computacional surgiram, não havendo um consenso para uma única definição. Destacamos o entendimento dado por Brackmann (2017) que considera o Pensamento Computacional um processo cognitivo para a resolução de problemas, conectado aos quatro pilares: reconhecimento de padrões, decomposição, abstração e algoritmos.

Ao resolver problemas usando computadores, a escolha de linguagens de programação é fundamental. Neste trabalho, consideramos a linguagem Python, uma linguagem interpretada, dinâmica e funcional, de código aberto, com sintaxe semelhante à língua inglesa, apropriada para a Educação Básica (Leonardo, 2020).

Para contribuir com pesquisas sobre atividades e ambientes que promovem o pensamento criativo e/ou a criatividade em matemática no ambiente escolar, conduzimos um estudo no qual os participantes resolveram um problema aberto e descreveram suas soluções em programas Python. Nesse contexto, nos norteamos pela seguinte pergunta geral: as atividades de programação em Python podem favorecer a criatividade em matemática? Portanto, nosso objetivo é identificar e analisar indícios de criatividade matemática nas atividades de programação desenvolvidas em Python.

Utilizamos uma abordagem qualitativa, considerando cinco atividades elaboradas pelos participantes de um curso de extensão. A partir de uma questão aberta, esses cursistas deveriam atribuir notas, calcular a média e informar a nota mínima para aprovação ou reprovação, além de implementar um programa em Python com a solução proposta.

Para analisar os dados, adotamos a Análise de Conteúdo de Bardin (2016), com duas categorias de análise elencadas *a posteriori*, alinhadas à questão norteadora, ao objetivo proposto e o marco teórico da pesquisa.

Neste artigo, discorreremos sobre o marco teórico do trabalho, com ênfase no pensamento criativo, criatividade em matemática, construcionismo, Pensamento Computacional e aprendizagem criativa. Em seguida, apresentamos o delineamento metodológico do estudo. Nos resultados e discussões, apresentamos os cinco programas desenvolvidos pelos cursistas e analisamos os dados produzidos por meio das categorias estabelecidas. Concluímos com as considerações finais.

## Marco Teórico

As mudanças constantes têm exposto os jovens a situações desconhecidas, incertas e

DOI: 10.20396/zet.v31i00.8672180

imprevisíveis. Portanto, é fundamental que esses jovens desenvolvam a habilidade de pensar de forma criativa. Para tal, é essencial que se envolvam em atividades desde cedo que estimulem a criatividade, não apenas nas artes, mas também em outras áreas do conhecimento, incluindo a matemática.

Nesta seção, inicialmente apresentamos os fundamentos do pensamento criativo e criatividade em matemática, e discutimos possibilidades para a sua inserção no ambiente escolar.

### *Pensamento Criativo e Criatividade em Matemática*

Um dos pioneiros nos estudos sobre criação em matemática foi o matemático francês Henri Poincaré (1908-1996) que estudou a teoria dos grupos fuchsianos e funções fuchsianas. Para Poincaré, a criação matemática

[...] não consiste em fazer novas combinações com entes matemáticos já conhecidos. Qualquer um poderia fazer isso, mas as combinações que se conseguiriam obter assim seriam em número limitado e, na sua maioria, totalmente desprovidas de interesse. Criar consiste, precisamente, não em construir as combinações inúteis, mas as que são úteis e que estão em ínfima minoria. Criar é discernir, escolher (Gontijo et al., 2019, p. 41).

Ou seja, ele considerou o processo criativo no sentido de novas descobertas e não apenas modificações ou combinações de descobertas matemáticas já existentes. A partir dessa experiência, Poincaré desenvolveu questões que foram aplicadas a outros matemáticos para entender seus processos criativos e os fatores envolvidos. Embora Poincaré não tenha abordado a criatividade em matemática da maneira contemporânea, seu trabalho influenciou pesquisas posteriores, como as realizadas por outro matemático francês, Jacques S. Hadamard (1865-1963).

Hadamard descreveu quatro estágios para a resolução criativa de problemas: preparação, incubação, iluminação (*insight*) e verificação. Isso envolve a preparação com conhecimento prévio, incubação para conectar e organizar informações, iluminação para gerar ideias e verificação para manter rigor científico (Hadamard, 2009; Gontijo et al., 2019; Gontijo, Fonseca, Carvalho & Bezerra, 2021). Hadamard enfatizou que a criatividade em matemática requer conhecimento, não apenas inspiração.

Mais recentemente, Aiken (1973) propôs uma compreensão da criatividade em matemática, considerando tanto o processo de produção quanto o produto final. No processo cognitivo do fazer matemático, relativo à produção, podem estar envolvidas qualidades, tais como, “a facilidade e a liberdade para mudar de uma operação mental para outra ou, ainda, com a habilidade de analisar um problema sob diferentes pontos de vista, observando características específicas e identificando semelhanças e divergências entre os elementos envolvidos” (Gontijo et al., 2019, p. 44). Já o produto final pode ser original e envolver novos

DOI: 10.20396/zet.v3i00.8672180

métodos para solucionar problemas matemáticos. Além disso, a “criatividade sob seu aspecto de produto refere-se também à capacidade de elaborar questões numerosas, diferentes e apropriadas quando se apresentam situações matemáticas graficamente ou na forma de uma sequência de ações” (Gontijo et al., 2019, p. 45).

Haylock (1987) reconhece a criatividade em matemática “tanto na formulação quanto na resolução de problemas, bem como de formas diferenciadas de resolução de problemas” (Gontijo et al., 2021, p. 13). Percebemos nessa asserção a relação da criatividade em matemática com a formulação e resolução de problemas, adotando diferentes estratégias para a sua solução e apresentando mais de uma solução para o problema.

Considerando as diversas perspectivas sobre a criatividade em matemática, Gontijo (2007, p. 37) a define como

[...] a capacidade de apresentar inúmeras possibilidades de solução apropriadas para uma situação-problema, de modo que estas focalizem aspectos distintos do problema e/ou formas diferenciadas de solucioná-lo, especialmente formas incomuns (originalidade), tanto em situações que requeiram a resolução e elaboração de problemas como em situações que solicitem a classificação ou organização de objetos e/ou elementos matemáticos em função de suas propriedades e atributos, seja textualmente, numericamente, graficamente ou na forma de uma sequência de ações.

Essa definição destaca estratégias para estimular a criatividade em matemática por meio da resolução e elaboração de problemas e, reorganização ou redefinição dos dados e/ou elementos matemáticos. Além disso, conforme Alencar (1990), Gontijo (2007) e Gontijo et al. (2019), para que ocorra a produção criativa em matemática os professores devem criar um ambiente propício, em que os estudantes apresentem as habilidades de fluência, flexibilidade, e originalidade na elaboração de seus trabalhos. Sendo que a,

- a) Fluência: representa a quantidade de ideias diferentes geradas e que se configuram soluções adequadas para os problemas propostos;
- b) Flexibilidade: refere-se à quantidade de categorias diferentes em que se podem classificar as soluções geradas para cada problema;
- c) Originalidade: corresponde à infrequência ou não convencionalidade das ideias geradas, isto é, são consideradas originais as soluções adequadas que destoam do grande grupo de soluções propostas (Gontijo et al., 2019, p. 81).

O processo criativo em matemática pode envolver aspectos cognitivos, emocionais e motivacionais, ou seja, o estudante tem que ter interesse, motivação para resolver um problema e sentir necessidade de resolvê-lo. E esse processo pode favorecer o desenvolvimento de habilidades matemáticas (Gontijo et al., 2019).

Ainda, no que diz respeito às estratégias metodológicas para promover a criatividade em matemática, Gontijo et al. (2019) abordam as seguintes: resolução de problemas abertos, elaboração de problemas e redefinição de elementos matemáticos. Para esses autores, são

DOI: 10.20396/zet.v31i00.8672180

considerados problemas abertos aqueles que apresentam mais de uma solução. O estudante ao buscar essas soluções não está preso a resultados pré-determinados e têm a possibilidade de obter

[...] uma gama de soluções por meio do pensamento divergente, algumas corretas, outras equivocadas, algumas bem elaboradas, outras em processo de estruturação, algumas tidas como válidas, outras não aceitas, e entre todas essas uma quantidade menor de respostas originais, tal como ocorre no processo de solução de problemas na vida real (Gontijo et al., 2019, p. 62).

Além disso, o estudante dificilmente deixa esse tipo de problema sem resposta. Ao resolver problemas abertos, os estudantes são responsáveis pela tomada de decisão, desenvolvendo sua autonomia, não mais dependendo do professor ou de regras e modelos prontos apresentados nos materiais didáticos.

Na literatura vários trabalhos mencionam atividades que têm potencial para desenvolver a criatividade matemática em suas resoluções, com destaque para Alencar (1990), Gontijo (2007), Gontijo et al. (2019), Pereira (2008) e Oliveira (2016). Os três primeiros trabalhos apresentam diversas atividades cujo enunciado caracteriza-se por um problema aberto, abordando assuntos matemáticos como geometria, análise combinatória, equações, números, operações matemáticas, entre outros, com foco na Educação Básica.

O trabalho desenvolvido por Pereira (2008, p. 8) realizou um estudo com o propósito de “identificar e analisar aspectos relativos à criatividade presentes em atividades que utilizaram a Modelagem Matemática como metodologia de ensino e de investigação [...], e produzir indicadores sobre a relação Modelagem Matemática e Criatividade”. Esse autor utilizou algumas dissertações desenvolvidas em Programas de Pós-Graduação de universidades brasileiras e mostrou, entre outros aspectos, “que a Modelagem Matemática, ao abordar situações da realidade dos estudantes, pode despertar maior interesse pela Matemática e, conseqüentemente, proporcionar o desenvolvimento de habilidades relacionadas à criatividade em Matemática” (Pereira, 2008, p. 8).

O trabalho desenvolvido por Oliveira (2016, p. 8) teve como objetivo “investigar a importância das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), no incremento da criatividade e do conhecimento matemático”, por meio de uma experiência didática com estudantes do 9º Ano do Ensino Fundamental, utilizando o software GeoGebra para a resolução de problemas em Projetos de Conhecimento. Os resultados indicaram que o uso das “TDIC mediadas por Projetos de Conhecimento, promovem a criatividade em matemática com conseqüente progresso dos alunos na competência resolução de problemas” (Oliveira, 2016, p. 8).

Corroborando esses autores, concordamos que para desenvolver potencialidades criativas, devem ser priorizadas atividades que permitam aos estudantes buscar várias

DOI: 10.20396/zet.v31i00.8672180

soluções para um mesmo problema, elaborando e refletindo sobre estratégias diferenciadas para resolvê-lo e redefinindo elementos matemáticos, caso seja necessário. A escola pode se tornar um ambiente propício para desenvolver a criatividade em matemática, com professores flexíveis e dispostos a implementar atividades e inovações, entendendo que “produções criativas tendem a ocorrer em contextos sociais estruturados e não no isolamento” (Martindale, 1999, p. 165).

Além disso, Pereira (2008, p. 44), baseado nos estudos de Martindale (1999) e Fleith (2007), entre outros, defende que “O uso de técnicas para estimular o potencial criativo é mais produtivo se for feito em grupo”. Quando os estudantes trabalham em grupo, há uma gama maior de ideias que surgem, novas possibilidades para a solução de problemas são discutidas, e a comunicação e o trabalho colaborativo são valorizados.

Embora seja um desafio identificar o potencial criativo dos estudantes, existem testes, instrumentos e procedimentos que podem ser utilizados para avaliar a criatividade. Eles têm como base a “valorização do pensamento divergente [...] na análise da produção, tanto no contexto amplo da criatividade quanto no contexto da criatividade específica” (Gontijo et al., 2019, p. 81). Esses testes buscam avaliar habilidades do pensamento criativo, como fluência, flexibilidade e originalidade de pensamento.

Na próxima seção, discutiremos a programação de computadores na educação, fazendo referência à teoria do Construcionismo e sua relação com a programação e o Pensamento Computacional.

### *Construcionismo, Aprendizagem Criativa e Pensamento Computacional*

As tecnologias digitais estão revolucionando o cotidiano das pessoas, seu ambiente de estudo e de trabalho, influenciando “a maneira de ser, viver, fazer e aprender da maioria das pessoas, de modo que ter a tecnologia a serviço da transmissão de conhecimentos não é mais suficiente” (Maltempi, 2005, p. 2). Essa revolução também está provocando mudanças no ambiente escolar, com a incorporação das tecnologias digitais à prática pedagógica, incluindo a criação de atividades, métodos e ambientes para o ensino e aprendizagem envolvendo essas tecnologias.

Papert preconiza a construção de ambientes de aprendizagem, numa perspectiva piagetiana e utilizando o computador. Ele é o responsável pela criação da linguagem de programação Logo<sup>4</sup> e considerado o idealizador do Construcionismo, uma teoria que sugere a utilização de computadores para auxiliar os estudantes na construção do seu próprio conhecimento e desenvolvimento do pensamento. Para esse autor, quando o estudante utiliza o computador, ele visualiza suas construções, relacionando o concreto e o abstrato por meio

---

<sup>4</sup> Disponível em: <https://www.nied.unicamp.br/biblioteca/super-logo-30/>. Acesso em 07 ago. 2023.



DOI: 10.20396/zet.v31i00.8672180

de um processo interativo que pode gerar uma sequência de construções e abstrações mentais, influenciando a aprendizagem. Além disso, de acordo com Papert (1994, p. 158), os computadores podem e devem ser utilizados “como instrumentos para trabalhar e pensar, como meios de realizar projetos, como fonte de conceitos para pensar novas ideias”, e não apenas como uma forma de apoio à instrução automatizada. A atividade de programação estimula o “pensar com” as máquinas e “pensar sobre” o próprio pensar.

Consideramos também o que foi proposto por Resnick, aluno de Papert e criador do ambiente de programação Scratch<sup>5</sup>, um ambiente de programação em blocos. Esse autor considera que as tecnologias, por um lado, aceleram o ritmo das mudanças na sociedade, acentuando a necessidade do pensamento criativo em todos os aspectos da vida dessas pessoas. Por outro lado, essas tecnologias “têm o potencial, se adequadamente projetado e usado, de ajudar as pessoas a se desenvolverem como pensadores criativos, para que estejam melhor preparados para a vida [...]” (Resnick, 2007, p. 19). Esse autor defende que as pessoas não devem somente adquirir conhecimentos, mas também encontrar soluções criativas para problemas inesperados, pois “O sucesso é baseado em não apenas sobre o que você sabe ou o quanto você sabe, mas sobre sua capacidade de pensar e agir com criatividade” (Resnick, 2007, p. 18), o que ele chama de Sociedade Criativa.

Para Resnick (2007, p. 18), ao desenvolver um projeto no Scratch, os estudantes “imaginam o que querem fazer, criam um projeto baseado nas suas ideias, brincam com suas criações, compartilham suas ideias e criações com os outros e refletem sobre suas experiências – tudo isso os leva a imaginar novas ideias e novos projetos”, percorrendo um processo denominado espiral do pensamento criativo. Esse processo compreende as seguintes etapas: imaginar, criar, brincar, compartilhar, refletir e imaginar novamente. Assim, para esse autor, o Scratch faz parte de um grupo de novas tecnologias projetadas para ajudar a preparar os estudantes para a Sociedade Criativa, possibilitando a inserção da programação de computadores para abordar o pensamento criativo nas escolas.

Resnick também criou um movimento denominado Aprendizagem Criativa, com o objetivo de que as escolas criem oportunidades para que as crianças desde os anos iniciais desenvolvam o potencial de pensadores criativos. A aprendizagem criativa é um processo que abrange quatro pilares: Projetos, Parcerias, Paixão e Pensar brincando<sup>6</sup>, pois, “a melhor maneira de cultivar a criatividade [é] auxiliando as pessoas a trabalharem em *projetos* baseados em suas *paixões*, em colaboração com *pares* e mantendo o espírito do *pensar brincando*” (Resnick, 2020, p. 15).

---

<sup>5</sup> Disponível em: <https://scratch.mit.edu/>. Acesso em 12 jan. 2023.

<sup>6</sup> Traduzido do inglês *Play* (Resnick, 2020).



DOI: 10.20396/zet.v31i00.8672180

Outro movimento que promove a inserção da programação de computadores nas escolas como ferramenta didática para a aprendizagem está associado ao desenvolvimento do Pensamento Computacional, que teve suas ideias iniciais com Papert, mas ganhou destaque a partir de 2006, sendo tema de estudo de diversos pesquisadores, como Wing (2006, 2011), Barr e Stephenson (2011), Brennan e Resnick (2012), Valente (2016), Denning (2017), Brackmann (2017), Barbosa e Maltempi (2020), Barichello (2021), entre outros.

Para Brackmann (2017, p. 29), o Pensamento Computacional constitui-se em uma

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

As atividades desenvolvidas sob essa perspectiva têm como finalidade contribuir para a construção do pensamento lógico, para a habilidade de reconhecimento de padrões e para o desenvolvimento do raciocínio, por meio da decomposição, do reconhecimento de padrões, da abstração de um problema; e do projeto de algoritmos. Assim, no contexto da resolução de problemas, o pensamento computacional pode ser organizado em quatro pilares: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos (Brackmann, 2017).

A partir do exposto, podemos observar uma aproximação entre o Pensamento Computacional e o pensamento criativo. O Pensamento Computacional é um tipo de pensamento crítico associado à resolução de problemas, utilizando fundamentos da computação, por meio do uso ou não de uma máquina, em trabalho individual ou colaborativo. Ele utiliza algoritmos – um dos pilares para a resolução de problemas – como uma possibilidade para o desenvolvimento do pensamento computacional. Já a criatividade em matemática está relacionada com a “capacidade de propor algoritmos incomuns, bem como a capacidade de encontrar várias respostas diferentes para um mesmo problema” (Gontijo et al., 2019, p. 46).

Além disso, a resolução de problemas por meio da programação de computadores pode estimular o desenvolvimento do Pensamento Computacional, e esperamos que possa também contribuir para o desenvolvimento da criatividade em matemática.

## **Percurso Metodológico**

Este trabalho foi norteado pela abordagem qualitativa de pesquisa, pois buscou “[...] atingir aspectos do humano sem passar pelos crivos da mensuração, sem partir de métodos previamente definidos e, portanto, sem ficar preso a quantificadores e aos cálculos decorrentes” (Bicudo, 2019, p. 113). Segundo Bogdan e Biklen (1997, p. 209), os estudos de natureza qualitativa “devem revelar maior preocupação pelo processo e significado, e não

DOI: 10.20396/zet.v31i00.8672180

pelas suas causas e efeitos”. Vale ressaltar que, por se tratar de uma pesquisa qualitativa, o objetivo da produção de dados não foi obter um retrato estatístico da percepção dos professores com a finalidade de fazer generalizações, mas sim considerar contribuições destes, sem a preocupação com o tamanho da amostra de respondentes.

Nove pessoas fizeram parte dessa pesquisa<sup>7</sup>, todos participantes de um curso de extensão<sup>8</sup>, sendo uma estudante da Educação Básica, dois professores de Matemática que atuam na Educação Básica e seis estudantes do curso de licenciatura em Matemática da Universidade Estadual Paulista (Unesp), campus de Rio Claro. Após os cursistas interagirem com o Python e realizarem algumas atividades de programação nos encontros presenciais do curso, eles resolveram uma questão aberta proposta e implementaram sua solução utilizando o Python. Foram produzidas cinco soluções para a questão proposta, sendo quatro delas elaboradas em dupla e uma individualmente.

Os cursistas desenvolveram os programas usando o *Google Colaboratory* (ou apenas Colab), que lê e executa códigos em linguagem Python e funciona de forma *online*, como mostrado na Figura 1, facilitando a execução do programa, pois não consome muita memória do computador. Nessa figura ainda é possível observar a interface do Google Colab, apresentando um programa simples que, quando executado, solicita ao usuário o valor do salário e retorna se é necessário pagar imposto ou se está isento disso.



The image shows the Google Colab web interface. At the top, there are navigation tabs: 'Arquivo', 'Editar', 'Ver', 'Inserir', 'Ambiente de execução', 'Ferramentas', and 'Ajuda'. Below the tabs, there are options to '+ Código' and '+ Texto'. The main area displays a code cell titled 'Extra - Mesmo exercício 1, só que agora usando o Input'. The code is as follows:

```
salario = int(input('Salário: '))
x = salario > 1500
if x == True:
    print("Pagar imposto")
else:
    print("Isento")
```

Below the code, the execution output is shown: 'Salário: 4000' followed by 'Pagar imposto'.

Figura 1 – Interface do Google Colab e código de programação

Fonte: Elaborado pelos autores do artigo (2022)

Propostas para usar essa linguagem de programação no Ensino Médio existem, como a obra de Leonardo (2020), que propõe trabalhar noções básicas de lógica de programação,

<sup>7</sup> Aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Unesp, Botucatu, SP, com os seguintes dados, CAAE: 38656322.8.0000.5411, Número do Parecer: 5.462.880, de 10 de junho de 2022.

<sup>8</sup> Esse curso fez parte das atividades de estágio de pós-doutorado da primeira autora deste artigo, realizado na Unesp, Rio Claro/SP, no período de março de 2022 a fevereiro de 2023, sob a supervisão do segundo autor.

DOI: 10.20396/zet.v31i00.8672180

introduzir Python, modelar e resolver problemas empregando uma linguagem de programação. Além disso, recomenda trabalhar os pilares do Pensamento Computacional e a fluência no uso da tecnologia digital com o propósito de permitir o engajamento dos estudantes como protagonistas na utilização e na implementação de soluções.

Os dados produzidos nessa pesquisa foram submetidos a uma Análise de Conteúdo como alternativa metodológica no estudo das informações, que de acordo com Bardin (2016), compreende as fases de: pré-análise, exploração do material e, tratamento dos resultados e interpretação. Neste contexto, a pré-análise envolve o estudo e preparação do material sobre Python que foi utilizado na etapa presencial do curso de extensão, além da elaboração da questão aberta proposta aos participantes desse curso.

A exploração do material é caracterizada pela pesquisa realizada, na qual os cursistas responderam à questão proposta e criaram os programas. Por fim, a etapa de tratamento dos resultados e interpretação considera a discussão da proposta por meio do relato da experiência e da sua análise, descrita na próxima seção.

A análise dos dados produzidos foi realizada com base em duas categorias textuais estabelecidas *a posteriori*, a saber: (i) Percepções acerca de habilidades do pensamento criativo; (ii) Contribuições da programação de computadores para a criatividade em matemática.

Na primeira categoria, listamos subcategorias para analisar os dados produzidos, enfocando habilidades de fluência, flexibilidade e originalidade do pensamento, a fim de avaliar indícios do desenvolvimento do pensamento criativo pelos cursistas. Na segunda categoria, ancoramo-nos nos pilares do Pensamento Computacional e em ferramentas da computação para resolver problemas, além de elementos como motivação, tomada de decisão, pensamento crítico e solução criativa para os problemas, entre outros.

## Resultados e Análise

Iniciamos descrevendo os cinco programas elaborados em Python para a questão aberta proposta. Na sequência procedemos à análise dos dados.

### *Resultados obtidos*

A **questão aberta** consistia em: Escreva um programa que lê notas (dados de entrada), calcula a média e decide se o estudante é aprovado ou reprovado. Nesta programação é preciso definir a nota mínima para o estudante ser aprovado, a quantidade de notas (2, 3 ou mais notas) e como será calculada a média. Você também pode acrescentar outras informações se achar necessário (Elaborada pelos autores do artigo, 2022).

### *Programa 1*

DOI: 10.20396/zet.v31i00.8672180

A Figura 2 ilustra uma solução para essa questão (código em Python) em que são propostas duas notas e o cálculo da média, realizado por média ponderada. A nota mínima para ser aprovado é 5,0; caso contrário o estudante está de recuperação. Os proponentes não detalharam as condições para a aprovação ou reprovação após a recuperação. Intuímos que a nota para ser reprovado, após a recuperação, seja inferior a 5,0.

```
[ ]
n1 = float(input("Primeira nota: "))
n2 = float(input("Segunda nota: "))
mp = (6*n1 + 4*n2)/10

if mp >= 5:
    print("Você foi aprovado com média: ",mp)
if mp < 5:
    print("Você ficou de recuperação, pois sua média foi: ",mp)

Primeira nota: 4.5
Segunda nota: 5
Você ficou de recuperação, pois sua média foi: 4.7
```

Figura 2 – Programa 1

Fonte: Dados de pesquisa (2022)

Além do código, essa figura também retrata uma situação em que o estudante ficaria em recuperação. O programa inclui comandos de leitura e atribuição de dados a variáveis, permitindo valores numéricos decimais e uma expressão para calcular a média. Foi utilizado o comando de decisão *if* e também o comando *print* para exibir mensagens solicitando as notas e o resultado de aprovação ou recuperação, incluindo a média obtida.

### Programa 2

A Figura 3 apresenta uma solução para a questão, em que também são propostas notas para duas provas e o cálculo da média é realizado por média aritmética. O estudante é aprovado se a média for maior que 5,0 e reprovado caso seja menor. Os autores não descreveram o que acontece se o aluno obtiver média  $c = 5,0$ . Além disso, apresentam uma situação em que o aluno é aprovado.

DOI: 10.20396/zet.v31i00.8672180

```
[ ] a = int(input(" Prova 1 "))
    b = int(input(" Prova 2 "))
    c = (a+b)/2
    if c > 5:
        print("O aluno foi aprovado")

    if c < 5:
        print("O aluno foi reprovado")
```

```
Prova 1 5
Prova 2 6
O aluno foi aprovado
```

Figura 3 – Programa 2

Fonte: Dados de pesquisa (2022)

Assim como no programa anterior, foram utilizados comandos de leitura e atribuição de dados a variáveis, permitindo somente valores numéricos inteiros. Foram realizados cálculos de média, utilizados condicionante *if* e o comando *print* para exibir as notas e a mensagem de aprovação ou reprovação.

### Programa 3

A Figura 4 ilustra outra solução para a questão proposta.

```
[1] # Média
    print("Insira as notas para calculo da media")

    prova1 = int(input("Prova 1: "))
    prova2 = int(input("Prova 2: "))
    trab    = int(input("Trabalho(0 a 5): "))
    m       = int((prova1+prova2+trab)/2)

    print("Sua media foi: ")
    print(m)

    if m > 5:
        print("Congratulations")
    if m == 5:
        print("Congratulations")
    if m < 5:
        print("Exame")
```

```
Insira as notas para calculo da media
Prova 1: 3
Prova 2: 0
Trabalho(0 a 5): 5
Sua media foi:
4
Exame
```

Figura 4 – Programa 3

Fonte: Dados de pesquisa (2022)

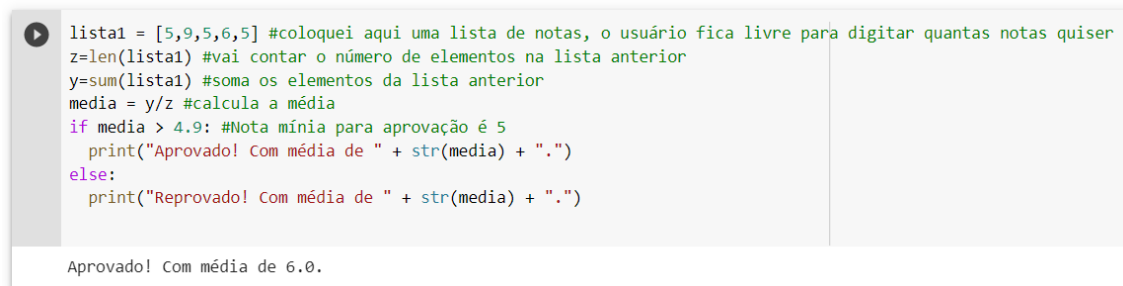
DOI: 10.20396/zet.v3i100.8672180

Nesse programa, além da atribuição de duas notas para provas, que se subentende com peso 10,0 cada, indica uma nota para trabalho com peso 5,0. A média é calculada somando todas as notas e dividindo o resultado por 2. Observamos um possível equívoco no cálculo da média, já que o estudante ganha um bônus na nota do trabalho, o que pode resultar em média superior a 10,0. Após o cálculo da média, estão as condições para aprovação e exame. Não são apresentadas as condições para a aprovação do estudante após a realização do exame.

Os proponentes utilizaram comandos de atribuição de valores a variáveis, permitindo somente valores numéricos inteiros. Realizaram o cálculo de média, utilizaram o comando *if* (condicional) e o comando *print* para exibir as notas, média e a mensagem *Congratulations* (subentendendo aprovação) ou Exame.

#### Programa 4

A Figura 5 mostra um programa em Python no qual o usuário deve incluir no código as notas das avaliações, separadas por vírgulas, definindo assim a quantidade de avaliações a serem usadas para calcular a média (média aritmética). O aluno é aprovado se obtiver nota mínima 5,0 e reprovado com nota inferior. Os autores apresentam uma situação em que o estudante é aprovado.



```

lista1 = [5,9,5,6,5] #coloquei aqui uma lista de notas, o usuário fica livre para digitar quantas notas quiser
z=len(lista1) #vai contar o número de elementos na lista anterior
y=sum(lista1) #soma os elementos da lista anterior
media = y/z #calcula a média
if media > 4.9: #Nota mínima para aprovação é 5
    print("Aprovado! Com média de " + str(media) + ".")
else:
    print("Reprovado! Com média de " + str(media) + ".")

```

Aprovado! Com média de 6.0.

Figura 5 – Programa 4  
Fonte: Dados de pesquisa (2022)

Os autores desse programa criaram uma lista com valores fixos de cinco notas, utilizaram um comando para contar o número de elementos dessa lista e outro para somá-los, atribuindo os resultados a variáveis que em seguida foram utilizadas para calcular a média aritmética. Utilizaram o comando condicional *if* e *else*, além do *print* para exibir a média e a mensagem de aprovação ou reprovação.

#### Programa 5

O programa ilustrado na Figura 6 foi elaborado com base na ideia de que a média é calculada inicialmente com as notas de duas provas. Se o estudante não atingir a nota mínima de 5,0 na média *m1* para aprovação, será aplicado um exame. Caso o estudante obtenha uma nota no exame tal que a média aritmética entre *m1* e o exame *ex* seja igual ou superior a 5,0,

DOI: 10.20396/zet.v31i00.8672180

ele é aprovado; caso contrário, reprovado.

Além do código, a figura ilustra também uma situação em que o estudante fica em recuperação.

```
[ ] p1 = float(input("Qual foi a nota da primeira prova? "))
    print("P1 = ", p1)
    p2 = float(input("Qual foi a nota da segunda prova? "))
    print("P2 = ", p2)

    m1 = (p1 + p2)/2
    print("Média inicial = ", m1)

    if m1 >= 5:
        print("O aluno está aprovado com média final igual a ", m1)
    else:
        ex = float(input("Qual foi a nota do exame final? "))
        m2 = (m1 + ex)/2
        if m2 >= 5:
            print("O aluno está aprovado com média final igual a ", m2)
        else:
            print("O aluno está reprovado com média final igual a", m2)
```

```
Qual foi a nota da primeira prova? 9
P1 = 9.0
Qual foi a nota da segunda prova? 7
P2 = 7.0
Média inicial = 8.0
O aluno está aprovado com média final igual a 8.0
9
```

Figura 6 – Programa 5

Fonte: Dados de pesquisa (2022)

O programa envolve comandos de leitura e atribuição de dados a variáveis, permitindo valores numéricos fracionários, expressões para o cálculo de médias. Foram usados condicionais *if* e *else*, bem como o comando *print* para exibir notas, médias e mensagem de aprovação ou reprovação.

A seguir, analisamos os dados produzidos com base nas categorias propostas.

### **Análise dos Dados**

Nesta seção, apresentamos a análise dos dados de acordo com as duas categorias elencadas.

#### *(i) Percepções acerca de habilidades do pensamento criativo*

Para classificar os dados produzidos nessa categoria consideramos as habilidades do



DOI: 10.20396/zet.v31i00.8672180

pensamento criativo – fluência, flexibilidade e originalidade – como subcategorias. Realizamos uma análise qualitativa com base nas respostas obtidas (programas), levando em consideração que os autores/cursistas deveriam minimamente descrever a quantidade de avaliações, atribuir notas, calcular a média e definir a nota mínima para a aprovação ou reprovação do estudante. No enunciado não está especificada a necessidade de realizar recuperações ou exame, deixando aos cursistas a liberdade de escolha por essa modalidade.

Todos os programas apresentados são soluções válidas para a questão proposta, destacando uma característica das questões abertas. Além disso, não foi solicitado aos cursistas que elaborassem mais de uma resposta para a questão, o que nos levou a analisar as diferentes soluções geradas em conjunto.

Observamos que a habilidade de fluência foi desenvolvida, pois cinco ideias distintas foram geradas, todas configurando soluções adequadas para a questão. No entanto, identificamos equívocos em algumas soluções que não comprometem globalmente os programas. Um exemplo está no Programa 2, em que não é especificado o que ocorre quando um estudante obtém média igual a 5,0. No Programa 3, os autores não perceberam que a nota do trabalho funciona como um bônus na nota final do estudante. Faltou os autores dos programas revisitarem suas soluções e realizar mais simulações com diferentes conjuntos de dados para teste e depuração do programa.

Com o objetivo de avaliar a habilidade de flexibilidade e classificando a variedade de abordagens nas soluções geradas, identificamos sete grupos distintos. Esses grupos foram elaborados com base nas estratégias empregadas nas soluções, abrangendo a quantidade de avaliações/notas, a média, a possibilidade de exame/recuperação e a sua nota. O Quadro 1 apresenta essa classificação.

Quadro 1 – Classificação das soluções da questão aberta

	Duas notas	Mais de duas notas	Média aritmética	Média ponderada	Outro tipo de média	Com exame/recuperação	Considera a nota do exame/recuperação
<b>Programa 1</b>	X			X		X	
<b>Programa 2</b>	X		X				
<b>Programa 3</b>		X			X	X	
<b>Programa 4</b>	X	X	X				
<b>Programa 5</b>	X		X			X	X

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Observamos que os programas 1 e 2 especificam uma condição para o estudante realizar um exame/recuperação, mas não estabelecem critérios para aprovação ou reprovação após a sua realização. Assumimos que a nota do exame/recuperação pode substituir a nota anterior, considerando os valores já atribuídos para aprovação ou reprovação.

DOI: 10.20396/zet.v31i00.8672180

Observamos que o Programa 5 são abordados elementos dos sete grupos, conforme destacado no Quadro 1, o que o torna uma solução abrangente para várias situações possíveis em um contexto real de disciplina. Os demais programas envolvem elementos de três grupos, com exceção do Programa 2, que engloba apenas dois. Embora todos os programas atendam ao enunciado da questão aberta, alguns têm elementos adicionais limitados. Concluimos que a habilidade de flexibilidade foi desenvolvida.

No que diz respeito à habilidade de originalidade, destacamos os programas 1, 4 e 5 como os que apresentam mais elementos originais em comparação com os outros. O Programa 1 propõe uma média ponderada – uma abordagem menos frequente em relação às demais médias propostas. No Programa 4, a quantidade de avaliações é flexível, dependendo do número de notas inseridas diretamente no código do programa, e a nota final é calculada por média aritmética, diferentemente das outras soluções com número fixo de avaliações. Consideramos isso como um elemento de originalidade, apesar de a leitura dos dados diretamente da tela ser mais conveniente para o usuário. O Programa 5 também apresenta elementos originais em relação aos outros, ao considerar o cálculo da nota final do estudante em caso de exame/recuperação e exibir a mensagem de aprovação ou reprovação. As demais soluções possuem elementos comuns.

Nesse sentido, entendemos que a habilidade originalidade está presente nos programas apresentados.

Diante do exposto, concluimos a atividade proposta, que se baseia em uma questão aberta, promovendo o pensamento divergente ao possibilitar cinco soluções distintas. Além disso, os dados produzidos refletem as habilidades do pensamento criativo – fluência, flexibilidade e originalidade – contribuindo para o desenvolvimento da criatividade em matemática.

#### *(ii) Contribuições da programação de computadores para a criatividade em matemática*

Começamos descrevendo percepções sobre as habilidades do Pensamento Computacional na pesquisa conduzida, considerando seus pilares.

Ao analisar os programas apresentados, identificamos esses pilares, com destaque para a abstração e o algoritmo. No contexto da abstração, houve filtragem e classificação de dados. Para resolver a questão aberta proposta, uma estratégia foi elaborada, composta por um conjunto de instruções implementadas em Python.

Os programas 1, 2 e 3 exibem estruturas mais simples, enquanto os demais apresentam abordagens mais elaboradas. Por exemplo, o Programa 4 emprega comandos para manipulação de listas, eliminando possíveis dificuldades no tratamento de diferentes quantidades de avaliações. Já o Programa 5 demonstra o uso dos condicionais *if* e *else*, evidenciando um bom conhecimento em lógica por parte dos cursistas-programadores. Essa

DOI: 10.20396/zet.v3i1i00.8672180

originalidade nas soluções contribui para a criatividade em matemática, conforme discutido anteriormente.

É evidente que ao codificar e testar um programa, o autor acompanha todo o processo executado pela máquina. Isso permite a simulação de situações, depuração, reflexão sobre a solução, incremento e inovação, além de proporcionar respostas interativas e rápidas. Essa prática contribui para aprimorar as habilidades de fluência e flexibilidade do pensamento criativo. Esse processo de descoberta, pesquisa e reflexão valoriza diferentes modos de pensar, não se restringindo a um certo ou errado, mas se desdobrando em um contínuo característico da atividade de pesquisa.

Ao programar em Python, os cursistas demonstraram motivação, engajamento na resolução do problema, conforto com a abordagem de tentativa e erro e capacidade de trabalhar em grupo para alcançar objetivos comuns. Esses aspectos refletem elementos motivacionais, emocionais e de atitudes descritos por Barr e Stephenson (2011, p. 51), que também apontam alguns elementos de aspectos motivacional, emocional e de atitudes, possíveis para a manifestação do Pensamento Computacional. São eles:

Confiança em lidar com a complexidade; Persistência no trabalho com problemas difíceis; Capacidade de lidar com a ambiguidade; Capacidade de lidar com problemas em aberto; Deixar de lado as diferenças para trabalhar com outros para alcançar um objetivo ou solução comum [...].

Nesta análise, também destacamos que a resolução de problemas com o intuito de explorar o Pensamento Computacional e os seus benefícios para a aprendizagem em matemática valoriza a diversidade e a formulação criativa de soluções. Isso contribui para a compreensão de fenômenos por meio da programação e incentiva a tomada de decisão individual e coletiva, corroborando Azevedo e Maltempo (2020). Além disso, aspectos emocionais, motivacionais e trabalho em grupo enriquecem a criatividade em matemática, conforme já referendado. Assim, percebemos que há bastante conexão entre a programação de computadores em Python e criatividade em matemática, aspecto que havia sido observado por Resnick ao trabalhar com programação no Scratch.

Portanto, a programação de computadores, especialmente por meio da resolução de problemas abertos em Python, demonstra potencial para desenvolver as habilidades do pensamento criativo – flexibilidade, fluência e originalidade. Essa abordagem proporciona uma oportunidade de cotejar os próprios pensamentos (traduzidos na linguagem de programação) com os de outros aprendizes que também criaram soluções para o mesmo problema, via programação, e de estudar seu próprio processo de aprendizagem, ao comparar os diferentes programas desenvolvidos.

DOI: 10.20396/zet.v31i00.8672180

## Considerações Finais

Apresentamos resultados de uma pesquisa em que objetivamos identificar e analisar indícios de criatividade matemática em atividades de programação desenvolvidas na linguagem Python.

Na análise dos dados fica evidente, pelos elementos descritos, que a programação de computadores tem potencial para desenvolver habilidades do pensamento criativo – flexibilidade, fluência e originalidade –, por meio da resolução de problemas abertos e implementação da sua solução em uma linguagem de programação, como Python, por exemplo. Essa linguagem é funcional e dinâmica, de fácil manuseio no Google Colab e com propostas para o seu uso na Educação Básica para trabalhar aspectos do Pensamento Computacional. Observamos que é possível trabalhar habilidades do Pensamento Computacional e pensamento criativo uma vez que eles possuem elementos em comum, conforme já mencionado. Nesse sentido, propomos o seu uso também para promover o pensamento criativo e/ou a criatividade em matemática no ambiente escolar.

Essa proposta se aproxima dos trabalhos de Resnick (2007, 2020) e do seu movimento de aliar tecnologias – programação de computadores – com o pensamento criativo e com a aprendizagem criativa. De acordo com esse autor, uma das possibilidades de criar oportunidades nas escolas para trabalhar com criatividade é o uso da tecnologia, uma vez que ela tem “grande potencial de expandir o alcance do que as pessoas podem criar e do que podem aprender nesse processo. Com o computador, elas podem criar coisas dinâmicas, interativas e que se movem, fazer suas próprias animações, simulações e vídeos” (Resnick, 2022), sendo que a tecnologia não substitui outras formas de criação.

Para Azevedo e Maltempi (2020, p. 87), por meio do uso da programação de computadores é “possível incentivar e apoiar a criatividade dos alunos em suas produções, vislumbrando novas possibilidades à imaginação, investigação, curiosidade, argumentação científica e invenção de artefatos a problemas encaminhados em sociedade”. Além disso, para esses autores “A criatividade no ramo da matemática e computação se unifica como propósito de formação em matemática que transforma contextos e materiais úteis à ciência” (Azevedo & Maltempi, 2020, p. 87) e contribui para a formação cidadã dos jovens.

Este estudo apresentou uma pesquisa realizada em um curso de formação continuada, envolvendo professores e estudantes de um curso de licenciatura em Matemática. Eles resolveram uma atividade de programação em Python baseada em um problema aberto. Embora os conteúdos matemáticos abordados fossem relativamente simples em relação ao nível de conhecimento dos participantes, as dificuldades encontradas estavam mais relacionadas à linguagem de programação. O objetivo era demonstrar exemplos de problemas matemáticos abertos que pudessem ser trabalhados na Educação Básica, combinando

DOI: 10.20396/zet.v3i1i00.8672180

programação e criatividade matemática. Esperamos que esses problemas inspirem a criação de outras atividades para a prática docente no futuro.

Por fim, queremos destacar que é fundamental trabalhar com professores em formação inicial e continuada em um curso de extensão, especialmente quando abordando temas inovadores para a Educação Básica, como programação de computadores, Pensamento Computacional e pensamento criativo. Isso capacita os professores para suas futuras práticas docentes e permite explorar novas abordagens para a aprendizagem, alinhando-se às tendências propostas por Resnick (2007, 2020) e Azevedo e Maltempi (2020).

### **Agradecimentos:**

O segundo autor tem o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Processo 305264/2022-2.

### **Referências**

- Aiken, L. R. (1973). Ability and creativity in mathematics. *Review of educational research*, 43 (4), 405-432.
- Alencar, E. M. L. S. (1990). *Como desenvolver o potencial criador: um guia para a liberação da criatividade em sala de aula*. Petrópolis: Vozes.
- Azevedo, G. T., & Maltempi, M. V. (2020). Processo Formativo em Matemática e Robótica: Construcionismo, Pensamento Computacional e Aprendizagem Criativa. *Tecnologias, sociedade e conhecimento*, 7 (2), 85-107. <https://doi.org/10.20396/tsc.v7i2.14857>.
- Barbosa, L. L. S., & Maltempi, M. V. (2020). Matemática, Pensamento Computacional e BNCC: desafios e potencialidades dos projetos de ensino e das tecnologias na formação inicial de professores. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, 3 (3), 748-776. <https://doi.org/10.5335/rbecm.v3i3.11841>.
- Bardin, L. (2016). *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70.
- Barichello, L. (2021). *Pensamento Computacional*. São Paulo: Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada.
- Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing Computational Thinking to K-12: What is Involved and What is the Role of the Computer Science Education Community? *ACM Inroads*, 2 (1), 48-54.
- Bicudo, M. A. V. (2019). Pesquisa qualitativa e pesquisa qualitativa segundo a abordagem fenomenológica. In: M. C. Borba & J. L. Araújo (Orgs.), *Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática*. (pp. 107-119). São Paulo: Autêntica.
- Bogdan, R., & Biklen, S. (1997). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- Brackmann, C. P. (2017). *Desenvolvimento do Pensamento Computacional Através de*

DOI: 10.20396/zet.v31i00.8672180

- Atividades Desplugadas na Educação Básica*. [Tese de Doutorado em Informática na Educação – Cinted]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *In Proceedings of the 2012 annual meeting of the American Educational Research Association*, 1-25.
- Denning, P. J. (2017). Remaining Trouble Spots with Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 60 (6), 33-39. <https://doi.org/10.1145/2998438>.
- Fleith, D. S. (2007). A promoção da criatividade no contexto escolar. In: A. M. R. Virgolim. (Org.), *Talento criativo: expressão em múltiplos contextos* (pp. 143-157). Brasília: Editora Universidade de Brasília.
- Gontijo, C. H. (2007). *Relações entre criatividade, criatividade em matemática e motivação em matemática de alunos do ensino médio*. [Tese de Doutorado em Psicologia - Instituto de Psicologia]. Brasília: Universidade de Brasília.
- Gontijo, C. H., Carvalho, A. T., Fonseca, M. G., & Farias, M. P. (2019). *Criatividade em matemática: conceitos, metodologias e avaliação*. Brasília: Editora da UnB.
- Gontijo, C., Fonseca, M., Carvalho, A. & Bezerra, W. (2021). Criatividade em Matemática: alguns elementos históricos na constituição do campo de pesquisa e de intervenção pedagógica. *REnCiMa*, 12 (5), 1-24. <https://doi.org/10.26843/rencima.v12n5a20>.
- Hadamard, J. (2009). *Psicologia da invenção matemática*. Rio de Janeiro: Contraponto.
- Haylock, D. W. (1987). Mathematical creativity in schoolchildren. *The Journal of Creative Behavior*, 21 (1), 48-59.
- Leonardo, F. M. (2020). *Grandezas, álgebra e algoritmos*. São Paulo: Moderna. Coleção Conexões Matemática e Suas Tecnologias.
- Maltempi, M. V. (2005). Novas Tecnologias e Construção de Conhecimento: Reflexões e Perspectivas. In: *V Congresso Ibero-americano de Educação Matemática (CIBEM)*. Porto, Portugal.
- Martindale, C. (1999). Biological bases of creativity. In: R. Sternberg, (Org.), *Handbook of Creativity* (pp. 137-152). Cambridge: University Press.
- Ministério da Educação. (2000). *Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. República Federativa do Brasil, Brasília.
- Oliveira, A. N. (2016). *Projetos de conhecimento acoplados as tecnologias digitais para promover a criatividade em matemática*. [Tese de Doutorado em Informática na Educação - Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias em Educação]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Papert, S. (1994). *A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Papert, S. (1997). *A família em rede: ultrapassando a barreira digital entre gerações*. Lisboa: Relógio D'Água Editores.

DOI: 10.20396/zet.v31i00.8672180

- Pereira, E. (2008). *A modelagem matemática e suas implicações para o desenvolvimento da criatividade*. [Dissertação de Mestrado em Educação]. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa.
- Resnick, M. (2007). Sowing the Seeds for a More Creative Society. *Learning and Leading with Technology*.
- Resnick, M. (2020). *Jardim de infância para a vida toda: por uma aprendizagem criativa, mão na massa e relevante para todos*. Porto Alegre: Penso Editora.
- Resnick, M. (2022). Entrevista para a *VI Jornada de Educação Infantil* - Unisinos. Disponível em: <https://poseducacao.unisinos.br/blog/pensamento-criativo>.
- Valente, J. A. (2016). Integração do pensamento computacional no currículo da educação básica: diferentes estratégias usadas e questões de formação de professores e avaliação do aluno. *Revista e-Curriculum*, 14 (3), 864-897. <https://doi.org/10.23925/1809-3876.2016v14i3p0864>.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49 (3), 33-35. Disponível em: <https://www.cs.cmu.edu/afs/cs/Web/People/15110-s13/Wing06-ct.pdf>
- Wing, J. M. (2011). *Computational Thinking: What and Why*. Cambridge. Disponível em: <https://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why>.