

## Educação Matemática e linguagens de programação: um levantamento de artigos sobre a Educação Básica

*Mathematics Education and programming languages: a survey of articles about Basic Education*

Bianca Alves-Pereira<sup>1</sup>

Sabrina Alves-Pereira<sup>2</sup>

Marcos Roberto Ligori Filho<sup>3</sup>

### RESUMO

*Dentre as tecnologias digitais que apresentam potencial para o desenvolvimento do pensamento computacional em âmbito educacional encontram-se as plataformas de programação. Neste contexto, foi realizado um levantamento de literatura, com o objetivo de identificar e sistematizar artigos publicados no período de 2016 a 2021 acerca de fatores associados à integração de linguagens de programação no estudo de conteúdos da matemática da Educação Básica. Caracterizada como uma pesquisa do tipo estado do conhecimento compreendeu os seguintes procedimentos metodológicos: levantamento de artigos científicos, obtendo-se um corpus de 20 artigos; exploração desse material; análise de características gerais e formação acadêmica dos pesquisadores envolvidos. Também foram comparados e analisados enfoques e perspectivas dessas pesquisas, compreendendo o foco de nível educacional, conteúdos matemáticos abordados, linguagens de programação utilizadas e destacados aspectos positivos e limitantes dessa integração. Com os resultados deste trabalho, espera-se contribuir enfatizando características centrais de artigos que tratam dessa temática, como possíveis alternativas para os campos de pesquisa e ensino.*

**Palavras-chave:** Educação Matemática; Tecnologias digitais; Linguagem de programação; Educação Básica; Pensamento computacional.

### ABSTRACT

*Among the digital technologies that have potential for the development of computational thinking in the educational field are programming platforms. In this context, a literature survey was carried out, with the aim of identifying and systematizing articles published from 2016 to 2021 about factors associated with the integration of programming languages in the study of mathematics content in Basic Education. Characterized as a research of the state of knowledge type, it comprised the following methodological procedures: survey of scientific articles, obtaining a corpus of 20 articles; exploitation of this material; analysis of general characteristics and academic education of the researchers involved. Focuses and perspectives of these researches were also compared and analyzed, including the focus of educational level, mathematical content covered, programming languages used and highlighted positive and limiting aspects of this integration. With the results of this work, it is expected to contribute by emphasizing central features of articles dealing with this topic, as possible alternatives for the fields of research and teaching.*

**Keywords:** Mathematics Education; Digital technologies; Programming language; Basic education; Computational thinking.

---

<sup>1</sup>. Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de São Paulo. E-mail: alves.pereirabs@gmail.com.

<sup>2</sup>. Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de São Paulo. E-mail: alves-pereirabs@hotmail.com.

<sup>3</sup>. MBA em Big Data (Data Science) e Mestrando em Ensino de Ciências e Matemática. E-mail: marcos\_ligori@yahoo.com.br.

## Introdução ao tema

Lima e Pereira (2021) definem ‘tecnologia digital’ como um conjunto de tecnologias que abarcam, sobretudo, a variação de linguagem ou dados em números, texto ou a convergência deles, apresentados na tela de dispositivos variados como computadores, celulares ou *tablets* na forma de imagens fixas, movimentos, som e texto verbal. Acrescentam que ela está fortemente presente em diferentes áreas da vida, seja em profissões, lazer, nas casas das pessoas ou na escola.

Neste contexto, em documentos educacionais vigentes como a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018), que define aprendizagens essenciais de todas as disciplinas da Educação Básica brasileira, também se discute a importância das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC):

[...] o mundo produtivo e o cotidiano estão sendo movidos por tecnologias digitais, situação que tende a se acentuar fortemente no futuro. [...] É preciso garantir aos jovens aprendizagens para atuar em uma sociedade em constante mudança... (BRASIL, 2018, p. 474).

Essas mudanças que ocorrem ao longo da história como consequências dos avanços das tecnologias digitais, exigem da sociedade, como destacado por Carniello e Zanutello (2020, p. 179) “um complexo movimento de reorganização que pressiona em certa medida os sistemas educacionais”.

Há, portanto, a necessidade de se repensar o processo de ensino e aprendizagem, buscando, conforme Valente, Almeida e Geraldini (2017), superar estratégias didáticas centradas no professor e na passividade dos alunos. É neste cenário que surgem as chamadas Metodologias Ativas, que por meio de alternativas pedagógicas, estimulam uma participação mais ativa dos estudantes, de acordo com Valente (2017).

Uma ferramenta de destaque é o computador sobre o qual, desde 1998, Valente (1998) já enfatizava que provocou uma revolução no processo de ensino e aprendizagem, dentre outros motivos, pelas diversas abordagens possíveis para o ensino.

E mais recentemente, corroborando com este autor, Lima e Pereira (2021) também defendem que,

[...] a aplicabilidade dos computadores influencia positivamente no processo de ensino e aprendizagem, motivando e tornando a aprendizagem mais significativa para os alunos, que começam a participar ativamente das aulas transformando-se de sujeitos passivos a ativos, interagindo com o conteúdo e criando estratégias para a solução dos problemas propostos pelo professor (LIMA; PEREIRA, 2021, p. 68812).

Nesse contexto, de modo mais específico sobre a programação, Pascoalino (2021) destaca que esta é uma área que contribui para adoção de metodologias de ensino nas quais o estudante seja o protagonista de sua aprendizagem.

Para Menezes (2010), aprender uma linguagem de programação é treinar a mente a pensar de novas formas, o que contribui tanto para usar, quanto para desenvolver outros programas. Isso

porque defende que o pensamento adquirido, desenvolve a capacidade de resolver problemas. Pensamento este, que Wing (2011) define como ‘pensamento computacional’ descrevendo-o como uma atividade mental para formular problemas, que admitem soluções computacionais, que podem ser realizadas por homens e/ou máquinas.

O Pensamento Computacional é um processo cognitivo que aparece na resolução de problemas e está conectado a quatro pilares: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos. Brackmann (2017) e Code.Org (2016) explicam que o processo inicia com a decomposição de um problema complexo em problemas menores e gerenciáveis que podem ser examinados individualmente, considerando como problemas semelhantes foram resolvidos anteriormente em busca de reconhecer padrões. Com objetivo de abstrair informações, ou seja, focando em informações importantes. E por fim, desenvolver algoritmos simples, visando resolver cada um dos problemas menores, possibilitando assim, resolver o problema maior.

Este tema também é ressaltado na Base Nacional Comum Curricular, dada sua importância para o aprendizado dos estudantes: “o pensamento computacional envolve as capacidades de compreender, analisar, definir, modelar, resolver, comparar e automatizar problemas e suas soluções, de forma metódica e sistemática, por meio do desenvolvimento de algoritmos” (BRASIL, 2018, p. 475), computacionais ou não.

Assim, a linguagem de programação pode ser considerada eficiente na promoção do pensamento computacional:

A escrita de programas de computadores requer a análise do problema, determinando o objetivo a ser alcançado e, então, a partição do problema em seus processos constituintes identificando sub-objetivos e passos associados para alcançar o objetivo. Além disso, a escrita de programas eficientes requer abstração e generalização. [...] É interessante também que, parte do código de programação possa ser utilizado em problemas semelhantes realizando um mínimo de ajustes ao invés de escrever um novo programa do início. E para testar a correção e eficiência de um programa, uma depuração (*debugging*) pode ser realizada (CARNIELLO; ZANOTELLO, 2020, p. 186-187).

Particularmente, no que tange às aulas de matemática, torna-se conveniente aproveitar as possibilidades da relação entre a matemática e o pensamento computacional. Uma vez que como reflexo das dificuldades dos estudantes na compreensão de conceitos matemáticos, dados do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) de 2018<sup>4</sup> (BRASIL, 2019), revelam que, ao analisar na perspectiva internacional, a nota média dos jovens brasileiros em matemática foi de 384 pontos. Isso corresponde a 68,1% dos estudantes que não atingiram o nível básico de proficiência nesta área, para que os jovens sejam capazes de aproveitar novas oportunidades de aprendizagem além de possibilitar exercer sua plena participação no mundo globalizado.

---

<sup>4</sup> Conforme INEP (s.d), “como reflexo das dificuldades enfrentadas em virtude da pandemia de COVID-19, os países-membros e associados da OCDE decidiram adiar a avaliação do Pisa 2021 para 2022 e do Pisa 2024 para 2025”, sendo a avaliação do PISA realizada em 2018, a mais atualizada até o momento da divulgação deste artigo.

Oliveira e Laudares (2015) destacam que um dos fatores que conduzem os estudantes para tais dificuldades na matemática escolar, é o surgimento das ‘letras com valor de números’, ao se trabalhar com questões algébricas.

Nesse sentido, os Parâmetros Curriculares Nacionais defendem a necessidade de possibilitar aos alunos construir o próprio conhecimento propondo situações e contextos que permitam o desenvolvimento da compreensão da linguagem, conceitos e procedimentos da álgebra nos mais diversos significados que as letras podem assumir (BRASIL, 1998).

Assim, como uma possibilidade de viabilizar oportunidades de aprendizagem deste campo da matemática, têm-se, conforme Brasil (2018), as vantagens decorrentes do processo de ensino e aprendizagem da matemática por meio da estreita conexão entre habilidades relacionadas à álgebra e o pensamento computacional, em especial para a identificação de padrões para o estabelecimento de generalizações, propriedades e algoritmos. Ou ainda, outros pontos de relação, como ressaltados por Carniello e Zanotello (2020) citando Sneider *et al.* (2014), tais como, resolução de problemas, modelagem matemática, análise e interpretação de dados e, estatística e probabilidade.

Ao considerar então, esses e outros conceitos matemáticos com potencialidades de se trabalhar por meio de tecnologias digitais, o presente estudo surge com a finalidade de identificar e sistematizar artigos publicados no período de 2016 a 2021 acerca de fatores associados à integração<sup>5</sup> de linguagens de programação no estudo de conteúdos da matemática da Educação Básica.

## **Fases da pesquisa**

Com base nos objetivos propostos, o presente estudo se constitui como uma pesquisa de caráter qualitativo, descritivo e inventariante, do tipo estado do conhecimento, conforme Romanowski e Ens (2006). Para quem, a metodologia de pesquisa denominada estado do conhecimento ou estado da arte, refere-se a pesquisas realizadas a partir de produções de determinada área do conhecimento e intervalo de tempo, previamente definidos.

Fundamentado nessas autoras, adaptando-se os procedimentos descritos no artigo de Alves-Pereira, Alves-Pereira e Linardi, (2022), a presente pesquisa compreendeu a três fases para obtenção e análise de produções científicas:

**Fase 1:** O levantamento de literatura foi realizado no *Google Acadêmico*, de pesquisas nos idiomas português, espanhol e inglês, que disponibilizam os textos completos eletronicamente

---

<sup>5</sup> ‘Integração’ no sentido de conteúdos da matemática escolar, estudados por meio do uso de linguagens de programação.

acerca de fatores associados à integração de linguagens de programação no estudo de conteúdos da matemática da Educação Básica, no período de 2016 a 2021.

Foram utilizados os seguintes descritores para as buscas: "álgebra" "linguagem de programação" "ensino e aprendizagem" "educação matemática" "linguagens" (obtendo-se 264 pesquisas) e suas respectivas traduções para o espanhol "álgebra" "lenguaje de programación" "enseñanza y aprendizaje" "educación matemática" "lenguajes" (obtendo-se 101 pesquisas) e inglês "algebra" "programming language" "teaching and learning" "mathematics education" "languages" (obtendo-se 348 pesquisas).

A partir destas, foram adotados os seguintes critérios de seleção:

- i) ser artigo de revista científica;
- ii) estar disponível completo e gratuitamente na internet;
- iii) ser uma proposta ou ter sido aplicado para o Ensino Fundamental e/ou Médio;
- iv) abordar conceitos da matemática escolar;
- v) utilizar linguagem de programação nas atividades elaboradas.

**Fase 2:** A exploração das produções que atendiam aos critérios para a seleção consistiu na realização de leitura preliminar do resumo e realizada uma leitura flutuante da pesquisa, visando observar o problema de pesquisa, aspectos dos procedimentos metodológicos, conclusões e considerações para identificação de características gerais e para a criação de categorias relacionados aos enfoques e perspectivas dos artigos selecionados.

**Fase 3:** A análise foi dividida em:

a) Características gerais, visando agrupar as pesquisas por idiomas dos textos (português, espanhol e inglês); a criação de uma nuvem de palavras a partir dos títulos de cada artigo; e identificação da área de formação acadêmica (graduação, especialização, mestrado ou doutorado) dos pesquisadores se relacionada à Matemática e/ou à Computação a partir das informações disponibilizadas no *Currículo Lattes*, *LinkedIn* ou ainda, de dados de universidades ou em outras fontes na *internet*.

b) Enfoques e perspectivas a serem analisados, visando comparar os focos de nível educacional (Ensino Fundamental Anos Iniciais, Ensino Fundamental Anos Finais e Ensino Médio) para o qual cada pesquisa está direcionada; os conteúdos da matemática da Educação Básica abordados; linguagem de programação utilizada; e criar categorias a posteriori quanto aos Aspectos Positivos e Limitantes destacados por estas pesquisas acerca de fatores associados à integração de linguagens de programação no estudo de conteúdos da matemática da Educação Básica.

A partir destes procedimentos, apresentam-se as descrições, análises e comparações quanto às características gerais, enfoques e perspectivas dos artigos selecionados.

### Descrição e análise das características gerais dos artigos selecionados

Com base nos procedimentos metodológicos descritos na fase 1, constituiu-se o *corpus* do estado do conhecimento do presente trabalho, 20 artigos de 20 revistas científicas distintas.

Os autores destes artigos, ilustrados na Figura 1, foram organizados por meio de uma linha do tempo com nome dos autores (citação) e destacado por cores, os idiomas dos textos. Foram encontradas mais pesquisas (sete artigos) no ano de 2020; a maioria sendo no idioma inglês, totalizando dois artigos escritos no idioma espanhol, 12 artigos no idioma inglês e seis no idioma português.

Figura 1 – Linha do tempo com autores dos artigos selecionados.



Fonte: Autores, 2022.

Em se tratando de fatores associados à integração de linguagens de programação no estudo de conteúdos da matemática da Educação Básica, verificou-se a formação acadêmica dos 49 pesquisadores (autores e coautores) destes artigos, na área da Computação ou da Matemática ou em ambas as áreas.

Foram localizadas as informações quanto à formação acadêmica de 44 autores e coautores, sendo que de 10% dos pesquisadores, não foi possível encontrar essas informações. 29% informavam ter formação acadêmica relacionada à Matemática e 25%, relacionada à Computação em algum nível, graduação (licenciatura ou bacharelado), especialização, mestrado ou doutorado,

principalmente relacionados a educação. Além de 16% que apresentaram ambas as formações, estando dentre esses, uma pesquisadora que participou de dois dos artigos selecionados.

Outros 20% que não apresentaram nenhuma destas, informaram ter formações relacionadas a outras áreas do conhecimento como Pedagogia, Psicologia, Engenharia, Estatística. Vale destacar que apenas um dos artigos, Redón e Aroca (2018) foi escrito apenas por autores com formação em outras áreas.

Com base nessas informações, na Tabela 1 estão nove pesquisas que se destacam por apresentar caráter interdisciplinar e/ou multidisciplinar, no sentido de envolverem a participação de pesquisadores de diferentes áreas.

Tabela 1 – Pesquisas de autores com formação nas áreas de Computação e de Matemática.

| <b>Categoria de formação dos autores por artigo</b>                            | <b>Artigos</b>   | <b>Nº de artigos</b> |
|--|--|----------------------|
| Um ou mais autores com formação em ambas as áreas                              | Falcão (2019); Ferreira (2021); Morais, Basso e Fagundes (2017) e Solin e Roanes-Lozano (2019) | 4                    |
| Pelo menos um dos autores com formação em Matemática e outro em Computação     | Goldenberg <i>et al.</i> (2021); Namukasa, Patel e Miller (2017) e Rodrigues e Alves (2019)    | 3                    |
| Pelo menos um dos autores com formação em Matemática e outro em ambas as áreas | Pucci e Reichert (2020)  | 1                    |
| Pelo menos um dos autores com formação em Computação e outro em ambas as áreas | Reichert, Barone e Kist (2020)   | 1                    |
| <b>Total de artigos</b>  |  | <b>9</b>             |

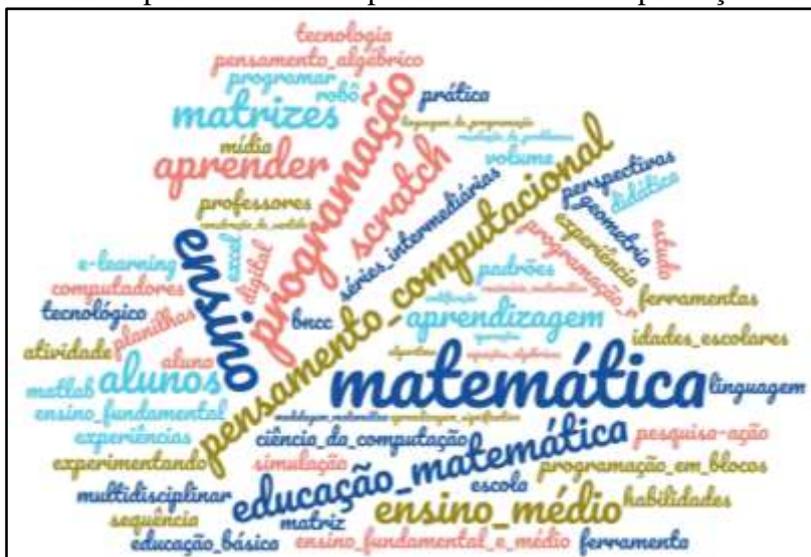
Fonte: Autores, 2022.

Os resultados podem sugerir a não necessidade de possuir formação nas áreas para se discutir a linguagem de programação no estudo de conceitos da matemática da Educação Básica. Contudo, não apresentar formação acadêmica ou apresentar formação em apenas uma delas, não significa, necessariamente, não ter conhecimento, pois não está descartada alguma familiaridade dos autores com essas áreas.

Como recurso visual e método heurístico de análise, com o intuito de sintetizar a temática dos 20 artigos selecionados, não visando responder um questionamento da pesquisa, mas como sugestão de caminhos do quê se observar em um grupo de dados, como enfatizado por Silva (2013), a Figura 2, apresenta uma nuvem de palavras criada a partir dos títulos desses artigos. Foram retiradas preposições, artigos definidos e indefinidos e outras palavras que não pareciam relevantes.

Os títulos originais em espanhol e em inglês foram traduzidos para o português para a construção da nuvem. Destacam-se palavras relacionadas à educação, nomes de linguagens de programação e de *softwares* e outras, derivadas destas. O que também revela, de certo modo, a seleção dessas pesquisas para o presente estudo.

Figura 2 – Nuvem de palavras criada a partir dos títulos das produções científicas.



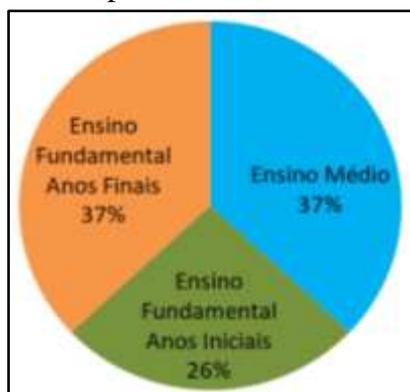
Fonte: Autores, 2022.

Foram também descritos e analisados, enfoques e perspectivas desses 20 artigos, que são apresentados nas próximas páginas.

### Descrição e análise dos enfoques e perspectivas dos artigos selecionados

Dentre os 20 artigos, buscou-se identificar o foco de nível educacional para o qual a pesquisa está direcionada a partir de sua análise, podendo uma mesma pesquisa, ter foco em mais de um nível. Apresentando 63% com foco no Ensino Fundamental e 37% com foco no Ensino Médio, conforme gráfico da Figura 3.

Figura 3 – Gráfico com percentual do foco de nível educacional.



Fonte: Autores, 2022.

No âmbito das tecnologias digitais utilizadas, no Quadro 1 há algumas informações sobre as 13 linguagens de programação adotadas pelos autores dos artigos selecionados, que variam em linguagens criadas entre 1967 e 2015.

Quadro 1 – Informações sobre as Linguagens de programação utilizadas (organizadas por ordem cronológica do ano de lançamento) e conteúdos abordados pelos autores dos artigos selecionados.

| Nome da linguagem | Ano  | Tipo de linguagem | Conteúdos matemáticos   | Artigos   |
|-------------------|------|-------------------|---|---|
| LOGO              | 1967 | Bloco e Texto     | Polígonos, Trigonometria, Variáveis, Funções, Expressões aritméticas  | Monte-Alto <i>et al.</i> (2017)   |
| Matlab            | 1970 | Texto             | Medidas, Matrizes   | Ferreira (2021) e Panjaitan (2016)  |
| Karel             | 1981 | Bloco             | Resolução de problemas  | Solin e Roanes-Lozano (2019)  |
| VBA               | 1993 | Texto             | Matemática Financeira, Matrizes   | Falcão (2019) e Chaamwe e Shumba (2016)   |
| R                 | 1993 | Texto             | Equações  | Redón e Aroca (2018)  |
| Java              | 1995 | Texto             | Medidas   | Rothman, Harpe e Cronjé (2020)  |
| Javascript        | 1995 | Texto             | Expressões aritméticas  | Bråting e Kilhamn (2021)  |
| Squeak Etoys      | 1996 | Bloco             | Variáveis   | Morais, Basso e Fagundes (2017)   |
| Scratch           | 2007 | Bloco             | Localização e movimentação, Polígonos, Trigonometria, Variáveis, Funções, Expressões aritméticas, Transformações geométricas, Medidas, Lógica, Equações, Área e Perímetro | Baccaglioni-Frank <i>et al.</i> (2020); Bråting e Kilhamn (2021); Falcão (2019); Germia e Panorkou (2020); Monte-Alto <i>et al.</i> (2017); Namukasa, Patel e Miller (2017); Olteanu (2020); Pucci e Reichert (2020); Reichert, Barone e Kist (2020) e Schultz e Noh (2020) |
| App inventor      | 2010 | Bloco             | Matrizes  | Rodrigues e Alves (2019)  |
| Snap!             | 2011 | Bloco             | Expressões aritméticas, Localização e movimentação  | Goldenberg <i>et al.</i> (2021) e Diago, González-Calero e Arnau (2019)   |
| Scratch Jr        | 2014 | Bloco             | Localização e movimentação, Transformações geométricas, Medidas   | Namukasa, Patel e Miller (2017)   |
| Tickle            | 2015 | Bloco             | Localização e movimentação, Transformações geométricas, Medidas   | Namukasa, Patel e Miller (2017)   |

Fonte: Autores, 2022.

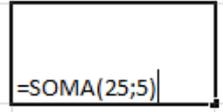
Os conteúdos matemáticos do Ensino Fundamental e Médio foram identificados nos 20 artigos, sendo que em alguns casos, foram trabalhados mais de um destes conteúdos. De modo geral, foram abordados conceitos de álgebra e geometria, com maior ênfase na discussão de localização e movimentação no espaço bidimensional.

É possível perceber que há várias linguagens a serem utilizadas no ensino de matemática da Educação Básica. Algumas parecidas, mas com suas especificidades que precisam ser consideradas no momento de sua escolha. Verificou-se o uso de uma única linguagem para discutir diversos conteúdos matemáticos, bem como a discussão de um conteúdo específico por diferentes linguagens de programação.

Além de que programação em blocos, como o *Scratch*, foram mais prevalentes dentre as pesquisas analisadas do que a programação em Texto. Linguagem de programação em bloco conforme Schultz e Noh (2020) consistem em blocos organizados por cores que podem ser conectados a outros (de forma semelhante a um quebra-cabeça), de acordo com suas formas e resultados esperados. Enquanto que o tipo Texto consiste na escrita de linhas de códigos em uma determinada linguagem de programação com suas sintaxes próprias.

Para exemplificar, o Quadro 2 ilustra a soma entre 25 e 5 nesses dois tipos de linguagem, podendo-se observar a variação da sintaxe, mantendo-se a semântica.

Quadro 2 – Exemplo de linguagem de programação em Bloco e em Texto para realizar o cálculo de 25 mais 5.

| Bloco  | Texto   |   |
|--|---|---|
| Exemplo: SCRATCH   | Exemplo: VBA  | Exemplo: R  |
|                                   |                                |                                |
| Quando clicado na bandeira:<br> | Quando clicado em enter:<br> | Quando clicado em enter:<br> |

Fonte: Autores, 2022.

Abaixo, segue uma breve descrição de cada uma das 13 linguagens utilizadas:

- **LOGO:** a linguagem de programação LOGO está baseada na teoria construcionista, que foi inspirada no construtivismo de Jean Piaget. Vale destacar que existem versões baseadas em blocos, como *Blockly Games: Turtle* e baseadas em texto (interpretada ou compilada) como *Turtle Academy* que é uma versão *Web*. Consiste em enviar comandos para um ponteiro (tartaruga), em um espaço bidimensional, realizando movimentos que formam linhas que são apresentadas na tela (MONTE-ALTO *et al.*, 2017);
- **Matlab:** diferentemente de linguagens de programação tradicionais, é utilizada uma linguagem matemática para a resolução dos problemas propostos (BECKER *et al.*, 2010);
- **Karel:** nesta linguagem, devem-se fornecer dados de entrada (números inteiros, decimais finitos ou aproximação decimal finita de um número real), fazendo realizar movimentos

de passos para trás e para frente e também girar no sentido horário ou anti-horário (SOLIN; ROANES-LOZANO, 2019);

- VBA: *Visual Basic for Application* (VBA) foi desenvolvida pela *Microsoft* para uso, por exemplo, em planilhas do *Excel* (DASHBOARD DESIGN, 2020);
- R: o nome R está relacionado às iniciais dos nomes Ross e Robert que são os desenvolvedores dessa linguagem; muito utilizada nas áreas de estatística e análise de dados (EDSON, 2015);
- *Java*: foi utilizado o *software Greenfoot* para trabalhar orientação a objetos com a linguagem de programação *Java*, utilizada para criar ‘atores’ para a construção de, por exemplo, jogos digitais e simulações (GREENFOOT, 2006);
- *Javascript*: linguagem de *scripts* usada principalmente para a criação de páginas da *web* (MONUS, 2020);
- *Squeak Etoys*: inspirada na filosofia LOGO, o *Squeak Etoys* é um ambiente de autoria multimídia (MORAIS, 2016);
- *Scratch*: é um ambiente de programação com uma linguagem de programação dada por blocos lógicos. Nesta linguagem, deve-se interagir com blocos gráficos de códigos para. ao arrastá-los e soltá-los, encaixá-los em diferentes combinações e sequências para obter os resultados desejados (SCRATCH, s.d.);
- *App inventor*: é um ambiente de programação que consiste em arrastar blocos de códigos, organizando-os para obter os resultados esperados, criando aplicativos para o sistema operacional *Android* (ORSI, 2016);
- *Snap!*: criada com finalidade educacional, consiste em arrastar blocos de códigos, organizando-os para obter as funcionalidades esperadas, semelhante a linguagem de programação *Scratch* (DIAGO; GONZÁLEZ-CALERO; ARNAU, 2019);
- *Scratch jr*: inspirada no *Scratch*, sendo uma versão mais apropriada para crianças menores, considerando seu desenvolvimento pessoal, social, cognitivo e emocional (SCRATCHJR, s.d.);
- *Tickle*: permite o controle de sistemas robóticos por meio de uma linguagem de programação disponível para *iPhone* e *iPad*, semelhante a *Scratch* (APPADVICE, 2021).

Vale ressaltar as linguagens que surgiram há muitos anos e que ainda são utilizadas, mas também linguagens recentes que estão sendo consideradas pelos professores. Além de algumas serem pensadas especificamente para o ensino e outras não, mas que também são utilizadas para este propósito.

Pode-se perceber também que, voltadas para a educação, dentre os trabalhos analisados, as linguagens de programação LOGO e *Scratch*, ou baseadas nestas, foram as mais utilizadas. Vale destacar que nos trabalhos de Baccaglioni-Frank *et al.* (2020) e Namukasa, Patel e Miller (2017), a linguagem *Scratch* foi utilizada com robôs, por meio do *Geombot* e *Sphero*, respectivamente.

Para explicitar a integração da matemática com a programação, um exemplo é a atividade desenvolvida no artigo de Pucci e Reichert (2020) que utilizaram o *Scratch* para trabalhar equações algébricas do primeiro grau e lógica de programação com alunos dos Anos Finais do Ensino Fundamental.

O *Scratch* foi utilizado nos encontros das autoras com os estudantes como ferramenta para resolução de situações-problema. Uma delas foi a seguinte: “Um homem estava passeando com seu carro e teve um problema, duas rodas de seu carro estragaram. Um mecânico que passava por perto ofereceu ajuda” (PUCCI; REICHERT, 2020, p. 333).

As autoras explicam que a partir desta situação iniciaram-se discussões relacionadas com equações algébricas, como a substituição de valores em incógnitas, e foi realizada uma breve apresentação para o uso do *Scratch*, visando estabelecer uma interpretação da variável algébrica. A partir disso, grupos de alunos foram incentivados a desenvolver uma solução por meio de uma história animada e interativa utilizando os blocos lógicos do *Scratch* e as variáveis corretas para sua resolução, conforme Figura 4.

Figura 4 – Exemplo de cena e código desenvolvidos por alunos.



Fonte: Autores, adaptado de Pucci e Reichert, 2020.

Para aprofundar a exploração dos artigos selecionados para a descrição e análise, outro enfoque e perspectiva que foi discutido, referem-se aos Aspectos Positivos e Limitantes de fatores associados à integração de linguagens de programação no estudo de conteúdos da matemática da Educação Básica, mencionados pelos autores dos 20 artigos e agrupados em 11 categorias com frases retiradas destes trabalhos que exemplificam a categoria criada.

Na Tabela 2 estão sintetizados esses dados, sendo que essas categorias foram criadas com base nos aspectos positivos discutidos por todos esses artigos, enquanto que dos aspectos limitantes, foram criadas a partir de 14 destes artigos, pois nos outros seis trabalhos não foram identificados tais aspectos em suas conclusões ou considerações finais.

Tabela 2 – Síntese dos aspectos positivos e limitantes de fatores associados à integração de linguagens de programação no estudo de conteúdos da matemática da Educação Básica.

| Aspectos positivos  | Nº de artigos | Aspectos limitantes   | Nº de artigos |
|---|---------------|---|---------------|
| Construir conhecimento relacionado ao pensamento computacional    | 8             | Conectar conhecimentos matemáticos e de programação em uma perspectiva pedagógica | 7             |
| Desenvolver a proatividade dos alunos                             | 3             | Estar disposto a realizar mudanças necessárias nas aulas                          | 6             |
| Explorar os conteúdos matemáticos em um contexto interdisciplinar | 9             | Reconhecer a existência de dificuldades com a linguagem                           | 7             |
| Melhorar o engajamento dos envolvidos                             | 8             | Reconhecer a impossibilidade de atingir a todos os alunos                         | 3             |
| Utilizar abordagens alternativas                                  | 14            |   |               |
| Valorizar o aprendizado coletivo                                  | 2             |   |               |

Fonte: Autores, 2022.

Dentre os principais aspectos positivos, destaca-se o fato de possibilitar *construir conhecimento relacionado ao pensamento computacional*, pois tanto a matemática pode ser enriquecida com aspectos do pensamento computacional quanto este, pode ser enriquecido com aspectos da matemática. Conforme discutido por autores como Diago, González-Calero e Arnau (2019), Germia e Panorkou (2020), Goldenberg *et al.* (2021), Moraes, Basso e Fagundes (2017), Namukasa, Patel e Miller (2017), Reichert, Barone e Kist (2020), Rodrigues e Alves (2019) e Schultz e Noh (2020).

Por exemplo, na pesquisa de Reichert, Barone e Kist (2020, p. 11, tradução nossa), eles afirmam que “os quatro pilares do pensamento computacional foram identificados nas respostas dos participantes” ao final de um curso ministrado, indicando mudanças na percepção deles sobre as potencialidades dessa abordagem pedagógica associada com a matemática. Referindo-se aos pilares Decomposição, Reconhecimento de Padrões, Abstração e Algoritmos, apresentados por Brackmann (2017) e Code.Org (2016).

Corroborando com estes autores, Diago, González-Calero e Arnau (2019, p. 73, tradução nossa) destacam a capacidade dessa integração “fornecer dados que auxiliem na investigação de aspectos relacionados ao processo de resolução de problemas nos níveis iniciais da escola, ao

gerenciamento e correção de erros nos planos desenvolvidos, e outros elementos de resolução de problemas”.

Outro ponto que merece destaque é o potencial de uma abordagem didática envolvendo programação *desenvolver a proatividade dos alunos* por meio de diferentes metodologias ativas, conforme Falcão (2019), Germia e Panorkou (2020) e Goldenberg *et al.* (2021).

Estes últimos, por exemplo, defendem que as atividades desenvolvidas com a programação “oferecem aos alunos espaço para direcionar sua própria experimentação criativa” (p. 61, tradução nossa). Indo ao encontro de Falcão (2019, p. 299, tradução nossa), que considera ser possível alcançar “um equilíbrio entre [...] objetivos de ensino e os objetivos da atividade autodirigida dos alunos”.

Muitos autores também apontaram a potencialidade de *explorar os conteúdos matemáticos em um contexto interdisciplinar* ao envolver dois campos do conhecimento, como discutido nas pesquisas de Bråting e Kilhamn (2021), Germia e Panorkou (2020), Morais, Basso e Fagundes (2017), Namukasa, Patel e Miller (2017), Olteanu (2020), Pucci e Reichert (2020), Redón e Aroca (2018), Rodrigues e Alves (2019) e Schultz e Noh (2020).

Rodrigues e Alves (2019, p. 45), por exemplo, defendem que tais práticas podem contribuir por explorar “conhecimentos de modo a possibilitar que os estudantes construam uma visão mais integrada da matemática, ainda na perspectiva de sua aplicação à realidade”. O que possibilita alcançar, conforme Olteanu (2020, p. 16, tradução nossa), “o raciocínio e a criação de sentido, intimamente relacionados em matemática e programação”.

O fator ‘interesse e motivação’ não foi esquecido pelos autores para *melhorar o engajamento dos envolvidos* (alunos ou professores), conforme Germia e Panorkou (2020), Goldenberg *et al.* (2021), Monte-Alto *et al.* (2017), Namukasa, Patel e Miller (2017), Pucci e Reichert (2020), Redón e Aroca (2018), Rothman, Harpe e Cronjé (2020) e Schultz e Noh (2020).

Pucci e Reichert (2020, p. 336), concluíram que o uso de linguagem de programação em aula de matemática “propicia um ambiente divertido e faz com que a curiosidade, a criatividade e a vontade de aprender de cada estudante sejam estimuladas consideravelmente”.

Rothman, Harpe e Cronjé (2020) acrescentam que a pesquisa desenvolvida obteve resultados que reforçam o já discutido por Papert (2005), quanto ao mito de que ‘programar é para poucos’. Por exemplo, quando afirma que “a ideia predefinida de que apenas ‘alunos inteligentes ou com inclinação para a matemática’ são capazes de fazer programação foi removida [...]” (ROTHMAN, HARPE E CRONJÉ, 2020, p. 134, tradução nossa).

Também, os benefícios de se *utilizar abordagens alternativas* que possibilitam desenvolver diferentes habilidades e competências dos estudantes foi a categoria mais enfatizada, sendo identificada nas pesquisas de Baccaglioni-Frank *et al.* (2020), Chaamwe e Shumba (2016), Falcão

(2019), Ferreira (2021), Monte-Alto *et al.* (2017), Morais, Basso e Fagundes (2017), Namukasa, Patel e Miller (2017), Panjaitan (2016), Pucci e Reichert (2020), Redón e Aroca (2018), Reichert, Barone e Kist (2020), Rothman, Harpe e Cronjé (2020), Schultz e Noh (2020) e Solin e Roanes-Lozano (2019).

Chaamwe e Shumba (2016, p. 575, tradução nossa), por exemplo, afirmam que “o uso da tecnologia aumenta a compreensão da matemática e de outras disciplinas”. Panjaitan (2016, p. 4440, tradução nossa), neste sentido, também enfatiza a importância de se utilizar as ferramentas para trabalhar conceitos que não seriam possíveis de serem realizados manualmente com facilidade, afirmando que “os computadores são muito úteis como meio de aprendizagem para os alunos, especialmente na resolução de problemas difíceis”.

Ou ainda, como sugere Ferreira (2021, p. 15), para o desenvolvimento de “novos produtos didático-pedagógicos para o apoio a experiências curriculares inovadoras” no contexto da Base Nacional Comum Curricular. Enquanto que Morais, Basso e Fagundes (2017, p. 470) consideram necessário o “desenvolvimento também de novas experiências em sala de aula, de metodologias de ensino de matemática para que mais educadores se aventurem a ensinar matemática a partir da programação”. Bem como Solin e Roanes-Lozano (2019) que destacam que o método e exemplos descritos por eles são utilizados pelos autores desde 2010 em diferentes formações de professores e seus alunos.

Temas relacionados à importância do diálogo na sala de aula, como *valorizar o aprendizado coletivo* em atividades que envolvem investigação para a obtenção de uma solução de um problema, também foram encontrados nas conclusões nos trabalhos de Germia e Panorkou (2020) e Rodrigues e Alves (2019). Germia e Panorkou (2020, p. 300, tradução nossa), por exemplo, afirmam que foi possível verificar que “compartilhando suas estratégias com outros alunos e trocando pontos de vista sobre a tarefa, os alunos podem desenvolver ainda mais seu pensamento”, favorecendo a reflexão sobre os conceitos estudados.

Contudo, como toda estratégia educacional ou proposta pedagógica não possui apenas aspectos positivos, foi possível identificar também aspectos limitantes discutidos por esses autores.

A dificuldade de *conectar conhecimentos matemáticos e de programação em uma perspectiva pedagógica* é uma delas, visto que é preciso reconhecer o caráter parcial de tal conexão, pois nem todo conhecimento matemático pode ser trabalhado por meio da linguagem de programação, ou o contrário, embora exista intersecção. Discussão esta, identificada a partir das pesquisas de Diago, Germia e Panorkou (2020), González-Calero e Arnau (2019), Morais, Basso e Fagundes (2017), Namukasa, Patel e Miller (2017), Reichert, Barone e Kist (2020), Rodrigues e Alves (2019) e Schultz e Noh (2020).

Por exemplo, quando Morais, Basso e Fagundes (2017, p. 470) citam que para formar estudantes “capazes de produzir (ou compreender como se produz) tecnologia para a escola estar incluída numa cultura digital [...] o educador matemático precisa estar consciente que isso também implica aprender matemática”.

Ou nas palavras de Schultz e Noh (2020, p. 328, tradução nossa), desde que o planejamento da aula com linguagem de programação “esteja alinhada e centrada em torno de um conceito-chave de matemática, os professores estão promovendo habilidades essenciais do século 21 nos alunos, ao mesmo tempo em que melhoram a compreensão dos conceitos-chave da matemática”.

No que tange a organização do tempo, de recursos e da estrutura de aula, importantes para a implementação de metodologias integrando matemática e codificação, destaca-se o desafio de se *estar disposto a realizar mudanças necessárias nas aulas*, sabendo identificar recursos essenciais, o que é fundamental em qualquer proposta nova em ambiente escolar, em especial em se tratando do uso de computadores, conforme discutido por Baccaglini-Frank *et al.* (2020), Falcão (2019), Monte-Alto *et al.* (2017), Namukasa, Patel e Miller (2017), Redón e Aroca (2018) e Reichert, Barone e Kist (2020).

Falcão (2019, p. 91-92) destaca a mudança necessária do olhar sobre as provas aplicadas ao utilizar metodologias como esta, pois será preciso que o professor passe a utilizar “dos resultados das avaliações de aprendizagem para sair do lugar comum e romper os desafios apresentados na educação, a qual está em constante transformação”. Além de que, como Namukasa, Patel e Miller (2017) mencionaram, em alguns casos podem ser necessárias mais aulas para o melhor aproveitamento da experiência didática.

Monte-Alto *et al.* (2017, p. 109-110), por exemplo, acrescentam a necessidade de “alcançar ainda mais professores que se disponham a ensinar computação e utilizá-la como meio de ensino para outras disciplinas em sala de aula”. Isso porque, adotando abordagens que envolvem diferentes áreas do conhecimento, conforme Reichert, Barone e Kist (2020, p. 11, tradução nossa), os professores podem sentir-se desconfortáveis ao deparar-se com “alunos e participantes mais ativos, nos quais o ensino não segue mais uma tendência linear, pois conteúdos não planejados previamente pelo professor podem surgir durante a aula”.

Além disso, Baccaglini-Frank *et al.* (2020, p. 19, tradução nossa) enfatizam como limitante, o pouco diálogo existente entre profissionais dos diferentes campos do conhecimento, afirmando ser necessário buscar ampliar a “abertura de um diálogo entre comunidades de educadores que realizam pesquisas em educação matemática [...] e pesquisas em educação em ciências da computação”.

No que tange ao conhecimento da linguagem de programação a ser utilizada seja pelo professor ou pelos alunos, destaca-se *reconhecer a existência de dificuldades com a linguagem*, que podem surgir em algum momento, o que exige estar preparado para lidar com elas, conforme

discutido por Bråting e Kilhamn (2021), Chaamwe e Shumba (2016), Olteanu (2020), Namukasa, Patel e Miller (2017), Redón e Aroca (2018), Reichert, Barone e Kist (2020) e Rodrigues e Alves (2019).

Namukasa, Patel e Miller (2017, p. 21, tradução nossa), por exemplo, relatam que houve salas de aula nas quais, devido a estudantes que não estavam familiarizadas com a codificação, optaram por iniciar com “uma apresentação de 20 minutos sobre o que é codificação e onde ela é usada”.

Também quanto ao uso de simbologias da álgebra que são usadas na computação como o sinal de igualdade, que conforme destacado por Bråting e Kilhamn (2021, p. 181, tradução nossa) “quando a programação introduz [...] outro significado [...] uma sintaxe diferente, isso pode causar equívocos [...] e ter consequências para o aprendizado de álgebra”.

Também, o caráter parcial da integração da matemática com linguagens de programação, considerando a importância de *reconhecer a impossibilidade de atingir a todos os alunos*, uma vez que a experiência de cada estudante com a metodologia adotada é única, não podendo ser generalizada, foi encontrado nos artigos escritos por Olteanu (2020), Redón e Aroca (2018) e Schultz e Noh (2020).

Redón e Aroca (2018, p. 160, tradução nossa) alertam que “em qualquer caso, devido à complexidade intrínseca da programação, é fundamental considerar a atenção à diversidade na aplicação de uma metodologia deste tipo a um grupo heterogêneo de alunos”. No sentido de que não é garantia que, mesmo gostando de algoritmos ou lógica de programação, ou por estar utilizando tecnologia, já tenham conhecimentos sobre ou os recebam positivamente quando estes surgem como recursos educativos.

Os autores defendem então, a programação como alternativa para o ensino de matemática, apresentando prós e contras em sua utilização e não como abordagem única, solucionadora de todos os problemas educacionais.

### **Algumas considerações e perspectivas futuras**

Este trabalho pretendeu então, identificar e sistematizar artigos publicados no período de 2016 a 2021 acerca de fatores associados à integração de linguagens de programação no estudo de conteúdos da matemática da Educação Básica.

As análises realizadas revelaram nas especificações estabelecidas para o levantamento da literatura sobre este tema, 20 artigos, verificando-se ao menos um trabalho por ano investigado (nos idiomas português, espanhol ou inglês) no buscador *Google Acadêmico*. Que inclusive, se for desconhecido pelos professores, este trabalho também visa incentivar o uso deste buscador para

acesso a materiais que podem se tornar opções de recursos didáticos com uma ampla variedade de temas como pôde ser percebido a partir dos títulos dos artigos, por meio da nuvem de palavras.

Verificou-se que as pesquisas apontam que estratégias de conexões entre programação e matemática podem ser adotadas em todos os níveis do Ensino Fundamental e Médio, desenvolvendo o pensamento dos estudantes para ressignificar conceitos matemáticos, favorecido por essa abordagem. Ao incentivar tais práticas, o presente estudo buscou também ressaltar o trabalho multidisciplinar/cooperativo que se destaca como uma oportunidade de unir esforços para o desenvolvimento de temas interdisciplinares.

Sobre os conteúdos de matemática da Educação Básica abordados nos artigos, compreenderam as seguintes unidades temáticas: números, álgebra, geometria e grandezas e medidas. Embora, nesta pesquisa, não tenham sido encontradas evidências explícitas relacionadas à unidade temática probabilidade e estatística, não se descartam possibilidades, tais como a discussão de tabelas por meio de linguagens em bloco ou em texto.

Nota-se que na área da Educação Matemática ainda há espaço para a realização de pesquisas discutindo a relação de linguagens de programação no estudo de conteúdos da matemática da Educação Básica replicando as pesquisas desenvolvidas ou adaptando conforme os objetivos, interesses didático-pedagógicos em cada situação e conhecimentos do próprio professor, até mesmo em contextos mais delicados como o de uma pandemia. Para tanto, considerou-se essencial adquirir conhecimentos também quanto aos aspectos positivos e limitantes dessa relação.

Em estudos futuros podem ser analisados períodos ou plataformas não consideradas e outros tipos de produções científicas como trabalhos de congresso ou dissertações e teses; e podem ser adaptadas ou criadas outras categorias de análise. Assim, os exemplos, materiais, atividades e propostas desenvolvidas nos artigos analisados podem também apoiar o desenvolvimento de livros, projetos e até mesmo jogos, já integrando a matemática à linguagem de programação, considerando a necessária formalização e apresentação dos conceitos matemáticos e computacionais.

Com os resultados deste trabalho, portanto, espera-se contribuir coletando conhecimentos produzidos e enfatizando características centrais de artigos que tratam dessa temática, como possíveis alternativas para os campos de pesquisa e ensino no âmbito da Educação Matemática. Não necessariamente a partir de ideias prontas e já estabelecidas, mas principalmente a partir da rede de possibilidades e caminhos para que o professor/pesquisador desenvolva as suas próprias estratégias, adaptando-se às diferentes realidades e ampliando o seu acervo didático e pedagógico sobre o assunto.

Recebido em: 22/10/2022

Aprovado em: 21/12/2022

## Referências

ALVES-PEREIRA, B.; ALVES-PEREIRA, S.; LINARDI, P. R. (2022). EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E MÚSICA: UMA REDE DE POSSIBILIDADES, **Educação Em Foco**, v. 27 n.1, 27041. Disponível: <<https://periodicos.ufjf.br/index.php/edufoco/article/view/36886>>. Acesso em: 05 set. 2022.

APPADVICE. **Learn to create virtual games and stories, and have all your robots interact with one another.** 2021. Disponível: <<https://appadvice.com/app/tickle-app-learn-to-code/1063639403>>. Acesso em: 18 jul. 2021.

BACCAGLINI-FRANK, A. E. *et al.* Teachers' Perspectives on the Intertwining of Tangible and Digital Modes of Activity with a Drawing Robot for Geometry. **Education Sciences**, v. 10, n. 12, 2020. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2227-7102/10/12/387>>. Acesso em: 30 jun. 2021.

BECKER, A. J. *et al.* **Noções Básicas de Programação em MATLAB.** Universidade Estadual de Santa Maria, 2010, 68p. Disponível em: <[https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/783/2020/02/Apostila\\_Matlab.pdf](https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/783/2020/02/Apostila_Matlab.pdf)>. Acesso em: 18 jul. 2021.

BRACKMANN, C. P. **Desenvolvimento do Pensamento Computacional Através de Atividades Desplugadas na Educação Básica.** 2017. 226 f. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Cinted da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática (3º e 4º ciclos do ensino fundamental).** Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular - BNCC.** 2ª versão. Ministério da Educação. Brasília, DF, 2018.

BRASIL. **Pisa 2018: análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes na avaliação.** Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP. São Paulo: Fundação Santillana, 2019.

BRÅTING, K.; KILHAMN, C. Exploring the intersection of algebraic and computational thinking. **Mathematical Thinking and Learning**, v. 23, n. 2, p. 170–185, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/10986065.2020.1779012>>. Acesso em 02 jan. 2022.

CARNIELLO, A.; ZANOTELLO, M. Desenvolvimento de habilidades digitais na escola por meio da integração de jogos digitais, programação e robótica educacional virtual. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 11, n. 3, p. 176-198, 5 maio 2020. Disponível em: <<https://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/2268>>. Acesso em: 01 set. 2021.

CHAAMWE, N.; SHUMBA, L. Spreadsheets: A Tool for e-Learning - A Case of Matrices in Microsoft Excel. **International Journal of Information and Education Technology**, v. 6, n. 7, 2016. Disponível em: <<http://www.ijiet.org/vol6/753-T0026.pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2021.

CODE.ORG. **Instructor Handbook: Code Studio Lesson Plans for Courses One, Two, and Three.** 2016. Disponível em: <<https://code.org/curriculum/docs/k-5/complete.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2021.

DASHBOARD DESIGN. **Curiosidades: a História do Excel**. 2020. Disponível em: <<https://www.dashboarddesign.com.br/curiosidades-a-historia-do-excel/#:~:text=Em%201993%2C%20a%20Microsoft%20lan%C3%A7ou,em%20popularidade%20com%20vers%C3%B5es%20posteriores>>. Acesso em: 18 jul. 2021.

DIAGO, P. D.; GONZÁLEZ-CALERO, J. A.; ARNAU, D. Fundamentos de diseño de un entorno tecnológico para el estudio de las habilidades en resolución de problemas en primeras edades escolares. **Research in Education and Learning Innovation Archives**, n. 22, p. 58-76, 2019. Disponível em: <<https://ojs3.uv.es/index.php/realia/article/view/14113/14064>>. Acesso em: 30 jun. 2021.

EDSON. **Trabalhando com a Linguagem R**. 2015. Disponível em: <<https://www.devmedia.com.br/trabalhando-com-a-linguagem-r/33275>>. Acesso em: 18 jul. 2021.

FALCÃO, G. C. Ensino da Matemática Convergente com a BNCC 2017: uma análise de experiências exitosas. **Revista de Professores que ensinam Matemática**, v. 2, n. 1, 2019. Disponível em: <<http://sbemmatogrosso.com.br/publicacoes/index.php/coinspiracao/article/view/50/55>>. Acesso em: 30 jun. 2021.

FERREIRA, J. S. P. Modelagem Matemática e Algoritmo de Programação associados à simulação matemática do volume de um tanque. **Revista de Educação Matemática**, v. 18, p. 1-17, São Paulo, SP, 2021. Disponível em: <<http://revistasbemsp.com.br/index.php/REMat-SP/article/view/524>>. Acesso em: 02 jan. 2022.

GERMIA, E.; PANORKOU, N. Using Scratch Programming to Explore Coordinates. **Mathematics Teacher: Learning & Teaching PK–12**, v. 113, n. 4, 2020. Disponível em: <<https://par.nsf.gov/servlets/purl/10182025>>. Acesso em: 30 jun. 2021.

GOLDENBERG, E. P. *et al.* Programming as Language and Manipulative for Second-Grade Mathematics. **Digital Experiences in Mathematics Education**, v. 7, p. 48-65, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s40751-020-00083-3>>. Acesso em: 02 jan. 2022.

GREENFOOT. **Greenfoot**. 2006. Disponível em: <<https://www.greenfoot.org/door>>. Acesso em: 18 jul. 2021.

INEP. Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa). Disponível em: <<https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/pisa>>. Acesso em: 18 jul. 2021.

LIMA, A. P. T.; PEREIRA, M. F. S. Educação x pandemia: Os desafios do ensino remoto. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 7, p. 68803-68815 jul. 2021. Disponível em: <<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/32605>>. Acesso em: 01 set. 2021.

MENEZES, N. N. C. **Introdução à programação com Python: algoritmos e lógica de programação para iniciantes**. São Paulo: Novatec Editora, 2010.

MONTE-ALTO, H. H. L. C. *et al.* Iniciativas para a Disseminação da Ciência da Computação na Educação Básica no Município de Palotina - Paraná. **Revista Extensão em Foco**, v. 1, n. 13, p. 92-

111, 2017. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/extensao/article/view/49517/pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2021.

MONUS, A. As 13 Principais Linguagens de Script que você deve prestar atenção em 2021. 2020. Disponível em: <<https://kinsta.com/pt/blog/linguagens-de-script/>>. Acesso em: 02 jan. 2022.

MORAIS, A. D. **O desenvolvimento do raciocínio condicional a partir do uso de teste no Squeak Etoys**. 2016. 192 f. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/164383/001027114.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 18 jul. 2021.

MORAIS, A. D.; BASSO, M. V. A.; FAGUNDES, L. C. Educação Matemática & Ciência da Computação na escola: aprender a programar fomenta a aprendizagem de matemática? **Ciência & Educação**, v. 23, n. 2, p. 455-473, 2017. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/frNxxLjSyv6SrSjGBTqSG8m/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 30 jun. 2021.

NAMUKASA, I. K.; PATEL, M.; MILLER, M. Tools for Integrating Computational Thinking and Mathematics in the Middle Grades. **Math + Code ‘Zine**, v. 2, n. 2, 2017. Disponível em: <<https://ir.lib.uwo.ca/cgi/viewcontent.cgi?article=1091&context=edupub>>. Acesso em: 13 jun. 2021.

OLIVEIRA, S. C.; LAUDARES, J. B. Pensamento algébrico: uma relação entre álgebra, aritmética e geometria. In: ENCONTRO MINEIRO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2015, São João Del-Rei. **Anais...** Disponível em: <<https://docplayer.com.br/21478879-Pensamento-algebrico-uma-relacao-entre-algebra-aritmetica-e-geometria.html>>. Acesso em: 01 set. 2021.

OLTEANU, C. Programming, mathematical reasoning and sensemaking. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, 2020. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/0020739X.2020.1858199>>. Acesso em: 30 jun. 2021.

ORSI, C. Docente traduz ferramenta do MIT para criação de aplicativos. 2016. Disponível em: <<https://www.unicamp.br/unicamp/ju/653/docente-traduz-ferramenta-do-mit-para-criacao-de-aplicativos>>. Acesso em: 01 set. 2021.

PANJAITAN, B. Designing a Learning Media using Matlab for Matrix and Its Operations. **Global Journal of Pure and Applied Mathematics**, v. 12, n. 5, p. 4431-4441, 2016. Disponível em: <[http://repository.uhn.ac.id/bitstream/handle/123456789/401/gjpamv12n5\\_43Binur.pdf?sequence=1](http://repository.uhn.ac.id/bitstream/handle/123456789/401/gjpamv12n5_43Binur.pdf?sequence=1)>. Acesso em: 30 jun. 2021.

PASCOALINO, K. C. S. Metodologias ativas como facilitadoras do ensino remoto devido a pandemia de COVID-19: estudo de caso aplicado à disciplina de física no Ensino Médio. **Revista Estudos e Negócios Academics**, n. 1, p. 45-56, 2021. Disponível em: <<https://portalderevistas.esags.edu.br/index.php/revista/article/download/17/25>>. Acesso em: 01 set. 2021.

PUCCI, M. O.; REICHERT, J. T. Estudo Propositivo para Aprendizagem Significativa das Equações Algébricas do Primeiro Grau Através do Scratch. **Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática**, v. 13, n. 3, 2020. Disponível em:

<<https://www.revista.pgsskroton.com/index.php/jieem/article/view/7793>>. Acesso em: 30 jun. 2021.

REDÓN, Á. B.; AROCA, Á. S. Aprendizaje de las matemáticas a través del lenguaje de programación R en Educación Secundaria. **Educación Matemática**, v. 30, n. 1, 2018. Disponível em: <<http://www.scielo.org.mx/pdf/ed/v30n1/1665-5826-ed-30-01-133.pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2021.

REICHERT, J. T.; BARONE, D. A. C.; KIST, M. Computational Thinking in K-12: An analysis with Mathematics Teachers. **EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v. 16, n. 6, 2020. Disponível em: <<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1272449.pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2021.

RODRIGUES, G. R.; ALVES, F. J.. Avaliação do uso de uma sequência didática no ensino de matrizes através da programação em blocos por um grupo focal. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, v. 5, n. 12, 2019. Disponível em: <<https://sistemascmc.ifam.edu.br/educitec/index.php/educitec/article/view/758>>. Acesso em: 30 jun. 2021.

ROMANOWSKI, J. P.; ENS, R. T. As pesquisas denominadas do tipo “Estado da Arte”. **Diálogos Educacionais**, Curitiba, v. 6, n. 6, p. 37-50, set./dez. 2006. Disponível em: <<http://docente.ifrn.edu.br/albinonunes/disciplinas/pesquisa-em-ensino-pos.0242-posensino/romanowski-j.-p.-ens-r.-t.-as-pesquisas-denominadas-do-tipo-201cestado-da-arte201d.-dialogos-educacionais-v.-6-n.-6-p.-37201350-2006/view>>. Acesso em: 10 jun. 2021.

ROTHMAN, W.; HARPE, A.; CRONJÉ, J. A framework for the development and improvement of computational thinking for high school learners using a programming language and learner management system. **The Independent Journal of Teaching and Learning**, v. 15, n. 2, 2020. Disponível em: <<https://journals.co.za/doi/pdf/10.10520/ejc-jitl1-v15-n2-a10>>. Acesso em: 30 jun. 2021.

SCHULTZ, M.; NOH, J. Incorporating Coding on Student Experience: Lessons Learned from an Action Research. **East Asian mathematical journal**, v. 36, n. 2, 2020. Disponível em: <<https://www.koreascience.or.kr/article/JAKO202012764216172.pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2021.

SCRATCH. **Crie histórias, jogos e animações: partilhe com outros em todo o mundo**. s.d. Disponível em: <<https://scratch.mit.edu>>. Acesso em: 18 jul. 2021.

SCRATCHJR. **Sobre o ScratchJr**. s.d. Disponível em: <<http://scratchjr.org/about/info>>. Acesso em: 18 jul. 2021.

SILVA, T. **O que se esconde por trás de uma nuvem de palavras?** 2013. Disponível em: <<https://tarciziosilva.com.br/blog/o-que-se-esconde-por-tras-de-uma-nuvem-de-palavras/>>. Acesso em: 25 nov. 2021.

SOLIN, P.; ROANES-LOZANO, E. Using Computer Programming as an Effective Complement to Mathematics Education: Experimenting with the Standards for Mathematics Practice in a Multidisciplinary Environment for Teaching and Learning with Technology in the 21st Century. **International Journal of Technology in Mathematics Education**, v. 27, n. 3, 2019. Disponível em: <<https://nclab.com/wp-content/media/2020/12/2020-Solin-Lozano.pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2021.

VALENTE, J. A. Diferentes usos do computador na educação. *In*: J. A. Valente. **Computadores e conhecimento: repensando a educação**. Campinas: Gráfica da Unicamp, 1998. p. 1-28. Disponível em: <https://www.nied.unicamp.br/wp-content/uploads/other-files/livro-computadores-e-conhecimento.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2021.

VALENTE, J. A. A sala de aula invertida e a possibilidade do ensino personalizado: uma experiência com a graduação em midialogia. *In*: BACICH, L; MORAN, J. (Org). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso Editora, 2017. p. 26-44.

VALENTE, J. A.; ALMEIDA, M. E. B.; GERALDINI, A. F. S. Metodologias ativas: das concepções às práticas em distintos níveis de ensino. **Revista Diálogo Educacional**, v. 17, n. 52, p. 455-478, 2017. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/index.php/dialogoeducacional/article/viewFile/9900/12386>>. Acesso em: 01 set. 2021.

WING, J. Research Notebook: Computational Thinking-What and Why? Obtido de **The Link**, a CMU publication, 2011. Disponível em: <https://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why>>. Acesso em: 30 nov. 2021.