



A FORMAÇÃO DE PROFESSORES E O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL: UM PANORAMA DE PESQUISAS NO ENSINO DE MATEMÁTICA NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

The Teacher Education and the Development of Computational Thinking: An Overview of Research in the Teaching of Mathematics in the Initial Series of Elementary Education

Sarah Pires Barreto de Souza Vasconcelos¹

Eliziete Nascimento de Menezes²

Jorge Carvalho Brandão³

Maria José Costa dos Santos⁴

Resumo: O pensamento computacional (PC) pode estimular o uso de habilidades lógicas na resolução de problemas para o ensino de matemática quando os docentes são formados nessa temática. O objetivo deste artigo é apresentar uma visão geral dos estudos que abordam o pensamento computacional na formação docente e a sua utilização no ensino de matemática nos anos iniciais. Esta é uma pesquisa bibliográfica e como metodologia utilizamos a abordagem quali-quantitativa para produzir esta Revisão Sistemática da Literatura (RSL). Para a seleção e pesquisa dos trabalhos obtidos, operamos as seguintes bases de dados: Emerald Insight, Science Direct, Scopus e Springer Link. Constatamos poucas produções acerca do tema e que a maioria ocorre nos Estados Unidos. Identificou-se que as formações de professores utilizam ferramentas tecnológicas e que o uso do *Scratch* prevaleceu em boa parte dos estudos, bem como a programação em blocos. Os resultados apontam ainda que a maior parte dos processos formativos ocorrem de maneira presencial e não descreveram de forma clara os conteúdos curriculares que são abordados durante as formações. Observou-se, ainda, que para as formações não presenciais prevaleceu a utilização do ambiente virtual de aprendizagem Moodle, tanto no curso híbrido, como na capacitação totalmente a distância. Nosso estudo aponta a necessidade de mais pesquisas que apresentem indicadores que promovam efetivamente o aprendizado dos alunos após o processo de formação docente, assim como

¹ Mestranda em Educação - Universidade Federal do Ceará (UFC), na Linha de Pesquisa: Educação, Currículo e Ensino. Bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq, Brasil. E-mail: sarahpiresbarreto@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8069-6081>

² Doutoranda e mestre em educação pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Formadora de professores (SME/ Fortaleza), Fortaleza, Ceará, Brasil. E-mail: eliziete30@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6845-2324>.

³ Doutor em Educação pela UFC. Professor associado de Matemática para Engenharias do Centro de Tecnologia (CT) da UFC. Tem experiência na área de Matemática, com ênfase em Matemática Inclusiva. E-mail: profbrandao@ufc.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4818-135X>.

⁴ Pós-Doutora em Educação pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ). Docente do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Ceará (UFC) (PPGE/UFC). E-mail: mazeautomatic@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9983-1653>.

carências de trabalhos que abordem a formação profissional dos professores no âmbito do PC no ensino de matemática.

Palavras-chave: Formação de professores. Pensamento computacional. Ensino de matemática. Ensino fundamental.

Abstract: Computational thinking (PC) can encourage the use of logical skills in problem solving for the teaching of mathematics when teachers are trained in this subject. The aim of this article is to present an overview of studies that address computational thinking in teacher education and its use in teaching mathematics in the early years. This is a bibliographical research and as a methodology we used the quali-quantitative approach to produce this Systematic Literature Review (RSL). For the selection and research of the works obtained, we operated the following databases: Emerald Insight, Science Direct, Scopus and Springer Link. We found few productions on the subject, most of them are located in the United States. It was identified that teacher training uses technological tools and that the use of Scratch prevailed in most studies, as well as block programming. The results also point out that most of the training processes take place in person and do not clearly describe the curricular contents that are covered during the training. It was also observed that for non-presential training, the use of the virtual learning environment Moodle prevailed, both in the hybrid course and in the full distance training. Our study points to the need for more research that presents indicators that effectively promote student learning after the teacher education process, as well as shortages of work that address the professional training of teachers in the context of the PC in the teaching of mathematics.

Keywords: Teacher education. Computational thinking. Mathematics teaching. Elementary school.

1 Introdução

O pensamento computacional (PC) no contexto educacional deve ampliar conceitualmente no estudante sua capacidade analítica de leitura, escrita e aritmética, além de apresentar uma variedade de definições e classificações na literatura (GROVER; PEA, 2013; WING, 2006; YADAV; STEPHENSON; HONG, 2017). Esses conceitos, em sua maioria, envolvem processos centrais da ciência da computação, tais como: a) abstração (informações relevantes dos problemas); b) algoritmos (desenvolvidos para realizar tarefas específicas); c) decomposição (resolução de problemas em partes menores e tratáveis) e permite analisar e resolver problemas, desenvolver soluções e estabelecer a conexão entre eles (WING, 2006, 2011).

Estudos indicam que o ensino da matemática pode promover a compreensão conceitual de problemas e priorizar práticas de raciocínio e do PC (MINNER; LEVY; CENTURY, 2010). Uma questão fundamental nesta pesquisa é identificar como podemos capacitar professores para incorporar em suas práticas pedagógicas o PC de modo eficaz (BOCCONI *et al.* 2016; YADAV; HONG; STEPHENSON, 2017). Diversos trabalhos desenvolvidos investigam ainda sobre as concepções dos professores em relação ao PC em sala de aula no ensino fundamental e médio (POLLOCK *et al.* 2017; REDING; DORN, 2017), enquanto outros apontam a necessidade de maior apoio aos docentes para entender como desenvolvê-lo em contextos de aprendizagem (POLLOCK *et al.* 2017).

A partir dessas constatações surge a seguinte questão: O que tem sido feito para a formação de professores do ensino de matemática no âmbito do desenvolvimento do



pensamento computacional nos anos iniciais do ensino fundamental? Para tentar responder a esse questionamento, traçamos como o objetivo deste trabalho apresentar uma visão geral dos estudos que abordam o pensamento computacional na formação de professores e a sua utilização no ensino de matemática nos anos iniciais, utilizando uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL). Portanto, embora existam alguns artigos que propõem estudos, ferramentas tecnológicas e metodologias pedagógicas sobre o PC no ensino fundamental e até mesmo para a aprendizagem de matemática, ciências e outras áreas afins, pretendemos investigar de forma inédita o que indicam as pesquisas sobre a formação de professores nessa temática e seus impactos na aprendizagem efetiva dos estudantes. Além disso, é importante ressaltar que essa revisão é parte de um trabalho de pesquisa em nível de pós-graduação mais amplo com o intuito de investigar a formação docente e o PC na educação básica.

Desse modo, este artigo visa contribuir com essa sistematização que pode colaborar de forma significativa com futuras pesquisas e na elaboração de programas e políticas públicas de formação de professores que possam desenvolver essas competências. Esse pensamento encontra fulcro na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) ao trazer em seu bojo duas das dez competências gerais que contemplam a cultura digital, como se observa na competência quatro, cujo texto preconiza o uso de “diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital” (BRASIL, 2018, p. 9) e, de igual modo, na competência cinco, já que contribui com a perspectiva de aprendizagem apoiada em experiências com as tecnologias digitais a partir da seguinte redação:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (BRASIL, 2018, p. 9).

Portanto, a organização deste artigo se dá da seguinte maneira: inicialmente, a formação de professores e o pensamento computacional no contexto do ensino da matemática na educação básica são apresentados na seção 2. A seção 3 apresenta as etapas que foram desenvolvidas durante o mapeamento, considerando as questões de pesquisa, estratégias de busca, critérios para inclusão e exclusão, seleção dos estudos e extração dos dados. Logo após, na seção 4, é apresentada a análise e a discussão dos resultados estruturados a partir das questões de pesquisa e das ameaças de validade à pesquisa. Por fim, a seção 5 apresenta as considerações finais, bem como perspectivas para outros trabalhos.

2 A formação de professores e o pensamento computacional no ensino da matemática na educação básica

O *Computer Science Teachers Association* (CSTA) e o *International Society for Technology in Education* (ISTE) fornecem bases teóricas para o estudo sobre o PC no contexto escolar e apontam como essa metodologia pode ser utilizada em sala de aula a partir de definições, vocábulos, experiências e cenários de aprendizagem (CSTA, 2011).

Dentre seus objetivos, este estudo busca contribuir para a prática de professores da educação básica, especificamente daqueles que não possuem formação na área de ciência da computação, de forma que possam trabalhar no sentido de desenvolver o PC, destacadamente nas aulas de matemática.

Apesar do PC ser um método para a resolução de problemas que pode ser utilizado na área da matemática e em diversas outras áreas do conhecimento (MESTRE *et al.*, 2015), poucos estudos abordam exemplos, métodos, ferramentas ou estratégias eficientes para promover a formação de professores para desenvolver essas habilidades.

3 Procedimentos metodológicos de investigação

Esta pesquisa, de natureza qualitativa e quantitativa, foi realizada a partir de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) formal, conforme preconiza Kitchenham (2004) e Petticrew e Roberts (2006). De acordo com Kitchenham *et al.* (2009), um estudo sistemático permite uma revisão ampla de pesquisas primárias, sumarizando, catalogando, extraíndo, analisando e sistematizando estudos prévios que podem fundamentar e responder questões importantes em investigações científicas.

Esta é uma pesquisa bibliográfica e, como metodologia de pesquisa, utilizamos a abordagem de natureza quali-quantitativa para realizar esta RSL a fim de definirmos as questões de pesquisa, seus objetivos e suas dimensões, fazendo uma classificação em três categorias. A primeira caracterizamos como *prática*, pois visa verificar como ocorre na prática e quais são as principais características das pesquisas sobre o processo de formação de professores. A segunda identificamos como *recursos*, já que a intenção é investigar quais as ferramentas tecnológicas e/ou analógicas utilizadas em estudos e pesquisas realizados nessa área. Por fim, especificamos a última categoria como *modalidade*, na qual se busca identificar as modalidades de ensino (presencial, híbrida ou a distância) utilizadas na formação de professores.

Para a realização deste estudo, utilizou-se o método de revisão proposto por Kitchenham e Charters (2007), que estabelecem etapas necessárias que são organizadas em: (a) planejamento; (b) realização; e (c) relatório da revisão sistemática. Portanto, o objetivo desta RSL é realizar um levantamento e uma análise dos estudos científicos que apresentam alguma contribuição no ensino e na aprendizagem de matemática nos anos iniciais a partir da formação docente com o desenvolvimento do pensamento computacional.

Dessa forma, esta pesquisa buscou responder à seguinte questão principal (QP): O que tem sido feito para a formação de professores do ensino de matemática no âmbito do desenvolvimento do pensamento computacional nos anos iniciais do ensino fundamental?

A partir da QP descrita acima, três outras perguntas secundárias e mais específicas foram levantadas:

QP1 - Como ocorreu a formação docente sobre o uso do pensamento computacional no ensino de matemática para professores nos anos iniciais do ensino fundamental?

QP2 - Quais ferramentas e recursos tecnológicos são utilizados na formação docente para desenvolver o pensamento computacional no ensino de matemática nos anos iniciais?

QP3 - Quais modalidades (presencial, híbrida ou on-line) foram utilizadas na formação dos professores para o desenvolvimento do pensamento computacional?

A partir da definição das questões de pesquisa, buscou-se estabelecer três dimensões principais e seus respectivos objetivos de investigação, conforme proposto no Quadro 1.



Quadro 1 – Relações entre as questões de pesquisa, suas dimensões e objetivos

Questões	Dimensão	Objetivo
QP1	Prática	Verificar na prática como ocorre e quais são as principais características das pesquisas sobre o processo de formação dos professores.
QP2	Recursos	Investigar quais os recursos tecnológicos e/ou analógicos utilizados em estudos e pesquisas realizadas nesta área.
QP3	Modalidade	Identificar as modalidades de ensino (presencial, híbrida ou a distância) utilizadas na formação dos professores.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

3.1 Estratégias de busca

Foram consideradas duas etapas na estratégia de busca desta revisão: na primeira, definem-se as palavras-chave e a semântica da pesquisa; na segunda, por sua vez, as bibliotecas digitais serão utilizadas como fonte de estudos (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007).

3.1.1 Semântica da pesquisa: String de busca

Para a realização da busca de estudos elegíveis, é necessário estabelecer a chave de busca. As chamadas palavras-chave (e seus sinônimos) são definidas por meio das questões de pesquisa e são usadas na *string* de busca das bases de dados. Os termos usados (ver Quadro 2) foram baseados nas questões de pesquisa e definidas em quatro palavras principais.

Quadro 2 – Palavras-chave e suas respectivas *string* de busca e sinônimos

Palavra-Chave	String	Sinônimo (em inglês)
Formação de Professores	<i>Teacher Education</i>	<i>(Teacher training, In-service teacher Education, pre-service Teacher education);</i>
Pensamento Computacional	<i>Computational Thinking</i>	<i>(Construction of logical thinking, Programming Logic Learning);</i>
Ensino de Matemática	<i>Mathematics Teaching</i>	<i>(Math, Math Education, Math Teaching, Math Learning);</i>
Ensino Fundamental	<i>Elementary School</i>	<i>(Basic School, Initial School, Primary School).</i>

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

A partir do Quadro 3, a seguinte *string* de busca foi utilizada na RSL, por meio da combinação das palavras-chave e de seus sinônimos, usando operadores lógicos/booleanos (OU/OR) entre os sinônimos identificados e o operador (E/AND) entre as palavras-chave. Vale ressaltar, ainda, que esses operadores foram utilizados para alternar e juntar os termos e que a *string* está em inglês (Quadro 3) porque o foco dessa revisão sistemática eram artigos nesse idioma.



Quadro 3 – *String* de busca automática utilizada nas bases de dados

Operadores	OR	AND
<i>String de busca</i>	"Teacher Education" AND "Computational Thinking" AND "Mathematics Teaching" AND "Elementary School"	

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

3.1.2 Bases de dados e processo de extração

O processo de busca dos estudos primários se deu pela utilização das principais bases eletrônicas e científicas de dados e na forma de responder aos questionamentos QP1 a QP3. Esta RSL considera exclusivamente a busca automática e foi validada por pesquisadores e especialistas da área de tecnologia e educação vinculados a programas de pós-graduação de universidades brasileiras e estrangeiras.

Foram considerados artigos científicos publicados de 2010 a 2020, ou seja, dos últimos onze anos, provenientes de estudos desenvolvidos internacionalmente, portanto, escritos em língua inglesa. Assim, as bases bibliográficas utilizadas para a obtenção dos estudos estão dispostas no Quadro 4.

Quadro 4 – Bases de Dados da Pesquisa e Endereço (*Link*)

Base de Dados	Endereço Eletrônico
Science Direct	https://www.sciencedirect.com
Springer Link	http://link.springer.com
Emerald Insight	https://www.emerald.com/insight
Scopus	https://www.scopus.com

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

3.1.3 Critérios de inclusão e exclusão

O passo seguinte para a realização da RSL consiste no estabelecimento de alguns critérios para os artigos selecionados, subdivididos em três categorias: I) Critérios de Inclusão; E) Critérios de Exclusão e Q) Critérios de Qualidade. Esses artigos foram obtidos a partir das *strings* de busca, que foram implementadas nas bases de dados partindo das questões de pesquisa e selecionadas pelos critérios do Quadro 5 (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007).

Quadro 5 – Critérios de Inclusão, Exclusão e Qualidade

(I) Critérios de Inclusão
(I.1) Artigo completo publicado em periódico ou revista científica revisados por especialistas da área;
(I.2) Aborda (na prática, tecnológica, pedagógica e aprendizagem) o desenvolvimento do pensamento computacional na formação de professores para o ensino de matemática nas séries iniciais de acordo com os objetivos do Quadro 1;
(I.3) Publicações exclusivamente em inglês nos últimos 11 anos;
(E) Critérios de Exclusão
(E.1) Trabalhos de pesquisa e estudos não revisados por especialistas (<i>peer review</i>);



(E.2) Estudos publicados em livros, congressos e conferências e/ou artigos e livros e /ou estudos secundários como <i>surveys</i> , artigos resumidos, capítulos e outras RSL;
(E.3) Estudo publicado em outro idioma diferente do inglês e/ou não associado as questões e aos objetivos do Quadro 1;
(Q) Critérios de Qualidade Escala (Discordo Fortemente/Discordo Parcialmente/Concordo Parcialmente/Concordo Fortemente)
(Q.1) O estudo está baseado em pesquisas empíricas ou em relatos de experiência com base em relatórios ou na opinião de especialistas?
(Q.2) Existe uma definição clara dos objetivos da pesquisa?
(Q.3) Existe uma descrição adequada do contexto em que a pesquisa foi realizada?
(Q.4) O planejamento da pesquisa foi adequado para abordar os objetivos da pesquisa?
(Q.5) A estratégia de extração de dados foi adequada aos objetivos da pesquisa?
(Q.6) Havia um grupo de controle com o qual pudesse comparar tratamentos?
(Q.7) Os dados foram coletados de forma que abordasse as questões de pesquisa?
(Q.8) A análise dos dados foi suficientemente rigorosa?
(Q.9) Será que a relação entre pesquisador e participantes foi considerada um grau adequado?
(Q.10) Existe uma indicação clara dos resultados?
(Q.11) É o estudo de valor para pesquisa ou prática?

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

É importante ressaltar que neste estudo utilizaram-se somente artigos escritos em inglês, pois constatou-se que já haviam Revisões Sistemáticas da Literatura semelhantes em língua portuguesa. Portanto, para garantirmos o ineditismo deste trabalho e com o intuito de trazer novas pesquisas e experiências para a educação, decidimos investigar apenas trabalhos publicados em língua inglesa, excluindo assim, estudos publicados em outro idioma.

Finalmente, os critérios de qualidade servem para identificar e colaborar na seleção dos estudos relacionados às questões de pesquisa de modo a elevar o grau de qualidade e precisão dos artigos escolhidos dentro das temáticas investigadas. Foram considerados onze critérios de avaliação (Quadro 5 – Q) de qualidade, conforme Dyba e Dingsøyr (2008). A escala de resposta do questionário de avaliação é do tipo *Likert*, com quatro pontos de gradação: 3 – Concordo Totalmente; 2 – Concordo; 1 – Discordo; 0 – Discordo Totalmente.

3.2 Extração dos dados

Para a extração dos dados, foi realizada uma leitura completa dos artigos selecionados após a busca nas bases de dados (Quadro 4) e utilizado o instrumento disponível no Quadro 6. Por meio deste instrumento, foi possível detalhar todas as características específicas/critérios (CC) considerados importantes dos artigos e suas relações com as questões de pesquisa.



Quadro 6 – Instrumento de extração de dados das bases

CC	Dados	Descrição
CC1	Identificador	Identificador do artigo selecionado.
CC2	Identificação do Artigo	Dados dos Autores, Título, Ano e País.
CC3	Tipo e Data do Artigo	Data da publicação e tipo (Congresso, Periódico, Conferência, Livro – Resumo expandido ou Artigo Completo).
CC4	Pesquisa no Artigo	Método utilizado na pesquisa (Análise Conceitual, Estudo de Caso, Experimento, <i>Survey</i> e outros).
CC5	QP1 – Prática	Pesquisa prática que ocorre em sala de aula e outros espaços educacionais.
CC6	QP2 – Tecnológica	Pesquisa que apresenta ferramentas tecnológicas, softwares, materiais didáticos e recursos digitais.
CC7	QP3 – Modelos Educacionais	Pesquisas com diferentes tipos de modalidades educacionais.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

4 Análises e discussão dos resultados

Nesta seção serão expostos os resultados das análises das pesquisas feitas nas bases de dados de acordo com a metodologia de natureza qualitativa e quantitativa adotada no referido trabalho, pois segundo Ferreira (2015) “a combinação, portanto, de metodologias distintas favorece o enriquecimento da investigação. Assim sendo, o conserto dessas abordagens, garante uma complementariedade necessária neste intenso e persistente trabalho de análise do objeto de estudo” (FERREIRA, 2015, p.7).

Abordaremos os resultados da aplicação dos critérios de inclusão, exclusão e de qualidade e também as respostas das questões QP1, QP2 e QP3, conforme os estudos selecionados.

4.1 Análises dos estudos selecionados

Após a realização das etapas descritas anteriormente, realizou-se a obtenção em primeira análise dos estudos a partir das bases bibliográficas. Nos resultados de busca inicial em títulos, resumos e palavras-chaves utilizando a *string*, foi obtido um total de 1.258 artigos. Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, em segunda análise, foram excluídos 996 artigos, restando ainda 262 artigos relevantes, selecionados para os critérios de qualidade, conforme a Tabela 1.



Tabela 1 – Quantidade de artigos selecionados por bases de dados

Base de Dados			
Science Direct	Springer Link	Emerald Insight	Scopus
1.087	14	133	24
TOTAL (1ª. ANÁLISE): 1.258 artigos			
TOTAL (2ª. ANÁLISE): {1.258 - 996} = 262 artigos			
TOTAL (3ª. ANÁLISE): 9 artigos			

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

A Tabela 2 apresenta os percentuais obtidos em cada uma das quatro opções na escala de *Likert* das onze questões e aplicados nos 262 artigos obtidos ao final da segunda fase de análise.

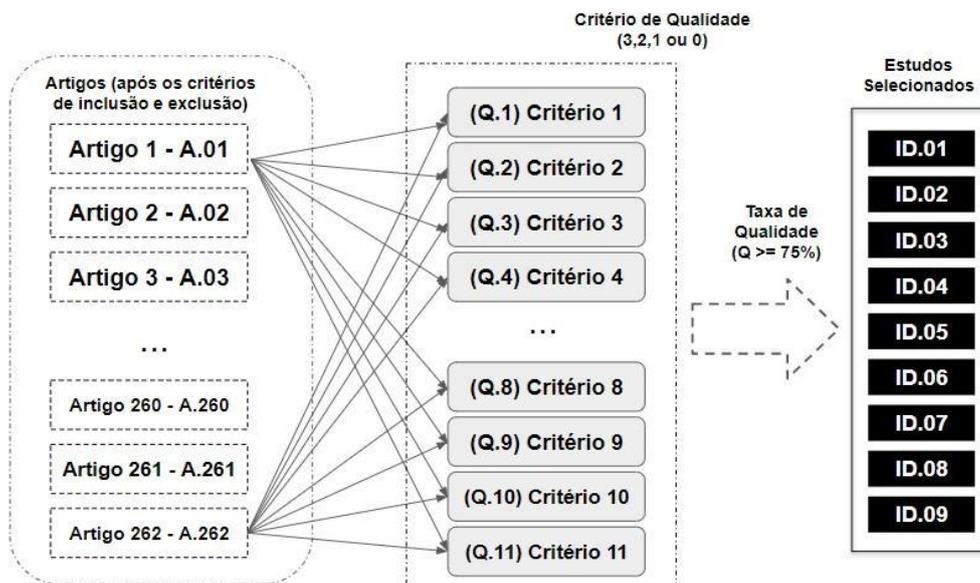
Tabela 2 – Resultado da Análise dos Critérios de Qualidade de Dyba e Dingsøyr (2008)

Critérios	Concordo Totalmente (3)	Concordo (2)	Discordo (1)	Discordo Totalmente (0)
Q.1	15 – (6%)	27 – (10%)	87 – (33%)	133 – (51%)
Q.2	08 – (3%)	29 – (11%)	97 – (37%)	128 – (49%)
Q.3	06 – (2%)	22 – (8%)	89 – (34%)	145 – (55%)
Q.4	12 – (5%)	34 – (13%)	82 – (31%)	134 – (51%)
Q.5	18 – (7%)	22 – (8%)	98 – (37%)	124 – (47%)
Q.6	02 – (1%)	19 – (7%)	89 – (34%)	152 – (58%)
Q.7	08 – (3%)	09 – (3%)	126 – (48%)	119 – (45%)
Q.8	11 – (4%)	28 – (11%)	78 – (30%)	145 – (55%)
Q.9	19 – (7%)	32 – (12%)	87 – (33%)	124 – (47%)
Q.10	12 – (5%)	17 – (6%)	100 – (38%)	133 – (51%)
Q.11	11 – (4%)	15 – (6%)	95 – (36%)	142 – (54%)

Fonte: Dyba e Dingsøyr (2008).



Figura 1 – Aplicação dos Critérios de Qualidade nos 262 Artigos



Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Após a terceira e última análise, os artigos que obtiveram uma taxa de qualidade (Q) de no mínimo 75% foram considerados nesta pesquisa de sistematização científica e estão apresentados na Tabela 3. O percentual da taxa de qualidade (Q %) de cada um dos 262 trabalhos analisados foi obtido pelas respostas atribuídas a cada um dos 11 questionamentos/critérios propostos (Figura 1) por Dyba e Dingsøyr (2008), apresentados no Quadro 5 – (Q).

Tabela 3 – Artigos selecionados e seus percentuais de taxa de qualidade (Q%)

ID	Autores, Ano	(Q%)
ID.01	GLEASMAN, C., KIM, C., 2020.	93,1%
ID.02	HUMBLE, N., MOZELIUS, P. AND SÄLLVIN, L, 2020.	94,5%
ID.03	AN, S., 2020.	79,1%
ID.04	SIU-CHEUNG K., MING L., DANER S., 2020.	75,4%
ID.05	DAHER, W., BAYA'A, N., JABER, O., AWAWDEH SHAHBARI, J., 2020.	80,5%
ID.06	RICH, K.M., YADAV, A. & LARIMORE, R.A., 2020.	89,3%
ID.07	DAČ, F., 2019.	77,3%



ID.08	MERRITT, E.G., CHIU, J., PETERS-BURTON, E. ET AL., 2018.	81,8%
ID.09	MARIA J. M., TERESA P., CELESTE V., TATIANA S., ANTÓNIO J. M., 2018.	90,2%

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Quadro 7 – Artigos Selecionados na Revisão Sistemática

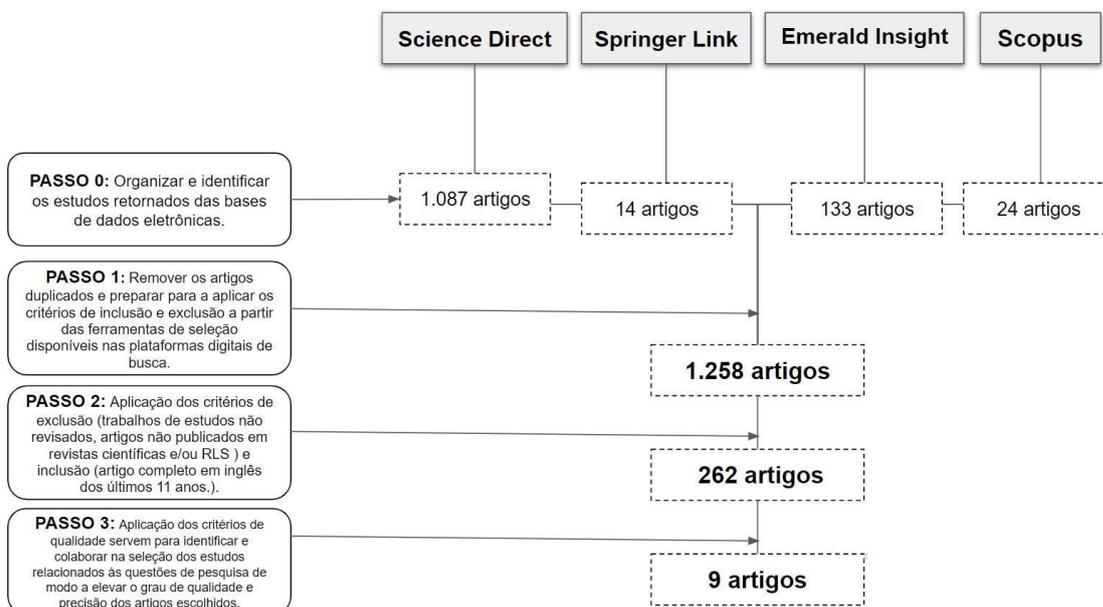
ID	ARTIGOS
ID.1	GLEASMAN, C., KIM, C. Pre-Service Teacher's Use of Block- Based Programming and Computational Thinking to Teach Elementary Mathematics, Digit Exp Math Educ 6, 52–90, 2020. https://doi.org/10.1007/s40751-019-00056-1 , (EUA).
ID.2	HUMBLE, N., MOZELIUS, P. AND SÄLLVIN, L. Remaking and reinforcing mathematics and technology with programming – teacher perceptions of challenges, opportunities and tools in K-12 settings, International Journal of Information and Learning Technology, Vol. 37 No. 5, pp. 309-321, 2020. https://doi.org/10.1108/IJILT-02-2020-0021 , (Suécia).
ID.3	AN, S. The impact of STEAM integration on preservice teachers' disposition and knowledge, Journal of Research in Innovative Teaching & Learning, Vol. 13 No. 1, pp. 27-42, 2020. https://doi.org/10.1108/JRIT-01-2020-0005 , (EUA).
ID.4	SIU-CHEUNG K., MING L., DANER S. Teacher development in computational thinking: Design and learning outcomes of programming concepts, practices and pedagogy, Computers & Education, Volume 151, 103872, ISSN 0360-1315, 2020. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103872 , (China).
ID.5	DAHER, W., BAYA'A, N., JABER, O., AWAUDEH SHAHBARI, J. A Trajectory for Advancing the Meta-Cognitive Solving of Mathematics-Based Programming Problems with Scratch, Symmetry 12, No. 10. https://doi.org/10.3390/sym12101627 , (Cisjordânia).
ID.6	RICH, K.M., YADAV, A. & LARIMORE, R.A. Teacher implementation profiles for integrating computational thinking into elementary mathematics and science instruction. Educ Inf Technol 25, 3161–3188, 2020. https://doi.org/10.1007/s10639-020-10115-5 , (EUA).
ID.7	DAĞ, F. Prepare pre-service teachers to teach computer programming skills at K-12 level: experiences in a course. J. Comput. Educ. 6, 277–313, 2019. https://doi.org/10.1007/s40692-019-00137-5 , (Turquia).
ID.8	MERRITT, E.G., CHIU, J., PETERS-BURTON, E. ET AL. Teachers' Integration of Scientific and Engineering Practices in Primary Classrooms. Res Sci Educ 48, 1321–1337, 2018. https://doi.org/10.1007/s11165-016-9604-0 , (EUA).
ID.9	MARIA J. M., TERESA P., CELESTE V., TATIANA S., ANTÓNIO J. M. Learning Computational Thinking and scratch at distance, Computers in Human Behavior, Volume 80, Pages 470- 477, ISSN 0747-5632, 2018. https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.09.025 , (Portugal).

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Ao final desse processo, foram selecionados nove artigos incluídos na RSL que estão dispostos na Tabela 3 com os respectivos autores e anos de publicação. Todas as informações completas estão no quadro 7. Após a análise dos estudos selecionados, que foi realizada nesta seção, iremos apresentar a seguir os dados extraídos. Observa-se, ainda na Figura 2, um fluxograma da extração de artigos por base bibliográfica.



Figura 2 – Fluxograma da extração de artigos por base bibliográfica



Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

A Tabela 4 apresenta a distribuição da quantidade de artigos incluídos por ano de publicação. Podemos observar que há uma tendência de aumento nos últimos anos de publicações referentes a formação de professores no contexto do pensamento computacional para a educação básica e direcionados ao desenvolvimento do ensino da matemática.

Tabela 4 – Percentual e Quantidade de artigos selecionados por ano

Ano	Quantidade	Percentual
2020	6	66,67%
2019	1	11,11%
2018	2	22,22%
Total	9	100,00%

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Outra característica analisada nos trabalhos foi com relação aos países de publicação dos artigos, ou seja, regiões e instituições do mundo em que os artigos e suas respectivas pesquisas foram realizadas.



Tabela 5 – Percentual e Quantidade de artigos selecionados por país.

País	Quantidade	Percentual
EUA	4	44,44%
China	1	
Turquia	1	
Suécia	1	55,56%
Cisjordânia	1	
Portugal		
Total	9	100%

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Pode-se verificar na Tabela 5 que a distribuição geográfica dos estudos inclui diferentes países. Os Estados Unidos se destacam por possuir o maior número de artigos (quatro), representando 44,5% do total. Na sequência, temos a China, Turquia, Suécia, Cisjordânia e Portugal com um trabalho cada (cinco no total), o que equivale a 55,6% dos estudos selecionados.

4.2 Análise da extração dos dados

Após a análise descritiva dos artigos na RSL, segue a investigação dos dados referentes às questões de pesquisa (QP1, QP2 e QP3), conforme analisado nas seções a seguir.

4.2.1 Análise da QP1

A primeira questão de pesquisa investigada foi a QP1: Como ocorreu a formação docente sobre o uso do pensamento computacional no ensino de matemática para professores dos anos iniciais do ensino fundamental? Para responder essa questão, todos os artigos foram analisados e uma breve caracterização dos seus estudos será realizada a seguir.

O artigo ID.01 apresenta uma pesquisa que investiga como os professores de matemática conectam os conceitos do PC e os padrões matemáticos e como eles percebem a programação como uma ferramenta para o ensino de matemática elementar (KOSCIANSKI; GLIZT, 2017). O estudo foi realizado no contexto de um programa de formação de professores, em que são detalhados a carga horária, o conteúdo e os objetivos da ação. Foi realizado de forma presencial com dez participantes do sexo feminino, durante cinco semanas, e capacitou sobre a utilização da programação baseada em blocos com uma plataforma para ensinar matemática e o PC de forma coesa, dentro de um currículo elementar. Já o ID.02 foi conduzido através de uma abordagem de estudo de caso, com dados coletados de um curso de programação de desenvolvimento profissional para professores. A pesquisa tem como foco a formação docente no âmbito da programação para o processo de ensino e aprendizagem em matemática e tecnologia no ensino fundamental. Os números de participantes foram divididos de acordo com as estações do ano e teve um total de 60 docentes.



O estudo ID.03 busca explorar a educação STEAM na formação de professores dos anos iniciais do ensino fundamental. O projeto aborda uma aprendizagem baseada em problemas (PBL) e uma pedagogia investigativa de engajamento dos participantes em atividades guiadas pela metodologia STEAM, por meio de um processo de investigação de conexão, colaboração e comunicação. A formação se dividiu em quatro etapas, sendo que na primeira buscou investigar sobre recursos e materiais ligados à integração STEAM. Em seguida, buscou-se também identificar habilidades e conceitos matemáticos e científicos em tópicos relacionados ao STEAM nos padrões *Common Core State Standards Math - CCSSM* e *Next Generation Science Standards – NGSS*. Na segunda etapa, os docentes trabalhavam com seus colegas a abordagem PBL para realizar tarefas STEAM para envolver seus estudantes em resoluções de problemas. Na terceira etapa, os docentes compartilham suas tarefas STEAM com toda a turma on-line, apresentam suas tarefas em sala de aula e fornecem *feedback* para seus grupos. Na Etapa quatro, foram revisadas atividades STEAM com base no feedback de seus colegas e aplicadas na prática em sala de aula. Participaram da formação 52 professores em uma instituição de ensino superior no sul da Califórnia.

O trabalho ID.04 discorre sobre a formação de professores realizada em uma universidade de Hong Kong, em colaboração com outra instituição estrangeira. Dos 76 professores participantes, 45 (59,2%) eram do sexo masculino e 31 (40,8%) do feminino. 18 (23,7%) possuíam graduação em Ciência da Computação ou disciplina relacionada e 58 (76,3%) tinham graduação em outras disciplinas, como matemática, estudos gerais e línguas. O programa de desenvolvimento de professores era composto por dois cursos, cada um com treze sessões de três horas. O primeiro curso de desenvolvimento de professores teve como objetivo estabelecer uma base de conhecimento de programação, introduzindo conceitos e práticas do PC e fornecendo aos participantes uma compreensão pedagógica inicial de como abordar PC em relação à programação em salas de aula no ensino fundamental. O segundo curso usou exemplos de programação e situações contextualizadas para desenvolver uma pedagogia de PC em relação à programação. O curso buscou aprofundar o conhecimento e práticas do PC aos docentes, ensinando-lhes conceitos de programação avançados e recursos dos ambientes de programação relevantes, e pedindo-lhes que coloquem sua aprendizagem pedagógica e de conteúdo em prática nas escolas e reflitam sobre sua experiência de ensino.

Em relação ao ID.05, relata-se um programa de formação de professores que foi realizado durante um ano com 18 docentes participantes, sendo que 16 eram mulheres e dois eram homens. A formação se deu com ênfase especial em programação como meio para desenhar formas geométricas ou desenvolver conhecimento de outros campos matemáticos, como álgebra. Além disso, foi dada atenção especial ao uso de habilidades metacognitivas nos processos de programação.

O artigo ID.06 aborda um estudo que incluiu oito professores do ensino fundamental de cinco escolas em um grande distrito escolar fora de uma área urbana nos Estados Unidos. Os professores participaram de três *workshops* de desenvolvimento profissional. Primeiramente, eles receberam uma introdução preliminar ao pensamento computacional e discutiram as maneiras pelas quais as ideias do PC podem ser aplicadas ao ensino de matemática e ciências. No segundo momento, eles foram formalmente apresentados a quatro pilares do pensamento computacional: abstração, decomposição, padrões e depuração. Depois desses dois cursos iniciais, os professores compareceram ao terceiro workshop com exemplos de suas aulas de matemática ou ciências que consideraram boas para a integração com o PC. Os docentes passaram um dia planejando uma aula de matemática, um dia planejando uma aula de ciências e um dia compartilhando com o grupo os planos de aula que haviam criado.

No estudo ID.07 é abordada uma pesquisa descritiva em que o modelo de *Survey* é aplicado. Os participantes do estudo consistiram em 26 professores em formação, sendo dez mulheres (38,5%) e 16 homens (61,5%). O curso teve duração de quinze semanas e durante as aulas havia discussões sobre programação e sua importância no ensino fundamental. Eram tratadas atividades práticas sobre o tema também.

O artigo ID.08 analisa uma de seis sessões de um curso de formação que teve 19 professores participantes, sendo oito professores da educação infantil, seis das séries iniciais do ensino fundamental e dois professores da educação especial. Os docentes foram matriculados neste curso de desenvolvimento profissional em que o foco foram principalmente as práticas científicas e de engenharia que se baseiam no padrão NSES (*National Science Education Standards*). Eles incorporam problemas de engenharia e se concentram mais na importância de desenvolver e usar modelos do que nos padrões anteriores. Eles incluem fazer perguntas e definir problemas, desenvolver e usar modelos, planejar e realizar investigações, analisar e interpretar dados, usar matemática e pensamento computacional, construir explicações, projetar soluções, argumentar a partir de evidências, obter, avaliar e comunicar informações. O artigo aborda um estudo de caso múltiplo que explora como os professores da educação infantil e dos anos iniciais do ensino fundamental incorporaram as práticas da *Next Generation Science Standards* (NGSS) em suas salas de aula enquanto planejavam e ministravam aulas baseadas em investigação.

Por fim, o artigo ID.09 aborda um curso de formação de professores que teve uma carga horária de 54 horas. Dos nove docentes participantes, seis eram do sexo feminino e os outros três do sexo masculino. O curso foi realizado a distância, o que permite, por um lado, algumas flexibilidades de tempo e espaço e, por outro lado, potencializa a disciplina e a auto aprendizagem dos participantes. A formação estava estruturada em três fases: a primeira discute acerca de fundamentos e princípios do PC, com duração de oito horas. A segunda tratou sobre as áreas de exploração do PC, e a terceira estudou a programação em blocos através da ferramenta *Scratch*.

Dessa forma, à luz de Silva, Pereira e Odakura (2018), consideramos a importância de se investir em formação de professores no sentido de ampliar o repertório de estratégias docentes para o desenvolvimento do PC nas aulas de matemática dos alunos do ensino fundamental.

4.2.2 Análise da QP2

A segunda questão de pesquisa analisada foi a QP2: Quais ferramentas e recursos tecnológicos são utilizados na formação docente para desenvolver o pensamento computacional no ensino de matemática nas séries iniciais? Para responder a essa questão, foram analisados a infraestrutura e os recursos/ferramentas reportadas nos estudos.

No trabalho ID.01 foi utilizada a plataforma *Scratch* para o desenvolvimento das atividades durante o curso de formação com os professores. No artigo ID.02, a formação aconteceu através do Ambiente Virtual de Aprendizagem – Moodle, onde os professores tinham que refletir sobre oportunidades e desafios na aprendizagem de programação utilizando a ferramenta de programação textual *Python* e a ferramenta de programação em blocos *Scratch*. Já o estudo ID.03 não utilizou ferramentas tecnológicas e sim atividades escritas de ciências, tecnologia, engenharia e matemática - STEAM em diversos padrões de conteúdo do CCSSM e NGSS. Na pesquisa ID.04, durante a formação docente, os participantes tiveram que utilizar o APP inventor e o *Scratch*. O estudo ID.05 também fez uso do ambiente *Scratch* para programação como meio para desenhar formas geométricas ou desenvolver conhecimento de



outros campos matemáticos, como álgebra (ELOY; LOPES; ANGELO, 2017). Além disso, foi dada atenção especial ao uso de habilidades metacognitivas nos processos de programação.

Na pesquisa ID.06 foram desenvolvidas duas ferramentas voltadas para a formação do docente. A primeira é o *Screener CT Lesson*, que ajuda a identificar elementos do PC na formação docente, e o segundo é o *CT Lesson Enhancer*, que foi desenvolvido para ajudar os professores a planejar e implementar lições que tornem as ideias do PC mais explícitas e promovam novas oportunidades de aprendizagem sobre o tema. Em síntese, no artigo ID.07 as ferramentas utilizadas pelos professores durante a formação foram os *softwares Scratch, Small Basic e Alice 3*, enquanto no ID.08 não fica claro se a formação utilizou alguma ferramenta para o desenvolvimento do PC, e no último trabalho investigado (ID.09) o processo formativo docente também ocorreu em um curso a distância utilizando o ambiente virtual de aprendizagem Moodle voltado para professores do ensino fundamental, utilizando novamente a ferramenta *Scratch*.

4.2.3 Análise da QP3

Seguindo com a análise, tem-se a terceira e última questão QP3: Quais modalidades (presencial, híbrida ou on-line) foram utilizadas na formação dos professores para o desenvolvimento do pensamento computacional?

Com relação às modalidades utilizadas nas propostas de formação dos professores, sete artigos (ID.01, ID.03, ID.04, ID.05, ID.06, ID.07 e ID.08) destacaram que a formação ocorreu de modo presencial, um artigo (ID.02) apontou o uso do ensino híbrido (ou seja, parte da formação on-line e parte presencial) e outro artigo (ID.09) indica que ocorreu totalmente a distância, em plataformas digitais.

5 Considerações finais

De acordo com esta RSL, a formação de professores na área do ensino de matemática para o desenvolvimento do pensamento computacional vem sendo pesquisada em alguns países, com ênfase maior nos Estados Unidos. A análise dos estudos mostrou que há várias estratégias e metodologias de trabalho para a concepção dessas formações. Identificou-se também que a maior parte das formações utilizam ferramentas tecnológicas e que o uso do *Scratch* prevaleceu em boa parte das pesquisas analisadas. Também vale ressaltar a prevalência para as formações não presenciais da utilização do ambiente virtual de aprendizagem Moodle, tanto no curso híbrido, como na capacitação a distância.

Observou-se que a maior parte dos artigos aplicaram como estratégia de abordagem a programação em blocos para o desenvolvimento do PC, e destacaram ainda que parte desse processo formativo ocorre de maneira presencial e não relacionaram de forma clara quais os conteúdos curriculares de matemática são explorados.

Essa pesquisa tem como propósito não apenas apresentar uma visão geral dos estudos que tratam do pensamento computacional na formação de professores e a sua utilização no ensino de matemática, mas estimular os demais pesquisadores da área da Educação e a toda comunidade científica que desenvolve pesquisas sobre educação e tecnologia para que permaneçam buscando novas ideias, ferramentas tecnológicas atreladas ao PC, visando uma melhor qualidade do ensino e da aprendizagem dos conteúdos abordados na formação continuada de professores. Portanto, acreditamos que para incorporar o PC no ensino de matemática é preciso, além dos métodos e estratégias já utilizadas, ousar, articular e inovar

WING, J. Computational thinking. What and why? Carnegie-Mellon School of Computer Science Research Notebook. **The Link: The magazine of Carnegie Mellon University's School of Computer Science**, 2011. Disponível em: <https://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why>. Acesso em: 08 abr. 2021

WING, J. Computational thinking. **Communications of the ACM**, v. 49, n. 3, p. 33-35, 2006. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/fullHtml/10.1145/1118178.1118215>. Acesso em: 22 dez. 2020

YADAV, A.; STEPHENSON, C.; HONG, H. Computational thinking for teacher education. **Communications of the ACM**, v. 60, n. 4, p. 55-62, 2017. Disponível em: <https://cacm.acm.org/magazines/2017/4/215031-computational-thinking-for-teacher-education/fulltext>. Acesso em: 05 jun. 2021.

Recebido em agosto de 2021.

Aprovado em outubro de 2021.