

Efeito da promoção do pensamento computacional nas habilidades do século XXI: uma revisão sistemática da literatura

Title: Effect of promoting computational thinking on 21st century skills: a systematic review of the literature

Título: Efecto de promover el pensamiento computacional en las habilidades del siglo XXI: una revisión sistemática de la literatura

Leandro Santos da Cruz
Universidade Federal da Bahia
(UFBA)
ORCID: [0000-0003-0854-5593](https://orcid.org/0000-0003-0854-5593)
cruzleandro@ufba.br

Beatriz Silva de Santana
Universidade Federal da Bahia
(UFBA)
ORCID: [0000-0003-4048-1921](https://orcid.org/0000-0003-4048-1921)
santanab@ufba.br

Roberto Almeida Bittencourt
University of Victoria (UVic),
BC, Canada
ORCID: [0000-0002-8854-8956](https://orcid.org/0000-0002-8854-8956)
rbittencourt@uvic.ca

Aurélio Rocha Barreto
Universidade Estadual de Feira de
Santana (UEFS)
ORCID: [0009-0001-6774-7817](https://orcid.org/0009-0001-6774-7817)
aurelior.barreto@gmail.com

Kevin Cerqueira Gomes
Universidade Estadual de Feira de
Santana (UEFS)
ORCID: [0009-0006-4172-9393](https://orcid.org/0009-0006-4172-9393)
kevingomes.uefs@gmail.com

José Amancio Macedo Santos
Universidade Estadual de Feira de
Santana (UEFS)
ORCID: [0000-0002-9509-5238](https://orcid.org/0000-0002-9509-5238)
zeamancio@uefs.br

Resumo

A promoção do pensamento computacional no contexto escolar tem sido incentivada e pesquisada em todo o mundo como forma de potencializar diversas habilidades humanas. Algumas destas habilidades, denominadas Habilidades do Século XXI, são consideradas fundamentais para os dias atuais, mas ainda não são tão bem desenvolvidas dentro do ambiente escolar. Levando em conta que o pensamento computacional é visto como um possível propulsor dessas habilidades, esta pesquisa reúne e sintetiza estudos primários que investigam o efeito de intervenções aplicando o pensamento computacional sobre as habilidades do século XXI. Utilizamos a metodologia de revisão sistemática da literatura e, por meio dela, identificamos 57 estudos primários. Como resultado de nossa análise, encontramos evidências de resultados positivos da promoção do pensamento computacional em relação ao desenvolvimento das seguintes habilidades do século 21: aprender a aprender, colaboração, comunicação, criatividade, habilidades sociais, resolução de problemas, proficiência em TIC, inovação, pensamento crítico e trabalho em equipe.

Palavras-chave: Pensamento Computacional; Habilidades do Século XXI; Computação; Revisão Sistemática.

Abstract

The promotion of computational thinking has been encouraged around the world as a way to enhance various human skills. Some of these skills, called 21st Century Skills, are considered as fundamental for nowadays. However, they are still not so well developed within the school environment. Considering the computational thinking as a possible driver of these skills, this research synthesizes primary studies investigating the effect of interventions applying computational thinking on 21st century skills. We adopt the systematic literature review methodology, identifying 57 primary studies. We found evidence of positive results from promoting computational thinking in relation to the development of the following 21st century skills: learning to learn, collaboration, communication, creativity, social skills, problem solving, ICT proficiency, innovation, critical thinking and teamwork.

Keywords: Computational Thinking; 21st Century Skills; Computing; Systematic Review.

Cite as: Cruz, L. S., Santana, B. S., Santos, J. A. M., Bittencourt R. A., Gomes, C. G., Barreto, A. R. (2024). Efeito da promoção do pensamento computacional nas habilidades do século XXI: uma revisão sistemática da literatura. *Revista Brasileira de Informática na Educação – RBIE*, 32, 295-335. <https://doi.org/10.5753/rbie.2024.3213>.

Resumen

La promoción del pensamiento computacional en el contexto escolar ha sido fomentada e investigada en todo el mundo como una forma de potenciar diversas habilidades humanas. Algunas de estas habilidades, llamadas Habilidades del Siglo XXI, se consideran fundamentales hoy en día, pero aún no están tan bien desarrolladas en el entorno escolar. Teniendo en cuenta que el pensamiento computacional es visto como un posible impulsor de estas habilidades, esta investigación reúne y sintetiza estudios primarios que investigan el efecto de las intervenciones que aplican el pensamiento computacional en las habilidades del siglo XXI. Se utilizó la metodología de revisión sistemática de la literatura y, a través de ella, se identificaron 57 estudios primarios. Como resultado de nuestro análisis, encontramos evidencia de resultados positivos de la promoción del pensamiento computacional en relación con el desarrollo de las siguientes habilidades del siglo XXI: aprender a aprender, colaboración, comunicación, creatividad, habilidades sociales, resolución de problemas, dominio de las TIC, innovación, pensamiento crítico y trabajo en equipo.

Palabras-chave: *Pensamiento Computacional; Habilidades del Siglo XXI; Informática; Revisión Sistemática.*

1 Introdução

A humanidade, fazendo uso de sua capacidade de evolução, busca constantemente obter novas formas de desenvolvimento das suas habilidades. Ao longo dos séculos, os estímulos para que, desde as mais tenras idades, as capacidades e potenciais do ser humano sejam aperfeiçoados são encorajados pela sociedade (Busnello, Jou, & Sperb, 2012; Kalina & Powell, 2009). Evidentemente, a evolução almejada não é determinada apenas por processos biológicos ou genéticos. O ambiente em que cada ser humano vive também é um importante fator contribuinte para o seu desenvolvimento (Vygotsky, 2012; Bronfenbrenner, 1979).

Por meio do ambiente em que convive, o indivíduo adquire habilidades como andar, dialogar, argumentar, ler, escrever, entre outras, que podem ser mais ou menos desenvolvidas ao longo da vida. As habilidades de cada pessoa impactam no seu sucesso profissional e pessoal. Assim, a criação de um ambiente propício ao desenvolvimento das capacidades humanas é um fator de impacto na transformação da sociedade.

Mundialmente, as habilidades desejadas para aqueles que almejam um futuro promissor, na época atual, são nomeadas como “Habilidades do século XXI”, pois os pesquisadores consideram que essas são essenciais para o pleno desenvolvimento profissional e econômico de uma sociedade saudável no presente século (Piniuta, 2019; Mioto, Petri, von Wangenheim, Borgatto, & Pacheco, 2019; Seehorn et al., 2011).

Os termos usados para descrever habilidades consideradas basilares para o século XXI – criatividade, criticidade, colaboração, comunicação, adaptabilidade, fluência digital, inovação, entre outras – são conhecidos para a maioria da sociedade. Porém, apesar da importância das habilidades do século XXI para o progresso humano, as formas de desenvolver e capacitar pessoas nessas habilidades ainda são consideradas escassas para a população em geral (Scott, 2015; Tan, Choo, Kang, & Liem, 2017).

Uma disciplina proposta como forma de apoiar o desenvolvimento das Habilidades do Século XXI é o pensamento computacional (PC). O PC tem sido fortemente indicado para ensinar aspectos computacionais e desenvolver seus benefícios sem necessariamente utilizar um computador ou formar programadores profissionais (CSTA, 2016; Wing, 2006). Tendo em vista que o

ensino do pensamento computacional tem sido fomentado como forma de desenvolver habilidades para além das computacionais, ele tem sido considerado um fator de desenvolvimento para as nações. Países como EUA, Israel, Reino Unido, Rússia, entre outros, têm se empenhado na inserção da computação como parte do currículo escolar (Grover & Pea, 2013; Black et al., 2013; Gal-Ezer & Stephenson, 2014).

Com a popularização dos estudos acerca de pensamento computacional, as avaliações de impacto desse tipo de iniciativa tomaram grandes proporções. Aspectos que vão desde o desenvolvimento de habilidades consideradas computacionais até habilidades consideradas como pensamento de ordem superior são avaliados e seu desenvolvimento é analisado. Apesar disso, ainda há uma carência de compreensão dos efeitos do PC a partir de uma avaliação de um conjunto de intervenções, como forma de síntese do conhecimento empírico que vem sendo desenvolvido.

Revisões e mapeamentos sistemáticos são metodologias que têm sido comumente utilizadas com o intuito de reunir evidências sobre uma determinada área. Os procedimentos são efetuados de maneira sistemática para mitigar vieses nos resultados obtidos. Em computação, revisões como a feita por (Lye & Koh, 2014) e, mais recentemente, (Tang, Yin, Lin, Hadad, & Zhai, 2020) demonstram que os estudos realizados na área de pensamento computacional são mais focados nas pesquisas de aspectos relacionados à programação e à ciência da computação, como, por exemplo, abstração, decomposição, pensamento algorítmico, avaliação e generalização. Similarmente, mapeamentos sistemáticos como os realizados por (Martins-Pacheco, von Wangenheim, & da Cruz Alves, 2019) e (de Araujo, Andrade, & Guerrero, 2016) demonstram que o foco das pesquisas são conceitos relacionados a aspectos computacionais.

Há alguns trabalhos que mencionam a relação entre PC e certas habilidades do Século XXI, como os trabalhos de Tang et al. (2020) e Amri, Budiyo, and Yuana (2019). Estes trabalhos, no entanto, não discutem o efeito do PC. Apesar de Tang et al. (2020) apresentarem a presença do que foi denominado como construtos cognitivos de primeira ordem (criatividade, pensamento algorítmico, pensamento crítico, resolução de problemas, pensamento cooperativo e comunicação), a revisão não objetivou identificar o efeito dessas avaliações, apenas relatou a existência delas. No caso da revisão apresentada por Amri et al. (2019), apesar do foco ter sido voltado para as habilidades do século XXI, os autores se restringiram às pesquisas relacionadas à robótica. Assim, existe uma lacuna na reunião de evidências sobre o efeito do PC em relação ao desenvolvimento de habilidades do século XXI. Visando agregar conhecimento a esta lacuna, este trabalho objetiva caracterizar, reunir e sumarizar, por meio da revisão sistemática da literatura, as evidências publicadas acerca do efeito de intervenções que visam promover o pensamento computacional sobre habilidades do século XXI.

Esta pesquisa difere dos levantamentos da literatura encontrados, principalmente porque, além de investigar o desenvolvimento de habilidades do século XXI por meio da promoção de pensamento computacional, também identifica o efeito indicado no processo de ensino/aprendizagem.

O texto está organizado da seguinte forma. Na Seção 2, é apresentada a fundamentação teórica e os trabalhos relacionados ao tema. Na Seção 3, o protocolo da revisão sistemática e a estratégia de execução do protocolo e da análise de dados são apresentados. A seção é denominada “Metodologia”. Nas Seções 4 e 5, os resultados e discussões são apresentados. Finalmente, a Seção 6 aborda limitações e conclusões finais do trabalho.

2 Fundamentação teórica e trabalhos relacionados

Nesta seção, aprofundamos a interação entre a computação e a educação básica, com ênfase no pensamento computacional. Exploraremos as habilidades do século XXI e suas características, reconhecendo a importância dessas competências para o desenvolvimento dos estudantes. Além disso, analisamos trabalhos relacionados que investigam o impacto do pensamento computacional na aprendizagem, bem como estudos mais amplos que abordam temas correlatos.

2.1 A computação na educação básica

Os autores Wilson, Sudol, Stephenson, and Stehlik (2010), em um relatório que apresenta os resultados de um estudo realizado pela *Association for Computing Machinery* (ACM) e a *Computer Science Teachers Association* (CSTA), afirmam que a computação faz parte da economia mundial. Desde então, pode-se notar o crescimento da importância da computação para economia e para a vida das pessoas. Diante dos desafios e contexto mundiais, conectar os alunos com conceitos de computação é fundamental para promover uma preparação adequada hoje para o seu futuro profissional. Ainda, segundo os autores, atualmente, é necessário o ensino de computação de um modo que vá além do comum ensino de informática.

CSTA (2016) afirma que as habilidades adquiridas com o estudo de ciência da computação devem ser levadas ao ensino básico para que assim os estudantes possam desenvolvê-las e assim atingir um maior sucesso na nova economia global. A organização apoia e promove o ensino de ciências da computação e é uma das maiores contribuintes no estabelecimento de padrões para a área. Atualmente, vivenciamos uma transformação profunda no cenário profissional, com uma parte significativa dos empregos se movendo em direção a funções cada vez mais centradas na tecnologia. Além disso, o aprendizado nesse campo viabiliza novas estratégias para a resolução de problemas, enquanto o ensino de computação capacita os estudantes a exercitarem a criatividade e aprimorarem suas habilidades de comunicação (Seehorn et al., 2011).

2.1.1 Pensamento computacional

Um conceito que movimentou as discussões em relação ao ensino de computação para todos foi o de pensamento computacional. No trabalho de Wing (2006), é possível compreender que pensamento computacional diz respeito aos conceitos computacionais sem necessariamente fazer uso do computador, e assim entender que ele vai além da programação de computadores. Brennan and Resnick (2012), apresentam PC como um conjunto de três dimensões: conceitos computacional (sequências, loops, eventos, paralelismo, condicionais, operadores e dados); práticas computacionais (experimentar e iterar, testar e depurar, reutilizar e remixar, abstrair e modularizar) e perspectivas computacionais (expressar, conectar e questionar).

No ano de 2011, dois grupos, o *Computer Science Teachers Association* (CSTA) e o *International Society for Technology in Education* (ISTE), formalizaram uma definição operacional do Pensamento Computacional elaborada por meio de uma pesquisa realizada com quase 700 profissionais. Entre os profissionais havia professores de ciência da computação e pesquisadores. De acordo com essa definição, o PC pode ser caracterizado através das seguintes propriedades funcionais: coleta de dados, análise de dados, representação de dados, decomposição de proble-

mas, abstração, algoritmos e procedimentos, automação, paralelização e simulação (Seehorn et al., 2011).

Pesquisadores como Cutumisu, Adams, and Lu (2019) e Mohaghegh and McCauley (2016), evidenciaram que o PC tornou-se uma competência primordial para o século XXI. Para Cutumisu et al. (2019), essa habilidade deve fazer parte dos conhecimentos analíticos do ensino básico, pois ela pode auxiliar em processos como a representação de soluções, formulação de problemas, análise e organização de informações.

Devido a diversidade de conceitos de PC encontrados na literatura (Haseski, Ilic, & Tugtekin, 2018; Brennan & Resnick, 2012), não limitamos os resultados do nosso estudo a um conceito específico. Em vez disso, consideramos como estudo primário, qualquer trabalho abordando o tema pensamento computacional. Tomamos essa decisão principalmente porque nosso objetivo é entender de maneira geral como os estudos de PC estão avaliando o desenvolvimento de habilidades do século XXI. Em função do estágio atual de conhecimento da área, a questão ainda demanda um certo tempo para obtenção de uma resposta definitiva. Além disso, apesar de não haver um consenso na área quanto à definição específica sobre PC, todas as definições consideram o PC como uma disciplina para construção de habilidades importantes para os dias atuais, a partir de princípios da Ciência da Computação. Esses aspectos basearam nossa decisão de considerar trabalhos que referenciem o termo pensamento computacional baseado em qualquer das definições, uma vez que todas possuem pontos de contato.

Outro ponto que merece destaque, é a percepção da importância de inclusão do ensino de computação no currículo escolar da educação básica. No trabalho feito por Grover and Pea (2013), são apresentadas iniciativas realizadas no ensino fundamental e médio que decorreram da discussão em relação ao pensamento computacional provocadas pelo artigo de Wing (2006). Além disso, diversos países, como, por exemplo, Austrália, Inglaterra, Estônia, Finlândia, Nova Zelândia, Polônia e Coreia do Sul já implementaram currículos nacionais incluindo o ensino computacional. Outros países como Noruega, Suécia e EUA realizam grandes iniciativas com o intuito de incluir essa disciplina na sua grade curricular (Heintz, Mannila, & Färnqvist, 2016). De acordo com Heintz et al. (2016), ensinar aspectos computacionais como uma disciplina separada têm sido a maneira adotada na maioria dos países que incluem tais habilidades em seu currículo escolar. O trabalho de Grover, Cooper, and Pea (2014), expõe a problemática da avaliação da inclusão de computação no ensino médio dos EUA e compara o desempenho desse esforço com o efetuado em Israel por Meerbaum-Salant, Armoni, and Ben-Ari (2013).

2.2 Habilidades do século XXI

Existe um movimento global com o intuito de melhorar as formas de desenvolvimento da educação focando no âmbito pessoal e profissional de cada ser humano. O movimento leva em consideração que, apesar do avanço nas mais diversas áreas, insistimos em educar crianças do século XXI com preceitos de séculos passados, o que se mostra antiquado no sentido do desenvolvimento da sociedade. Assim, a busca pelo desenvolvimento das chamadas “Habilidades do século XXI” vem sendo, cada dia mais, incentivada (Piniuta, 2019; Van Laar, Van Deursen, Van Dijk, & De Haan, 2017; Voogt & Roblin, 2012; Scott, 2015).

Para a realização desta revisão utilizamos as habilidades do século XXI apresentadas nos *frameworks*: 1) *The Assessing and Teaching of 21st Century Skills* (ATC21), modelo projetado

por um grupo de especialistas e patrocinado pelas empresas Cisco, Intel e Microsoft Binkley et al. (2012); 2) *Partnership for 21st Century* (P21) modelo projetado por professores, especialistas em educação e líderes empresariais (P21, 2017). Na Tabela 1, apresentamos as habilidades de cada *framework* e o nosso conjunto final de habilidades ao mesclar os dois.

2.2.1 Habilidades do século XXI e Computação

De acordo com Yengin (2014), diversos pesquisadores defendem o desenvolvimento das habilidades consideradas primordiais para o século XXI como um fator de sobrevivência para uma sociedade moderna. Para tanto, o autor defende que o uso de tecnologias pode auxiliar no desenvolvimento do pensamento crítico, pensamento criativo, pensamento analítico, comunicação eficaz e habilidades de trabalho em equipe. Tais aspectos, quando desenvolvidos, proporcionam um grande impacto econômico na sociedade.

Em seu trabalho, Mito et al. (2019) apresentam as práticas propostas por um *framework* de ensino de ciência de computação para o ensino básico e as relaciona com habilidades do século XXI. Tal relação pode ser visualizada na Tabela 2.

2.3 Trabalhos correlatos

Na revisão sistemática realizada por Lye and Koh (2014), os autores buscaram compreender o ensino e a aprendizagem de PC por meio da programação. Três questões principais nortearam a pesquisa, que foram: como a programação foi incorporada ao currículo escolar?, quais os resultados relatados sobre o desempenho dos alunos em relação ao pensamento computacional? e quais abordagens estavam sendo utilizadas? Para execução do estudo, Lye and Koh (2014) utilizaram as bases SSCI (*Education educational research category*) e *Education Resources Information Centre* (ERIC) e pesquisaram publicações efetuadas entre 2009 e 2013. Ao todo, foram analisados 203 artigos dos quais 27 foram selecionados, e desses, 9 tratavam do ensino escolar.

Para execução do estudo, Tang et al. (2020) utilizaram as bases ERIC, PsycINFO, e Google Scholar e pesquisaram publicações realizadas até agosto de 2019. Ao todo, foram analisados 361 artigos dos quais 96 foram selecionados. Os autores utilizaram a análise de conteúdo para codificar os artigos com base em quatro categorias pré definidas (nível escolar, domínio do assunto, ambiente educacional e ferramentas de avaliação).

Grover and Pea (2013) identificaram pesquisas que investigaram o pensamento computacional utilizando como base o artigo de Wing (2006) no nível K-12 e, a partir disso, apresentaram lacunas da área.

A revisão sistemática realizada por Amri et al. (2019) apresenta uma investigação do uso da robótica, no contexto de ensino de pensamento computacional, e sua contribuição para o avanço das habilidades do século XXI. Para execução do estudo, Amri et al. (2019) utilizaram as bases *Scopus*, *Google Scholar* e *Science Direct*, porém não apresentaram o período de tempo coberto pelas buscas, nem a quantidade geral de artigos encontrados. Nessa revisão, os autores selecionaram 11 artigos sobre o tema e, a partir dos resultados, eles definiram o papel do pensamento computacional, a razão pela qual o PC é considerado uma habilidade chave do século XXI e como avaliar o PC utilizando robótica educacional. Os autores utilizaram as ideias expostas nos artigos e as dividiram em três categorias: i) “definição do papel do pensamento computacional” - *Definition*

Tabela 1: Habilidades do século XXI dos frameworks P21 e ATC21 e lista completa das habilidades utilizadas.

P21	ATC21	Habilidades utilizadas
Creativity	Creativity	Creativity
Innovation	Innovation	Innovation
Critical thinking	Critical thinking	Critical thinking
Problem solving	Problem solving	Problem solving
Communication	Communication	Communication
Collaboration	Collaboration	Collaboration
-	Teamwork	Teamwork
Information Literacy	Information Literacy	Information Literacy
Media Literacy	-	Media Literacy
ICT (Information, Communications and Technology) literacy	-	ICT literacy
-	Decision making	Decision making
-	Learning to learn	Learning to learn
-	Metacognition	Metacognition
Flexibility	-	Flexibility
Adaptability	-	Adaptability
Initiative	-	Initiative
Self-Direction	-	Self-Direction
Social Skills	-	Social Skills
Cross-Cultural Skills	-	Cross-Cultural Skills
Productivity	-	Productivity
Accountability	-	Accountability
Leadership	-	Leadership
Responsibility	Personal and social responsibility	Responsibility
	Citizenship (local and global)	Citizenship (local and global)
	Life and career	Life and career

Tabela 2: Habilidades do século XXI vs principais práticas computacionais (Mioto et al., 2019).

Habilidades do século XXI	Principais práticas computacionais
Criatividade	Cria artefatos computacionais com o objetivo de praticidade, expressão pessoal ou para abordar uma questão social.
Inovação	Modificar um artefato existente para melhorá-lo ou customizá-lo.
Pensamento crítico	Avaliar se a solução computacional de um problema é apropriada e factível.
Resolução de problemas	Decompor um problema real complexo em subproblemas gerenciáveis que possam ser resolvidos com soluções existentes.
Comunicação	Descrever, justificar e documentar processos e soluções computacionais.
Colaboração	Receber e oferecer feedback construtivo a outros membros da equipe.

of *The Role of Computational Thinking*; ii) “a razão pela qual é chamada de habilidade-chave das habilidades do século 21” - *The Reason Why is Called The Key Skill of The 21st Century Skills*, e iii) “como avaliar o pensamento computacional usando a robótica educacional” - *How to Assess Computational Thinking used Educational Robotics*.

3 Metodologia

Para execução desta pesquisa, adotamos a metodologia de revisão sistemática (RS). Uma revisão sistemática tem por objetivo a reunião de evidências e a realização de sínteses com base nos achados para responder a uma questão de pesquisa (Strech & Sofaer, 2012). Por meio da revisão sistemática é possível oferecer dados confiáveis para execução de outras pesquisas, realização de estudos demográficos e tomadas de decisões de políticas públicas, pois o método permite a integração e a análise de diversas informações de forma sistemática, de maneira a possibilitar uma maior eficácia no processo de tomada de decisão (Mulrow, 1994).

De acordo com Kitchenham and Charters (2007), a revisão sistemática deve ser iniciada a partir da definição do protocolo de revisão. As etapas de uma revisão sistemática são iterativas, o que indica que, apesar de iniciar a pesquisa com base no estabelecimento de um protocolo, cada passo é refinado ao longo do processo. Nesta seção, apresentamos as fases realizadas ao longo da pesquisa, com uma breve descrição do objetivo de cada uma delas. Segundo Kitchenham and Charters (2007), a revisão sistemática se divide em planejamento, realização e relatório. Nos próximos tópicos detalharemos toda etapa de planejamento e a execução da revisão. A etapa de relatório reflete-se na apresentação deste artigo.

3.1 Planejamento

Na fase de planejamento, é confirmada a necessidade da realização de uma revisão sistemática. Ainda nessa fase, são especificadas as questões de pesquisa e o protocolo de pesquisa é desenvol-

vido e avaliado.

3.1.1 Identificação da necessidade de realização da pesquisa e delimitação de habilidades

O levantamento da necessidade dessa revisão foi feito por meio da revisão bibliográfica não sistemática sobre pensamento computacional e os seus efeitos em aprendizes em idade escolar. A partir dessa grande área, foi identificado que existem afirmações sobre o desenvolvimento de habilidades do século XXI por meio do ensino computacional (Voogt, Erstad, Dede, & Mishra, 2013; Resnick, 2007). Porém, nas revisões de PC encontradas, tais habilidades, geralmente, não eram evidenciadas e as evidências relacionadas ao efeito do PC não eram encontradas com facilidade.

3.1.2 Questões de pesquisa

Segundo Kitchenham and Charters (2007), as questões de pesquisa devem ser definidas de maneira a auxiliar em todo o processo de revisão. No processo de busca, os estudos primários selecionados devem abordar as questões. No processo de extração, devem ser extraídos os dados que respondam às questões.

A questão norteadora da pesquisa suporta a compreensão do estado da arte sobre os efeitos do pensamento computacional em relação às habilidades do século XXI, bem como a identificação das habilidades que estão sendo pesquisadas. A questão norteadora e as questões de pesquisa deste trabalho são definidas a seguir:

RQ Geral: Qual o estágio atual do conhecimento empírico dos efeitos do pensamento computacional sobre as habilidades do século XXI?

RQ1: Quais as evidências e efeitos da promoção do pensamento computacional sobre o desenvolvimento de habilidades do século XXI?

RQ2: Quais habilidades do século XXI estão sendo pesquisadas em termos de pensamento computacional?

RQ3: O quanto a forma de apresentação dos estudos afeta a síntese sobre a avaliação do impacto da promoção do pensamento computacional nas habilidades do século XXI?

3.1.3 Protocolo de pesquisa

Em relação à definição do protocolo, de acordo com Moher et al. (2015), a elaboração do protocolo da revisão sistemática é parte fundamental do processo. Esse passo garante que o procedimento foi acuradamente planejado e assim possibilita a garantia de qualidade, integridade da pesquisa e transparência do processo. A utilização de protocolos também é auxiliadora na etapa de extração dos dados, pois conduz os pesquisadores em relação aos dados de interesse, reduzindo assim a arbitrariedade nessa etapa. Segundo Kitchenham and Charters (2007), a definição de um protocolo evita que a seleção dos estudos seja direcionada por expectativas do pesquisador uma vez que são especificados os métodos que serão utilizados ao longo da revisão, reduzindo assim a possibilidade de viés.

Para auxiliar no desenvolvimento do protocolo, criamos um grupo de controle que consistiu em seis artigos (um artigo para cada base) contendo a investigação do desenvolvimento de ao

menos uma das habilidades do século XXI. O grupo de controle foi obtido por meio de busca não sistemática nas bases de consulta que foram utilizadas ao longo da pesquisa.

3.1.4 *Estratégia de busca*

A estratégia de busca foi definida visando alcançar maior abrangência, pois, ao analisar os artigos do grupo de controle e com base na experiência do grupo de pesquisa, identificamos que as informações sobre a relação do pensamento computacional e habilidades do século XXI nem sempre estava disponível no título e *abstract*. Assim, abrangemos, nessa primeira etapa, todo e qualquer estudo que apresentasse o ensino de pensamento computacional para alunos do ensino básico dentro do intervalo de 8 anos (2014 - 2022). Nas etapas seguintes refinamos nossa busca para identificar quais estudos apresentavam as habilidades de interesse do estudo.

3.1.5 *String de busca*

A criação dos termos de pesquisa ou *string* de busca teve como base as informações contidas nos artigos do grupo de controle e as *strings* utilizadas em outras revisões de pensamento computacional. A *string* de busca final consistiu na junção dos termos pertinentes a: pensamento computacional, habilidades e suas variações, avaliações e suas variações, idade escolar e suas variações. Resultando em: (“computational thinking”) AND (abilities OR ability OR skill OR competencies OR competency OR assess OR measure OR evaluate OR analyze) AND (“elementary school” OR “K-12” OR “middle school” OR “high school” OR “young children” OR preschool OR children OR “primary school” OR “primary education” OR “secondary education” OR “secondary school”). Importante destacar que a definição da string de busca passou por um processo de maturação. Diferentes strings foram testadas, comparando os resultados das buscas com os artigos que fizeram parte do grupo de controle e com uma amostragem aleatória de outros trabalhos recuperados.

3.1.6 *Fontes*

Como fontes das buscas, definimos seis bibliotecas digitais relevantes para a área - *ACM Digital Library*, *IEEE Xplore*, *ScienceDirect*, *Springer Link*, *Taylor & Francis* e *Scopus*. A escolha foi baseada na leitura de outros estudos secundários na área e na experiência dos pesquisadores envolvidos. A *string* de busca foi aplicada nessas fontes procurando em todo o documento (abrangendo aspectos como título, resumo, palavras-chave ou texto principal).

3.1.7 *Critérios de seleção de estudos*

A seleção de estudos foi dividida em três etapas: (1) seleção com base em título e *abstract*, (2) seleção com base na leitura integral do texto e (3) seleção com base na análise de qualidade.

A primeira etapa de seleção visou reunir todo e qualquer artigo que apresentasse uma intervenção com a promoção do pensamento computacional, sem se ater ao desenvolvimento das habilidades do século XXI. Assim, para definição de quais estudos seriam avaliados em uma leitura completa, definimos critérios de inclusão e critérios de exclusão com base na leitura do título e *abstract*.

Critérios de inclusão da primeira etapa da seleção

I1 - Intervenções visando o desenvolvimento de pensamento computacional. [não importa o meio como o PC é desenvolvido, exemplo, jogos, *scratch*, computação desplugada]

I2 - Artigos completos (no mínimo 4 páginas)

I3 - Escritos em inglês

I4 - Estudos realizados com alunos do ensino básico

Critérios de exclusão

E1 - Estudos que não apresentam uma intervenção

E2 - Estudos que não tratam sobre desenvolvimento do pensamento computacional

E3 - Estudos que apenas realizam a apresentação ou análise de currículos

E4 - Estudos que apenas apresentam ferramentas de avaliação

E5 - Estudos de apresentação de *frameworks*

E6 - Estudos secundários

E7 - Estudos abordando outro público alvo (ensino superior ou professores).

A segunda etapa da seleção consistiu na leitura completa dos artigos e teve por objetivo a identificação de artigos que abordassem uma ou mais habilidades do século XXI. Assim, essa fase teve como critério de aceitação a existência na pesquisa de alguma das habilidades listadas e exclusão dos artigos que tratassem apenas de outras habilidades.

A terceira etapa de seleção objetivou selecionar os artigos que apresentassem algum tipo de efeito (impacto) da promoção de PC sobre as habilidades trabalhadas. Essa é uma etapa de leitura mais detalhada do artigo. Nesse ponto, foram identificados artigos que, apesar de apresentar alguma das habilidades pesquisadas, tratavam apenas da presença dela na intervenção, sem apresentar algum tipo de efeito sobre elas. Assim, também nesta etapa realizamos a verificação de qualidade dos estudos primários para garantir que os estudos selecionados para compor esta pesquisa possuíam maneiras de comprovar a qualidade dos resultados.

3.1.8 Verificação de qualidade dos estudos primários

A etapa de verificação de qualidade fez parte da quarta etapa da seleção. Para verificar a qualidade dos estudos na área de computação, devemos levar em consideração que existem alguns aspectos relacionados ao processo de desenvolvimento das pesquisas. Até mesmo na área de engenharia de *software*, na qual são realizados diversos tipos de revisões sistemáticas, as avaliações de qualidade são realizadas baseadas em instrumentos de qualidade da área de medicina adaptados de acordo com as peculiaridades da área.

Para realização da análise de qualidade, nos baseamos no instrumento CASP (*Critical Appraisal Skills Programme*) CASP (2018), realizando, como sugerem Kitchenham and Charters (2007), a seleção das questões de avaliação mais adequadas às nossas questões de pesquisa. Selecionamos as questões 5, 8 e 9 do instrumento, que são respectivamente:

- Os dados foram coletados de forma a abordar a questão da pesquisa?
- A análise de dados foi considerada suficientemente rigorosa?
- Existe uma declaração clara dos resultados?

Contextualizando com a nossa pesquisa, na primeira questão buscamos verificar se a coleta de dados foi feita de modo a aferir o desenvolvimento das habilidades do século XXI. Na segunda questão, verificamos se a análise de dados foi efetuada de forma a possibilitar que os dados apresentados apoiassem as descobertas declaradas e se houve a descrição do processo de análise. Na terceira questão, verificamos se as descobertas do estudo foram declaradas com clareza. Nesse ponto, selecionamos apenas artigos nos quais houvesse uma declaração clara do efeito do ensino de pensamento computacional sobre o desenvolvimento de uma ou mais habilidades do século XXI com base nos achados apresentados.

Na primeira questão, *os dados foram coletados de forma a abordar a questão da pesquisa?*, verificamos se os autores apresentaram nos estudos como a coleta de dados foi efetuada, por meio da identificação dos instrumentos e procedimentos de coleta. Na segunda questão, *a análise de dados foi considerada suficientemente rigorosa?*, verificamos se os autores apresentaram as técnicas utilizadas para realizar a análise de dados. Na terceira questão, *existe uma declaração clara dos resultados?*, avaliamos se os resultados obtidos eram passíveis de interpretação, ou seja, se por meio da declaração dos resultados era possível chegar a conclusão de qual efeito a intervenção obteve.

Por fim, os artigos que atenderam aos três critérios, apresentação dos procedimentos de coleta de dados, apresentação das técnicas de análise de dados e apresentação da declaração de resultados, foram selecionados para compor nosso conjunto de estudos primários.

3.1.9 Estratégia de seleção e extração de dados

Dois pesquisadores realizaram a extração de dados com base em um modelo de extração. Este processo, assim como a seleção, foi feito individualmente e sem contato entre os pesquisadores. Após a finalização da extração, os dados eram comparados e as divergências resolvidas com base em consenso e, em última instância, avaliação de um terceiro pesquisador. Importante destacar que esta estratégia de observação independente (tanto para seleção, quanto para extração), com posterior reunião para discutir pontos de divergência e alcançar consenso com um terceiro pesquisador, foi realizada em todas as etapas. O objetivo com a adoção desta estratégia é o de mitigar vieses, mesmo em casos onde alguma subjetividade de análise pode ser considerada, como por exemplo, na avaliação da qualidade dos estudos primários.

3.1.10 Viés da seleção

De acordo com Moher et al. (2015), o viés de uma revisão sistemática pode ser minimizado por meio de um processo de seleção transparente. Assim, para minimizar o viés no processo de se-

leção, todas as condições necessárias para que um artigo fosse aceito para compor o grupo de estudos primários da pesquisa foram declaradas no protocolo. Além disso, todas as informações que deveriam ser coletadas foram especificadas anteriormente para garantir confiabilidade no processo de extração. Para tanto, o protocolo foi executado em uma das bases e as dúvidas que surgiam ao longo do processo eram debatidas e as decisões em relação às dúvidas foram sendo adicionadas ao protocolo.

Na primeira rodada de codificação, foram analisados 118 artigos da *engine IEEE Explorer*. Nessa rodada o percentual de consenso entre os pesquisadores foi abaixo de 60%, o que foi considerado baixo. Assim, o protocolo foi ajustado de acordo com as decisões, e os critérios de exclusão foram mais detalhados para evitar ambiguidades. Após um maior detalhamento dos critérios de inclusão e exclusão, o consenso entre os pesquisadores foi de 88.97%. Esse valor foi computado a partir do ajuste final dos critérios de inclusão e exclusão. Com a evolução do trabalho, as taxas de consenso foram cada vez maiores, restando poucos casos de divergências.

3.1.11 Método de extração de dados

Para extração e categorização dos dados, foi utilizada a análise de conteúdo (Fraenkel, Wallen, & Hyun, 1993). De acordo com Krippendorff (2004), o método da análise de conteúdo possibilita a realização de inferências replicáveis e válidas por meio de textos.

Para realizar a codificação dos dados na análise de conteúdo, utilizamos áreas temáticas predefinidas (informações gerais, público alvo, informações metodológicas, intervenção, materiais, coleta e análise de dados e, por fim, habilidades e efeitos) e, assim, foram buscados dados que se adequassem a cada tema. Além disso, para análise do efeito, identificamos trechos de significância de efeito e determinamos termos para o efeito relatado. Para categorizar o efeito identificamos três atributos que precisam estar explícitos: i) as habilidades pesquisadas, ii) qual o efeito encontrado e iii) a apresentação de trecho confirmatório. A Tabela 3 apresenta um exemplo de trechos confirmatórios de 2 estudos primários, cujos efeitos observados foram classificados por dois pesquisadores independentes atuando na extração de dados desta revisão sistemática como “positivo” e “neutro”, respectivamente. Os detalhes da extração estão disponibilizados no link: <https://zenodo.org/record/8280055>

Tabela 3: Exemplo de trecho confirmatório e do resultado da extração do efeito das intervenções em PC sobre habilidades do Século XXI

Estudo primário	Trecho confirmatório	Efeito
Bodén, Pretorius, Matthews, and Viller (2018)	<i>D-bugs has the potential to encourage problem solving</i>	Positivo
Psycharis and Kallia (2017)	<i>This higher mean score, however, is not significant enough to confirm the hypothesis that computer programming improves students' problem solving in mathematics</i>	Neutro

3.1.12 Avaliação do protocolo

Para testar se a *string* de busca estava bem refinada, utilizamos o grupo controle de artigos que foram selecionados manualmente. Dessa forma, foi possível avaliar se a *string* permitia recuperar estudos contendo intervenções de pensamento computacional que pesquisam uma ou mais habilidades do século XXI. Realizamos as buscas nas fontes apresentadas e verificamos se os artigos de cada uma eram retornados. Inicialmente, testamos a *string* na base eletrônica *IEEE Xplorer* para todos os anos disponíveis até o ano de 2022, pois, durante a execução desta pesquisa os artigos do ano de 2023 ainda estavam em processo de publicação. Essa base foi escolhida por conta do número total de artigos encontrados, quantidade que viabilizava testar o protocolo em tempo hábil, fazer os ajustes necessários e refazer as buscas em caso de mudanças, além de possibilitar o primeiro contato com os possíveis resultados.

Na primeira fase, leitura de título e *abstract*, foram selecionados os artigos que declaram analisar alguma intervenção contendo ensino de pensamento computacional. Os critérios de exclusão do artigo foram sendo refinados durante essa primeira seleção.

Após realizar a seleção com base na leitura do texto completo, identificamos que alguns artigos apresentam a presença de alguma das habilidades do século XXI ou relatam ter desenvolvido a habilidade, mas não traziam dados que comprovassem esse fato. Além disso, na análise de qualidade, verificamos principalmente questões relacionadas aos dados apresentados. Buscamos identificar se existia alguma declaração do efeito das habilidades pesquisadas.

Na fase de extração, extraímos as informações das pesquisas que pudessem caracterizar intervenções e o trecho que identifica o efeito relatado. Após validação do protocolo, todas as outras bases de dados declaradas no início deste tópico foram analisadas de acordo com o mesmo procedimento. Para realização da pesquisa, os dois pesquisadores responsáveis pela execução seguiram os mesmos procedimentos e ao final de cada etapa, compartilhavam os resultados para análise de divergência.

3.2 Execução

A revisão foi conduzida com base nas recomendações de Kitchenham and Charters (2007) para analisar as evidências disponíveis a respeito da questão de pesquisa. Um resumo das etapas da execução da revisão sistemática é apresentado a seguir:

1. Buscas utilizando a *string* nas bases definidas;
2. Primeira etapa da seleção - Leitura de título e *abstract* procurando por intervenções com desenvolvimento de PC;
3. Segunda etapa da seleção - Leitura superficial dos artigos resultantes da segunda etapa procurando por intervenções que investigaram uma ou mais habilidades do século XXI;
4. Terceira etapa da seleção - Análise de qualidade dos artigos resultantes da segunda etapa;
 - a. Artigos que apresentam como a coleta de dados sobre as habilidades do século XXI foi efetuada;
 - b. Artigos que apresentam como a análise de dados foi efetuada;

- c. Artigos que apresentam declaração dos resultados com base nos dados analisados.
5. Extração dos dados.
 - a. Utilização de um modelo para extração

4 Resultados

Os resultados apresentados nesta seção são frutos da extração efetuada em 57 estudos primários provenientes da análise dos resultados dos anos de 2014-2022 das *engines* ACM, IEEE, Springer-Link, ScienceDirect, Scopus e Taylor & Francis.

Ao todo, foram analisados 2.690 artigos da ACM, 262 da IEEE, 1.389 da Springer Link, 228 da ScienceDirect, 2.440 Scopus e 418 Taylor & Francis, totalizando 7.427 artigos analisados na primeira etapa do processo de seleção, que envolve leitura de título e *abstract*. Dentre os 7.427 artigos analisados, 1.010 eram duplicados. Após a primeira etapa de seleção, 1.134 artigos foram considerados relevantes, pois continham intervenções de ensino do pensamento computacional e, assim, foram considerados na segunda etapa da seleção, que envolve a leitura superficial, mas completa, dos artigos. Nessa fase, 180 artigos que apresentaram uma ou mais habilidades do século XXI foram identificados e submetidos à análise de qualidade. Por fim, na terceira etapa do processo de seleção, que envolve a análise de qualidade, 57 artigos foram considerados relevantes e adequados para os fins deste estudo e suas informações foram extraídas. Os 57 artigos que formam o conjunto de estudos primários desta revisão são apresentados no Apêndice 1.

Dividimos os achados da extração em sete categorias: informações gerais, caracterização do público alvo, informações metodológicas, dados da intervenção, coleta e análise de dados, materiais e habilidades X feito. Tais informações serão apresentadas nos próximos tópicos.

4.1 Informações gerais

Objetivamos com essa seção analisar as intervenções em termos de frequência por ano e país. Em relação à distribuição geográfica, encontramos 20 países nos quais foram efetuadas pesquisas do desenvolvimento de habilidades do século XXI. Sendo eles: Áustria, Austrália, Brasil, Catar, China, Chipre, Colômbia, Coreia de Sul, Dinamarca, Espanha, EUA, Grécia, Índia, Itália, Portugal, Reino Unido (UK), República Tcheca, Suíça, Tailândia e Turquia. Na Figura 1, é possível visualizar a distribuição de quantidade de estudos por país. No gráfico, o termo “outros” refere-se a países que realizaram apenas um estudo (Áustria, Catar, China, Chipre, Colômbia, Coreia do Sul, Dinamarca, Índia, Itália, Portugal, República Tcheca, Suíça e Tailândia).

De acordo com os resultados, os Estados Unidos são o país no qual encontramos mais estudos referentes ao tema (10 estudos), seguido por Grécia e Espanha. Assim como de Araujo et al. (2016), conjecturamos que a presença da CSTA (*Computer Science Teachers Association*) e seu esforço para disseminação de materiais e suporte para ensino do pensamento computacional pode ser um dos motivos da maior quantidade de publicações sobre o tema no país.

Em termos de publicação por ano, não encontramos nenhum artigo que apresentasse o desenvolvimento de habilidades do século XXI no ano de 2014 e os anos de 2018 e 2017 foram o

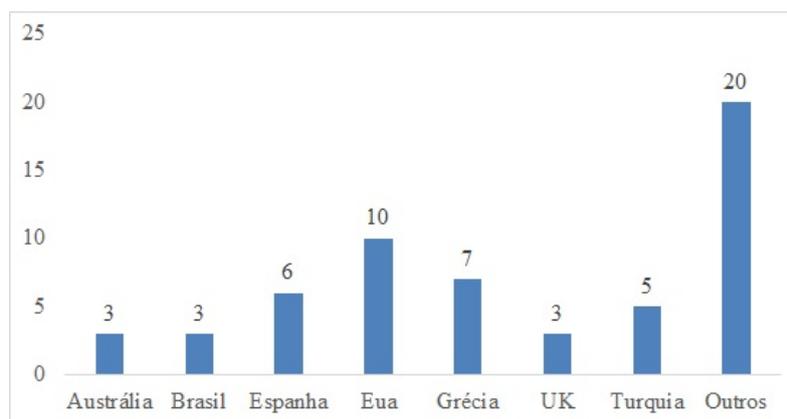


Figura 1: Frequência de estudos por país.

que obtiveram os maiores números de publicações (10). Apesar dos anos de 2019 e 2020 ter um volume menor que o ano anterior de pesquisas relacionadas ao tema, observamos que o interesse pela análise do efeito do ensino do PC sobre o processo de ensino/aprendizagem foi crescente, tendo 2 artigos em 2015, 8 em 2016, 10 em 2017, 10 em 2018, 9 em 2019 e 2020, 7 em 2021 e 2 em 2022 (Figura 2).

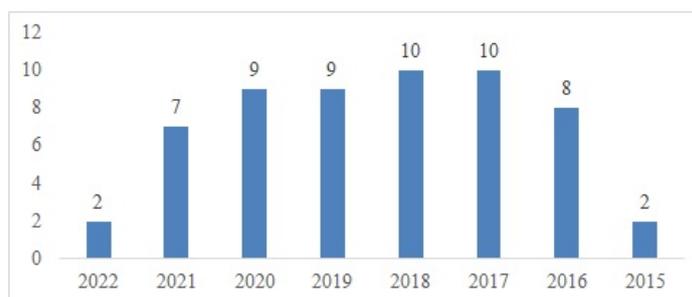


Figura 2: Frequência de estudos por ano.

4.2 Caracterização do público alvo

Considerando os achados em relação ao estágio escolar, observamos que a sua configuração pode variar de acordo com o sistema educacional do país. Esse fato ocasiona imprecisão na categorização deste item. Além disso, 10.2% dos artigos não informam qual o estágio escolar em que o estudo foi aplicado.

Identificamos sete estágios escolares diferentes: *preschool*, *kindergarten*, *primary*, *secondary*, *elementary*, *middle school* e *high school*. Como são classificações diferentes, não realizamos agrupamentos desses estágios. De acordo com os dados (Figura 3), os estágios iniciais *preschool*, *kindergarten*, *primary* e *elementary school* juntos somam 39.0% das ocorrências (23 de 59). Isso indica que desde os anos iniciais existem pesquisas visando identificar o desenvolvimento de habilidades do século XXI. Outra informação que merece destaque é que 6 artigos não apresentam informações sobre o estágio em que a pesquisa foi aplicada. Como pode ser verificado na Figura 3, as ações estão sendo efetuadas nos mais diversos estágios, não possuindo uma dominância ex-

pressiva de um estágio específico. Além disso, identificamos que apenas o estudo de (Corradini, Lodi, & Nardelli, 2017) apresentou dois estágios diferentes.

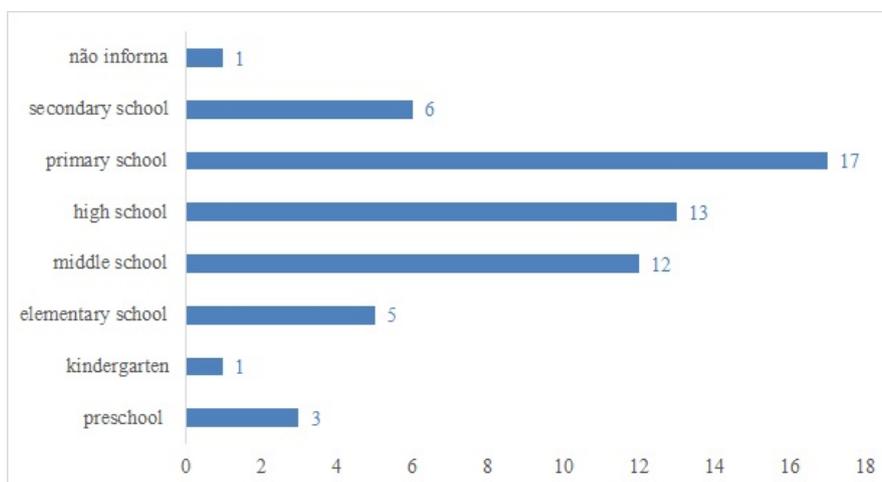


Figura 3: Frequência de estágios escolares..

Assim como no estágio escolar, a série escolar (*grade* no inglês) pode variar de acordo com o país. Dessa forma, não é possível determinar com propriedade em qual série as ações ocorreram com mais frequência. Além disso, 18 estudos não identificaram a série escolar. De maneira geral, a sexta série de cada país é o nível informado que possuiu a maior ocorrência de intervenções (12 das 57 ocorrências), como pode ser visualizado na Figura 4. Apesar de 7 das intervenções contemplarem mais de uma série, nenhuma delas se propôs a analisar se existe impacto diferente em séries diferentes.

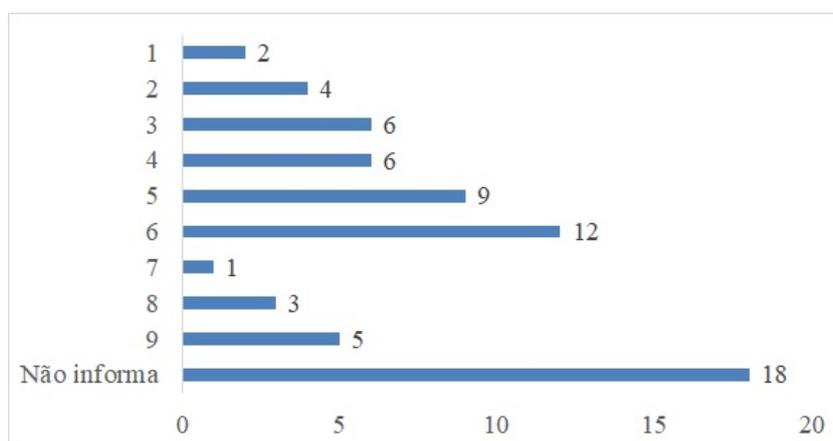


Figura 4: Frequência de séries escolares.

Em relação às informações de gênero, 43 das 57 intervenções apresentam informações sobre o sexo dos participantes. Apesar disso, apenas Pellas and Vosinakis (2018) se propuseram a analisar se há impactos diferentes entre os participantes de sexos diferentes.

Nem sempre os artigos apresentam a idade do participante, 27 dos 57 estudos não apresentaram essa informação. Como a idade, diferente do estágio e série escolar, não muda em termos de

países, este seria um caracterizador mais adequado do público alvo pesquisado. Dentre as intervenções que apresentaram a idade dos participantes, somente duas trabalharam com apenas uma faixa etária, 5 delas contemplaram participantes com até 7 anos, 18 trabalhavam com participantes entre 8 a 15 anos e 7 com participantes entre 16 e 20 anos.

Mais da metade das intervenções, 38 das 57, não apresenta informações de experiência anterior dos participantes. As outras 19 intervenções restantes são compostas por participantes com e sem experiência anterior. Apesar disso, nenhuma das intervenções se propôs a investigar se a experiência impacta no maior ou menor desenvolvimento das habilidades.

Dado o exposto, nota-se que as diferenças na forma de caracterização do público alvo evidenciam a necessidade de alinhamento quanto à forma de apresentação dos estudos. Do contrário, não será possível comparar os resultados e sintetizar o conhecimento sobre o tema. Além disso, observamos, que em termos série escolar, idade e experiência anterior, existe uma maior ausência de informações.

4.3 Informações metodológicas

Quatro itens foram considerados para caracterização das informações metodológicas: método, tipo de estudo, uso de grupo de controle e uso de pré e pós teste.

Com relação ao método utilizado, 23 pesquisas realizaram estudos qualitativos, 12 estudos mistos e 22 quantitativos. Sobre o tipo de estudo (Figura 5), 19 estudos não mencionaram o tipo utilizado, 11 realizaram estudo de caso, 10 aderiram ao quase experimento, 2 utilizaram o método Ex post facto, 14 relataram utilizar experimento e 1 etnografia. Além disso, identificamos que 40 estudos não utilizaram grupo de controle e 35 não realizaram pré e pós testes.

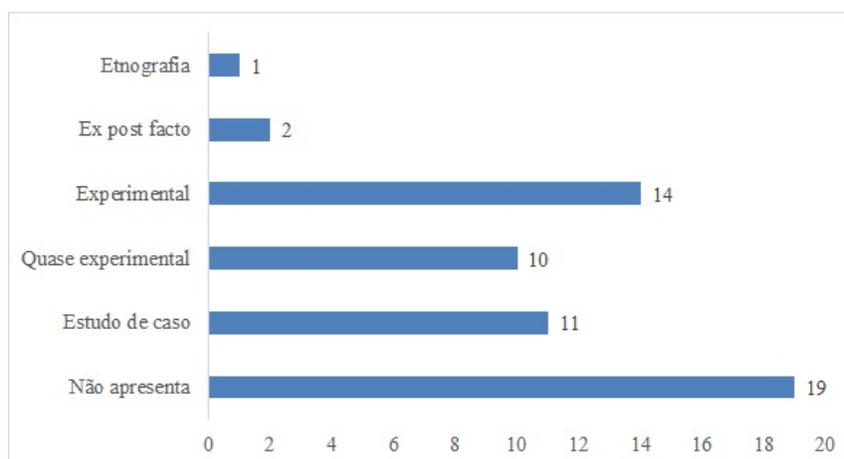


Figura 5: Frequência de tipos de estudos.

Diante das informações apresentadas, as informações metodológicas mais utilizadas foram: estudos quantitativos, a maioria das pesquisas não apresenta o tipo de estudo utilizado e a maioria das pesquisas não possuiu grupo de controle nem realizou pré e pós testes.

4.4 Dados da intervenção

Em relação aos dados da intervenção, selecionamos e extraímos cinco tipos de informações: contexto da atividade, aplicação, obrigatoriedade, duração e configuração. Tais informações auxiliam a caracterizar e entender como as intervenções estão sendo realizadas.

Identificamos três contextos de atividades: atividade escolar formal, escolar informal e extracurricular informal. Alguns artigos (3) não apresentaram dados sobre o tipo de atividade. Como pode ser visualizado na Figura 6, a maioria das ações foi efetuada dentro do contexto escolar (33), sendo 12 de maneira formal, inseridas no currículo escolar, e 21 de maneira informal, desconectadas do currículo. 21 atividades foram realizadas de maneira informal fora do contexto escolar.

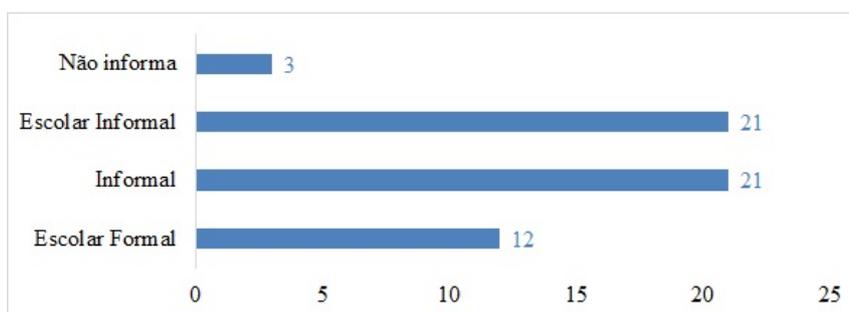


Figura 6: Frequência de contextos escolares..

Sobre a aplicação, identificamos oito tipos: curso, treinamento, acampamento de verão, avaliação de ferramenta, oficina, seminário e extracurricular. 18 artigos não apresentaram informações sobre o formato da intervenção. A maioria das pesquisas foi realizada em forma de cursos/disciplina (25), e o restante foi dividido entre treinamento (2), acampamento de verão (4), avaliação de ferramenta (2), oficina (1), seminário (1) e extracurricular (4) como pode ser melhor visualizado na Figura 7.

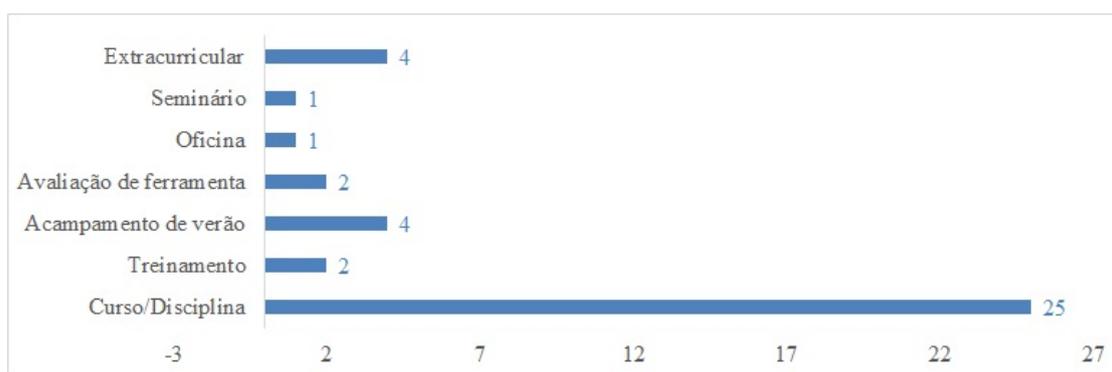


Figura 7: Frequência de categorias de aplicação.

A maioria dos artigos (41) não apresenta dados sobre a obrigatoriedade da participação. Dentre os que apresentam essa informação, apenas 2 pesquisas foram realizadas em atividades requeridas e 14 das ações têm participação eletiva.

Em relação à duração, não existe uma padronização para apresentação desse dado. 17 intervenções apresentaram a duração em termos de horas (Figura 8). O restante apresentou em termos de anos (3), semestres (2), meses (3), semanas (13), dias (4), aulas (4) e 11 não informaram a duração.

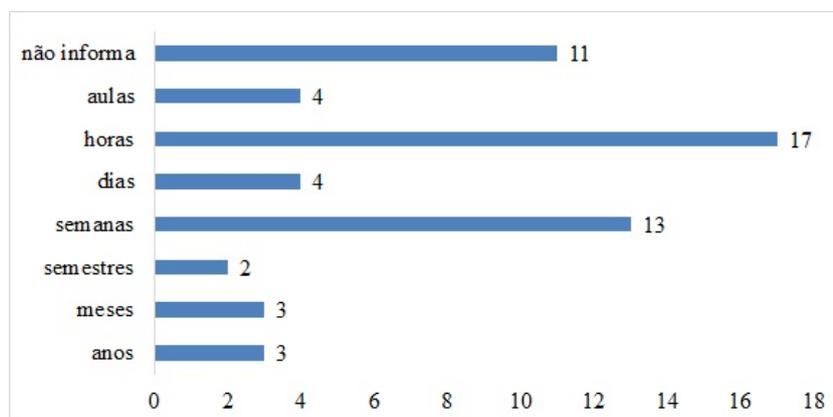


Figura 8: Frequência de categorias de duração.

Em termos de configuração, a maioria dos estudos que apresentaram essa informação (24) foi feita de forma coletiva (grupos e/ou pares), enquanto o restante foi dividido entre forma individual (1), mista (6) – coletiva e individual – e 26 não apresentaram esse tipo de informação. Os dados são apresentados na Figura 9.

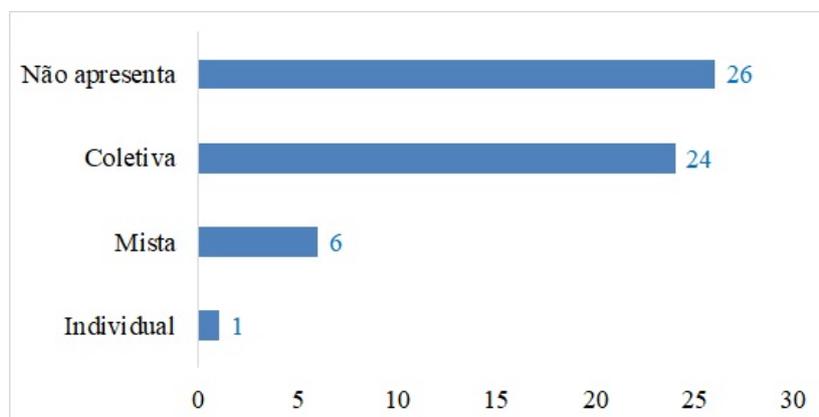


Figura 9: Frequência de categorias de configuração.

De maneira geral, em termos de intervenção, a maioria das pesquisas está sendo realizada dentro do contexto escolar, geralmente são aplicadas em formato de curso, a apresentação da obrigatoriedade de participação ainda não é tão comum e as pesquisas, geralmente, adotam a configuração coletiva para realização das intervenções e, em muitos casos, não exibem essa informação. Da mesma forma como observado para o item “caracterização do público alvo”, existe uma necessidade de padronização da exibição da duração das atividades. O modelo apresentado neste trabalho pode apoiar essa padronização.

4.5 Materiais

Nesta seção, iremos apresentar os achados relacionados à categoria materiais. Dividimos a categoria em três aspectos: contexto metodológico, atividades e ferramentas que foram utilizados durante as intervenções.

De acordo com os achados, encontramos 13 contextos metodológicos diferentes: Análise de dados, computação desplugada, computação física, cultura *maker*, eletrônica digital, IHC, programação de aplicativos, programação de jogos, programação em blocos, programação tradicional, realidade virtual, resolução de exercícios e robótica, sendo que 16 das 57 intervenções utilizaram mais de um contexto. Como pode ser visto na Figura 10, o contexto mais encontrado foi a programação em blocos (25 de 71), seguido por robótica (22 de 71). Agrupamos os contextos que só foram encontrados em uma intervenção na categoria “outros”.

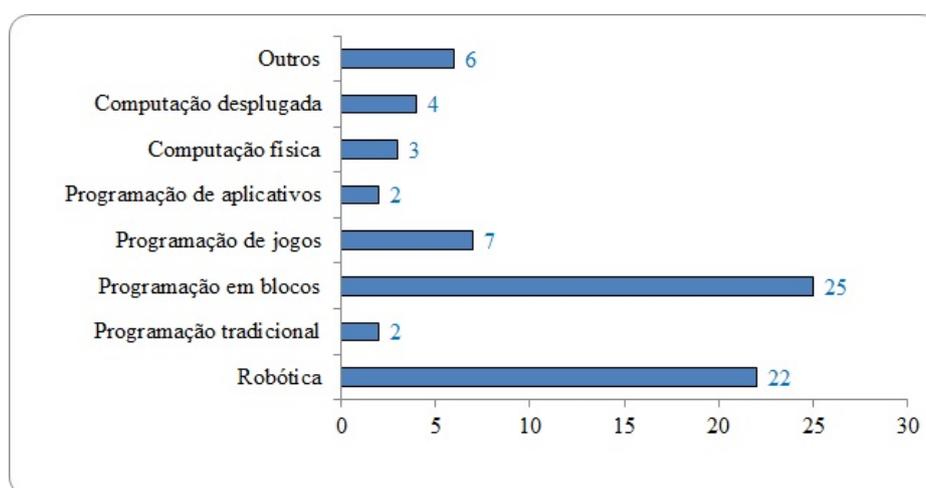


Figura 10: Frequência de contextos metodológicos..

Identificamos 10 tipos de atividades sendo executadas nas intervenções: animações, atividades matemáticas, desenvolvimento de aplicativos, jogos, programação com *hardware*, programação com robótica, solução de problemas, Robótica Educacional, Programação com Scratch e solução de problemas do mundo real. Em alguns casos (3), os autores não apresentaram essa informação e assim foram inseridos na categoria “não apresenta”. De acordo com os dados, Figura 11, solução de problemas é a atividade mais realizada nas intervenções encontradas (22 das atividades), programação com robótica (14), jogos (13), animações (8).

No que tange às ferramentas utilizadas, 16 intervenções utilizaram duas ou mais ferramentas. Para garantir uma melhor visualização dos dados, agrupamos as ferramentas utilizadas que possuem apenas uma aparição nos resultados e que não se encaixam em uma categoria específica na categoria “outras ferramentas”. Como pode ser observado na Figura 12, 20 ferramentas (outras ferramentas) foram encontradas apenas uma vez no conjunto de dados. Entre todas as ferramentas encontradas, o *software Scratch* foi o mais utilizado (24).

Por meio dos resultados, foi possível identificar os contextos metodológicos utilizados nas pesquisas e que a programação em blocos foi o contexto utilizado com maior frequência. Entendemos que a facilidade de uso e as amplas possibilidades da programação em blocos podem ser

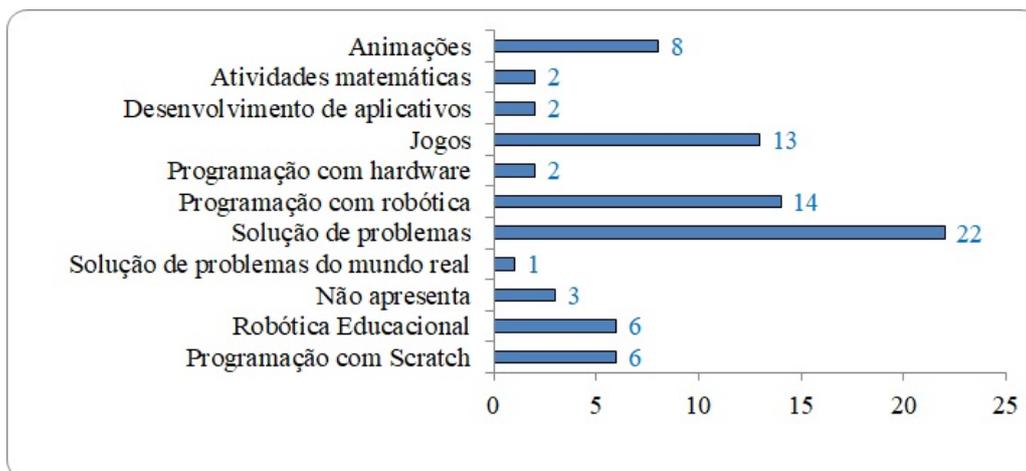


Figura 11: Frequência de tipos de atividades.

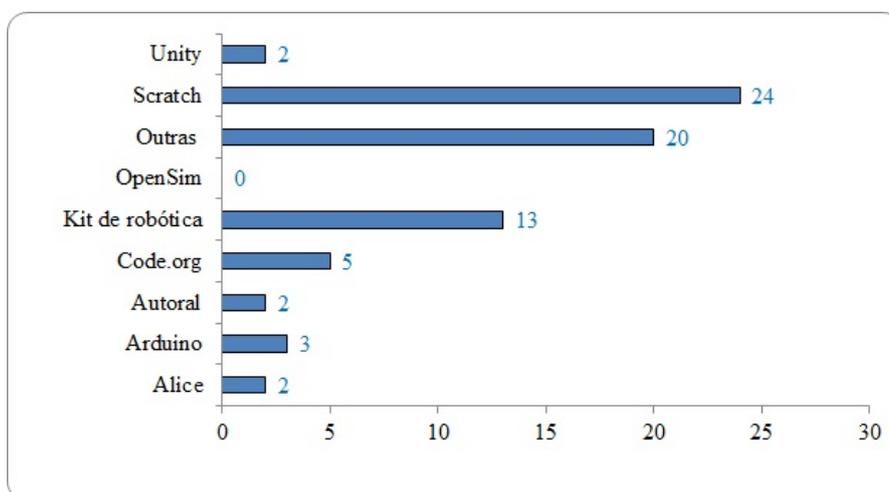


Figura 12: Frequência de ferramentas.

fatores que levam os pesquisadores a utilização desse contexto.

Em relação à utilização de ferramentas e contextos diferentes, encontramos três artigos que estudaram esse quesito, sendo que Karaahmetoglu and Korkmaz (2019) utilizaram atividades com objetivos diferentes, enquanto Sullivan, Bers, and Pugnali (2017) e Pellas and Vosinakis (2018) utilizaram atividades com o mesmo objetivo.

O artigo de Karaahmetoglu and Korkmaz (2019) compara a utilização de duas configurações diferentes. O grupo experimental recebeu treinamento utilizando programação em blocos (*Scratch*) e robótica (Arduino), enquanto o grupo controle recebeu treinamento de programação em blocos apenas. De acordo com os resultados, a utilização de ferramentas diferentes influenciou no maior desenvolvimento do grupo que recebeu treinamento de robótica e programação em blocos.

O artigo de Sullivan et al. (2017) compara os resultados entre duas intervenções utilizando ferramentas diferentes, *ScratchJr* (Programação em blocos) e Kibo (*Kit* de robótica). Foram utili-

zados os mesmos tipos de atividades adequadas a cada ferramenta. Apesar de encontrar resultados positivos, os autores identificaram que não houve diferenças significativas entre os dois grupos, concluindo assim que o tipo de ferramenta não interfere no desenvolvimento das habilidades.

Além disso, foram identificadas quais as atividades mais utilizadas nesse tipo de pesquisa e que a atividade de solução de problemas relacionados ao conteúdo aprendido foi a atividade observada com maior frequência. Também identificamos que o *software Scratch* é a ferramenta mais utilizada nas intervenções encontradas e obtivemos a lista de ferramentas utilizadas.

4.6 Coleta e análise dos dados

Identificamos 7 tipos de instrumentos de coleta de dados. Os instrumentos e suas frequências de utilização podem ser visualizados na Figura 13. Entre eles, o questionário foi o mais utilizado (33 utilizações de 72), seguido por entrevista (15), vídeo (5), rubrica (7), observação (8), survey (2) e artefato (1), lembrando que uma pesquisa pode utilizar mais de uma ferramenta.

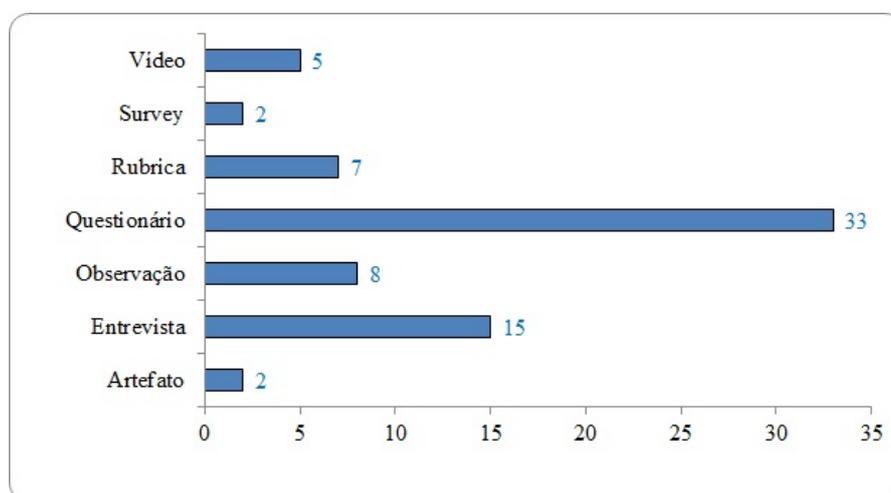


Figura 13: Frequência de instrumentos de coleta.

Sobre a perspectiva da avaliação, 44 pesquisas adotaram a perspectiva do aluno, 11 a do pesquisador e 7 a do professor não pesquisador. Apenas 6 das pesquisas adotaram mais de uma perspectiva de avaliação.

Em relação à base da análise (Figura 14), 15 das pesquisas utilizaram testes reflexivos, 11 utilizaram o comportamento para averiguar os aspectos pesquisados, 11 utilizaram relato dos alunos (auto-relato), 7 utilizaram relatos dos professores, 7 utilizaram teste de conhecimento, 15 o teste reflexivo e 11 o desempenho.

Em relação aos questionários (33 no total), 15 deles foram aplicados em formato de teste reflexivo, 5 em formato de teste de conhecimento, 8 de desempenho, relato de professor 1 e 3 em um questionário aberto em forma de relato.

Entre os testes reflexivos, 8 apresentaram informações de validade dos instrumentos, seis deles utilizaram o instrumento de Korkmaz com variação entre duas versões Korkmaz, Çakır, and Özden (2016) e Korkmaz, Çakır, and Özden (2017) e todas as outras utilizaram instrumentos

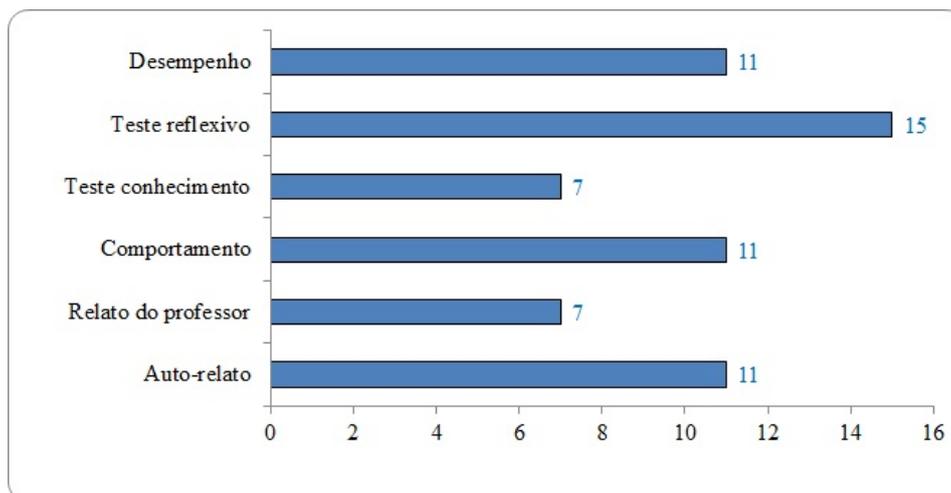


Figura 14: Frequência de categorias de base para análise.

diferentes. Dos testes de conhecimento, apenas Rodrigues, Andrade, and Campos (2016) apresentaram informações sobre a validade do instrumento e também não foram apresentadas informações de validade do questionário aberto em forma de relato.

De acordo com os dados, há uma prevalência na utilização de questionário em detrimento de outros instrumentos. As perspectivas de avaliação mais adotadas são as do aluno e do pesquisador e a base de análise mais utilizada é o teste reflexivo.

4.7 Habilidades x efeitos

Encontramos dez habilidades do século XXI diferentes sendo pesquisadas nas intervenções, de acordo com a definição de Binkley et al. (2012) e P21 (2017): aprender a aprender, colaboração, comunicação, criatividade, habilidades sociais, resolução de problemas, literacia em ICT, inovação, pensamento crítico e trabalho em equipe. Isso indica que as outras 15 habilidades não estão sendo pesquisadas, pelos menos não diretamente. Dentre as habilidades, a mais relatada foi resolução de problemas, encontrada em 37 artigos, seguida por criatividade (23) e colaboração (21). Juntas, as três habilidades mais pesquisadas foram responsáveis por 74.0% dos efeitos referenciados. Especulamos que a concentração de pesquisas nessas três habilidades seja motivada pela facilidade de associação com o pensamento computacional.

Em relação aos efeitos, Figura 15, a maioria (105 de 110) foi categorizada como positivo, indicando que existem evidências que reforçam o senso comum de que o ensino computacional é benéfico para o desenvolvimento das habilidades pesquisadas. Porém, também foram encontrados efeitos neutros. A quantidade de efeitos não é relacionada à quantidade de artigos encontrados, pois algumas pesquisas apresentavam mais de uma habilidade. Por exemplo, (Saritepeci, 2019) apresentou uma pesquisa sobre quatro habilidades: criatividade, cooperação, resolução de problemas e pensamento crítico.

Em relação aos efeitos neutros, Figura 15, relatados por Feldhausen, Weese, and Bean (2018), Psycharis and Kallia (2017) e Tonbuloğlu and Tonbuloğlu (2019) foram sobre a habilidade de resolução de problemas. Em Feldhausen et al. (2018), apesar de os autores identificarem

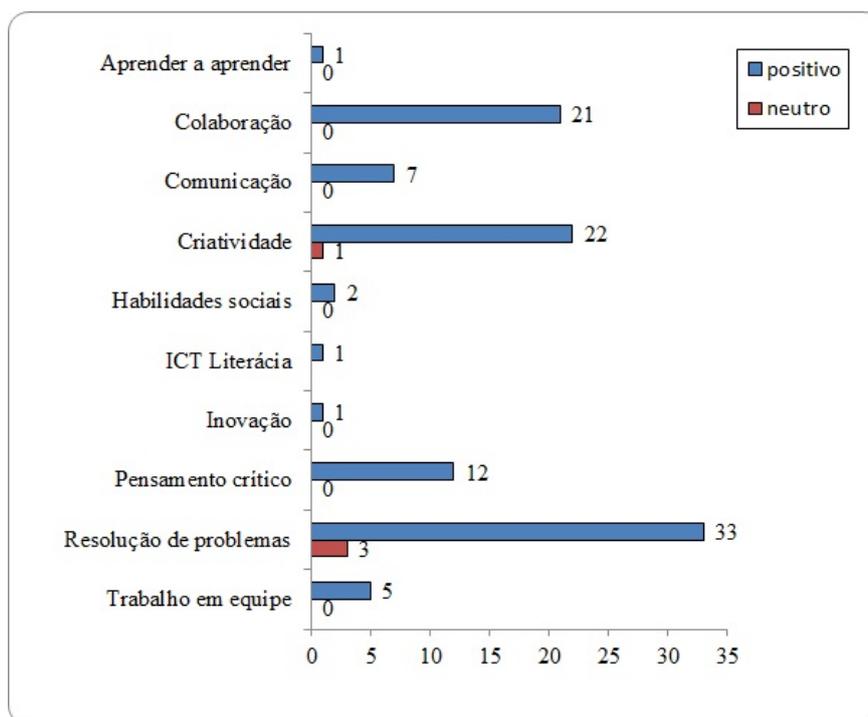


Figura 15: Frequência de habilidade x efeitos.

ganhos em relação a outros aspectos, eles não observaram ganhos em relação a resolução de problemas. Já em Psycharis and Kallia (2017) e Tonbuloğlu and Tonbuloğlu (2019), os autores relataram que os ganhos não foram estatisticamente significativos em relação a mesma habilidade.

5 Discussão

Esta seção apresenta a discussão dos resultados apresentados. Primeiro sintetizamos os achados relacionados aos efeitos e em seguida tratamos de outras questões que decorrem desta discussão. Retomaremos as questões de pesquisa apresentadas na Seção 1. Introdução

5.1 Avaliação do efeito

A discussão sobre a avaliação do efeito está relacionada à primeira questão de pesquisa: *Q1 - Quais as evidências e efeitos da promoção do pensamento computacional sobre o desenvolvimento de habilidades do século XXI?* De maneira geral, foi possível identificar que a maioria das pesquisas (95.0%) evidencia o efeito positivo da promoção do pensamento computacional sobre o desenvolvimento de habilidades do século XXI. Além disso, os resultados obtidos possibilitam visualizar o que está sendo feito e apresentar as configurações mais utilizadas, porém ainda não é possível identificar quais as melhores configurações para efetuação do desenvolvimento de habilidades do século XXI.

Apesar do resultado relatado acima, um ponto que merece destaque são os resultados neutros (4) encontrados. Existe uma forte tendência da comunidade científica, em geral, de não publicar

estudos de resultado que não são considerados positivos. No entanto, esse tipo de estudo é de suma importância, pois possibilita que outros pesquisadores verifiquem configurações e hipóteses que não são válidas ou que não são as melhores para os casos pesquisados (Kratochwill, Levin, & Horner, 2018; Fanelli, 2012; da Silva, 2015).

De acordo com Fanelli (2012), a exigência de que a pesquisa apresente resultados positivos pode causar distorção na literatura científica, pois resultados negativos e não significativos que poderiam auxiliar no rumo de novas pesquisas são frequentemente rejeitados por atrair menos leitores e citações. A autora afirma que “resultados que não confirmam as expectativas - porque produzem um efeito que não é estatisticamente significativo ou apenas contradiz uma hipótese - são cruciais para o progresso científico” Fanelli (2012, p.892). Porém, nas mais diversas áreas, a falta de resultados negativos é identificada (Fanelli, 2012). Assim, apesar da pequena quantidade de artigos que apresentaram um efeito neutro e a falta de resultados negativos, este tipo de informação pode ter sido desconsiderada ou manipulada (O’Boyle Jr, Banks, & Gonzalez-Mulé, 2017) pelos pesquisadores, por conta da pressão da comunidade acadêmica para que sejam publicados apenas resultados positivos.

Outra questão que decorre dos resultados encontrados está relacionada à quantidade de habilidades que vêm sendo estudadas. Este tópico está relacionado à segunda questão de pesquisa apresentada neste trabalho: *Q2 - Quais habilidades do século XXI estão sendo pesquisadas em termos de pensamento computacional?* Identificamos as habilidades que estão sendo pesquisadas (aprender a aprender, colaboração, comunicação, criatividade, habilidades sociais, resolução de problemas, literacia em ICT, inovação, pensamento crítico e trabalho em equipe) e, por consequência, descobrimos que dentro do escopo de busca ainda existem habilidades cujo desenvolvimento não é analisado, como eficiência (Mohaghegh & McCauley, 2016) e responsabilidade social (Mito et al., 2019). É possível que a falta de estudos em relação as outras habilidades esteja relacionada a uma expectativa de que o pensamento computacional não tenha impacto em seus desenvolvimentos. Outros estudos são necessários para avaliar esta conjectura. Há ainda outras habilidades que foram analisadas por poucos estudos, como inovação, literacia em ICT e aprender a aprender (autodidatismo). Esse aspecto configura uma lacuna para área.

Os resultados relacionados ao tipo de atividade evidenciam a receptividade escolar de alguns países ao ensino computacional, já que a maioria das ações foi efetuada dentro do ambiente escolar. Aparentemente, pesquisadores que realizam as intervenções dentro do ambiente escolar parecem buscar entender mais sobre os benefícios desse tipo de ensino em relação às habilidades pesquisadas.

Apesar dos resultados encontrados apresentarem um efeito positivo do desenvolvimento das habilidades citadas, identificamos que existem diversas questões que ainda necessitam ser consideradas. Levantamos algumas questões, como aspectos relacionados à qualidade das pesquisas e identificação de lacunas e desafios para entendimento e aprofundamento da compreensão dos fenômenos observados. Estes aspectos serão apresentados nos próximos tópicos.

5.2 Aspectos relacionados à qualidade das pesquisas

Para tornar os achados em educação em computação compreensíveis e aplicáveis às mais diversas realidades, é necessária a utilização de padrões que possibilitem a comparação entre os dados e a replicação das pesquisas. Assim, neste tópico trataremos de aspectos relacionados à qualidade das

informações disponibilizadas pelos pesquisadores. Este tópico é relacionado ao apresentado na terceira questão de pesquisa: *Q3 - O quanto a forma de apresentação dos estudos afeta a síntese sobre a avaliação do impacto da promoção do pensamento computacional nas habilidades do século XXI?* Traremos informações que, ao nosso ponto de vista, devem ser apresentadas por todas as pesquisas.

5.2.1 Aspectos de Reprodutibilidade

Identificamos alguns elementos chaves cuja falta de padronização ou ausência de informação impacta negativamente quanto à reprodutibilidade das pesquisas. Destacamos aspectos relacionados a: i) caracterização dos participantes; ii) informações metodológicas; iii) configuração da intervenção; iv) materiais e; v) coleta e análise de dados. A seguir discutimos cada um dos tópicos.

Caracterização dos participantes. Para realização de uma pesquisa que possa ser reprodutível e comparável, as características dos participantes devem ser claramente identificadas levando em consideração que as pesquisas estão sendo feitas a nível mundial.

Como o sistema educacional de cada país difere em termos de estágio e série escolares, a utilização da idade do público alvo da pesquisa facilitaria a classificação desta categoria e a divisão dos achados em relação a cada tipo de público alvo. Porém, como exposto nos resultados, a idade dos participantes não é apresentada em 27 artigos.

Outro dado que possibilita melhor caracterização dos participantes é a informação sobre experiências anteriores. Na maioria dos casos, essa informação não é apresentada, e, mesmo nos casos em que ela é apresentada, não é levada em consideração em termos de desenvolvimento. Este aspecto pode influenciar nos resultados, já que o participante que possui experiência anterior pode apresentar um nível de desenvolvimento diferente daquele que está realizando o contato como assunto estudado pela primeira vez e assim entendemos que essa é uma informação necessária em termos de reprodutibilidade dos estudos.

Informações metodológicas. A apresentação das configurações metodológicas também deve fazer parte da apresentação do estudo. Informações como o método utilizado, tipo de estudo, utilização de grupo de controle e aplicação de pré e pós testes também são importantes para o processo de replicação e validação. Neste ponto, identificamos que a estratégia de investigação, aqui denominada como tipo de estudo, é uma informação que muitas vezes não é disponibilizada pelos pesquisadores.

Intervenção. Em relação à configuração da intervenção, informações como contexto metodológico, organização da intervenção (aplicação), obrigatoriedade da participação, configuração de execução das atividades e a duração também são fatores que auxiliam no processo de replicação dos estudos.

Em nossos resultados, identificamos que muitos autores ainda não exibem informações sobre a obrigatoriedade da participação nas iniciativas. Outro fator que pode interferir nos resultados obtidos é a configuração das atividades realizadas. De acordo com os achados, as ações estão sendo efetuadas de forma individual, coletiva ou mista, porém 26 dos 57 estudos não apresentam este tipo de informação.

Ainda sobre a configuração da intervenção, identificamos que não há uma sistematização na

forma de apresentar a duração do contato dos alunos com o ensino de pensamento computacional. Nos artigos encontrados, essa informação foi apresentada de diferentes formas – anos, semestres, meses, dias, horas, aulas – o que é um fator prejudicial em termos de replicabilidade.

Materiais. Informações sobre os materiais utilizados também fazem parte do conjunto de dados que pode auxiliar outros pesquisadores no processo de investigação. Assim, informações como qual contexto metodológico utilizado, que tipo de atividades foram efetuadas e quais ferramentas foram utilizadas são importantes nesse sentido. De maneira geral, essas informações foram encontradas na maioria dos artigos.

Coleta e análise de dados. Sobre a coleta e análise de dados, informações sobre o instrumento utilizado (se questionário, survey, entrevista, etc.), base para análise (se teste reflexivo, teste de conhecimento, relato de professor, etc.) e perspectiva de avaliação (se a perspectiva é do aluno, do pesquisador ou do professor não pesquisador), auxiliam outros pesquisadores na compreensão e avaliação das intervenções realizadas. Identificamos que, apesar de o questionário ser o instrumento mais utilizado em detrimento dos outros, aspectos relacionados às propriedades psicométricas dos instrumentos ainda precisam ser levadas em consideração para garantir a qualidade dos resultados. Além disso, os instrumentos utilizados geralmente variam de acordo com cada pesquisa e isso dificulta a comparação entre os resultados. Assim, a utilização de instrumentos validados que sejam desenvolvidos para esse fim é um meio de garantir a qualidade deste aspecto.

5.2.2 Aspectos relacionados à confiabilidade dos dados

Neste tópico, apresentamos informações que podem auxiliar na diminuição de viés dos estudos. Entendemos que a confiabilidade é um processo que auxilia na qualidade dos estudos, pois possibilita uma maior garantia de que os resultados foram frutos da intervenção efetuada, minimizando interferências de outros aspectos.

A utilização de estudos mistos, que de acordo como os resultados ainda é pouco efetuada, auxilia na análise do fenômeno de diferentes pontos e facilita a confirmação dos achados por meio da triangulação dos dados. Apesar disso, o método mais utilizado foi o método quantitativo.

Um outro ponto que evidencia que há necessidade de evolução dos estudos em termos de maturidade é relacionado ao uso de grupos de controle. A baixa utilização de grupo de controle e a predominância de pesquisas que não utilizaram pré e pós testes também podem ser fatores que impactam nos resultados obtidos, já que os ganhos observados podem ser advindos de outros ambientes e fatores. Esses aspectos oferecem mais segurança em relação à ligação entre os resultados encontrados e a pesquisa efetuada.

Os nossos resultados em termos de déficit de qualidade dos estudos se alinham com o que foi detectado por McGill, Decker, and Abbott (2018) na análise dos relatórios de pesquisa em educação em computação. Os autores apontaram, de acordo com uma análise das publicações de três eventos da ACM: *Special Interest Group on Computer Science Education (SIGCSE)*, *International Computing Education Research (ICER)*, e *Transactions on Computing Education (ToCE)*, que os artigos publicados nesses eventos ainda carecem de melhoras em aspectos como: exposição da quantidade de horas de contato dos participantes com o ensino computacional; exibição de dados relacionados aos alunos como a experiência anterior e a identificação da idade dos participantes;

detalhamento de dados relativos às atividades realizadas como obrigatoriedade das atividades e descrição detalhada das atividades.

5.2.3 *Lacunas e desafios*

Identificamos que, apesar da receptividade escolar já relatada, nenhuma pesquisa verificou se o desenvolvimento das habilidades ocorre de forma diferenciada dentro e fora do ambiente escolar. Além disso, nenhuma das pesquisas investigou o impacto de diferentes tipos de durações das intervenções sobre o efeito observado, nem se diferentes tipos de agrupamento para realização de atividades (individual, coletivo, misto) pode impactar nos resultados obtidos ou qual melhor configuração para realizar esse tipo de exposição.

Outro aspecto que observamos está relacionado à obrigatoriedade de participação nas intervenções. Não encontramos pesquisas que avaliem se existem diferenças entre o efeito da participação obrigatória e da participação opcional, o que se configura como mais uma área em aberto para futuras pesquisas. Além disso, nenhum dos estudos se aprofundou na questão da experiência anterior impactar na aquisição das habilidades identificadas.

Não foram encontrados nas pesquisas testes direcionados para diferentes idades, nem para diferentes níveis de experiência. Assim, existe a necessidade de um levantamento da existência de testes adequados para cada idade e nível ou a criação deste tipo de ferramenta.

Finalmente, em relação aos materiais, apesar de identificar os contextos metodológicos, atividades e ferramentas mais utilizadas, apenas três pesquisas objetivaram verificar diferenças entre contextos e ferramentas para o desenvolvimento das habilidades pesquisadas.

De acordo com os resultados encontrados, é possível que a ferramenta, o contexto e as atividades influenciem o desenvolvimento das habilidades. Porém apenas três estudos objetivaram identificar essa questão. Dois estudos, Karaahmetoglu and Korkmaz (2019) e Pellas and Vosinakis (2018), detectaram que uma das ferramentas promovia o desenvolvimento mais que a outra, porém um deles utilizou atividades diferentes para cada grupo (Karaahmetoglu & Korkmaz, 2019). Enquanto Sullivan et al. (2017) utilizaram o mesmo tipo de atividade e não observaram diferenças significativas entre os grupos.

6 Conclusão

De acordo com os resultados obtidos, foi possível identificar o efeito positivo do desenvolvimento de pensamento computacional sobre as habilidades de aprender a aprender, colaboração, comunicação, criatividade, habilidades sociais, resolução de problemas, proficiência em ICT, inovação, pensamento crítico e trabalho em equipe. Ademais, foram levantados como os estudos foram realizados e apresentados aspectos como frequência de utilização de contextos metodológicos, atividades e ferramentas.

Entendemos que o campo de ensino computacional está em processo de amadurecimento (Malmi, Sheard, Kinnunen, & Sinclair, 2019). Diferente de outras áreas de estudo, como medicina ou mesmo áreas da computação, como a engenharia de *software*, que possuem diversos processos estabelecidos e formas de avaliar e medir seus experimentos, a educação em computação ainda

carece de sistematizações mais rígidas. A situação é mais delicada quando adentramos ao nível de ensino computacional na escola (McGill, 2019). Diante disso, entendemos que os resultados encontrados nessa pesquisa, até o presente momento, apontam para confirmação da ideia que a computação, em termos de pensamento computacional, é benéfica para o desenvolvimento de habilidades do século XXI, porém enfatizamos que existe a necessidade de estudos primários mais aprofundados e com maior rigor metodológico.

Finalmente, detectamos as seguintes lacunas de estudo para pesquisas futuras em relação ao desenvolvimento de habilidades do século XXI: verificar o impacto das ações em diferentes públicos alvos utilizando diversas configurações de materiais (contexto metodológico, atividades e ferramentas); analisar o impacto da variação das configurações dos materiais sobre o desenvolvimento das habilidades estudadas; averiguar se existe diferença no desenvolvimento das habilidades entre alunos que participam de atividades obrigatórias e participantes de atividades opcionais.

6.1 Limitações e trabalhos futuros

As pesquisas científicas, especialmente aquelas que se propõem analisar e reunir as evidências disponíveis, não apresentam uma resposta completa aos problemas levantados, pois, neste tipo de estudo lidamos com limitações como a qualidade dos estudos encontrados, a visão dos pesquisadores sobre o tema e a falta de estudo sobre determinadas características.

Dentre as limitações deste estudo, temos limitações que são próprias do tipo do estudo realizado, a revisão sistemática. Uma dessas limitações é a falta de possibilidade de cobrir toda a literatura da área.

A falta de consenso em relação à definição de pensamento computacional (Haseski et al., 2018) é algo que pode ser levado em consideração. Assim, uma possível extensão desta pesquisa é a análise do conceito de PC considerado por cada autor e como o conceito contribuiu no desenvolvimento das habilidades do século XXI.

Não encontramos nenhum artigo que se propôs a avaliar como as propriedades funcionais do pensamento computacional podem auxiliar no desenvolvimento de habilidades como, por exemplo, trabalho em equipe, inovação, aprender a aprender e as demais encontradas ao longo do estudo.

Por último, ressaltamos que a inserção da computação na educação básica deve ser feita de maneira a prover a melhor experiência possível para os aprendizes, para que, ao proporcionar o desenvolvimento de suas capacidades computacionais.

Referências

- Allsop, Y. (2018). Assessing computational thinking process using a multiple evaluation approach. *International journal of child-computer interaction*, 19, 30–55. [[GS Search](#)]
- Altanis, I., Retalis, S., & Petropoulou, O. (2018). Systematic design and rapid development of motion-based touchless games for enhancing students' thinking skills. *Education Sciences*, 8(1), 18. [[GS Search](#)]
- Amri, S., Budiyanto, C., & Yuana, R. (2019). Beyond computational thinking: Investigating ct

- roles in the 21st century skill efficacy. In *Aip conference proceedings* (Vol. 2194, p. 020003). [GS Search]
- Ardito, G., Czerkawski, B., & Scollins, L. (2020). Learning computational thinking together: Effects of gender differences in collaborative middle school robotics program. *TechTrends*, 64(3), 373–387. [GS Search]
- Atmatzidou, S., & Demetriadis, S. (2017). A didactical model for educational robotics activities: A study on improving skills through strong or minimal guidance. In *International conference edurobotics 2016* (pp. 58–72). [GS Search]
- Bers, M. U., González-González, C., & Armas-Torres, M. B. (2019). Coding as a playground: Promoting positive learning experiences in childhood classrooms. *Computers & Education*, 138, 130–145. [GS Search]
- Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M., & Rumble, M. (2012). Defining twenty-first century skills. In *Assessment and teaching of 21st century skills* (pp. 17–66). Springer. [GS Search]
- Black, J., Brodie, J., Curzon, P., Mykietiak, C., McOwan, P. W., & Meagher, L. R. (2013). Making computing interesting to school students: teachers’ perspectives. In *Proceedings of the 18th acm conference on innovation and technology in computer science education* (pp. 255–260). [GS Search]
- Bodén, M., Pretorius, B., Matthews, B., & Viller, S. (2018). Dbugs: large-scale artefacts for collaborative computer programming. In *Proceedings of the 17th acm conference on interaction design and children* (pp. 545–550). [GS Search]
- Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In *Proceedings of the 2012 annual meeting of the american educational research association, vancouver, canada* (Vol. 1, p. 25). [GS Search]
- Bronfenbrenner, U. (1979). *The ecology of human development: Experiments by nature and design*. Harvard university press. [GS Search]
- Bryndová, L., & Malíšů, P. (2020). Assessing the current level of the computational thinking within the primary and lower secondary school students using educational robotics tasks. In *2020 the 4th international conference on education and multimedia technology* (p. 239–243). New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. Retrieved from <https://doi.org/10.1145/3416797.3416819> doi: 10.1145/3416797.3416819 [GS Search]
- Burleson, W. S., Harlow, D. B., Nilsen, K. J., Perlin, K., Freed, N., Jensen, C. N., . . . Muldner, K. (2017). Active learning environments with robotic tangibles: Children’s physical and virtual spatial programming experiences. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 11(1), 96–106. [GS Search]
- Busnello, F. d. B., Jou, G. I. d., & Sperb, T. M. (2012). Desenvolvimento de habilidades metacognitivas: capacitação de professores de ensino fundamental. *Psicologia: Reflexão e crítica*, 25(2), 311–319. [GS Search]
- Caballero-Gonzalez, Y.-A., Muñoz-Repiso, A. G.-V., & García-Holgado, A. (2019). Learning computational thinking and social skills development in young children through problem solving with educational robotics. In *Proceedings of the seventh international conference on technological ecosystems for enhancing multiculturalism* (pp. 19–23). [GS Search]
- Calao, L. A., Moreno-León, J., Correa, H. E., & Robles, G. (2015). Developing mathematical thinking with scratch. In *Design for teaching and learning in a networked world* (pp. 17–27). Springer. [GS Search]

- CASP, U. (2018). Critical appraisal skills programme: Checklists. [GS Search]
- Cervera, N., Diago, P. D., Orcos, L., & Yáñez, D. F. (2020). The acquisition of computational thinking through mentoring: An exploratory study. *Education Sciences*, 10(8), 202. [GS Search]
- Chalmers, C. (2018). Robotics and computational thinking in primary school. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 17, 93–100. [GS Search]
- Chaudhary, V., Agrawal, V., Sureka, P., & Sureka, A. (2016). An experience report on teaching programming and computational thinking to elementary level children using lego robotics education kit. In *2016 IEEE Eighth International Conference on Technology for Education (T4E)* (pp. 38–41). [GS Search]
- Chookaew, S., Howimanporn, S., Pratumswan, P., Hutamarn, S., Sootkaneung, W., & Wongwatkit, C. (2018). Enhancing high-school students' computational thinking with educational robotics learning. In *2018 7th International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI)* (pp. 204–208). [GS Search]
- Corradini, I., Lodi, M., & Nardelli, E. (2017). Computational thinking in Italian schools: Quantitative data and teachers' sentiment analysis after two years of "programma il futuro". In *Proceedings of the 2017 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education* (pp. 224–229). [GS Search]
- Costa, E. J. F., Campos, L. M. R. S., & Guerrero, D. D. S. (2017). Computational thinking in mathematics education: A joint approach to encourage problem-solving ability. In *2017 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. 1–8). [GS Search]
- Critten, V., Hagon, H., & Messer, D. (2022). Can pre-school children learn programming and coding through guided play activities? a case study in computational thinking. *Early Childhood Education Journal*, 50(6), 969–981. [GS Search]
- CSTA (2016). *Csta k–12 computer science standards*. Washington, DC: The National Academies Press. [GS Search]
- Cutumisu, M., Adams, C., & Lu, C. (2019). A scoping review of empirical research on recent computational thinking assessments. *Journal of Science Education and Technology*, 28(6), 651–676. [GS Search]
- da Silva, J. A. T. (2015). Negative results: negative perceptions limit their potential for increasing reproducibility. *Journal of Negative Results in Biomedicine*, 14(1), 12. [GS Search]
- de Araujo, A. L. S. O., Andrade, W. L., & Guerrero, D. D. S. (2016). A systematic mapping study on assessing computational thinking abilities. In *2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. 1–9). [GS Search]
- Djambong, T., Freiman, V., Gauvin, S., Paquet, M., & Chiasson, M. (2018). Measurement of computational thinking in k-12 education: The need for innovative practices. In *Digital technologies: Sustainable innovations for improving teaching and learning* (pp. 193–222). Springer. [GS Search]
- Fanelli, D. (2012). Negative results are disappearing from most disciplines and countries. *Scientometrics*, 90(3), 891–904. [GS Search]
- Feldhausen, R., Weese, J. L., & Bean, N. H. (2018). Increasing student self-efficacy in computational thinking via stem outreach programs. In *Proceedings of the 49th ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 302–307). [GS Search]
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (1993). *How to design and evaluate research in*

- education* (Vol. 7). McGraw-Hill New York. [GS Search]
- Fronza, I., Corral, L., Iaccarino, G., & Pahl, C. (2021). Enabling peer-led coding camps by creating a seed effect in young students. In *Proceedings of the 22nd annual conference on information technology education* (p. 117–122). New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. Retrieved from <https://doi.org/10.1145/3450329.3476860> doi: 10.1145/3450329.3476860 [GS Search]
- Gal-Ezer, J., & Stephenson, C. (2014). A tale of two countries: Successes and challenges in k-12 computer science education in israel and the united states. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 14(2), 8. [GS Search]
- Grover, S., Cooper, S., & Pea, R. (2014). Assessing computational learning in k-12. In *Proceedings of the 2014 conference on innovation & technology in computer science education* (pp. 57–62). [GS Search]
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in k–12: A review of the state of the field. *Educational researcher*, 42(1), 38–43. [GS Search]
- Handan, A., & Ertuğrul, U. (2019). The effects of programming education planned with tpack framework on learning outcomes. *Participatory Educational Research*, 6(2), 26–36. [GS Search]
- Haseski, H. İ., Ilic, U., & Tugtekin, U. (2018). Defining a new 21st century skill-computational thinking: Concepts and trends. *International Education Studies*, 11(4), 29–42. [GS Search]
- Heintz, F., Mannila, L., & Färnqvist, T. (2016). A review of models for introducing computational thinking, computer science and computing in k-12 education. In *2016 ieee frontiers in education conference (fie)* (p. 1-9). [GS Search]
- Hu, H. H., Heiner, C., & McCarthy, J. (2016). Deploying exploring computer science statewide. In *Proceedings of the 47th acm technical symposium on computing science education* (pp. 72–77). [GS Search]
- Ioannou, A., Socratous, C., & Nikolaedou, E. (2018). Expanding the curricular space with educational robotics: A creative course on road safety. In *European conference on technology enhanced learning* (pp. 537–547). [GS Search]
- Jin, Y., Sun, J., Ma, H., & Wang, X. (2021). The impact of different types of scaffolding in project-based learning on girls’ computational thinking skills and self-efficacy. In *2021 tenth international conference of educational innovation through technology (eitt)* (p. 362-366). doi: 10.1109/EITT53287.2021.00077 [GS Search]
- Jones-Harris, C., & Chamblee, G. (2017). Understanding african-american students’ problem-solving ability in the precalculus and advanced placement computer science classroom. In *Emerging research, practice, and policy on computational thinking* (pp. 33–47). Springer. [GS Search]
- Kalina, C., & Powell, K. (2009). Cognitive and social constructivism: Developing tools for an effective classroom. *Education*, 130(2), 241–250. [GS Search]
- Karaahmetoglu, K., & Korkmaz, Ö. (2019). The effect of project-based arduino educational robot applications on students’ computational thinking skills and their perception of basic stem skill levels. *Participatory Educational Research*, 6(2), 1–14. [GS Search]
- Keane, T., Chalmers, C., Boden, M., & Williams, M. (2019). Humanoid robots: learning a programming language to learn a traditional language. *Technology, Pedagogy and Education*, 28(5), 533–546. [GS Search]
- Kim, Y.-M., & Kim, J.-H. (2016). Application of a software education program developed to

- improve computational thinking in elementary school girls. *Indian Journal of Science and Technology*, 9(44), 1–9. [GS Search]
- Kırçali, A. Ç., & Özden, N. (2022). A comparison of plugged and unplugged tools in teaching algorithms at the k-12 level for computational thinking skills. *Technology, Knowledge and Learning*, 1–29. [GS Search]
- Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). Technical report title: Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering, ebse 2007-001. *Keele University and Durham University Joint Report*. [GS Search]
- Korkmaz, Ö., Çakır, R., & Özden, M. Y. (2016). Bilgisayarca düşünme beceri düzeyleri ölçeğinin (bdbd) ortaokul düzeyine uyarlanması. *Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1(2), 143–162. [GS Search]
- Korkmaz, Ö., Çakır, R., & Özden, M. Y. (2017). A validity and reliability study of the computational thinking scales (cts). *Computers in human behavior*, 72, 558–569. [GS Search]
- Kratochwill, T. R., Levin, J. R., & Horner, R. H. (2018). Negative results: Conceptual and methodological dimensions in single-case intervention research. *Remedial and Special Education*, 39(2), 67–76. [GS Search]
- Krippendorff, K. (2004). Content analysis: an introduction to its methodology sage. *Thousand Oaks, CA*. [GS Search]
- Li, X., Xie, K., Vongkulluksn, V., Stein, D., & Zhang, Y. (2023). Developing and testing a design-based learning approach to enhance elementary students' self-perceived computational thinking. *Journal of Research on Technology in Education*, 55(2), 344-368. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/15391523.2021.1962453> doi: 10.1080/15391523.2021.1962453 [GS Search]
- Li, X., Zhang, Y., & Huang, J. (2022). Testing a design-based learning approach to enhance elementary students' computational thinking with experience-sampling method. In *Proceedings of the 3rd world symposium on software engineering* (p. 17–22). New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. Retrieved from <https://doi.org/10.1145/3488838.3488842> doi: 10.1145/3488838.3488842 [GS Search]
- Lin, V., & Shaer, O. (2016). Beyond the lab: Using technology toys to engage south african youth in computational thinking. In *Proceedings of the 2016 chi conference extended abstracts on human factors in computing systems* (pp. 655–661). [GS Search]
- Lye, S. Y., & Koh, J. H. L. (2014). Review on teaching and learning of computational thinking through programming: What is next for k-12? *Computers in Human Behavior*, 41, 51–61. [GS Search]
- Maitz, K., Paleczek, L., & Danielowitz, C. (2022). Simultaneously fostering computational thinking and social-emotional competencies in 4th graders using scratch: A feasibility study. In *Proceedings of mensch und computer 2022* (p. 399–403). New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. Retrieved from <https://doi.org/10.1145/3543758.3549885> doi: 10.1145/3543758.3549885 [GS Search]
- Malmi, L., Sheard, J., Kinnunen, P., & Sinclair, J. (2019). Computing education theories: what are they and how are they used? In *Proceedings of the 2019 acm conference on international computing education research* (pp. 187–197). [GS Search]
- Martins-Pacheco, L. H., von Wangenheim, C. A. G., & da Cruz Alves, N. (2019). Assessment of computational thinking in k-12 context: Educational practices, limits and possibilities-a systematic mapping study. In *Proceedings of the 11th international conference on computer*

- supported education (csedu 2019)* (Vol. 1, pp. 292–303). [GS Search]
- McGill, M. M. (2019). Discovering empirically-based best practices in computing education through replication, reproducibility, and meta-analysis studies. In *Proceedings of the 19th koli calling international conference on computing education research* (pp. 1–5). [GS Search]
- McGill, M. M., Decker, A., & Abbott, Z. (2018). Improving research and experience reports of pre-college computing activities: A gap analysis. In *Proceedings of the 49th acm technical symposium on computer science education* (pp. 964–969). [GS Search]
- Meerbaum-Salant, O., Armoni, M., & Ben-Ari, M. (2013). Learning computer science concepts with scratch. *Computer Science Education*, 23(3), 239–264. [GS Search]
- Min, W., Mott, B., Park, K., Taylor, S., Akram, B., Wiebe, E., ... Lester, J. (2020). Promoting computer science learning with block-based programming and narrative-centered gameplay. In *2020 ieee conference on games (cog)* (pp. 654–657). [GS Search]
- Mioto, F., Petri, G., von Wangenheim, C. G., Borgatto, A. F., & Pacheco, L. H. (2019). bases21-um modelo para a autoavaliação de habilidades do século xxi no contexto do ensino de computação na educação básica. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 27(1). [GS Search]
- Mohaghegh, D. M., & McCauley, M. (2016). Computational thinking: The skill set of the 21st century. *International Journal of Computer Science and Information Technologies (IJCSIT)*, 7(3), 1524-1530. [GS Search]
- Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., ... others (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (prisma-p) 2015 statement. *Systematic reviews*, 4(1), 1. [GS Search]
- Moreno-León, J., & Robles, G. (2015). Computer programming as an educational tool in the english classroom a preliminary study. In *2015 ieee global engineering education conference (educon)* (pp. 961–966). [GS Search]
- Moschella, M., & Basso, D. (2020, Jan.). Computational thinking, spatial and logical skills. an investigation at primary school. *Ricerche di Pedagogia e Didattica. Journal of Theories and Research in Education*, 15(2), 69–89. Retrieved from <https://rpd.unibo.it/article/view/11583> doi: 10.6092/issn.1970-2221/11583 [GS Search]
- Mulrow, C. D. (1994). Systematic reviews: rationale for systematic reviews. *Bmj*, 309(6954), 597–599. [GS Search]
- Negrini, L., & Giang, C. (2019). How do pupils perceive educational robotics as a tool to improve their 21st century skills? *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, 15(2). [GS Search]
- Odgaard, A. B. (2022, Mar 01). What is the problem? a situated account of computational thinking as problem-solving in two danish preschools. *KI - Künstliche Intelligenz*, 36(1), 47-57. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s13218-021-00752-4> doi: 10.1007/s13218-021-00752-4 [GS Search]
- O’Boyle Jr, E. H., Banks, G. C., & Gonzalez-Mulé, E. (2017). The chrysalis effect: How ugly initial results metamorphosize into beautiful articles. *Journal of Management*, 43(2), 376–399. [GS Search]
- P21 (2017, dec). Computer science: A playground for 21st century skills. Disponível em: http://static.battelleforkids.org/documents/p21/P21_Framework_DefinitionsBKF.pdf. Acesso em: 20 abril 2019. Retrieved from [online]http://static.battelleforkids.org/documents/p21/P21_Framework_DefinitionsBKF.pdf [GS Search]
- Pellas, N. (2016). An exploration of interrelationships among presence indicators of a community

- of inquiry in a 3d game-like environment for high school programming courses. *Interactive Learning Environments*, 25(3), 343–360. [GS Search]
- Pellas, N., & Peroutseas, E. (2016). Leveraging scratch4sl and second life to motivate high school students' participation in introductory programming courses: Findings from a case study. *New Review of Hypermedia and Multimedia*, 23(1), 51–79. [GS Search]
- Pellas, N., & Vosinakis, S. (2018). The effect of simulation games on learning computer programming: A comparative study on high school students' learning performance by assessing computational problem-solving strategies. *Education and Information Technologies*, 23(6), 2423–2452. [GS Search]
- Pimentel, C., Ceotto, P., D'Césares, I., & Laranja, F. (2019). Active learning: The impacts of the implementation of maker education at sesc high school in rio de janeiro. In *Proceedings of fablearn 2019* (pp. 65–72). [GS Search]
- Piniuta, I. (2019). Technology based activities to develop 21st century skills in the foreign language classroom. In *Proceedings of the 2019 8th international conference on educational and information technology* (pp. 79–85). [GS Search]
- Pinto-Llorente, A. M., Casillas-Martín, S., Cabezas-González, M., & García-Peñalvo, F. J. (2017). Building, coding and programming 3d models via a visual programming environment. *Quality & Quantity*, 52(6), 2455–2468. [GS Search]
- Pinto-Llorente, A. M., Martín, S. C., González, M. C., & García-Peñalvo, F. J. (2016). Developing computational thinking via the visual programming tool: Lego education wedo. In *Proceedings of the fourth international conference on technological ecosystems for enhancing multiculturalism* (pp. 45–50). [GS Search]
- Psycharis, S., & Kallia, M. (2017). The effects of computer programming on high school students' reasoning skills and mathematical self-efficacy and problem solving. *Instructional Science*, 45(5), 583–602. [GS Search]
- Resnick, M. (2007). All i really need to know (about creative thinking) i learned (by studying how children learn) in kindergarten. In *Proceedings of the 6th conference on creativity and cognition* (pp. 1–6). New York, NY, USA: ACM. [GS Search]
- Rodrigues, R. S., Andrade, W. L., & Campos, L. M. S. (2016). Can computational thinking help me? a quantitative study of its effects on education. In *2016 ieee frontiers in education conference (fie)* (pp. 1–8). [GS Search]
- Sabbagh, S. A., Gedawy, H., Alshikhabobakr, H., & Razak, S. (2017). Computing curriculum in middle schools: An experience report. In *Proceedings of the 2017 acm conference on innovation and technology in computer science education* (pp. 230–235). [GS Search]
- Saritepeci, M. (2019). Developing computational thinking skills of high school students: Design-based learning activities and programming tasks. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 29(1), 35–54. [GS Search]
- Scott, C. L. (2015). The futures of learning 3: what kind of pedagogies for the 21st century. *Education Research and Foresight Working Papers, United Nations Cultural Organization*, 1–2. [GS Search]
- Seehorn, D., Carey, S., Fuschetto, B., Lee, I., Moix, D., O'Grady-Cunniff, D., ... Verno, A. (2011). CSTA K–12 Computer Science Standards: Revised 2011. [GS Search]
- Shokeen, E., Katirci, N., Bih Fofang, J., Simpson, A., & Williams-Pierce, C. (2020). Unpacking mathematical play within makerspaces using embodied cognition. In *Extended abstracts*

- of the 2020 annual symposium on computer-human interaction in play (pp. 365–369). [GS Search]
- Strech, D., & Sofaer, N. (2012). How to write a systematic review of reasons. *Journal of Medical Ethics*, 38(2), 121–126. [GS Search]
- Sullivan, A., Bers, M., & Pugnali, A. (2017). The impact of user interface on young children's computational thinking. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 16(1), 171–193. [GS Search]
- Tan, J. P.-L., Choo, S. S., Kang, T., & Liem, G. A. D. (2017). Educating for twenty-first century competencies and future-ready learners: Research perspectives from singapore. *Asia Pacific Journal of Education*, 37(4), 425-436. [GS Search]
- Tang, X., Yin, Y., Lin, Q., Hadad, R., & Zhai, X. (2020). Assessing computational thinking: A systematic review of empirical studies. *Computers & Education*, 103798. [GS Search]
- Thieme, A., Morrison, C., Villar, N., Grayson, M., & Lindley, S. (2017). Enabling collaboration in learning computer programming inclusive of children with vision impairments. In *Proceedings of the 2017 conference on designing interactive systems* (pp. 739–752). [GS Search]
- Tonbuluğlu, B., & Tonbuluğlu, İ. (2019). The effect of unplugged coding activities on computational thinking skills of middle school students. *Informatics in Education*, 18(2), 403–426. [GS Search]
- Utesch, M. C., Faizan, N. D., Krcmar, H., & Heininger, R. (2020). Pic2program - an educational android application teaching computational thinking. In *2020 IEEE Global Engineering Education Conference (Educon)* (p. 1493-1502). doi: [10.1109/EDUCON45650.2020.9125087](https://doi.org/10.1109/EDUCON45650.2020.9125087) [GS Search]
- Van Laar, E., Van Deursen, A. J., Van Dijk, J. A., & De Haan, J. (2017). The relation between 21st-century skills and digital skills: A systematic literature review. *Computers in human behavior*, 72, 577–588. [GS Search]
- Voogt, J., Erstad, O., Dede, C., & Mishra, P. (2013). Challenges to learning and schooling in the digital networked world of the 21st century. *Journal of computer assisted learning*, 29(5), 403–413. [GS Search]
- Voogt, J., & Roblin, N. P. (2012). A comparative analysis of international frameworks for 21st century competences: Implications for national curriculum policies. *Journal of curriculum studies*, 44(3), 299–321. [GS Search]
- Vourletsis, I., & Politis, P. (2020). Effects of a computational thinking experimental course on students' perceptions of their problem-solving skills. In *Proceedings of the 2020 9th international conference on educational and information technology* (pp. 14–20). [GS Search]
- Vygotsky, L. S. (2012). *Thought and language*. MIT press. [GS Search]
- Wang, Y., Zhang, Y., Mao, A., Wang, J., & Li, N. (2020). The research of programming teaching in primary school on the cultivation of computational thinking. In *2020 ninth international conference of educational innovation through technology (eitt)* (pp. 250–255). [GS Search]
- Wilson, C., Sudol, L. A., Stephenson, C., & Stehlik, M. (2010). Running on empty: The failure to teach k-12 computer science in the digital age. *Association for Computing Machinery*, 26. [GS Search]
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35. [GS Search]
- Wong, G. K.-W., & Cheung, H.-Y. (2018). Exploring children's perceptions of developing twenty-

first century skills through computational thinking and programming. *Interactive Learning Environments*, 28(4), 438–450. [[GS Search](#)]

Yengin, I. (2014). Using educational technology to create effective learning societies in 21st century. In *2014 information technology based higher education and training (ithet)* (pp. 1–7). [[GS Search](#)]

Apêndice 1

Este apêndice apresenta os artigos selecionados como estudos primários desta revisão sistemática. Os artigos são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4: Estudos primários da revisão sistemática

N	Referência	Título
1	(Caballero-Gonzalez, Muñoz-Repiso, & García-Holgado, 2019)	Learning computational thinking and social skills development in young children through problem solving with educational robotics
2	(Calao, Moreno-León, Correa, & Robles, 2015)	Developing Mathematical Thinking with Scratch An Experiment with 6th Grade Students
3	(Saritepeci, 2019)	Developing Computational Thinking Skills of High School Students: Design-Based Learning Activities and Programming Tasks
4	(Wong & Cheung, 2018)	Exploring children’s perceptions of developing twenty-first century skills through computational thinking and programming
5	(Burlison et al., 2017)	Active learning environments with robotic tangibles: Children’s physical and virtual spatial programming experiences
6	(Pimentel, Ceotto, D’Césares, & Laranja, 2019)	Active Learning: The Impacts of the Implementation of Maker Education at Sesc High School in Rio de Janeiro
7	(Corradini et al., 2017)	Computational Thinking in Italian Schools: Quantitative Data and Teachers’ Sentiment Analysis after Two Years of “Programma il Futuro”
8	(Bodén et al., 2018)	DBugs: large-scale artefacts for collaborative computer programming
9	(Sabbagh, Gedawy, Alshikhobakr, & Razak, 2017)	Computing Curriculum in Middle Schools - An Experience Report
10	(Thieme, Morrison, Villar, Grayson, & Lindley, 2017)	Enabling Collaboration in Learning Computer Programming Inclusive of Children with Vision Impairments
11	(Feldhausen et al., 2018)	Increasing Student Self-Efficacy in Computational Thinking via STEM Outreach Programs
12	(Chaudhary, Agrawal, Sureka, & Sureka, 2016)	An Experience Report on Teaching Programming and Computational Thinking to Elementary Level Children using Lego Robotics Education Kit
13	(Rodrigues et al., 2016)	Can Computational Thinking help me? A quantitative study of its effects on education

Continua na próxima página

Tabela 4 – continuação da página anterior

N	Referência	Título
14	(Moreno-León & Robles, 2015)	Computer programming as an educational tool in the English classroom a preliminary study
15	(Atmatzidou & Demetriadis, 2017)	A didactical model for educational robotics activities: A study on improving skills through strong or minimal guidance
16	(Jones-Harris & Chamblee, 2017)	Understanding African-American Students' Problem-Solving Ability in the Precalculus and Advanced Placement Computer Science Classroom
17	(Pinto-Llorente, Casillas-Martín, Cabezas-González, & García-Peñalvo, 2017)	Building, coding and programming 3D models via a visual programming environment
18	(Djambong, Freiman, Gauvin, Paquet, & Chiasson, 2018)	Measurement of Computational Thinking in K-12 Education: The Need for Innovative Practices
19	(Hu, Heiner, & McCarthy, 2016)	Deploying Exploring Computer Science Statewide
20	(Lin & Shaer, 2016)	Beyond the Lab: Using Technology Toys to Engage South African Youth in Computational Thinking
21	(Pinto-Llorente, Martín, González, & García-Peñalvo, 2016)	Developing computational thinking via the visual programming tool: Lego Education WeDo
22	(Ioannou, Socratous, & Nikolaedou, 2018)	Expanding the Curricular Space with Educational Robotics: A Creative Course on Road Safety
23	(Pellas & Vosinakis, 2018)	The effect of simulation games on learning computer programming: A comparative study on high school students' learning performance by assessing computational problem-solving strategies
24	(Psycharis & Kallia, 2017)	The effects of computer programming on high school students' reasoning skills and mathematical self-efficacy and problem solving
25	(Bers, González-González, & Armas-Torres, 2019)	Coding as a Playground: Promoting Positive Learning
26	(Chalmers, 2018)	Robotics and computational thinking in primary school
27	(Allsop, 2018)	Assessing computational thinking process using a multiple evaluation approach
28	(Negrini & Giang, 2019)	How do pupils perceive educational robotics as a tool to improve their 21st century skills?
29	(Keane, Chalmers, Boden, & Williams, 2019)	Humanoid robots: learning a programming language to learn a traditional language
30	(Pellas, 2016)	An exploration of interrelationships among presence indicators of a community of inquiry in a 3D game-like environment for high school programming courses
31	(Pellas & Peroutseas, 2016)	Leveraging Scratch4SL and Second Life to motivate high school students' participation in introductory programming courses: findings from a case study
32	(Altanis, Retalis, & Petropoulou, 2018)	Systematic Design and Rapid Development of Motion-Based Touchless Games for Enhancing Students' Thinking Skills
33	(Costa, Campos, & Guerrero, 2017)	Computational Thinking in Mathematics Education: A Joint Approach to Encourage Problem-Solving Ability

Continua na próxima página

Tabela 4 – continuação da página anterior

N	Referência	Título
34	(Chookaew et al., 2018)	Enhancing High-School Students' Computational Thinking with Educational Robotics Learning
35	(Kim & Kim, 2016)	Application of a Software Education Program Developed to Improve Computational Thinking in Elementary School Girls
36	(Tonbuloğlu & Tonbuloğlu, 2019)	The effect of unplugged coding activities on computational thinking skills of middle school students
37	(Sullivan et al., 2017)	The impact of user interface on young children's computational thinking
38	(Karaahmetoglu & Korkmaz, 2019)	The effect of project-based arduino educational robot applications on students' computational thinking skills and their perception of Basic Stem skill levels
39	(Handan & Ertuğrul, 2019)	The effects of programming education planned with TPACK framework on learning outcomes
40	(Wang, Zhang, Mao, Wang, & Li, 2020)	The Research of Programming Teaching in Primary School on the Cultivation of Computational Thinking
41	(Kirçali & Özden, 2022)	A Comparison of Plugged and Unplugged Tools in Teaching Algorithms at the K-12 Level for Computational Thinking Skills
42	(Shokeen, Katirci, Bih Fofang, Simpson, & Williams-Pierce, 2020)	Unpacking Mathematical Play within Makerspaces using Embodied Cognition
43	(Critten, Hagon, & Messer, 2022)	Can Pre-school Children Learn Programming and Coding Through Guided Play Activities? A Case Study in Computational Thinking
44	(Vourletsis & Politis, 2020)	Effects of a Computational Thinking Experimental Course on Students Perceptions of Their Problem-Solving Skills
45	(Cervera, Diago, Orcos, & Yáñez, 2020)	The Acquisition of Computational Thinking through Mentoring: An Exploratory Study
46	(Min et al., 2020)	Promoting Computer Science Learning with Block-Based Programming and Narrative-Centered Gameplay
47	(Ardito, Czerkawski, & Scollins, 2020)	Learning Computational Thinking Together: Effects of Gender Differences in Collaborative Middle School Robotics Program
48	(Ardito et al., 2020)	Effect of Scratch on computational thinking skills of Chinese primary school students
49	(Jin, Sun, Ma, & Wang, 2021)	The impact of different types of scaffolding in project-based learning on girls' computational thinking skills and self-efficacy
50	(Maitz, Paleczek, & Danielowitz, 2022)	Simultaneously Fostering Computational Thinking and Social-Emotional Competencies in 4th Graders Using Scratch: A Feasibility Study
51	(Li, Xie, Vongkulluksn, Stein, & Zhang, 2023)	Developing and Testing a Design-Based Learning Approach to Enhance Elementary Students' Self-Perceived Computational Thinking
52	(Moschella & Basso, 2020)	Computational Thinking, spatial and logical skills. An investigation at primary school
53	(Fronza, Corral, Iaccarino, & Pahl, 2021)	Enabling Peer-Led Coding Camps by Creating a Seed Effect in Young Students!

Continua na próxima página

Tabela 4 – continuação da página anterior

N	Referência	Título
54	(Bryndová & Mališů, 2020)	Assessing the Current Level of the Computational Thinking Within the Primary and Lower Secondary School Students using Educational Robotics Tasks
55	(Li, Zhang, & Huang, 2022)	Testing a Design-Based Learning Approach to Enhance Elementary Students' Computational Thinking with Experience-Sampling Method
56	(Odgaard, 2022)	What is the Problem? A Situated Account of Computational Thinking as Problem-Solving in Two Danish Preschools
57	(Utesch, Faizan, Krcmar, & Heininger, 2020)	Pic2Program - an Educational Android Application Teaching Computational Thinking