

EDUCAÇÃO
V.12 • N.1 • Publicação Contínua - 2023
ISSN Digital: 2316-3828
ISSN Impresso: 2316-333X
DOI: 10.17564/2316-3828.2023v12n1p144-165



APLICAÇÃO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL NO ENSINO, UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

APPLICATION OF COMPUTATIONAL THINKING IN TEACHING, A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

APLICACIÓN DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN LA ENSEÑANZA, UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA

Gilsimar Franciso de Souza¹
Paulo Tadeu Campos Lopes²

RESUMO

Diversos países perceberam a importância de inserir em seus currículos processos e meios de se desenvolver competências e habilidades, trabalhando com o Pensamento Computacional (PC). Surgiram, assim, diversas pesquisas nessa área devido a essa importância mundial. O objetivo deste trabalho é, portanto, entender em quais países estão ocorrendo essas pesquisas e quais são as ferramentas que esses estudos usam na aplicação do PC no ensino. A metodologia utilizada foi a revisão sistemática de literatura com viés da proposta *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA), na qual devem ser seguidos alguns passos, como definir o problema, realizar busca em base de dados, que, neste caso, foram consultados artigos publicados internacionalmente, selecionar da base de dados pesquisada o *corpus*, analisar o *corpus* e apresentar os resultados. Dessa forma, os resultados mostram que as publicações de pesquisas em PC aplicados à educação são maiores nos EUA, mas diversos países, como Finlândia, Dinamarca e Índia, também possuem amplas pesquisas nessa área. Outra constatação foi a de que diversos instrumentos são utilizados pelos pesquisadores para atingirem seus resultados, como inteligência artificial, robótica, realidade aumentada, criação de jogos e kits de eletrônica. Por fim, percebe-se que os países estão investindo nessa pesquisa devido à grande abrangência que a tecnologia deve alcançar nos próximos anos, como exemplo cita-se a internet 5G que interligará todas as áreas da vida em sociedade, o que demandará conhecimento de PC para resolver os problemas do futuro bem como suas demandas.

PALAVRAS-CHAVE

Aplicação. Ensino. Ferramentas Computacionais. Pensamento Computacional.

ABSTRACT

Several countries have been identifying the importance of including in their curriculum processes and means for the development of skills and abilities towards Computational Thinking (CT). Thus, many researches in this area emerged due to its importance in the world scenario. This work aims, therefore, to understand in which countries these researches are taking place and what are the tools used by these studies in the application of CT in teaching. The methodology used was a systematic literature review having as the bias the PRISMA- Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses proposal, in which some steps must be followed, such as defining the problem and performing a database search. In this case, the step by step was consulting internationally published articles, selecting the corpus from the researched database, analysing this corpus and then present the results. Thus, the results show that research publications on CT applied to education are higher in the USA, but several countries such as Finland, Denmark and India also have extensive research in this area. Another finding was that many instruments are used by researchers to achieve their results, such as artificial intelligence, robotics, augmented reality (AR) and the creation of games and electronic kits. Finally, it is clear that countries are investing in this research due to the great scope that technology should reach in the coming years. As an example, the 5G internet is mentioned, which will interconnect all areas of life in society, which will require knowledge about CT to solve the problems of the future as well as its demands.

KEYWORDS

Application. Teaching. Computational tools. Computational Thinking.

RESUMEN

Varios países se han dado cuenta de la importancia de insertar en sus planes de estudios procesos y medios para desarrollar competencias y habilidades que trabajen con el Pensamiento Computacional (PC). Así, surgieron varias investigaciones en esta área debido a su importancia a nivel mundial. El objetivo de este trabajo es, por lo tanto, comprender en qué países se están realizando estas investigaciones y cuáles son las herramientas que estos estudios utilizan en la aplicación del PC en

la enseñanza. La metodología utilizada fue la revisión sistemática de la literatura con sesgo de la propuesta PRISMA-Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses, en la cual se deben seguir algunos pasos, como definir el problema, realizar una búsqueda en bases de datos, que, en este caso, se consultaron artículos publicados internacionalmente, seleccionar el corpus de la base de datos investigada, analizar el corpus y presentar los resultados. Así, los resultados muestran que las publicaciones de investigación sobre el PC aplicado a la educación son mayores en EE. UU., pero varios países también, como Finlandia, Dinamarca e India, también cuentan con una amplia investigación en esta área. Otro hallazgo fue que los investigadores utilizan varios instrumentos para lograr sus resultados, como la inteligencia artificial, la robótica, la realidad aumentada, la creación de juegos y kits electrónicos. Finalmente, es claro que los países están invirtiendo en esta investigación debido al gran alcance que debe alcanzar la tecnología en los próximos años, como ejemplo se menciona el internet 5G, que interconectará todos los ámbitos de la vida en sociedad, lo que requerirá el conocimiento del PC para resolver los problemas del futuro, así como sus demandas.

PALABRAS CLAVE

Aplicación. Enseñanza. Herramientas computacionales. Pensamiento computacional.

1 INTRODUÇÃO

O mundo está passando por uma revolução tecnológica por meio da implantação e utilização das inteligências artificiais (IA), da introdução das redes 5G para a transmissão de dados, da robotização e automação dos setores industriais. Nesse sentido, a educação também deve modernizar suas metodologias, incorporando essas novas tecnologias para melhorar o processo de ensino e de aprendizagem dos alunos. O trabalho com o Pensamento Computacional (PC) no ensino vem nessa perspectiva de mudança, em que os alunos devem adquirir competências e habilidades para exercer sua cidadania no século XXI, interagindo com essa realidade de digitalização que envolve a humanidade.

Com a pandemia provocada pela infecção da covid-19, muitos países tiveram que imergir em isolamentos sociais, provocando o fechamento de escolas, o que ocasionou a interrupção das aulas, implicando em migração urgente para o meio virtual, de forma que os alunos não ficassem prejudicados em seu desenvolvimento cognitivo. Nesse sentido, os professores e as escolas tiveram que adotar metodologias digitais para continuarem aplicando suas aulas. Nossa sociedade possui dependência em relação às tecnologias e aos computadores e que os recursos computacionais foram extremamente importantes devido a seus poderes de inovação e de adaptação oferecidos durante a pandemia.

Dessa forma, com o aumento na utilização de recursos computacionais no ensino, existe relevância em se estudar o PC e como ele pode contribuir para a aprendizagem e para o desenvolvimento

educacional. Assim, com este trabalho, procura-se entender: quais ferramentas estão sendo usadas para aplicação do Pensamento Computacional nos diversos países? Outra questão a ser respondida é: em quais países acontecem as pesquisas de aplicação do Pensamento Computacional?

O PC pode contribuir para que os alunos se tornem sujeitos criativos, mudando sua realidade com inovação, usando a tecnologia como suporte. Kong e Lai (2021) concordam, na medida em que suas pesquisas dizem que os alunos devem nutrir-se de criatividade digital, muito importante na medida em que a tecnologia evolui, tornando as próximas gerações criadoras e não somente consumidoras de tecnologias.

Países desenvolvidos já perceberam que existem vantagens em aplicar o PC no ensino básico, devido às exigências de competências computacionais para as pessoas que serão os cidadãos do futuro. Nugent e outros autores (2022) mostram que o uso de computação e do PC no ensino vêm crescendo, com motivos que vão desde a solicitação dos pais ao apoio dos professores, quando afirmam que o PC desenvolve a criatividade dos alunos.

Os jovens, dessa e das próximas gerações, chegarão a um mundo do trabalho bastante transformado, com muitas posições de trabalho sendo extintas, outras profissões criadas e diversas ocupações trocadas por componentes tecnológicos, como robôs, softwares inteligentes e as inteligências artificiais (IA). Jawawi e outros autores (2022) trazem a ideia de que nessa era de evolução digital, o PC é introduzido como uma habilidade usada em muitas profissões. Pensando nisso, percebe-se que as empresas não necessitarão de trabalhadores nos modelos atuais, devendo então as profissões e os profissionais do futuro se adequarem ao uso das novas tecnologias e do PC, iniciando o mais rápido possível seus estudos, o que deve ocorrer ainda no ensino básico.

Então, para entendermos o PC, devemos retornar às suas bases fundamentais, com o professor Seymour Papert, e depois buscar explicar o conceito central da definição de pensamento computacional, principalmente por Jeannett Wing, uma grande pesquisadora sobre esse tema e que apresentou grande contribuição para a aplicação do PC na educação. Dessa forma, vamos definir PC e suas bases para melhor entendimento do assunto.

2 DEFINIÇÃO DE PENSAMENTO COMPUTACIONAL

O PC começou a ser desenhado quando os pesquisadores Seymour Papert e Cynthia Solomon começaram a estudar as aplicações dos computadores na educação. Papert e Solomon (1972) mostraram que o computador deveria ser usado na educação para que os alunos pudessem resolver demandas complexas e não somente utilizando-o de forma simplificada com utilização básica.

Esses pesquisadores desenvolveram uma linguagem de programação chamada Logo, que era usada para fazer desenhos por meio da programação de um robô chamado Turtle. O robô programado era operado pelos alunos com movimentos simples, como ir para a esquerda e para a direita, para frente e para trás; também podia ser colocada uma angulação para que os movimentos fossem mais claros e precisos. Segundo Voogt e outros autores (2015), Papert teorizou que a aplicação da linguagem Logo teria um impacto no aprendizado, nos conceitos e nos conhecimentos dos alunos em várias disciplinas.

Apesar do desenvolvimento dessas pesquisas na década de 70, foi somente com Jeannette Wing nos anos 2000 que o termo Pensamento Computacional foi realmente introduzido na discussão sobre a aplicação dos computadores na educação. Dessa forma, temos que definir esse conceito, tendo aí um impasse, porque não há consenso dos autores quanto à definição exata para essa expressão.

Para a precursora do assunto Wing (2006), o pensamento computacional é uma junção da resolução de problemas, utilizando-se sistemas computacionais e conceitos fundamentais da ciência da computação, com ferramentas mentais de cognição, entendendo o comportamento humano. Nessa mesma publicação, Wing (2006) ainda caracteriza o PC como um pensar recursivo, não apenas programar o computador, mas pensar em níveis de abstração, sendo uma habilidade fundamental para o mundo moderno e não-mecânico. É, também, segundo a pesquisadora, uma maneira dos humanos pensarem e não os computadores, combinando matemática e engenharia, com ideias próprias que podem ser usadas. Por fim, ela discorre que o PC será uma realidade para todos e estará em todo lugar brevemente. Em uma de suas publicações mais recentes, a autora define pensamento computacional como um processo de pensamento envolvendo a formulação de um problema e expressando a solução na forma que um humano ou máquina possa entender.

A *International Society for Technology in Education* (ISTE) e a *Computer Science Teachers Association* (CSTA) definiram Pensamento Computacional com algumas características e por meio de algumas habilidades alcançadas ao se trabalhar com ele, como:

O Pensamento Computacional é um processo de resolução de problemas que inclui (mas não está limitado a) as seguintes características:

- Formulação de problemas de forma que nos permita usar um computador e outras ferramentas para nos ajudar a resolvê-los;
- Organização e análise lógica de dados;
- Representação de dados por meio de abstrações, como modelos e simulações;
- Automatização de soluções por meio do pensamento algorítmico (uma série de etapas ordenadas);
- Identificação, análise e implementação de possíveis soluções com o objetivo de alcançar a combinação mais eficiente e efetiva de etapas e recursos;
- Generalização e transferência deste processo de resolução de problemas para uma grande variedade de problemas (CSTA/ISTE, 2011).

Uma definição trazida por Kong e Lai (2021) é a de que o PC tem como objetivo cultivar a criatividade digital dos alunos e desenvolver a habilidade de resolução de problemas. As características do PC giram em torno da abstração e da automação, indicando a habilidade de resolver problemas, abstraindo as regras, usando abstração no processo de resolução de problemas. Hemmendinger (2010) define PC como uma forma de pensar como um economista, um artista, entendendo como usar a computação para resolver problema, criando e descobrindo questões que podem ser exploradas. Nessa linha, Cansu e Cansu (2019) concordam que as definições que temos de PC são baseadas em melhorar as habilidades cognitivas e apoiar os processos de ensino e de aprendizagem das pessoas afetadas.

Embora a definição de PC esteja relacionada com habilidades e competências, que devem ser trabalhadas nos alunos e de se ter a necessidade de um conceito formal, principalmente para apresentar e desenvolver propostas de PC nas escolas, alguns pesquisadores apontam que descrever explicitamente uma ideia para o termo é desnecessária e difícil. É o que aponta Voogt e outros autores (2015), dizendo ser muito difícil conceituar PC na perspectiva de afirmações necessárias e suficientes, ou seja, de maneira lógica e formal, devendo-se assumir uma perspectiva filosófica mais ampla, conectando o PC ao pensamento atual da ciência cognitiva.

2.1 COMPONENTES FUNDAMENTAIS DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL

Quando trabalhamos resolução de problemas envolvendo PC, estamos desenvolvendo habilidades básicas. Neste trabalho, consideraremos que essas habilidades serão desenvolvidas por meio de quatro (4) bases principais, que são: a decomposição, o reconhecimento de padrões, a abstração e o algoritmo. Essas bases são as mesmas definidas por Lynch (2019) que elas, às quais o autor chama de estágios, são projetadas para ajudar os alunos a pensar de maneira profunda sobre um problema e a encontrar sua solução.

Vamos explicar cada uma das bases do pensamento computacional começando pela decomposição. Ao se utilizar essa base, tem-se a quebra do problema enfrentado e que está sendo resolvido em partes menores, em subdivisões do problema original. Assim, resolver as partes e depois juntá-las é uma forma mais simples e fácil de entender e encontrar uma saída para o problema principal, pois resolvê-lo de forma integral dispense muito tempo e energia para se chegar a um resultado. Concorrendo com essa visão, Valenzuela (2020) esclarece que enfrentar problemas grandes e complexos pode desencorajar os alunos e que decompor esses problemas transforma uma tarefa complicada em uma mais fácil de resolvê-los.

Também podemos nos referir ao termo decomposição por partição, ou seja, ao ato de particionar, dividir o problema maior em problemas menores. Para Cansu e Cansu (2019), decompor problemas é um método para desmembrar e dividir os problemas em partes menores mais compreensíveis. O autor chama esse processo de decomposição de “dividir e conquistar”. Lee, Joswick e Pole (2022) chamam a decomposição de desconstrução, dizendo que, para decompor um problema de forma eficaz, é preciso entender suas restrições, gerar soluções potenciais e avaliar os pontos fortes e fracos dessas soluções.

O reconhecimento de padrões pode ser entendido pela identificação de similaridades que existem entre as partes decompostas do problema que está se tentando resolver e outros que já foram resolvidos. Essas semelhanças encontradas ajudam a resolver os problemas, pois nem sempre é preciso desenvolver uma solução do começo, pois podemos aproveitar outras respostas já prontas para nos ajudar a solucionar nossas tarefas, ou, ainda, adaptar uma solução existente para encontrarmos um recurso de saída. Lee, Joswick e Pole (2022) atestam que o reconhecimento de padrões é a habilidade de separar semelhanças e diferenças identificando padrões entre e dentro de problemas, dizendo que os problemas são mais fáceis de resolver quando os padrões são reconhecidos.

O reconhecimento de padrões também pode ser chamado de generalização dos problemas. É o que expressa Cansu e Cansu (2019) ao dizerem que a generalização é a adaptação das solução, mes-

mo que as variáveis sejam diferentes. Reconhecer padrões de comportamento não é exclusividade da matemática e nem das áreas de exatas, “encontrar padrões ajuda a simplificar as tarefas porque as mesmas técnicas de resolução de problemas podem ser aplicadas quando os problemas compartilham padrões” (VALENZUELA, 2020, p. 1). Para o autor, o reconhecimento de padrões, além de ser usado na matemática, também pode ser empregado na música, literatura, inteligência humana, história, clima etc. O reconhecimento de padrões pode ser entendido como a divisão dos dados, processos ou problemas em partes menores e gerenciáveis.

A Abstração é a base ou pilar mais importante do pensamento computacional, podemos determiná-la como a ação de analisar isoladamente um aspecto, contido num todo. Por meio desse pilar, ocorre o trabalhar em níveis, nos quais podemos retirar, ignorar informações que não são importantes, focando somente nos dados que são mais importantes na solução daquele nível ou partição que estamos tentando resolver. Seguindo essa ideia, Lynch (2019) afirma que, com a abstração, o que não é relevante é colocado de lado, de forma que as distrações com muitas informações pode dificultar a resolução de problemas. O autor diz ainda que a abstração ajuda a relacionar os problemas com outros já resolvidos, de maneira que não se precise construir soluções novas para todos os problemas.

Essa é uma característica muito usada pelos cientistas da computação, sendo por esse aspecto que os cientistas da computação criam de forma abstraída a solução de uma tarefa e a codificam para o computador poder executá-la. O conceito trazido por Cansu e Cansu (2019) mostra a característica da abstração de tornar o sistema mais fácil de pensar, reduzindo detalhes desnecessários. Uma descrição de PC com conceitos subjacentes é dada por Semiawan (2019), ao esclarecer que a abstração é uma habilidade pela qual se pode compreender, interpretar e descrever fenômenos a partir de dados usando um modelo ou ferramentas representativas.

E por último o algoritmo, que é um componente importante para o PC, pois agrega todos os outros quando utilizado. Esse termo é identificado como o passo a passo para se resolver um problema computacionalmente. Por meio do algoritmo, conseguimos definir o processo esquemático que mostra a solução para um problema, que pode ser escrito na linguagem comum ou em fluxogramas e depois pode ser transformado em linguagem de máquina, para que o computador possa realizar essa tarefa de forma mais eficiente. Valenzuela (2020) mostra uma visão concomitante, definindo algoritmo como as etapas apropriadas a serem tomadas e organizadas para resolver ou concluir um problema, afirmando ainda que eles são importantes porque levam o conhecimento derivado dos componentes anteriores.

Cansu e Cansu (2019), seguindo essa linha da utilização do algoritmo, juntamente com as outras bases do PC, trazem a visão de que, ao realizar um pensamento algorítmico, efetua-se um processo de construção de um esquema de passos ordenados que podem ser seguidos fornecendo solução para os problemas particionados decompostos do problema original, trazendo a ideia de se estabelecer um plano com passos necessários para resolver um problema. Esse plano deve ser ordenado corretamente, ter um início e um fim bem claros, incluir as etapas necessárias e conter todas as informações relevantes.

O PC possui importância no contexto atual da informatização e digitalização mundial. Quando se resolve um problema utilizando o PC, primeiro pode-se decompor esse problema em outros menores para facilitar sua solução; depois, faz-se a abstração conceitual que pode ser compreendida pelo pensamento algorítmico, reconhecendo padrões, generalizando para que se possa aplicar a

outros problemas parecidos. Percebe-se uma relação entre os componentes base do PC, interligando-os quando se busca a conclusão de questões que se quer resolver. Semiawan (2019) apoia essa ideia, acrescentando que, por meio da abstração, decomposição, reconhecimento de padrões e algoritmos, pode-se formular, analisar, implementar, generalizar soluções para os problemas, além de organizar e representar dados logicamente.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho utilizou o processo de revisão sistemática da literatura, segundo a abordagem Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA), descrita por Moher e outros autores (2009). A revisão de literatura de acordo com essa perspectiva deve seguir alguns passos, para Civit e outros autores (2022), essas etapas são: delimitação, em forma de pergunta, dos trabalhos que se deseja alcançar na procura; fazer a seleção dos dados por meio da pesquisa nas bases de dados selecionadas, escolhendo as palavras-chave de maior relevância para o tema; mostrar o resultado da triagem dos artigos, construindo o corpus, por meio de critérios de inclusão e exclusão estabelecidos; e, por fim, deve-se extrair as informações e apresentar os resultados.

O interesse principal deste estudo são as pesquisas realizadas dentro do universo que envolve o pensamento computacional aplicado à educação de nível básico. Dessa forma, devem ser selecionadas, entre as várias bases de dados disponibilizadas por pesquisas acadêmicas aquelas que podem trazer os melhores resultados, pois “Uma revisão sistemática é adequada, na qual critérios de seleção de dados e metodologia sistemática são previamente estabelecidos, e todas as evidências possíveis são coletadas e analisadas com base neles” (YUN; CHO, 2021, p. 482).

As bases de dados selecionadas para a pesquisa dos artigos que formarão o corpus foram Scopus, Google Scholar, IEEE e ScienceDirect. Essas bases são conhecidas pela grande quantidade de artigos internacionais indexados, e os trabalhos apresentados na busca são de alta qualidade. As palavras-chave utilizadas foram basicamente pensamento computacional, K-12 e educação.

Para a pesquisa nas bases de dados, foram escolhidas configurações avançadas de busca e, nas diversas plataformas, foram organizados conectivos lógicos como and, or e aspas, para especificar e formular consultas adaptadas, para melhorar os resultados apresentados, de modo que as plataformas apresentassem filtro maximizado, exibindo resultados reduzidos, facilitando a leitura e a seleção final. A quantidade de artigos selecionados e a forma como foram escritas as palavras-chave para busca e as bases utilizadas estão especificadas na Tabela 1.

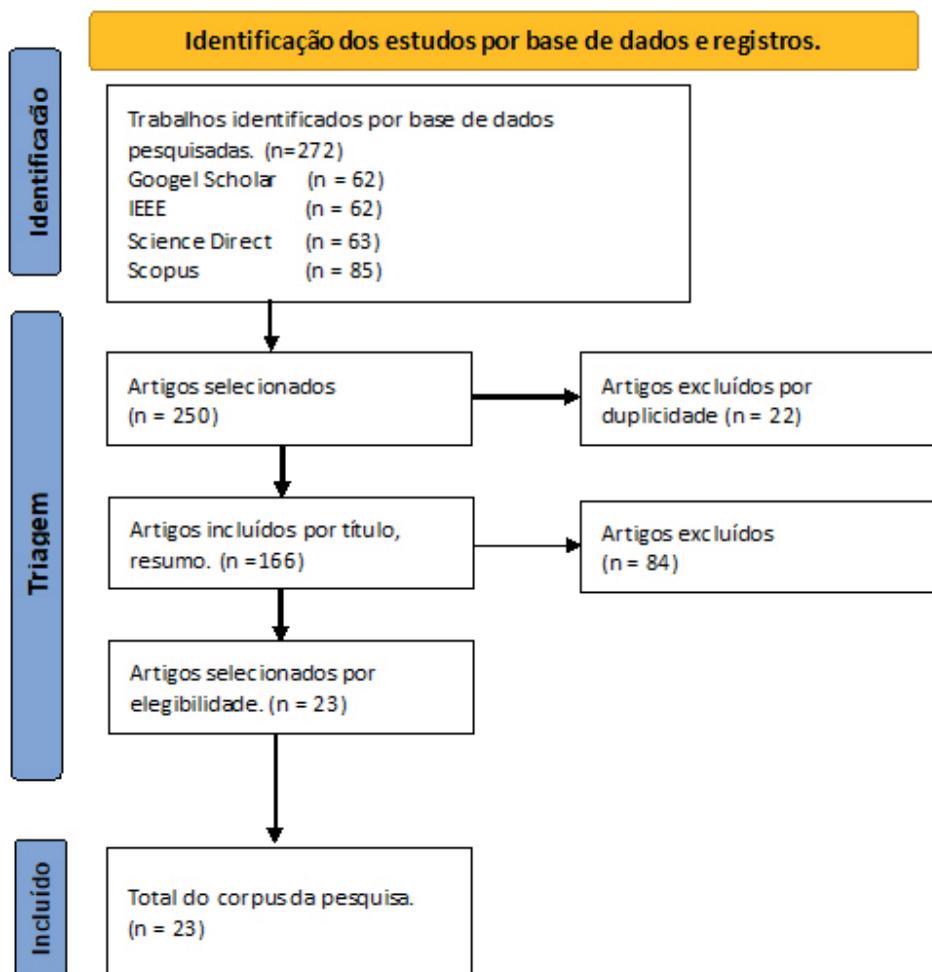
Tabela 1 – Quantidade de trabalhos apresentados por plataforma de busca de acordo com a organização lógica das palavras-chave

Base de dados	Palavras-chave	Quantidade de trabalhos
Google Scholar	“computational thinking k-12 education”	62
IEEE	computational thinking k-12 education	62
ScienceDirect	“computational thinking” “k-12 education”	63
Scopus	“computational thinking” k-12 AND education AND activities	85
Total		272

Fonte: Dados da pesquisa.

Na primeira etapa de seleção, por meio da busca avançada oferecida por cada base de busca de dados, os resultados já estão bem depurados, pois, nessas opções avançadas de configurações, foram escolhidos o intervalo de ano de publicação entre 2018 a 2022 e o idioma inglês. Após a organização, de acordo com as palavras-chave especificadas na Tabela 1, os artigos foram sistematizados no software Mendeley, que gerencia referências bibliográficas, para melhor preparo e facilidade de manipulação dos trabalhos selecionados.

Dessa forma, de acordo com Moher e outros autores (2009), foi desenvolvido um grande banco de dados para destacar a melhor forma de relatar cada item da lista de verificação, depois estabeleceram-se evidências para apoiar a inclusão dos artigos no corpus final. Assim, de acordo com a metodologia PRISMA, foi feita a seleção final dos artigos, conforme apresentado no diagrama de fluxo da Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma PRISMA da revisão sistemática

Fonte: Dados da pesquisa.

Para entender a Figura 1, primeiramente, o fluxo traz as bases de dados pesquisadas com as respectivas respostas de quantidade de itens apresentados. Na sequência, usando o Medeley, foram verificadas 22 duplicidades, ou seja, existiam vários artigos que estavam repetidos após as buscas. Esses artigos foram excluídos e, assim, restaram 250 para a próxima etapa de seleção. Em seguida, foram feitas as análises e a separação dos artigos que possuíam ou não as palavras-chave pesquisadas (Pensamento Computacional, K-12, educação), sendo incluídos 166 os artigos que tinham as características exigidas e excluídos 84 trabalhos que não possuíam esses termos pesquisados. A tabela 2 mostra por base de dados os arquivos excluídos nessa etapa.

Tabela 2 – Quantidade de artigos excluídos após a análise das palavras-chave por base de dados

Bases de dados	Quantidade de artigos excluídos
Google	18
Scopus	18
IEE	17
ScienceDirect	31
Total	84

Fonte: Dados da pesquisa.

A última etapa de seleção consistiu na verificação dos critérios de elegibilidade, que são trazidos no quadro 1. Nessa fase, foi feita a leitura dos resumos, objetivos e metodologias, porém, para alguns trabalhos, houve a necessidade de se proceder a leitura de todo o texto, de forma que não ficasse dúvida a respeito dos critérios de inclusão e exclusão adotados.

Quadro 1 – Critérios de elegibilidade para a seleção final da composição do corpus

Critério de inclusão	Critério de exclusão
Artigos relacionados com a aplicação do pensamento computacional.	Artigos relacionado à formação de professores em pensamento computacional.
Trabalhos intitulados de artigos em publicações especializadas.	Trabalhos não denominados como artigos, como editoriais, resumos, capítulo de livro, teses e dissertações.
Trabalhos originais aplicados.	Revisão de literatura.
Indícios de aplicação e da utilização do PC nas escolas básicas.	Não possuía em sua metodologia menção específica de aplicação de ferramentas do pensamento computacional.
Computação plugada.	Computação desplugada.
Artigos de acesso livre.	Artigos em plataformas monetizadas.

Fonte: Dados da pesquisa

Após essa etapa, restaram 23 artigos que satisfizeram o corpus para a análise. O Quadro 1 especifica os critérios de elegibilidade, mostrando o que foi incluído e excluído da relação final de trabalhos analisados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

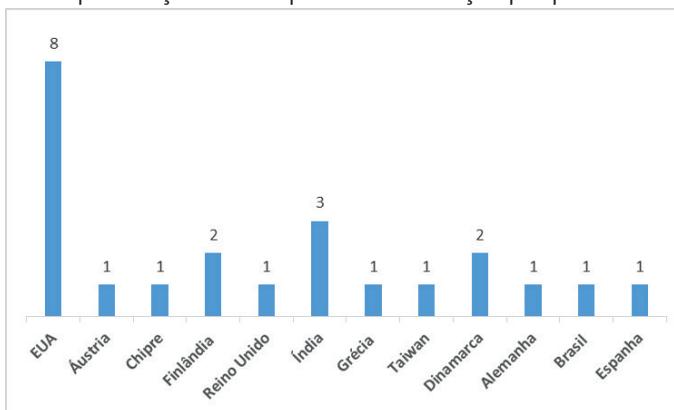
Para respondermos às questões norteadoras do trabalho, primeiro vamos analisar quais os anos de publicação entre a faixa de restrição de busca das bases de dados, que foi de 2018 a 2022, período em que se encontram os artigos selecionados do estudo, portanto coletaram-se as pesquisas que foram publicadas nos último cinco anos.

Percebemos que ao longo dos cinco últimos anos as pesquisas se distribuíram de forma homogênea, sendo quatro trabalhos em 2018, 2020 e 2021, resultando em um total de 12 trabalhos, o que representa 52%. A maioria dos trabalhos ocorreu em 2019, com nove trabalhos, perfazendo 39% dos artigos coletados. 2022 é o ano de menor número de publicações, com duas pesquisas, um total de 9%.

Os dados apresentados se diferem das pesquisas de Lu e outros autores (2022) na questão da quantidade de anos que se concentraram os estudos, sendo que os pesquisadores colheram informações dos últimos seis anos e meio (6,5), todavia seus estudos mostram similaridades quanto à distribuição das quantidades de publicações por ano, apesar de uma pequena flutuação. Civit e outros autores (2022) também fizeram uma pesquisa dos últimos cinco anos e chegaram a dados parecidos de publicações por ano na área de tecnologia aplicadas ao ensino.

Outra análise que pode ser feita em relação aos dados coletados é a quantidade de publicações por país. Com essa observação, tem-se a dimensão das nações que mais desenvolvem pesquisas na área de PC. Essas informações foram extraídas a partir dos países de origem dos pesquisadores, com o resultado mostrado na Figura 2.

Figura 2 – Quantidade de publicação de PC aplicado a educação por país



Fonte: Dados da pesquisa.

Percebe-se que, examinando esse gráfico, o país que mais publica pesquisas na área de PC são os EUA, uma potência mundial em pesquisas e publicações em várias áreas diferentes, com oito (8) trabalhos analisados. Mas temos também a Índia com três (3) trabalhos entre os selecionados, mostrando ser também um país que possui muitas pesquisas relacionadas a esse campo. Os terceiros países que mais apareceram foram a Dinamarca e a Finlândia com duas (2) publicações, o que não surpreende, pois, esses países nórdicos estão na vanguarda dos estudos em tecnologia e inovação aplicados ao ensino.

Os Estados Unidos também aparecem como o país de maior número de publicações nos trabalhos de Subramaniam (2022) e Lu e outros autores (2022) com respectivamente seis (6) e 14 artigos publicados, mas, em relação aos outros países nos dois trabalhos, aparecem países em comum como Alemanha, Índia, Taiwan. Todos com proporcionalidades similares. Já as pesquisas outras pesquisas trazem uma forma diferente de apresentar os países que possuem publicações, agregando-os em seus respectivos continentes.

No Quadro 2, continuando as análises, os objetivos das pesquisas são mostrados juntamente com o material usado como ferramenta para a aplicação do PC nas aulas. Os resultados mostram uma variedade grande de métodos usados para alcançar o objetivo de ensinar o PC aos alunos da educação básica.

As informações trazidas pelo Quadro 2 exploram uma variedade de ferramentas computacionais utilizadas nos estudos para aplicação do PC no ensino. Pode-se observar uma criatividade e diversidades de materiais e propostas, que aproveitam das tecnologias digitais mais atuais produzidas e que são aplicadas para ensinar competências e habilidades essenciais para os jovens do século XXI. Como é o caso dos trabalhos de Constantinou e Ioannou (2018) e Diago e outros autores (2022), em que o primeiro utiliza um robô chamado Thymio, que é programado em Scratch, e o segundo usa um robô chamado Bee-bot para ensinar princípios de PC para alunos de educação elementar.

Uma grande quantidade de aplicação dos trabalhos considerados, Swaid e Suid (2019), Whyte e outros autores (2019), Buffum e outros autores (2018), Krugel e Ruf (2020), Vinayakumar e outros autores (2018a) Vinayakumar e outros autores (2018b), está na programação em blocos utilizando o Scratch unicamente ou em conjunto com outro tipo de software ou plataforma de programação, como Java e Code.org. Outras publicações usam construção de jogos por meio do *software* Unit, como reportado por Comber e outros autores (2019) e Taylor e outros autores (2019). Mas, também, há o uso dos jogos para desenvolver o PC, como nas pesquisas de Rowe e outros autores (2021) e Asbell-Clarke e outros autores (2021), que utilizam o jogo Zombini, e Zhao e Shute (2019) que o aplica ao jogo Penguin.Go.

A realidade aumentada (AR) é ferramenta para pesquisadores Gardeli e Vosinakis (2019), Ou Yang (2019) e Sharma e outros autores (2022). Modelagem e simulação são os meios de estudo de Gautam e outros autores (2020), utilizando a plataforma NetLogo, e ainda Musaeus (2019), esses autores aplicam seus estudos em aulas de ciências do ensino básico. Por fim, Lytle e outros autores (2019) que usam a técnica *Use-Modify-Create* (UMC), Pedersen e outros autores (2021) que aplicam em seus estudos kits de eletrônica, Toivone e outros autores (2020) que usam a inteligência artificial com o

Google Teachable Machine, e Branco e outros autores (2021) que fazem uso de várias plataforma e meios, como programação em *Python*, *MIT App Inventor* e também Arduino.

Quadro 2 – Objetivos e ferramentas usadas nos artigos analisados

Autores	Objetivo da pesquisa	Ferramenta usada
(SWAID; SUID, 2019)	Criar uma proposta de modelo para ensinar PC.	Scratch e Java
(TAYLOR <i>et al.</i> , 2019)	Apresentar uma ferramenta que integra a criação de jogos com programação baseada em blocos com a plataforma Unit.	IntelliBlox e Unit
(COMBER <i>et al.</i> , 2019)	Utilizar a criação de jogos para desenvolver o pensamento computacional nos alunos.	Unit
(CONSTANTINOU; IOANNOU, 2018)	Utilizar robótica educacional para desenvolver competências relacionadas ao PC.	Robô Thymio e Scratch
(IWATA <i>et al.</i> , 2020)	Utilização da cultura maker para trabalhar as competências e habilidades do PC.	Espaços Maker
(GAUTAM; BORTZ; TATAR, 2020)	Trabalhar o PC na sala de aula por meio das aulas de ciências.	Plataforma NetLogo
(WHYTE; AINSWORTH; MEDWELL, 2019)	Investigar o potencial para integrar a computação e a alfabetização no K-5.	Programação em Blocos
(MUSAEUS, 2019)	Desenvolver competências do pensamento computacional na área de biologia.	Modelagem e simulação computacional
(BUFFUM <i>et al.</i> , 2018)	Trabalhar o conceito de variáveis nas aulas de ciências do Ensino médio.	Blocky (programação em blocos)
(KRUGEL; RUF, 2020)	Fazer um estudo comparativo entre a plataforma Code.org e o software Scratch.	Scratch e Code.org
(SHARMA <i>et al.</i> , 2022)	Avaliar a eficácia de um jogo baseado em AR para ensinar programação.	Aplicativo CodAR

Autores	Objetivo da pesquisa	Ferramenta usada
(BRANCO <i>et al.</i> , 2021)	Ensinar programação para adolescentes.	Python, MIT App Inventor e Arduino
(LYTLE <i>et al.</i> , 2019)	Apresentar um estudo comparativo entre duas progressões de aula de TC para aulas de ciências do ensino médio.	UMC (Use -Modify-Create)
(ROWE <i>et al.</i> , 2021)	Analisar as competências desenvolvidas implicitamente ao se utilizar um jogo para desenvolvimento de PC.	Jogo Zoombini
(ZHAO; SHUTE, 2019)	Avaliar as influências cognitivas e atitudinais de jogar um videogame no desenvolvimento de PC	Jogo Penguin.Go
(DIAGO; GONZÁLEZ-CALERO; YÁÑEZ, 2022)	Investigar os efeitos de uma intervenção robótica educativa na rotação mental e na avaliação do pensamento computacional.	Robô Bee-bot
(ASBELL-CLARKE <i>et al.</i> , 2021)	Analisar as competências de PC desenvolvidas nos alunos quando jogaram o jogo Zoombini.	Jogo Zoombini
(GARDELI; VOSINAKIS, 2019)	Explorar o impacto do ARQuest na compreensão dos alunos sobre conceitos algorítmicos, engajamento e colaboração.	Jogo ARQuest
(TOIVONEN <i>et al.</i> , 2020)	Ensinar crianças do ensino básico o PC por meio de aprendizagem de máquina.	Google Teachable Machine
(VINAYAKUMAR; SOMAN; ME-NON, 2018b)	Desenvolver competências e habilidades relacionadas ao PC por meio do PC.	Scratch

Autores	Objetivo da pesquisa	Ferramenta usada
(VINAYAKUMAR; SOMAN; ME-NON, 2018a)	Explorar a contação de histórias digital de forma mais interessante e memorável para as crianças.	Scratch
(OU YANG, 2019)	Propor um sistema de aprendizagem de robótica educacional virtual baseado em AR (Augmented Reality).	Aplicação AR Bot
(PEDERSEN; LARSEN; NIELSEN, 2021)	Avaliar um conjunto de ferramentas e materiais - projetadas para apoiar o ensino de eletrônica e PC, para uso com microcontroladores, protoboards e diagramas de circuitos.	Kit de eletrônica

Fonte: Dados da pesquisa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mundo está em intensa transformação tecnológica. Isso pode ser percebido com a grande utilização de equipamentos digitais, como computadores e celulares pelas pessoas. Nas empresas, ocorre a automatização por meio da robotização e da inteligência artificial, que ajuda a resolver inúmeros problemas. Também está em implantação a tecnologia 5G, que garantirá interconectividade sem precedentes. Dessa forma, com um planeta cada vez mais conectado e dependente de tecnologia, vários sistemas de ensino no mundo adotaram o Pensamento Computacional como forma de garantir aos seus cidadãos um ensino voltado para essa modernidade, também mirando na especialização do trabalho e na produção de tecnologia para o futuro.

Assim, entender como está sendo aplicado o PC na educação mundial é importante para se fazer uma comparação e ver quais países estão na vanguarda da produção e utilização mundial dessa tecnologia. Com isso em mente, retomamos aos questionamentos orientadores do trabalho: quais ferramentas estão sendo usadas para aplicação do Pensamento Computacional nos diversos países? Outra questão respondida foi: em quais países/continentes acontecem as pesquisas de aplicação do Pensamento Computacional? Para se chegar a uma resposta, foi feita a revisão sistemática de literatura.

Como resultado, pode-se ver que vários países hoje estão desenvolvendo estudos de aplicação que visam aprimorar as competências e habilidades da sociedade do século XXI. Países como Áustria, Finlândia, Índia, Dinamarca, Alemanha, Brasil, Espanha e Reino Unido estão investindo nessa área de

pesquisa e de conhecimento, porém o destaque fica com os EUA e seu enorme potencial, contribuindo de maneira eloquente para a pesquisa mundial desse assunto.

Também foram apresentadas as ferramentas que estão sendo usadas para se trabalhar e desenvolver estas competências: resolução de problemas, capacidade de abstração, pensamento crítico, trabalho em equipe, dentre outras. Podemos destacar que várias delas estão sendo trazidas das áreas da computação moderna que ainda estão em pleno desenvolvimento, como inteligência artificial, simulação, programação, criação de jogos e robótica. Por fim, o país que não se adequar aos requisitos modernos do séc. XXI, incentivando e fornecendo meios pela educação para promover o crescimento computacional, pode perder espaço e competitividade em um mundo cada vez mais interconectado digitalmente.

REFERÊNCIAS

ASBELL-CLARKE, J. *et al.* The development of students' computational thinking practices in elementary- and middle-school classes using the learning game, Zoombinis. **Computers in Human Behavior**, v. 115, p. 106587, 2021. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106587>

BRANCO, A. *et al.* Programming for Children and Teenagers in Brazil: A 5-Year Experience of an Outreach Project. **Proceedings of the 52nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education**, p. 411-417, 2021.

BUFFUM, P. S. *et al.* Introducing the computer science concept of variables in middle school science classrooms. **Proceedings of the 49th ACM Technical Symposium on Computer Science Education**, p. 906-911, 2018.

CANSU, F. K.; CANSU, S. K. An Overview of Computational Thinking. **International Journal of Computer Science Education in Schools**, v. 3, n. 1, p. 17-30, 2019. DOI: <https://doi.org/10.21585/ijcses.v3i1.53>

CIVIT, M. *et al.* A systematic review of artificial intelligence-based music generation : Scope , applications , and future trends. **Expert Systems With Applications**, v. 209, n. January, p. 118190, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.118190>

COMBER, O. *et al.* Engaging students in computer science education through game development with unity. In: , 2019, CSLEARN - Educational Technologies, University Vienna, Faculty of Computer Science, Vienna, Austria. (S. S. & A. A.K., Org.) **10th IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON 2019**. IEEE Computer Society, p. 199-205, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2019.8725135>

CONSTANTINO, V.; IOANNOU, A. Development of computational thinking skills through educational robotics. Cyprus Interaction Lab., Cyprus University of Technology, Department of Multimedia and Graphic Arts, 30 Archbishop Kyprianou Str., Lemesos, 3036, Cyprus. **EC-TEL Practitioner: 13th European Conference On Technology Enhanced Learning, EC-TEL**. 2018. CEUR-WS, 2018. DOI: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85053675999&partnerID=40&md5=c432aa17673d0f4ba10460b85a816cfa>

CSTA/ISTE. **Operational definition of computational thinking for K–12 Education**. 2011. DOI: https://cdn.iste.org/www-root/Computational_Thinking_Operational_Definition_ISTE.pdf.

DIAGO, P. D.; GONZÁLEZ-CALERO, J. A.; YÁÑEZ, D. F. Exploring the development of mental rotation and computational skills in elementary students through educational robotics. **International Journal of Child-Computer Interaction**, v. 32, p. 100388, 2022. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2021.100388>

GARDELI, A.; VOSINAKIS, S. ARQuest: A Tangible Augmented Reality Approach to Developing Computational Thinking Skills. In: , 2019. **2019 11th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications (VS-Games)**, p. 1-8, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1109/VS-Games.2019.8864603>

GAUTAM, A.; BORTZ, W.; TATAR, D. Abstraction through multiple representations in an integrated computational thinking environment. **Proceedings of the 51st ACM Technical Symposium on Computer Science Education**, p. 393-399, 2020.

HEMMENDINGER, D. A plea for modesty. **ACM Inroads**, v. 1, n. 2, p. 4-7, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1145/1805724.1805725>

IWATA, M. *et al.* Exploring Potentials and Challenges to Develop Twenty-First Century Skills and Computational Thinking in K-12 Maker Education. **Frontiers in Education**, Faculty of Education, University of Oulu, Oulu, Finland, v. 5, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3389/feduc.2020.00087>

JAWAWI, D. N. A. *et al.* Nurturing Secondary School Student Computational Thinking Through Educational Robotics. **International Journal of Emerging Technologies in Learning**, v. 17, n. 3, p. 117-128, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i03.27311>

KONG, S. C.; LAI, M. A proposed computational thinking teacher development framework for K-12 guided by the TPACK model. **Journal of Computers in Education**, v. 9, n. 3, p. 379-402, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40692-021-00207-7>.

KRUGEL, J.; RUF, A. Learners' perspectives on block-based programming environments: code.org vs. scratch. **Proceedings of the 15th Workshop on Primary and Secondary Computing Education**, p. 1-2, 2020.

LEE, J.; JOSWICK, C.; POLE, K. Classroom play and activities to support computational thinking development in early childhood. **Early Childhood Education Journal**, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10643-022-01319-0>

LU, C. *et al.* A scoping review of computational thinking assessments in higher education. **Journal of Computing in Higher Education**, v. 34, n. 2, p. 416-461, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12528-021-09305-y>

LYNCH, M. **Why we must teach our teachers computational thinking**. 2019. DOI: <https://www.thetechedvocate.org/why-we-must-teach-our-teachers-computational-thinking/>.

LYTLE, N. *et al.* Use, modify, create: Comparing computational thinking lesson progressions for stem classes. **Proceedings of the 2019 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education**, p. 395-401, 2019.

MOHER, D. *et al.* Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. **PLoS Medicine**, v. 6, n. 7, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>

MUSAEUS, L. H. Developing Student's Computational Thinking through Agent-Based Modeling in Secondary Education. **Proceedings of the 2019 ACM Conference on International Computing Education Research**, p. 345-346, 2019.

NUGENT, G. *et al.* **Developing K-8 Computer Science Teachers' CS Knowledge , Self-efficacy , and Attitudes through Evidence-based Professional Development**. Dublin: Association for Computing Machinery, 2022. v. 1. DOI: <https://doi.org/10.1145/3502718.3524771>

OU YANG, F.-C. The Design of AR-based Virtual Educational Robotics Learning System. In: , 2019, Dept. of Computer Science and Communication Engineering, Providence University, Taichung City, Taiwan. **8th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics, IIAI-AAI 2019**. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2019. p. 1055-1056. DOI: <https://doi.org/10.1109/IIAI-AAI.2019.00224>

PAPERT, S.; SOLOMON, C. Twenty things to do with a computer. **Educational Technology**, v. 12, n. 4, p. 9-18, 1972.

PEDERSEN, B. K. M. K.; LARSEN, J. C.; NIELSEN, J. Understanding electronics and CT in school - a simplified method for drawing and building electronic circuits for the micro:bit and breadboards. **2021 IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC)**, p. 99-106, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1109/ISEC52395.2021.9763976>

ROWE, E. *et al.* Assessing implicit computational thinking in Zoombinis puzzle gameplay. **Computers in Human Behavior**, v. 120, p. 106707, 2021. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106707>

SEMIAWAN, T. User interface design analysis pertaining to computational thinking framework. **ACM International Conference Proceeding Series**, p. 238-242, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1145/3323716.3323741>

SHARMA, V. *et al.* The design and evaluation of an AR-based serious game to teach programming. **Computers & Graphics**, v. 103, p. 1-18, 2022. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cag.2022.01.002>

SUBRAMANIAM, S. Cypriot Journal of educational computational thinking in mathematics education. **A systematic**, v. 17, n. 6, p. 2029-2044, 2022.

SWAID, S.; SUID, T. Computational thinking education: Who let the dog out? In: , 2019, Department of Computer Science, University of Arkansas at Little Rock, Little Rock, AR, United States. **6th Annual International Conference on Computational Science and Computational Intelligence, CSCI 2019**. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2019. p. 788-792. DOI: <https://doi.org/10.1109/CSCI49370.2019.00150>

TAYLOR, S. *et al.* Position: IntelliBlox: A Toolkit for Integrating Block-Based Programming into Game-Based Learning Environments. In: , 2019, North Carolina State University, Dept. of Computer Science, Raleigh, NC, United States. (S. M. & T. F., org.) **3rd IEEE Blocks and Beyond Workshop, B and B 2019**. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2019. p. 55-58. DOI: <https://doi.org/10.1109/BB48857.2019.8941222>

TOIVONEN, T. *et al.* Co-Designing Machine Learning Apps in K-12 With Primary School Children. **2020 IEEE 20th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)**, 2020. p. 308-310. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICALT49669.2020.00099>

VALENZUELA, J. **How to develop computational thinkers**. [S. l.], 2020. Available at: <https://www.iste.org/explore/how-develop-computational-thinkers>. Acesso em: 29 ago. 2022.

VINAYAKUMAR, R.; SOMAN, K.; MENON, P. Digital Storytelling Using Scratch: Engaging Children Towards Digital Storytelling. **2018 9th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies (ICCCNT)**, p. 1-6, 2018a. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICCCNT.2018.8493941>

VINAYAKUMAR, R.; SOMAN, K.; MENON, P. Fractal Geometry: Enhancing Computational Thinking with MIT Scratch. **2018 9th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies (ICCCNT)**, p. 1-6, 2018b. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICCCNT.2018.8494172>

VOOGT, J. *et al.* Computational thinking in compulsory education: Towards an agenda for research and practice. **Education and Information Technologies**, v. 20, n. 4, p. 715-728, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10639-015-9412-6>

WHYTE, R.; AINSWORTH, S.; MEDWELL, J. Designing for Integrated K-5 Computing and Literacy through Story-making Activities. **Proceedings of the 2019 ACM Conference on International Computing Education Research**, p. 167-175, 2019.

WING, J. Computational thinking. **Communications of the ACM**, v. 49, n. 3, p. 33-35, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>. Acesso em: 4 fev. 2022.

YUN, H. J.; CHO, J. **Affective domain studies of K-12 computing education: a systematic review from a perspective on affective objectives**. V. 9. Springer Berlin Heidelberg, 2021. ISSN 21979995. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40692-021-00211-x>

ZHAO, W.; SHUTE, V. J. Can playing a video game foster computational thinking skills? **Computers & Education**, v. 141, p. 103633, 2019. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103633>

Recebido em: 9 de Outubro de 2020

Avaliado em: 3 de Dezembro de 2022

Aceito em: 18 de Abril de 2023



A autenticidade desse artigo pode ser conferida no site <https://periodicos.set.edu.br>

1 Mestre em Matemática – UFG; Doutorando no programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM) – ULBRA-RS; Licenciado em Matemática – UFG; Atua no grupo de pesquisa: Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação no Ensino. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8512-3672>. E-mail: gilsimar.souza@ulbra.br

2 Doutor em Fitotecnia – UFRGS; Mestre em Microbiologia Agrícola e do Ambiente – UFRGS (1994); Licenciado em Ciências Biológicas – PUCRS; Professor adjunto V da Universidade Luterana do Brasil – ULBRA e do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática e em cursos de graduação; Líder do Grupo de Pesquisa cadastrado no CNPq: Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação no Ensino. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7165-2936>. E-mail: pclopes@ulbra.br



Este artigo é licenciado na modalidade acesso abertosob a Atribuição-Compartilhaigual CC BY-SA

