

Pesquisas experimentais no desenvolvimento do pensamento computacional: um mapeamento sistemático de literatura no ensino de conceitos de computação

Carlos BELETTI¹

Marta SFORNI²

Resumo

O Pensamento Computacional, caracterizado como uma forma de pensamento amparado nos fundamentos da Ciência da Computação, tem sido amplamente investigado com a finalidade de se conhecer meios para promovê-lo. Com o objetivo de identificar como tem sido as pesquisas experimentais sobre o desenvolvimento do Pensamento Computacional no ensino de conceitos de Computação, realizamos um mapeamento sistemático de literatura contemplando publicações em línguas portuguesa, inglesa e espanhola. Constatamos que não há um padrão no formato da realização das investigações experimentais, mas estas tendem a ser de curta duração e, apesar das diversas subáreas da Ciência da Computação, a programação tem sido predominantemente utilizada no desenvolvimento do Pensamento Computacional. Concluímos ser necessário a realização de pesquisas experimentais com maior tempo de duração sobre o desenvolvimento desse tipo de pensamento, bem como de investigações acerca dos fundamentos didáticos de uma ação educativa que possa promovê-lo.

Palavras-chave: Educação e Tecnologia. Mapeamento Sistemático de Literatura. Pensamento Computacional.

¹ Mestrado (2013) em Ciência da Computação e Doutorado (em andamento) em Educação pela Universidade Estadual de Maringá - UEM. Professor Adjunto na Universidade Federal do Paraná - Campus Jandaia do Sul. Tem experiência na área de Ensino de Computação e pesquisado sobre o desenvolvimento do Pensamento Computacional fundamentado pela Teoria Histórico-Cultural, sua interface entre Educação e Computação. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0158-8673>

E-mail: carlosbeleti@ufpr.br

² Doutorado em Educação pela Universidade de São Paulo - USP (2003) e Pós-Doutorado pela Universidade Estadual de Campinas - Unicamp (2014). Professora do Programa de Pós-Graduação em Educação da UEM, atuando principalmente nos seguintes temas: aprendizagem conceitual, didática, Teoria Histórico-Cultural e Teoria da Atividade. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9614-2075>

E-mail: martasforni@uol.com.br

Experimental research in the development of computational thinking: a systematic mapping of literature in the teaching of computing concepts

Carlos BELETI

Marta SFORNI

Abstract

Computational Thinking, as a form of thinking supported by the foundations of Computer Science, has been widely investigated with a view to finding ways to promote it. In order to identify how experimental research on the development of Computational Thinking in the teaching of Computing concepts has been developed, we conducted a systematic mapping review of publications in Portuguese, English, and Spanish. We found that there is no pattern in the format of how experimental investigations are conducted, but they tend to be of short duration and, despite the various sub-fields within Computer Science, programming has been predominantly used in Computational Thinking development. We concluded that it is necessary to conduct experimental research with a longer duration on the development of this type of thinking, as well as investigations into the didactic foundations of an educational action that can promote it.

Keywords: Education and Technology. Systematic Mapping of Literature. Computational Thinking.

Investigación experimental en el desarrollo del pensamiento computacional: un mapeo sistemático de la literatura en la enseñanza de conceptos de computación

Carlos BELETI

Marta SFORNI

Resumen

El Pensamiento Computacional, caracterizado como una forma de pensamiento apoyada en los fundamentos de la Ciencia de la Computación, ha sido ampliamente investigado con el objetivo de encontrar formas de promoverlo. Para identificar cómo ha sido la investigación experimental sobre el desarrollo del Pensamiento Computacional en la enseñanza de conceptos de Computación, realizamos un mapeo sistemático de la literatura de publicaciones en portugués, inglés y español. Encontramos que no hay un estándar en el formato de la realización de las investigaciones experimentales, sino que tienden a ser de corta duración y, a pesar de los diversos subcampos dentro de la Ciencia de la Computación, la programación se ha utilizado predominantemente en el desarrollo del Pensamiento Computacional. Concluimos que es necesario realizar investigaciones experimentales de mayor duración sobre el desarrollo de este tipo de pensamiento, así como investigaciones sobre los fundamentos didácticos de la acción educativa que pueden promoverlo.

Palabras clave: Educación y Tecnología. Mapeo Sistemático de la Literatura. Pensamiento Computacional.

Introdução

A inserção da computação e da tecnologia no cotidiano das pessoas tem sido algo corriqueiro e acentuou-se nos últimos anos. Nos diversos setores, cada vez mais, temos artefatos tecnológicos imbricados nos processos e serviços. No campo educacional, temos observado um aumento das discussões referentes à inserção ou não de temáticas envolvendo conceitos computacionais. Um conceito que tem estimulado as pesquisas acadêmicas e investigações nessa área é o Pensamento Computacional (PC), uma forma de pensamento que se utiliza dos conceitos da Ciência da Computação para auxiliar a análise e a solução de problemas em diversos contextos. No entanto, apesar das inúmeras pesquisas sobre a temática, ainda não há consenso na literatura quanto a sua definição e estrutura, nem sobre como promover seu desenvolvimento nos estudantes.

Na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o pensamento computacional compreende as capacidades de análise e resolução de problemas, por meio de conceitos computacionais, desenvolvimento de competências e capacidades relacionadas a diversas áreas (BRASIL, 2017). A BNCC estabelece que os conceitos de computação e tecnologia, bem como a inter-relação com o PC sejam abordados no ensino de modo transversal permeando as demais áreas do conhecimento. Recentemente, o PC foi incluído pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) como uma capacidade a ser avaliada por meio do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) (OCDE, 2019).

A Sociedade Brasileira de Computação (SBC) tem buscado orientar e direcionar o ensino de computação no país, colaborando com as discussões na área, por meio da proposição de diretrizes, referenciais curriculares e itinerários formativos para o ensino de computação na Educação Básica (EB) (SBC, 2019; SBC, 2018a; RAABE *et al.* 2017). Quanto ao PC, a SBC destaca sua importância para a inserção dos conceitos computacionais e de tecnologia em todas as etapas da EB, apontando-o como “[...] a habilidade de sistematizar a atividade de resolução de problemas, representar e analisar as soluções através de algoritmos” e que “[...] exige domínio de objetos abstratos que são necessários para descrever tanto a informação quanto os processos que a manipulam” (SBC, 2018a, p. 3).

O destaque recente sobre a temática do PC vincula-se a sua (re)aparição³, com Jeannette Wing, em meados dos anos 2000. Segundo a autora, “[...] o pensamento computacional envolve a solução de problemas, o projeto de sistemas e a compreensão do comportamento humano, com base nos conceitos fundamentais da ciência da computação” (WING, 2006, p. 33, tradução nossa).

Após a definição apresentada por Wing, diversos foram os trabalhos que investigaram a temática (BARR; STEPHENSON, 2011; CSTA; ISTE, 2011; ROYAL SOCIETY, 2012; BRENNAN; RESNICK, 2012; SEITER; FOREMAN, 2013; SELBY; WOOLLARD, 2013; SHUTE; SUN; ASBELL-CLARKE, 2017; HSU; CHANG; HUNG, 2018; PALTS; PEDASTE, 2020), visando contribuir com as pesquisas na área e tornar o PC algo acessível para todas as pessoas, durante todos os níveis e etapas educacionais. Ao investigarmos a literatura vigente, verificamos que o desenvolvimento do PC tem sido amplamente pesquisado, de modo geral, em trabalhos que realizam experimentos ou intervenções que aproximam o PC de atividades relacionadas ao ensino de programação. As revisões ou mapeamentos encontrados na literatura (GROVER; PEA, 2013; KALELIOGLU; GULBAHAR; KUKUL, 2016; ZHANG; NOURI, 2019; TASLIBEYAZ; KURSUN; KARAMAN, 2020; TIKVA; TAMBOURIS, 2021), apesar de também dividir em algumas categorias para análise com a separação dos dados, assim como este mapeamento, não focaram especificamente sobre pesquisas experimentais com os alunos no ensino de Computação e no desenvolvimento do pensamento computacional, buscando contemplar outras perspectivas, bem como ambientes e ferramentas de programação, simulação e kits de robótica; métricas avaliativas sobre o desenvolvimento do PC; introdução da Ciência da Computação na Educação Básica; definições e conceitos sobre o PC; promoção de habilidades do PC por meio do Scratch; desenvolvimento de modelos conceituais para o PC por intermédio da programação.

Tendo em vista que em pesquisas experimentais há o contato direto com a realidade concreta da EB, podendo sinalizar caminhos pedagógicos para o ensino da computação nesse nível de formação, realizamos um mapeamento sistemático de literatura (MSL) com o objetivo de analisar como o PC tem sido abordado no ensino de conceitos de Computação em pesquisas experimentais.

Neste artigo, descrevemos os procedimentos metodológicos e o *corpus* documental do MSL, a

³ O termo Pensamento Computacional foi mencionado pela primeira vez por Seymour Papert (1980), fazendo referência à possibilidade de “integrar o pensamento computacional à vida cotidiana” no sentido de envolver sistemas computacionais em atividades na vida das pessoas.

Pesquisas experimentais no desenvolvimento do pensamento computacional: um mapeamento sistemático de literatura no ensino de conceitos de computação
extração e a análise das informações, apresentamos as discussões geradas e os resultados alcançados pela investigação e encerramos com as considerações finais.

Desenvolvimento

Procedimentos metodológicos e *corpus* documental

Segundo Kitchenham e Charters e (2007), grande parte das pesquisas se inicia com alguma forma de revisão de literatura para analisar lacunas e possibilidades de investigação em uma determinada área. Para os autores, um MSL é uma revisão de literatura mais elaborada e com rigor metodológico apurado. Sob essa ótica, este trabalho apresenta os resultados de um MSL que compõe uma pesquisa de pós-graduação em Educação, em nível de doutorado. O trabalho baseou-se nos procedimentos metodológicos apresentados por Kitchenham e Charters (2007), compostos pelas etapas:

- 1) Questão e estratégia da pesquisa;
- 2) Seleção dos trabalhos;
- 3) Extração e análise das informações;
- 4) Discussão.

Trataremos das duas primeiras etapas nesta seção, restando as outras duas para as seções subsequentes.

Questão e estratégia de pesquisa

Com base em trabalhos publicados sobre a temática do PC, em periódicos científicos, especialmente nas áreas de Computação e Educação, nos indagamos sobre a forma com que o PC tem sido desenvolvido no ensino de conceitos computacionais, por meio de pesquisas experimentais. Essa indagação é amparada em trabalhos recentes de revisão de literatura na área (TIKVA; TAMBOURIS, 2021; TASLIBEYAZ; KURSUN; KARAMAN, 2020; ZHANG; NOURI, 2019).

Desse modo, definimos os seguintes questionamentos:

- Q1: Como o PC tem sido abordado, no ensino de conceitos de Computação, em pesquisas experimentais?
- Q2: Quais conceitos de Computação têm sido investigados? Para quais níveis e etapas de ensino?

Como estratégia da pesquisa, definimos a base de dados em que seriam buscados os trabalhos, além da composição da *string* de busca. A base de dados escolhida foi o Portal de Periódicos da CAPES⁴, por hospedar mais de 200 bases de dados de relevância no âmbito acadêmico, tais como ACM, ERIC, IEEE, Wiley, Taylor & Francis, Scopus, SpringerLink, Web of Science, Science Direct, entre outras.

O portal foi acessado por meio da opção “meu espaço”, em que o usuário se cadastra e tem a possibilidade de armazenar informações de pesquisas em uma sessão individual. Com essa opção, realizamos algumas buscas com a composição de palavras-chave como “pensamento computacional”, “ensino”, “aprendizagem”, “educação básica” e “ensino de computação” nos idiomas português, inglês e espanhol, ou seja, cada uma das palavras traduzidas nos três idiomas, visando a composição de uma *string* de busca única. No entanto, notamos que a composição entre as palavras-chave nos três idiomas em uma mesma *string* seria inviável, dadas as especificidades próprias de cada idioma. Além disso, notamos que a palavra-chave “ensino de computação” estava restringindo a quantidade de registros retornados e, desse modo, a removemos da composição. Após algumas buscas com as demais palavras-chave, propusemos a seguinte *string* de busca:

- ((“pensamento computacional”) AND (ensino OR aprend*) AND ((educação) OR (“ensino básico”) OR (“educação básica”) OR (“ensino fundamental”) OR (“ensino médio”) OR (“ensino superior”)));
- ((“computational thinking”) AND (teach* OR learn*) AND ((education) OR (“elementary school”) OR (“secondary school”) OR (“high school”) OR (“university education”) OR (“higher education”)));
- ((“pensamiento computacional”) AND (enseñ* OR aprend*) AND ((educación) OR (“educación primaria”) OR (“educación secundaria”) OR (“formación profesional”) OR (“bachillerato”) OR (“enseñanza superior”))).

⁴ Disponível em: <https://www.periodicos.capes.gov.br/>. Acesso em: 30/12/2020.

Pesquisas experimentais no desenvolvimento do pensamento computacional: um mapeamento sistemático de literatura no ensino de conceitos de computação

No dia 30 de dezembro de 2020, as *strings* de busca retornaram 2175 trabalhos, sendo: 27 em língua portuguesa, 2101 em língua inglesa e 47 em língua espanhola. Todos os registros foram exportados pela plataforma e armazenados localmente para posterior utilização.

Seleção dos trabalhos

Para auxiliar a organização e documentação do MSL, utilizamos a ferramenta *on-line* Parsif.al⁵, desenvolvida especificamente para essa necessidade. Além de sistematizar o planejamento e execução do mapeamento, a ferramenta possibilita o compartilhamento de todo o processo com outros usuários, simultaneamente. Além disso, possibilita o planejamento de todas as etapas do mapeamento sistemático, bem como a definição dos critérios de seleção – inclusão e exclusão – de cada trabalho. O critério de inclusão foi definido como:

- Publicações, em forma de artigo completo de periódico científico, que apresentem o PC no ensino de conceitos de Computação, por meio de abordagens experimentais.

Em relação aos critérios de exclusão, foram os seguintes:

- Publicações que não estavam em língua portuguesa, inglesa ou espanhola;
- Publicações incompletas (sem título, resumo, informação irrelevante ou incompleto);
- Publicações duplicadas (apenas uma foi considerada);
- Não se classificava como uma pesquisa experimental ou abordava outra temática de investigação.

Definidos os critérios, os registros armazenados foram importados pela ferramenta, que os organizou de modo a possibilitar a investigação dos trabalhos.

Para orientar a investigação foram propostos os seguintes filtros de seleção:

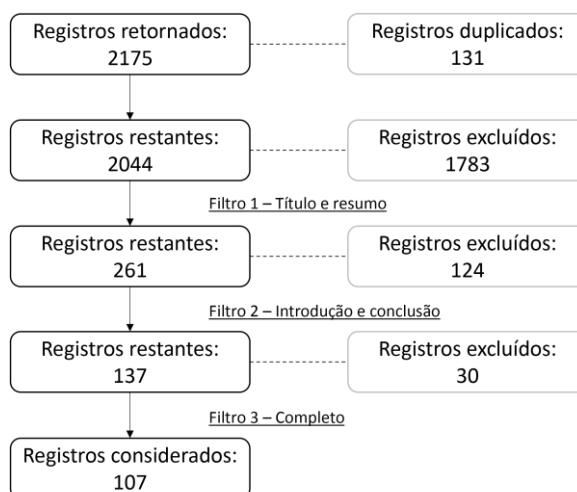
- Primeiro Filtro: leitura do título, resumo e palavras-chave, avaliando-os conforme os critérios de seleção de publicações;
- Segundo Filtro: leitura da introdução e conclusão, avaliando-as conforme os critérios de seleção de publicações;
- Terceiro Filtro: leitura completa da publicação, avaliando-a conforme os critérios de

⁵ Disponível em: <https://parsif.al/>. Acesso em: 10 abr. 2021.

seleção de publicações.

Antes de iniciar a leitura dos trabalhos, o próprio *software* localizou registros duplicados, que somaram 131 e foram removidos de imediato. Os 2044 registros restantes foram analisados de acordo com o primeiro filtro e os critérios de seleção, restando, então, 261 trabalhos. Com esse quantitativo, prosseguimos com a análise de acordo com o segundo filtro, do qual obtivemos 137 e, com estes, após leitura completa (terceiro filtro), chegamos a 107 trabalhos. A Figura 1 ilustra o processo de análise dos registros para composição do *corpus* documental.

Figura 1 - Processo de análise e composição do *corpus* documental



Fonte: Elaborada pelos autores.

Extração e análise das informações

Nesta etapa, analisamos os trabalhos selecionados classificando-os em categorias para organizar as informações de modo a contribuir com a investigação central do MSL. A seguir, são elencadas as categorias definidas:

- Ano de publicação: ano em que o trabalho foi publicado;
- País de origem: país em que o trabalho foi realizado;
- Repositório e periódico: repositórios e revistas científicas em que os trabalhos podem

Pesquisas experimentais no desenvolvimento do pensamento computacional: um mapeamento sistemático de literatura no ensino de conceitos de computação

ser localizados;

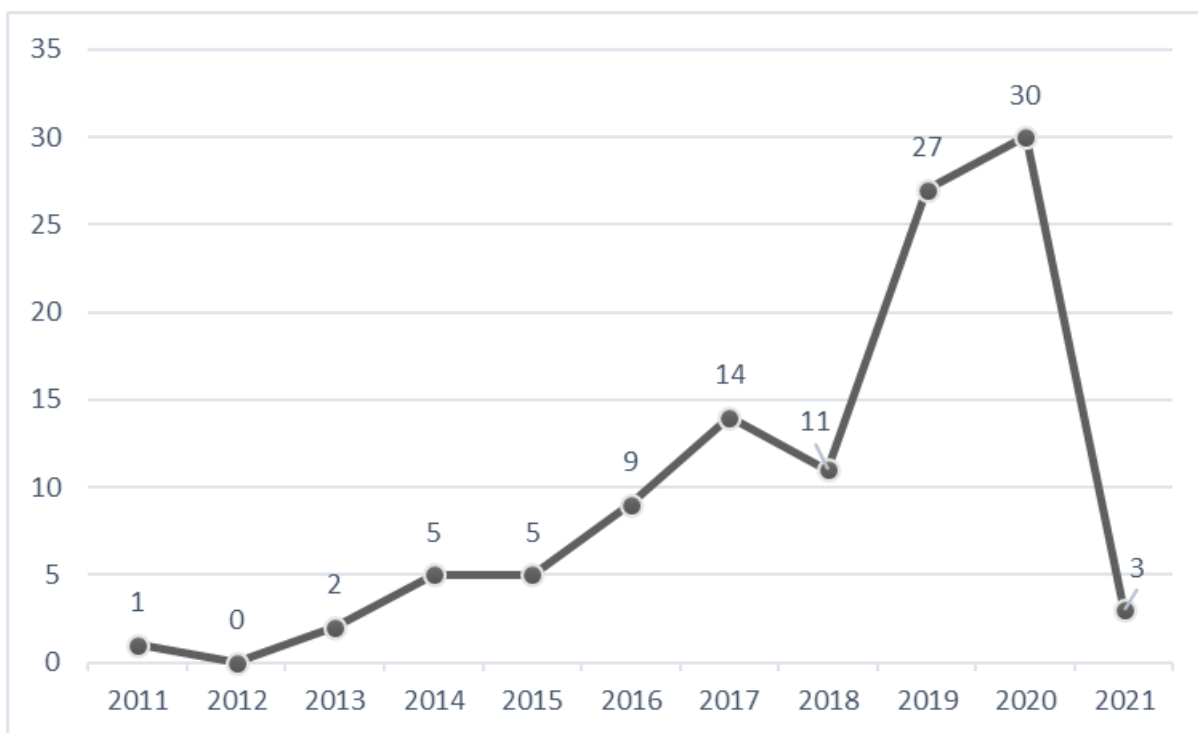
- Nível e etapa de ensino do público-alvo: Educação Infantil, Ensino Fundamental – anos iniciais e anos finais –, Ensino Médio, Ensino Superior/Técnico – Formação de professores;
- Metodologias de ensino e aprendizagem: abordagem utilizada nos experimentos;
- Controle do experimento: divisão em grupos de controle e experimental;
- Área temática abordada: subárea ou conceito de computação abordado;
- Forma de promover o desenvolvimento do PC: artefato utilizado na abordagem (*software, hardware, desplugada*);
- Tempo de duração da intervenção: tempo de realização do experimento (menor que 3h, 3 a 10h, 11 a 20h, 21 a 30h, mais de 30h);
- Quantidade de público: quantidade de pessoas participantes do experimento;
- Metodologia de análise dos dados: qualitativa, quantitativa ou mista;
- Instrumento de análise e coleta de dados: tipo de instrumento utilizado na análise e coleta de informações;
- Procedimentos estatísticos: ferramentas estatísticas utilizadas na análise das informações;
- Fundamentação teórica: embasamento teórico mencionado no trabalho.

Para prosseguir com a análise dos trabalhos, os registros selecionados foram exportados do Parsif.al em uma planilha eletrônica e, para cada trabalho, verificamos e registramos as informações de cada categoria, formando o *corpus* documental⁶ desta pesquisa.

Quanto ao ano de publicação, tivemos a maior quantidade de trabalhos selecionados publicados nos anos de 2020 e 2019, com 30 e 27 trabalhos, respectivamente. Conforme já informado, a data de busca no portal de periódicos foi 30 de dezembro de 2020, ou seja, não foram considerados trabalhos publicados em data posterior. A Figura 2 ilustra a classificação por ano de publicação.

⁶ A listagem de todos os trabalhos do *corpus* documental está disponível em: <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1ozMin4cWbEkVjB6pLKANkhwWEDg9UFMCooMvQBcKFrq/>.

Figura 2 - Artigos selecionados por ano de publicação

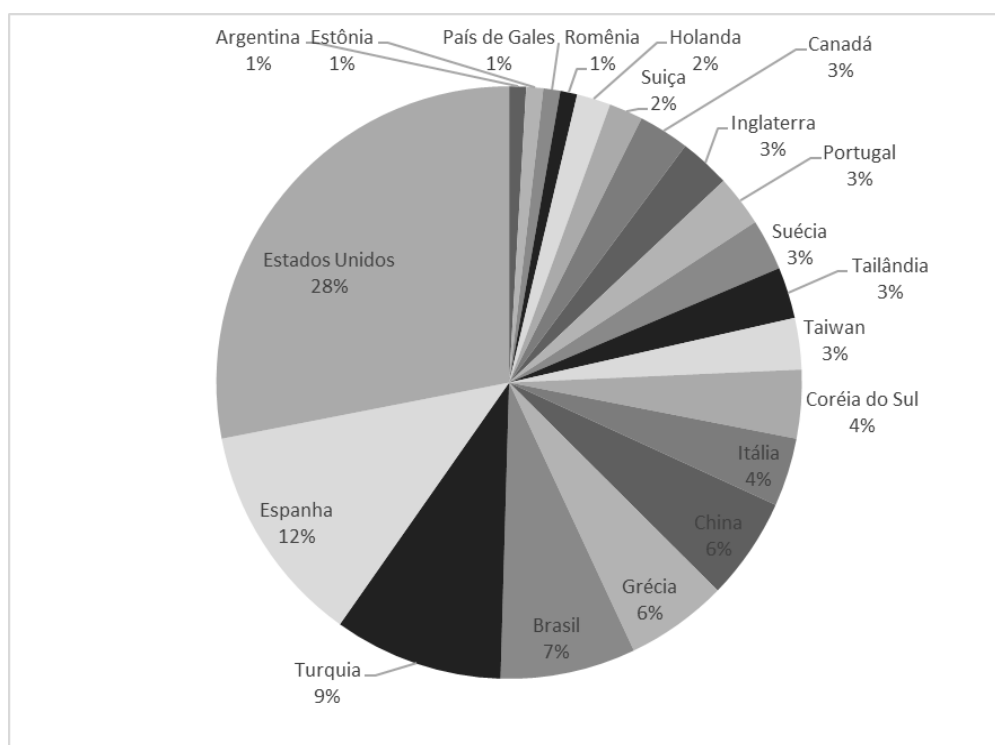


Fonte: Elaborada pelos autores.

Sobre o país de publicação, a maioria dos trabalhos teve como origem os Estados Unidos, seguido por Espanha, Turquia e Brasil. Assim como em outras revisões sistemáticas (ZHANG; NOURI, 2019; HSU; CHANG; HUNG, 2018), os Estados Unidos também aparecem com grande quantidade de trabalhos publicados. A Figura 3 ilustra a composição de trabalhos por país.

Pesquisas experimentais no desenvolvimento do pensamento computacional: um mapeamento sistemático de literatura no ensino de conceitos de computação

Figura 3 - Distribuição por país



Fonte: Elaborada pelos autores.

Apesar de a maioria dos trabalhos ser originária dos Estados Unidos e, conseqüentemente, estar no idioma inglês, trabalhos com origem no Brasil também foram escritos em língua inglesa. Esse fator possui duas facetas de interessante análise. Por um lado, amplia o alcance da pesquisa em nível global, levando seus resultados para outros países – além de que muitos dos periódicos de relevância internacional só aceitam trabalhos em língua inglesa –, mas, por outro, reduz o compartilhamento de informações no próprio país entre pessoas que não dominam essa língua, restringindo sua circulação, por exemplo, no ambiente da EB.

Quanto ao repositório e periódico em que os trabalhos estavam hospedados, apesar de a base de busca ter sido o Portal de Periódicos da CAPES, a maioria dos trabalhos estava em periódicos indexados em outras bases ou repositórios. Os maiores quantitativos de bases e periódicos estão

ilustrados na Tabela 1. Elsevier, Springer, ACM, ERIC, IEEE foram as bases indexadoras que mais apareceram. Os periódicos, “*Computer and Education*” e “*ACM Transactions on Computing Education*” foram os que tiveram mais trabalhos publicados, com dez e nove artigos, respectivamente. Demais bases e periódicos podem ser visualizados na listagem completa do *corpus* documental.

Tabela 1 - Repositórios ou bases indexadoras e periódicos mais frequentes

BASE	PERIÓDICO	QUANTIDADE
ACM	ACM Transactions on Computing Education	9
ELSEVIER	Computers and Education	10
	Computers in human behavior	6
ERIC	Informatics in Education	5
	International Journal of Computer Science Education in Schools	3
	Journal of Information Technology Education	2
	Participatory Educational Research (PER)	2
IEEE	IEEE Access	3
MDPI	Education sciences	2
REDIB	Revista Observatório	2
SAGE	Journal of educational computing research	3
SPRINGER	Journal of science education and technology	5
	Education and Information Technologies	2
	Educational Technology Research and Development	2
	Technology, Knowledge and Learning	2
	TechTrends	2
WILEY	Computer Applications in Engineering Education	2

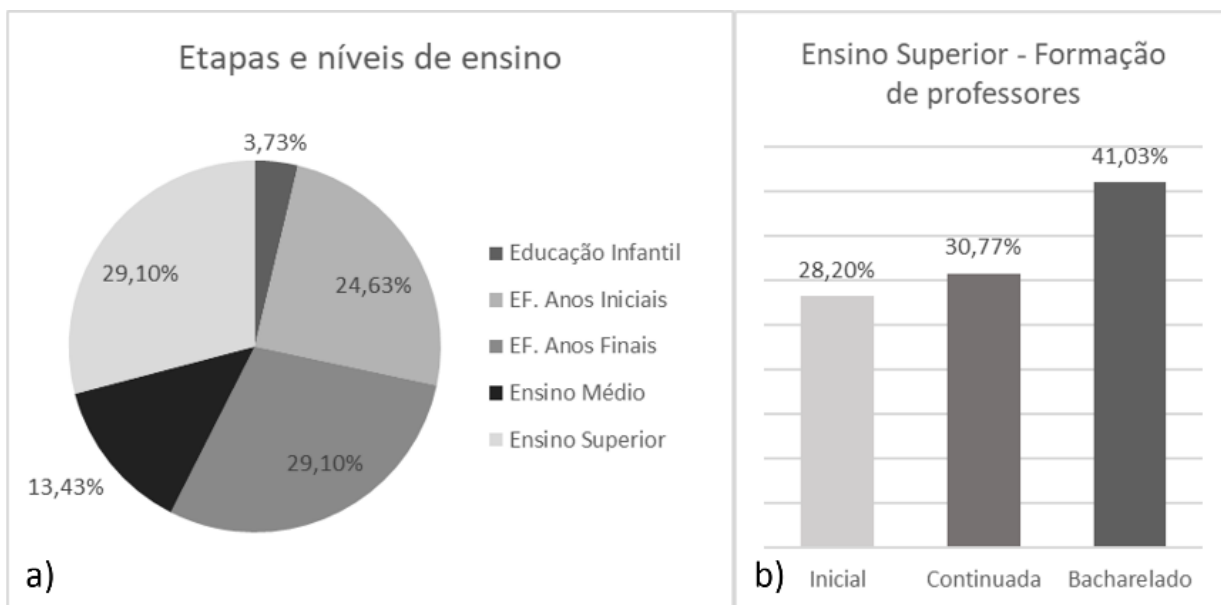
Fonte: Elaborada pelos autores.

Referente ao nível e a etapa de ensino em que os estudos foram realizados, observamos certo equilíbrio entre o Ensino Fundamental (anos iniciais e anos finais) e o Ensino Superior, com menor quantitativo no Ensino Médio e menor ainda na Educação Infantil. Observamos, também, que um mesmo trabalho poderia abordar a realização de experimento em mais de um nível de ensino. A Figura 4 – a) detalha os percentuais referentes aos níveis e as etapas de ensino.

Especificamente quanto ao Ensino Superior, localizamos um total de 39 trabalhos, os quais dividimos entre cursos de bacharelado e cursos de formação de professores (inicial e continuada), visto que compreendemos que são cursos distintos quanto aos seus objetivos e, portanto, necessitam de análise em separado. A Figura 4 – b) destaca especialmente esses quantitativos.

Pesquisas experimentais no desenvolvimento do pensamento computacional: um mapeamento sistemático de literatura no ensino de conceitos de computação

Figura 4 – a) Níveis e etapas de Ensino; b) Formação de professores

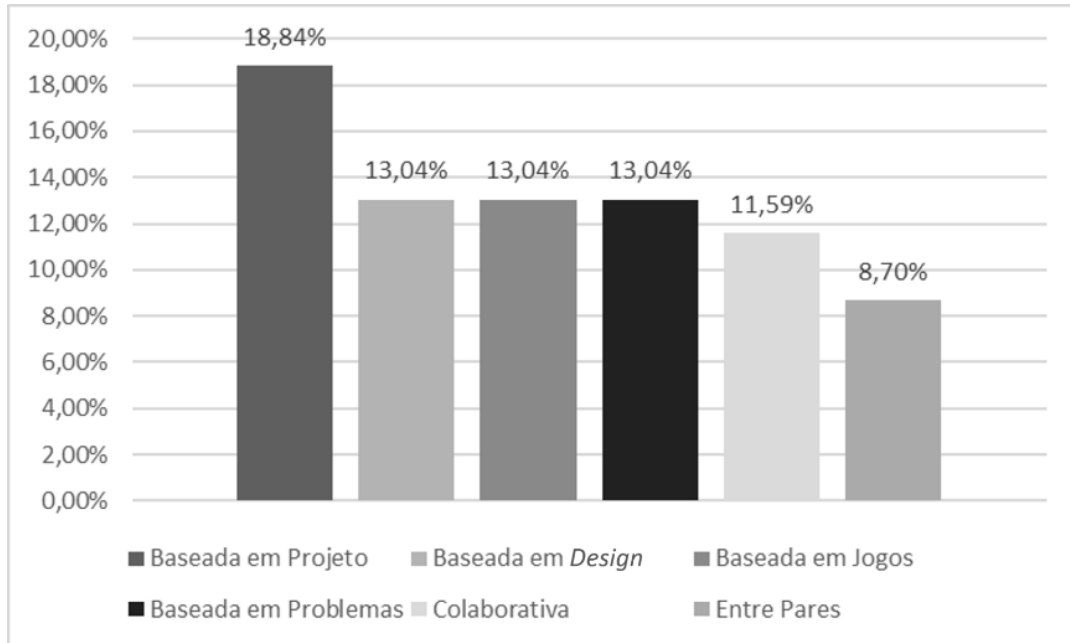


Fonte: Elaborada pelos autores.

Visando analisar o modo experimental em que as pesquisas foram realizadas, verificamos, em cada um deles, se houve a definição de algum tipo de controle do experimento, por exemplo, com a definição de grupos de controle e experimental, com ou sem distribuição aleatória dos sujeitos dos grupos (estudo experimental ou quase experimental). Nos trabalhos investigados, a distribuição do público participante em grupos de controle e experimental ocorreu em 22 deles (20,56%).

Quanto às metodologias de ensino e aprendizagem utilizadas pelos autores de cada trabalho, identificamos seis principais metodologias: Baseada em Projeto; Baseada em *Design*; Baseada em Jogos; Baseada em Problemas; Colaborativa e Entre Pares, as quais que somaram 78,26% das 69 abordagens declaradas nos trabalhos. A Figura 5 ilustra o percentual das abordagens citadas.

Figura 5 - Metodologias de ensino e de aprendizagem



Fonte: Elaborada pelos autores.

Ressaltamos que as definições das metodologias utilizadas foram registradas com base na autodescrição dos autores, que as nomearam ora como abordagem de ensino, ora como metodologia de ensino ou de aprendizagem. Tivemos, ainda, trabalhos declarando utilizar uma ou mais abordagens metodológicas. Demais abordagens, não citadas aqui, apareceram apenas em um trabalho cada.

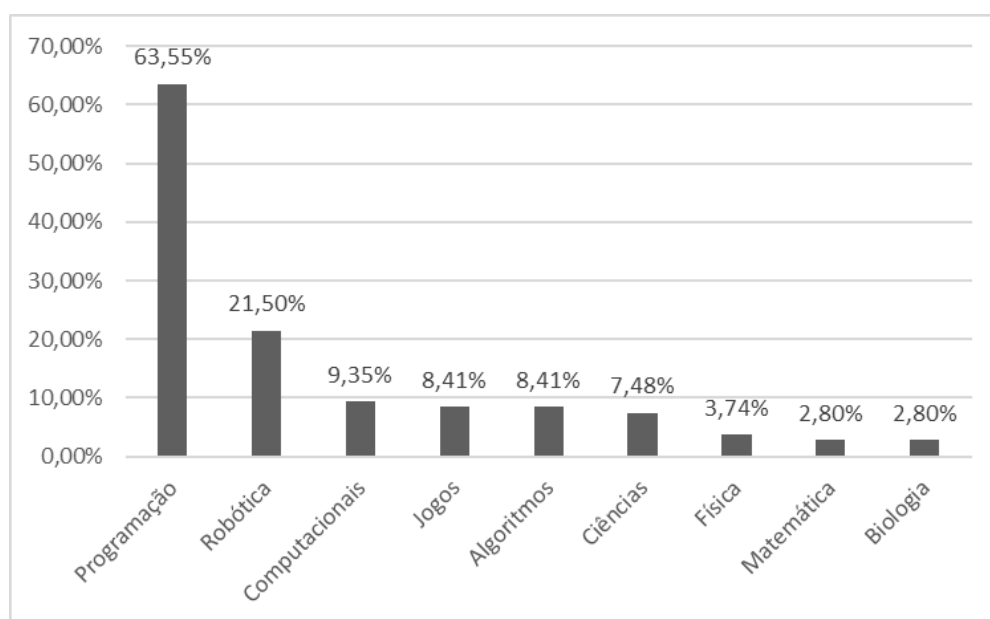
Com relação à área temática em que os estudos foram realizados, tivemos a programação presente em grande parte dos trabalhos (85,98%), sendo utilizada como meio (instrumento) ou fim nas práticas de ensino, desenvolvimento ou promoção de habilidades do PC. Ou seja, mesmo quando não é considerada como conteúdo disciplinar, a programação aparece como objeto de estudo, por exemplo, em trabalhos que consideram jogos ou robótica como elemento principal de estudo. A programação, descrita especificamente como objeto para desenvolver ou promover habilidades do PC, apareceu em 63,55% dos trabalhos. A robótica teve aparição considerável chegando ao percentual de 21,50%. A interseção entre os trabalhos que mencionaram explicitamente robótica e programação no desenvolvimento de habilidades do PC somaram 10,28%.

Pesquisas experimentais no desenvolvimento do pensamento computacional: um mapeamento sistemático de literatura no ensino de conceitos de computação

Ressaltamos que não é possível realizar uma divisão entre programação e robótica, pois esta não pode ser desenvolvida sem programação, ou seja, não há como movimentar um robô sem programá-lo, por exemplo.

Encontramos, ainda, pesquisas com foco no desenvolvimento do PC por meio de conceitos relacionados à área da Computação, como estrutura de dados, métodos ágeis, lógica, máquina de Turing, conceitos de Inteligência Artificial, simuladores e *software*, que juntos alcançaram 9,35%. Os conceitos de algoritmos e jogos no desenvolvimento do PC também estiveram presentes em alguns trabalhos, atingindo 8,41% cada. Encontramos trabalhos que abordam o PC e programação em outras áreas, tais como Ciências, Matemática, Física, Biologia, Artes, Jornalismo e Educação Financeira e, apesar de o foco do mapeamento ser sobre o ensino de conceitos de computação, como houve a correlação direta com programação, esses trabalhos foram selecionados. A Figura 6 apresenta um panorama com as principais temáticas relacionadas ao ensino de computação e PC presentes nos trabalhos.

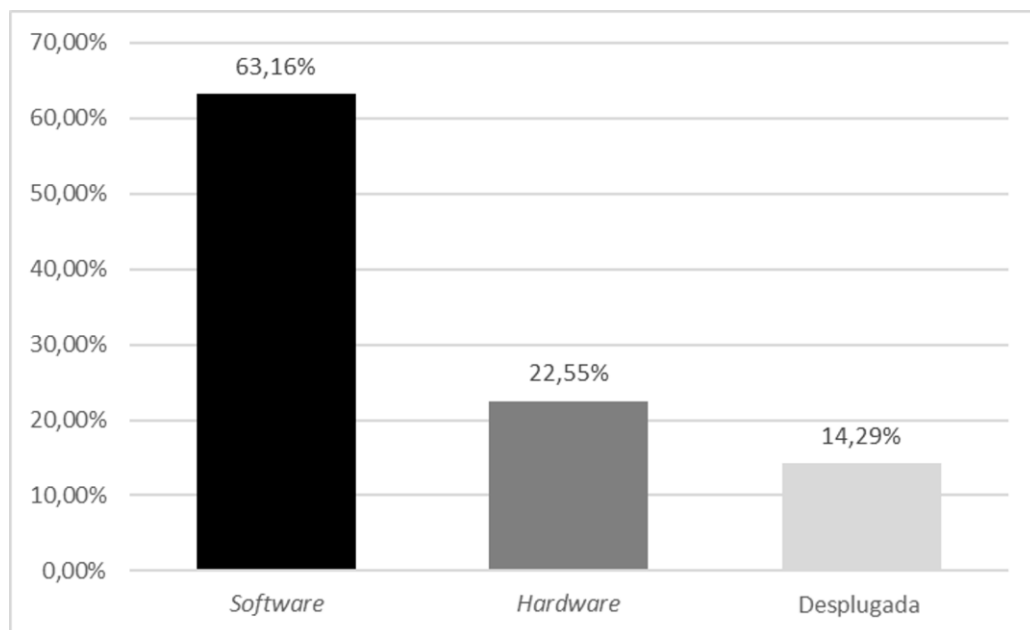
Figura 6 - Áreas temáticas abordadas



Fonte: Elaborada pelos autores.

Sobre o modo como PC tem sido abordado nos estudos, ou seja, quais materiais, ferramentas ou objetos de aprendizagem têm sido utilizados no amparo ao desenvolvimento do PC, dividimos o item em três possibilidades, a saber: *Software* – ambiente, plataforma ou aplicativo; *Hardware* – equipamento eletrônico (computador, *tablet*, *smartphone*, placa programável, robótica), e; *Desplugada* – computação desplugada ou desconectada, sem uso de *hardware* ou *software*. Novamente destacamos que todo dispositivo de *hardware* depende de seu *software* para entrar em funcionamento e, desse modo, a maioria dos trabalhos que fez uso de *hardware* também se utilizou de *software*. A Figura 7 demonstra os percentuais de cada subcategoria.

Figura 7 - Materiais e ferramentas na abordagem



Fonte: Elaborada pelos autores.

Dentro de cada subcategoria, destacamos os artefatos que têm sido utilizados. Por exemplo, em “*Software*”, que apresenta o maior quantitativo de artefatos em uso, como ferramenta em 112 trabalhos, dividimos novamente a subcategoria em: linguagens de programação visuais (blocos)

Pesquisas experimentais no desenvolvimento do pensamento computacional: um mapeamento sistemático de literatura no ensino de conceitos de computação

(86), utilização de jogo (14), linguagem de programação escrita (9), utilização de simulações (3), além de alguns trabalhos que não especificaram o artefato utilizado.

Podemos verificar que a maioria dos trabalhos que se utilizou de *software* tem como materiais de apoio plataformas de programação em blocos. Dentre elas, tivemos o Scratch⁷ aparecendo em 41,86% (36) dos trabalhos, o que vai ao encontro do que tem sido constatado por outras pesquisas nessa temática (ZHANG; NOURI, 2019; HSU; CHANG; HUNG, 2018). *Software* de programação em blocos da Lego⁸ também estiveram presentes, chegando a 13,95%. Apesar de o Scratch possibilitar a construção de jogos e animações, foram inseridos na categoria “Jogos” os trabalhos em que o público fez uso de um jogo, de fato jogando-o e não programando, necessariamente, um jogo. Já a “Escrita” referenciou as linguagens de programação usuais, tais como Python, C/C++, entre outras, que não têm sua escrita por meio da utilização de blocos. Quanto à “Simulação”, foi referente à utilização de simuladores, geralmente *on-line*, em que o ensino é mediado pela reprodução ou demonstração de fenômenos relacionados a determinada temática.

Na subcategoria “*Hardware*”, predominou a utilização de robôs e kits de robótica, tais como os kits da Lego, seguidos das placas de prototipação eletrônica (Arduino, por exemplo). Os robôs foram mais utilizados, em comparação às placas de prototipação. Dos 32 trabalhos com robôs, os kits Lego somaram 15 (46,88%).

A subcategoria “*Desplugada*” totalizou 20 aparições entre os trabalhos, e os artefatos acabaram bem distribuídos. Em 6 deles, denominamos de “Projetos” algumas iniciativas que ofereceram atividades desplugadas ou desconectadas, sendo elas: *Computer Science Unplugged* (2) (BELL; WITTEN; FELLOWS, 2011), Desafio Bebras (1) (BEBRAS, n. d.), Projeto Kesfet⁹ (1), Projeto *Barefoot Computing*¹⁰ (1) e Projeto *Codekinderen*¹¹ (1). A utilização de fluxogramas e de jogos sem uso de aparatos eletrônicos vem na sequência, ambas com 4 aparições. A seguir, estão as atividades do Code.org¹² que, apesar de ser uma plataforma *on-line*, oferece práticas que podem ser realizadas de modo desconectado. Constatamos, ainda, em 3 trabalhos, a menção a atividades

⁷ Disponível em: <https://scratch.mit.edu/>. Acesso em: 20 maio 2021.

⁸ Disponível em: <https://www.lego.com/pt-br/themes/mindstorms>. Acesso em: 20 maio 2021.

⁹ Disponível em: <https://www.kesfetprojesi.org>. Acesso em 10 jun. 2021.

¹⁰ Disponível em: <https://www.barefootcomputing.org>. Acesso em 10 jun. 2021.

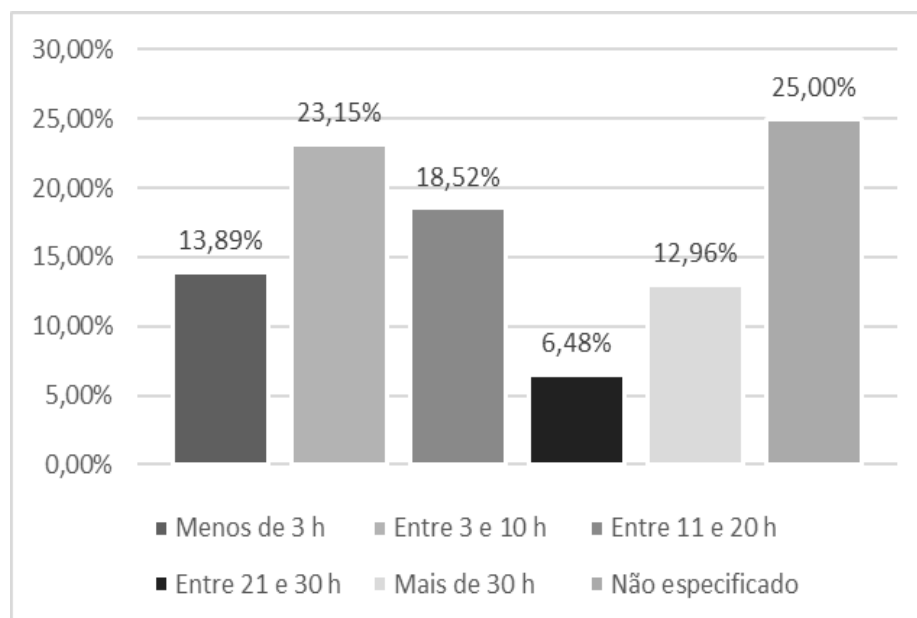
¹¹ Disponível em: <http://www.codekinderen.nl/leerling/unplugged/index.html>. Acesso em 10 jun. 2021.

¹² Disponível em: <https://code.org>. Acesso em: 20 maio 2021.

desplugadas sem especificar a origem, sendo desenvolvidas e aplicadas pelos próprios autores dos trabalhos.

Quanto ao tempo de duração da intervenção, seja ela desenvolvida em forma de oficina, curso, *workshop*, seminário ou intervenção pontual, dividimos essa categoria de acordo com a carga horária realizada: i) intervenção com menos de 3 horas de duração; ii) intervenção entre 3 e 10 horas; iii) intervenção entre 11 e 20 horas; iv) intervenção entre 21 e 30 horas; v) intervenção com mais de 30 horas; vi) tempo não especificado. Conforme a Figura 8, podemos verificar que diversos trabalhos não especificaram a carga horária (embora alguns especificarem o tempo total em dias ou meses, não mencionaram a carga horária total). Com menos aparições estão os trabalhos que desenvolveram atividades entre 3 e 10 horas, seguidos pelas intervenções que duraram entre 11 e 20 horas, depois com duração de menos de 3 horas. Ações com carga horária superior a 30 horas, e entre 21 e 30 horas, atingiram, respectivamente, 12,96% e 6,48%.

Figura 8 - Tempo de duração da intervenção

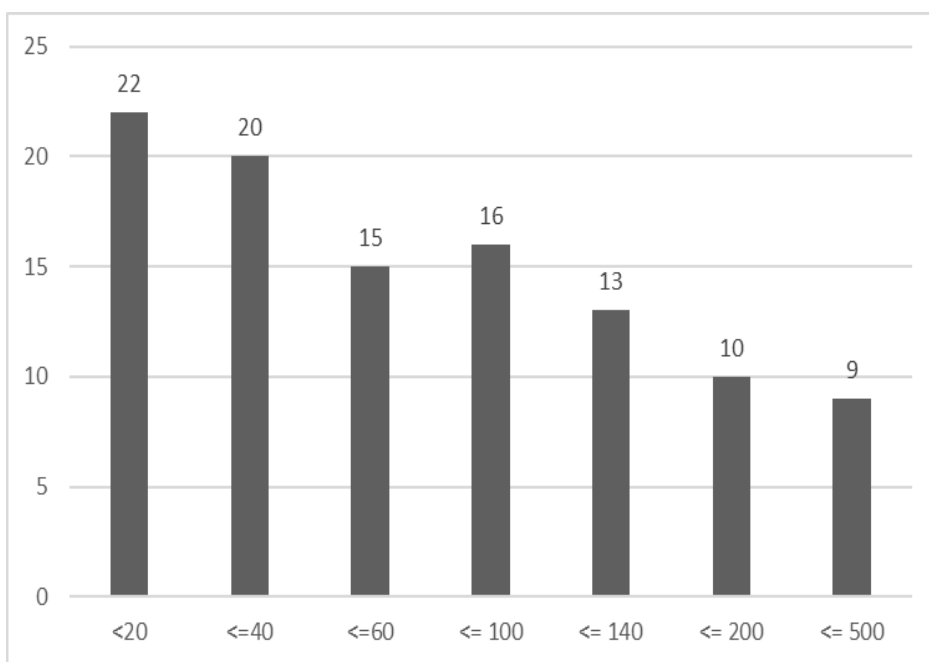


Fonte: Elaborada pelos autores.

A quantidade de público nas intervenções teve grande variação, apresentando desde dois

Pesquisas experimentais no desenvolvimento do pensamento computacional: um mapeamento sistemático de literatura no ensino de conceitos de computação participantes até 1340 (apenas um estudo). Somente uma pesquisa não especificou a quantidade de participantes. A Figura 9 ilustra os quantitativos de participantes.

Figura 9 - Quantidade de participantes das intervenções

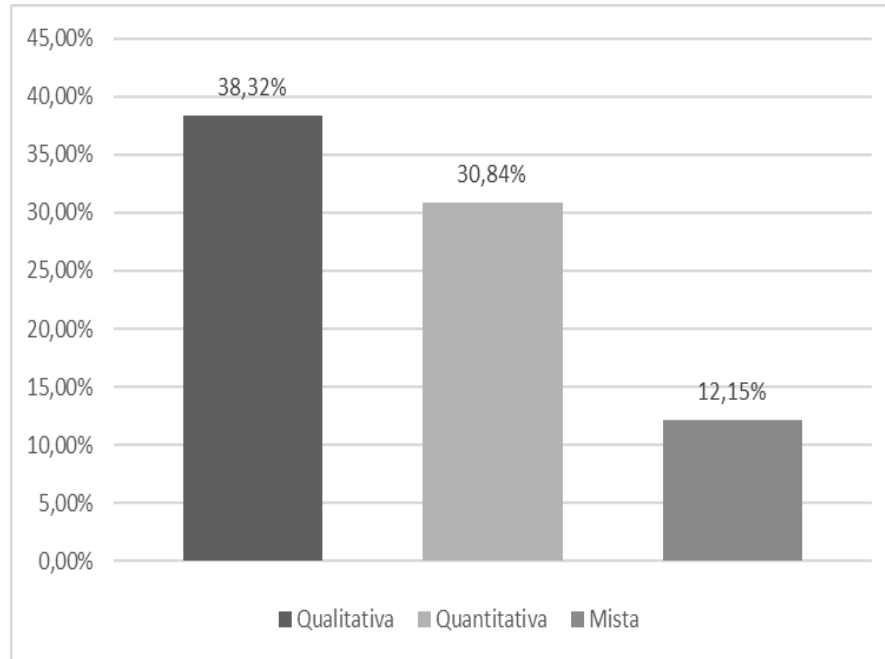


Fonte: Elaborada pelos autores.

Podemos verificar que o maior quantitativo de público esteve na faixa de até 100 participantes, quando comparado às demais variações de quantidade de público. As intervenções ocorreram, em geral, com estudantes de turmas regulares em instituições de ensino (diversos níveis) ou em cursos de formação de professores.

Como metodologias de análise de dados nos trabalhos, constatamos, por meio da autodescrição dos autores, metodologias qualitativas, quantitativas e mistas. Ao total, foram 87 trabalhos que indicaram utilizar uma ou outra metodologia. Os percentuais dessa categoria são apresentados na Figura 10.

Figura 10 - Metodologias de análise de dados

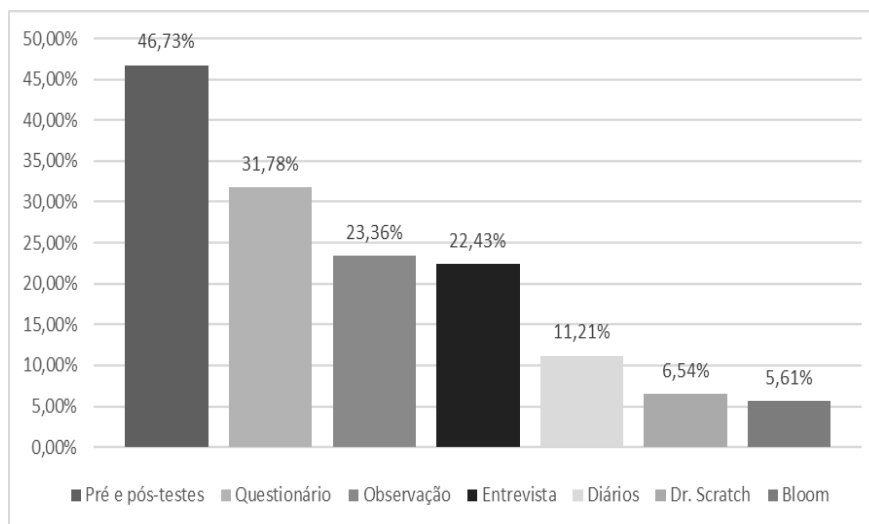


Fonte: Elaborada pelos autores.

Os pré e pós-testes foram os principais instrumentos de avaliação quantitativa, estando presentes em quase metade dos trabalhos analisados (46,73%). Foram testes comparativos de melhoria de desempenho em atividades (aprendizagem), autoavaliação de desempenho, atitude, motivação, autoeficácia, todos relacionados ao PC. Destacamos, particularmente, três destes testes: o teste do pensamento computacional (ROMÁN-GONZÁLEZ; PÉREZ-GONZÁLEZ; JIMÉNEZ-FERNÁNDEZ, 2017), a tarefa Bebras (BEBRAS, n. d.) e a Escala de Níveis de Pensamento Computacional (KORKMAZ; ÇAKIR; ÖZDEN, 2017); que foram mencionados em 20 dos trabalhos que utilizaram pré e pós-testes. A ferramenta Dr. Scratch, que avalia automaticamente projetos da plataforma Scratch, também foi utilizada em alguns trabalhos. Nos métodos qualitativos, estiveram presentes as observações (gravações de vídeo), questionários, entrevistas e diários (anotações). A Taxonomia dos Objetivos Educacionais (Taxonomia de Bloom) também foi objeto de investigação em alguns trabalhos. A Figura 11 demonstra os instrumentos mais utilizados.

Pesquisas experimentais no desenvolvimento do pensamento computacional: um mapeamento sistemático de literatura no ensino de conceitos de computação

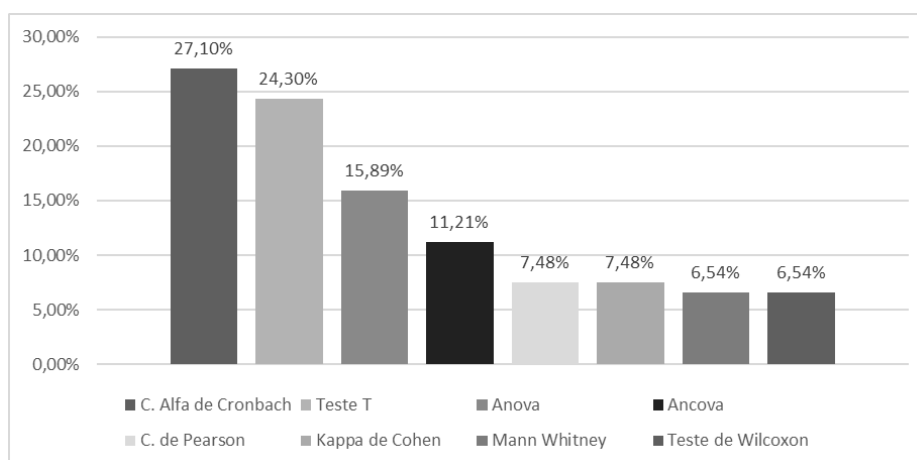
Figura 11 - Instrumentos de análise e coleta de dados



Fonte: Elaborada pelos autores.

Além desses instrumentos, foram utilizados procedimentos estatísticos paramétricos e não-paramétricos na análise dos resultados em diversos trabalhos. Os principais métodos estatísticos são apresentados na Figura 12.

Figura 12 - Procedimentos estatísticos



Fonte: Elaborada pelos autores.

Ainda na análise dos trabalhos que compuseram o *corpus* documental desta pesquisa, observamos a fundamentação teórica em obras de autores de relevância sobre a temática do PC (Seymour Papert e Jeannette Wing), além de referenciais relacionados a teorias de ensino, aprendizagem e desenvolvimento no campo da Psicologia, tais como Jean Piaget e Lev Vygotsky. A motivação para essas verificações foi a presunção de que os trabalhos sobre PC não estariam investigando a relação entre o PC e o ensino, a aprendizagem e o desenvolvimento humano. Constatamos que 93,46% das pesquisas fizeram referência a algum trabalho de Wing. Já Papert, que para alguns pesquisadores (NOURI *et al.* 2019; SHUTE; SUN; ASBELL-CLARKE, 2017) seria o primeiro autor a contemplar o conceito de PC, houve menção a seus trabalhos em 60,75% das pesquisas analisadas. Quanto aos pressupostos psicológicos, apenas 23,36% mencionaram autores dessa área, a maior parte deles descrevendo, sucintamente, pressupostos das teorias de Piaget e Vygotsky (DÍAZ-LAUZURICA; MORENO-SALINAS, 2019; WU *et al.* 2019).

Discussão e Resultados

Com base nos objetivos deste trabalho e buscando identificar similaridades entre as categorias analisadas, realizamos a organização das informações dos trabalhos em grupos para orientar a discussão. São eles:

- Programação como conceito fundamental para o desenvolvimento do PC;
- Outros conceitos de Computação utilizados para o desenvolvimento do PC;
- Como tem sido realizadas as intervenções experimentais.

As próximas subseções detalham as informações sobre cada um dos grupos.

Programação como conceito fundamental para o desenvolvimento do PC

Esta categoria está vinculada à primeira parte da questão (Q2) desta pesquisa: “Quais conceitos de Computação têm sido investigados?”, pois suspeitamos que, nos trabalhos encontrados na literatura, a programação tem sido o principal conceito da Ciência da Computação utilizado no desenvolvimento do PC.

Pesquisas experimentais no desenvolvimento do pensamento computacional: um mapeamento sistemático de literatura no ensino de conceitos de computação

Amparados em resultados de revisões sistemáticas recentes, encontramos diversas pesquisas que relacionam o ensino de programação ao desenvolvimento de habilidades do PC (TASLIBEYAZ; KURSUN; KARAMAN, 2020, HSU; CHANG; HUNG, 2018) que consideram a programação como um meio atrativo para promover PC, utilizando-se dela como elemento fundamental no desenvolvimento de modelos conceituais para a EB (TIKVA; TAMBOURIS, 2021). Pesquisas mapearam a programação como foco de estudos também no ensino superior (LYON; MAGANA, 2020), além de evidenciar o uso de ambientes/ferramentas de programação em blocos (ZHANG; NOURI, 2019).

Dessa maneira, investigamos como os 68 trabalhos que mencionaram utilizar a programação no desenvolvimento do PC realizaram seus experimentos. Quanto ao público-alvo dos trabalhos agrupados nessa categoria, 2,94% são crianças da educação infantil, 20,59% são alunos dos anos iniciais e 27,94% dos anos finais do ensino fundamental. Tivemos, ainda, o público de estudantes do ensino médio em 11,76% dos trabalhos, ensino superior em 17,65%, excetuando o público dos cursos de formação de professores, que somou 19,12%. Mesmo com a maioria dos trabalhos (63,24%) tendo como público-alvo alunos da EB, é ínfima a inserção da temática do PC na BNCC. Considerando que nesse documento educacional, o PC é tratado como algo a ser desenvolvido, relacionado em geral, à área da Matemática, vinculado à fluxogramas e algoritmos, mas sem uma orientação objetiva de como desenvolvê-lo na EB (BRASIL, 2017), essas investigações podem contribuir para maior aproximação do PC à prática pedagógica nessa etapa de formação.

Quando analisados os quantitativos totais de trabalhos, separados por público-alvo, a formação em nível superior, junto à formação de professores, alcança o maior quantitativo, chegando à 64,10% das 39 pesquisas com programação para esse nível. Ou seja, no ensino superior, a programação como elemento no desenvolvimento do PC tem sido muito utilizada. Quando divididas as formações, chega-se ao percentual de 75% os cursos de bacharelado, não relacionados à formação de professores, com 12 dos 16 trabalhos utilizando programação no desenvolvimento do PC. Números esses que refletem a realidade dos currículos dos cursos em nível superior no Brasil, pois quando o ensino de conceitos de tecnologia ou computação estão presentes entre as disciplinas do curso, subentende-se programação, o que nos faz refletir sobre qual seria a real necessidade de estudantes de cursos de bacharelado, de aprenderem simplesmente técnicas de programação. Não

seria o momento de uma inserção mais ampla de conceitos de computação e tecnologia, por exemplo, com o desenvolvimento de uma forma de pensamento fundamentada nos conceitos da Ciência da Computação, o PC?

Quanto ao tempo de duração da intervenção, a maioria (30,18%) não especificou a carga horária e o tempo de realização das atividades, com 24,53% descrevendo o tempo de realização entre 11 e 20 horas, e 20,75% realizando suas ações com duração entre 3 e 10 horas. Ou seja, não se observa um período de tempo considerável de realização das atividades, visto que estamos tratando de uma área de conhecimento relativamente nova e que não tem sido explorada na EB. Apesar de estar presente em currículos educacionais em outros países (ROYAL SOCIETY, 2012; HUBWIESER *et al.*, 2015; HEINTZ; MANNILA; FÄRNQVIST, 2016; CSTA, 2017), no Brasil, a Computação não é componente curricular da EB, o que também nos leva a refletir sobre o intervalo de tempo necessário para o desenvolvimento do PC, mesmo por meio da programação, considerando que, uma disciplina inicial de programação em nível superior, por exemplo, apresenta, em média, 70 horas de carga horária. Com isso, nos indagamos: em experimentos com carga horária reduzida, seria possível aprender programação? E sobre o PC, se seria possível desenvolvê-lo em curto espaço de tempo?

Quanto à ferramenta utilizada nos experimentos, constatamos que 78,57% utilizam algum tipo de *software* (ambiente, plataforma ou aplicativo), 12,50% fizeram uso de *hardware* e 8,93% recorreram à computação desplugada ou desconectada como artefato. Entre os trabalhos que se utilizam de *software* como ferramenta, mais da metade (61,36%) tem o Scratch como ferramenta de apoio. Portanto, o Scratch é a plataforma mais utilizada para o desenvolvimento do PC quando se envolve programação, seja qual for a faixa etária do público-alvo. A justificativa para o uso dessa plataforma, apresentada nos trabalhos, vincula-se ao fato de ser uma ferramenta gratuita, que propõe o ensino de programação por meio de blocos e não de uma linguagem escrita, o que facilitaria sua aprendizagem. A ferramenta ainda dispõe de um artefato que avalia seus projetos de maneira automática, o Dr. Scratch.

Com este cenário estabelecido, cientes que a programação tem sido o fundamento da computação mais utilizado para o desenvolvimento do PC, devemos retornar para a discussão de um fator que foi rapidamente mencionado: o ensino de programação como componente curricular no ensino superior. Os cursos de graduação, geralmente da área de exatas, dispõe de, ao menos,

Pesquisas experimentais no desenvolvimento do pensamento computacional: um mapeamento sistemático de literatura no ensino de conceitos de computação

uma disciplina sobre programação em seus currículos, e sem mencionar a forma como tem sido abordada, são altos os índices de reprovação nessas disciplinas (SIMON *et al.*, 2019; AURELIANO; TEDESCO; GIRAFFA, 2016). Isso nos leva a refletir sobre o nível de dificuldade de se compreender os conceitos relacionados à programação. Ora, se um estudante do ensino superior, tem encontrado dificuldade frente a esse conceito, será que alunos da EB conseguiriam compreendê-lo em intervenções ou experimentos de curta duração? E, além disso, é possível, por meio da aprendizagem de programação, desenvolver o PC?

Outros conceitos de Computação utilizados para o desenvolvimento do PC

Esta categoria foi estabelecida buscando analisar os trabalhos que se utilizam de outros conceitos ou temáticas da área da Ciência da Computação para promover o desenvolvimento do PC, excetuando-se programação. Conforme observado anteriormente, a programação tratada especificamente como objeto para desenvolver ou promover habilidades do PC, esteve presente em 63,55% dos trabalhos, chegando ao percentual de 85,98% quando considerada não apenas como conteúdo, mas também como meio para ensinar robótica ou jogos, por exemplo, pois sabemos que tanto um jogo quanto um robô, necessitam ser programados.

Desse modo, consideramos, aqui, 14,02% (15) trabalhos que não se utilizaram do conceito de programação no desenvolvimento do PC nos estudos experimentais realizados em suas pesquisas. Mesmo não mencionando a utilização de programação, tais trabalhos envolveram temáticas relacionadas ao conceito, tal como o estudo de algoritmos por meio de computação desplugada ou desconectada, sem a utilização de dispositivos eletrônicos, alguns deles utilizando-se de fluxogramas, quebra-cabeças e até um tipo específico de robô; processos de análise de requisitos e avaliação no ciclo de desenvolvimento de *software*; trabalhos com jogabilidade em jogos; uso de simuladores, ilustrações e animações; tarefas de projetos como o Kesfet e o desafio Bebras.

A análise dos trabalhos dessa categoria nos faz retornar à questão (Q2) desta pesquisa: quais conceitos de Computação têm sido investigados? Ou seja, mesmo compreendendo a importância da programação para a área da Computação, por que esse seria o conceito mais utilizado no desenvolvimento do PC? Ainda, qual a importância dos outros conceitos ou subáreas da Computação?

Visando oferecer informações que colaborassem para responder a esses questionamentos, buscamos identificar as subáreas ou disciplinas fundamentais da Computação, analisando os documentos que embasassem a criação e a manutenção dos cursos da área. Encontramos, na SBC, os referenciais de formação para os cursos de graduação em computação (ZORZO *et al.*, 2017) que foram orientados pelas Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Graduação em Computação (BRASIL, 2016), pelos currículos de referência da SBC (SBC, 2005) e currículo da ACM/IEEE (CC2020 Task Force, 2020).

Os referenciais mais atuais (ZORZO *et al.*, 2017), apesar de terem sido desenvolvidos com base na noção de competência, apresenta os conteúdos ou disciplinas base da computação e, quando comparadas às áreas de conhecimentos do currículo da ACM/IEEE (CC2020 Task Force, 2020) e das disciplinas do currículo de referência (SBC, 2005), podem apresentar variações, porém, contêm inúmeras similaridades quanto à proposição das disciplinas necessárias em um curso de Ciência da Computação.

Com base nesses referenciais, evidenciando as subáreas de concordância, apresentamos as disciplinas fundamentais da Ciência da Computação, então catalogadas: Algoritmos e Estrutura de Dados; Análise de Algoritmos; Arquitetura e Organização de Computadores; Banco de Dados; Computação Gráfica; Computação Paralela e Distribuída; Engenharia de *Software*; Inteligência Artificial; Interação Humano-Computador; Linguagens de Programação; Redes de Computadores; Segurança de Sistemas Computacionais; Sistemas Operacionais; Teoria da Computação; Teoria dos Grafos. Ressaltamos, ainda, que tais disciplinas foram elencadas com base apenas na área computacional, ou seja, mesmo a Computação sendo um campo originário da Matemática, disciplinas dessa área não foram consideradas, ocorrendo o mesmo com disciplinas das áreas da Física, Eletrônica e Contexto Social e Profissional (SBC, 2005).

Dessa forma, alertamos para as áreas da computação que têm sido utilizadas no desenvolvimento do PC. Nesta pesquisa, dos 15 trabalhos que mencionaram a utilização de conceitos alheios à programação, as subáreas que tiveram tópicos específicos abordados foram a Inteligência Artificial e Teoria da Computação, com apenas uma menção cada, e Engenharia de *Software*, aparecendo em dois trabalhos. Conceitos de estruturas de dados e lógica também apareceram, mas, de certo modo, podem ser relacionados à programação. Ou seja, mesmo com diversas subáreas da Ciência da Computação, havendo a possibilidade de se utilizar de variados

Pesquisas experimentais no desenvolvimento do pensamento computacional: um mapeamento sistemático de literatura no ensino de conceitos de computação

conceitos da área, a programação continua sendo o principal conteúdo abordado. Mas, e quanto às outras subáreas, fundamentais para a Ciência da Computação, não seriam essenciais no desenvolvimento do PC? Quantas outras possibilidades poderiam ser exploradas por meio delas?

Como tem sido realizado as intervenções experimentais

Visando incrementar os argumentos para dialogar com as questões de pesquisa que orientaram este MSL: Q1 - “Como o PC tem sido abordado, no ensino de conceitos de Computação, em pesquisas experimentais?” e segunda parte da Q2 – “Para quais níveis e etapas de ensino?”, mais especificamente quanto à forma de realização dos experimentos didáticos, investigamos os tempos de realização das atividades em cada trabalho (tempo de duração da intervenção), frente a outras características de interesse, como o nível e a etapa de ensino do público-alvo, o conceito computacional abordado, metodologias de ensino e aprendizagem, metodologia de análise dos dados, controle do experimento, instrumentos de coleta de dados e procedimentos estatísticos. A Tabela 2 ilustra os quantitativos de atividades em cada nível e etapa de ensino frente aos tempos de realização.

Tabela 2 - Tempo de duração da intervenção, níveis e etapas de ensino

	Educação Infantil	EF (anos iniciais)	EF (anos finais)	Ensino Médio	Ensino Superior	Form. Inicial	Form. Continuada
Menos de 3 horas	1	7	4	2	3	1	2
Entre 3 e 10 horas	1	6	9	8	2	2	1
Entre 11 e 20 horas	2	9	10	3	1	1	0
Entre 20 e 30 horas	1	1	2	2	0	1	0
Mais do que 30 horas	0	3	5	3	4	2	4
Não específica do	0	7	9	0	7	3	6
Total	5	33	39	18	17	10	13

Fonte: Elaborada pelos autores.

Cabe ressaltar que, em um mesmo trabalho, encontramos atividades com tempos distintos, realizadas com pessoas em diferentes níveis e etapas de formação de ensino. Tivemos, então, um total de 135 registros, considerando os níveis e as etapas educacionais frente ao tempo das atividades. Com isso, analisamos as características dessas atividades, com base em orientações para cada nível de ensino presentes em documentos como a BNCC (BRASIL, 2017), Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação) (BRASIL, 2019) e referenciais da SBC (RAABE *et al.*, 2017).

Para a Educação Infantil, esperávamos que as ações tivessem um caráter mais lúdico, amparado em jogos e brincadeiras. No entanto, quando investigados os tempos de realização das atividades, bem como as ações realizadas, verificamos que três dos cinco trabalhos tiveram um tempo de realização entre 11 e 30 horas, ou seja, ações contínuas, o que confere um caráter mais formal à atividade. Além disso, ao averiguarmos a forma proposta para o desenvolvimento do PC, encontramos todas as atividades envolvendo programação, quatro delas com uso de robótica e uma utilizando-se de outro artefato tangível. Alguns dos trabalhos, inclusive, tiveram grupos experimentais e de controle com a comparação das estratégias utilizadas e possíveis indicativos do desenvolvimento do PC. Testes para avaliar os indicativos de aprendizagem apareceram em três trabalhos e, em quatro deles, tivemos algum tipo de ferramenta estatística empregada.

Três ações merecem destaque nas intervenções realizadas nesse nível de escolaridade: 1) manipulação de objetos tangíveis com crianças pequenas, algo que é essencial para essa faixa etária; 2) uso de metodologias como as baseadas em projeto, jogos e em *design* que estão presentes em três dos cinco trabalhos; e 3) sistematização na execução das atividades, com análises qualitativas e quantitativas, além da divisão de grupos de controle e experimental, que alguns desses trabalhos se preocuparam em delinear.

Atividades com computação desplugada, que permitem maior interação entre os participantes, poderiam ser atrativas para crianças nesta faixa etária, assim como os primeiros contatos com aparatos tecnológicos (RAABE *et al.*, 2017). Ou seja, nessa idade, as crianças não necessariamente conseguiriam desenvolver o PC, mas seria o momento adequado para propiciarmos brincadeiras e manipulação de objetos voltados à interação entre as crianças, proporcionando experiências e conhecimentos novos, relacionados a conceitos computacionais.

Pesquisas experimentais no desenvolvimento do pensamento computacional: um mapeamento sistemático de literatura no ensino de conceitos de computação

No Ensino Fundamental, anos iniciais, as atividades apresentadas nos trabalhos selecionados estiverem bem distribuídas quanto ao tempo de realização, especialmente nas ações de até 20 horas, com menos intervenções com maior carga horária. Atividades com programação e robótica foram as que mais apareceram, seguidas de ações envolvendo a computação desplugada e jogos. As metodologias de ensino e aprendizagem foram baseadas em projeto e colaborativas, com algumas análises qualitativas e mistas, e a composição de grupos experimentais e de controle em poucos trabalhos. Apesar disso, os pré e pós-testes estiveram presentes em diversos trabalhos, acompanhados de algumas poucas análises estatísticas (Teste T e Anova). Os trabalhos que não especificaram o tempo de realização também mantiveram, de maneira geral, essas características.

Consideramos que nos anos iniciais do Ensino Fundamental é o momento adequado de se fazer compreender a importância da computação e da tecnologia no cotidiano e, por conseguinte, de se introduzir alguns conceitos de computação, iniciando o desenvolvimento do PC com atividades voltadas à análise e resolução de problemas por meio de linguagens lúdicas visuais, já inserindo os conceitos básicos sobre manipulação e armazenamento das informações e arquitetura básica dos aparatos tecnológicos, tal como preconizado pela SBC (RAABE *et al.*, 2017). Robótica e programação podem ser utilizadas mais ao final da primeira etapa do ensino fundamental, mas, ainda, de maneira lúdica, com propostas orientadas por projetos ou problemas, como, por exemplo, a necessidade da construção de um robô para auxiliar a resolução de determinado problema. Nos trabalhos investigados, ampla maioria se utilizou de programação, alguns com a inserção de robótica e jogos, mas sem uma sistematização de conteúdos e conceitos quanto ao desenvolvimento do PC. A falta de uma disciplina curricular sobre computação já nessa etapa de ensino é algo a ser destacado (SBC, 2018b).

Nos anos finais do Ensino Fundamental quase metade realizou atividades com duração entre 3 e 20 horas, chegando próximo aos 50% do total. A programação com a ferramenta Scratch e o uso de computação desplugada estiveram presentes em diversos trabalhos, com o uso da robótica vindo na sequência e alguns experimentos com simulação. As metodologias de ensino e aprendizagem foram pouco utilizadas, com menções a abordagens baseadas em problemas, projetos, jogos e colaborativas. As metodologias de análise de dados com caráter misto e qualitativo são empregadas em quase metade dos trabalhos, o que aponta maior preocupação com métricas avaliativas, assim

como registrado pelos instrumentos de coleta de dados que apareceram consideravelmente, como os pré e pós-testes, os registros de observações, os questionários, as entrevistas e os diários. O teste estatístico T e o coeficiente Alfa de Cronbach também estiveram presentes em praticamente um terço dos trabalhos analisados.

Os trabalhos que não especificaram carga horária, que somaram cerca de 23%, também seguiram essas características, porém, não fizeram uso de computação desplugada, tendo as metodologias de análise de dados pouquíssimas menções, não se utilizando de entrevistas na coleta de dados. Para nós, em concordância com os referenciais da SBC (RAABE *et al.*, 2017), nos anos finais do Ensino Fundamental, o aluno poderia fortalecer o desenvolvimento do PC, compreendendo conceitos mais específicos da computação e suas aplicações no cotidiano, tal como concepção, uso e implicações do acesso à internet e às informações disponíveis, a relação entre *hardware* e *software* de maneira mais ampla, bem como aplicar conceitos computacionais na análise e na resolução de problemas, inclusive envolvendo conceitos de outras áreas de conhecimento. Essa perspectiva de formação, em geral, não foi mencionada nos trabalhos investigados.

Para o Ensino Médio, etapa final da EB, é fundamental que os jovens passem a ter uma relação teórica com as tecnologias digitais e com a computação de maneira mais acentuada. Os trabalhos investigados que se voltaram para esse público realizaram atividades por períodos de tempo distintos. O intervalo entre 3 e 10 horas foi o que mais apareceu, chegando próximo aos 45% dos trabalhos que informaram carga horária. Quase a totalidade desses trabalhos abordou a programação com o uso de ferramentas e plataformas visando desenvolver o PC. Poucos mencionaram as metodologias de ensino e aprendizagem empregadas (baseada em projeto, *design*, jogos e problemas), com alguns instrumentos de análise (pré e pós-testes, questionários e entrevistas) e ferramentas estatísticas (Teste de Wilcoxon e Alfa de Cronbach). As análises com caráter qualitativo e quantitativo aparecem em quase todos os trabalhos. Os outros intervalos de tempo, com menor aparição entre os trabalhos, em geral, mantiveram essas mesmas características, o que, em nossa análise, foi um ponto crítico, visto que, nessa etapa escolar, muito mais poderia ser explorado.

Com o PC em desenvolvimento nos alunos, este seria o momento da proposição de projetos amplos, englobando aspectos sociais e os conhecimentos curriculares de outras áreas, o uso das

Pesquisas experimentais no desenvolvimento do pensamento computacional: um mapeamento sistemático de literatura no ensino de conceitos de computação

habilidades do PC, ferramentas e técnica computacionais na implementação de soluções para os projetos, por meio de atividades com maior tempo de duração. Os limites da computação deveriam ser compreendidos também nessa etapa, assim como questões de segurança, de propriedade intelectual de dados e os impactos do uso das tecnologias na sociedade (RAABE *et al.*, 2017). Outro aspecto relevante é que, nesse período da formação, podem surgir, nos estudantes, o interesse no aprofundamento dos estudos de conceitos computacionais e, conseqüentemente, em prosseguir nessa área, no ensino superior. Novamente, a falta da computação como componente curricular na EB, é considerada como um fator desfavorável ao desenvolvimento do PC nos alunos.

No Ensino Superior, os intervalos de tempo de realização das intervenções estiveram bem distribuídos. Os trabalhos realizados em cursos de bacharelado e que descreveram a carga horária de suas atividades, apresentaram, de maneira geral, o uso de programação para o desenvolvimento do PC. Apenas um deles apresentou grupos experimental e de controle; praticamente metade recorreu a análises qualitativas ou quantitativas; poucos mencionaram as metodologias de ensino e de aprendizagem (baseada em jogos, colaborativa), uso de pré e pós-testes, questionários e observação na coleta dos dados, e pouquíssimas ferramentas estatísticas. Os trabalhos que não especificaram a carga horária das atividades, chegando a quase 44% do total, se diferenciaram, principalmente por não informar as metodologias de análise de dados utilizadas. As demais características se mantiveram similares às intervenções realizadas em outras etapas da formação.

Os trabalhos que tiveram como público alunos de cursos de graduação de formação inicial de professores também apresentaram carga horária de intervenção bem dispersa. No geral, novamente a programação foi o conceito majoritariamente abordado, com um trabalho, especificamente, descrevendo conceitos sobre Estruturas de Dados e Máquina de Turing (Teoria da Computação). Metodologias de ensino e aprendizagem quase não foram referenciadas (aprendizagem baseada em problema em um trabalho, entre os pares e baseada em *design* em mais uma pesquisa).

Os pré e pós-testes apareceram em quase todos os trabalhos, além de análises estatísticas variadas (Teste T, Anova, Manova, Alfa de Cronbach). A análise dos dados de quase todos os trabalhos se utilizou de abordagens qualitativas, quantitativas ou mistas. Tais características foram mantidas também nos trabalhos que não especificaram carga horária em suas atividades. Nos cursos de graduação com foco na formação de professores, esperávamos atividades com cargas horárias

mais elevadas, visando possibilitar o desenvolvimento integral do PC, como pensamento útil à formação pedagógica em qualquer área, o que ocorreu em apenas dois dos sete trabalhos, conforme mostrou a Tabela 1.

Os trabalhos que ofereceram atividades voltadas ao desenvolvimento do PC para professores em atuação (formação continuada), apresentaram atividades com intervalo de tempo maior que 30 horas em quatro das sete pesquisas que informaram carga horária, o que demonstra uma preocupação, mesmo que tardia, quanto ao amplo desenvolvimento do PC. O cenário geral dos trabalhos foi parecido com o dos trabalhos para o público da formação inicial, quanto ao conceito computacional utilizado (programação), metodologias de ensino e aprendizagem, formas de coleta de dados e testes estatísticos. Os trabalhos aqui identificados não se preocuparam em expor a utilização de metodologias de análise dos dados, com apenas um trabalho fazendo menção ao uso da análise qualitativa. Além disso, observa-se a não constituição de grupos de controle e experimental, o que é, de certa forma curioso, visto que a composição desses grupos seria mais indicada exatamente para trabalhos experimentais, com atividades realizadas em intervalos de tempo maiores. Os trabalhos que não especificaram carga horária de realização de atividade tiveram características similares aos demais.

Conclusões

Por meio do *corpus* documental investigado, extraímos e analisamos informações de modo a contribuir para responder às perguntas que direcionaram esta pesquisa. Após organizar os dados em categorias de análise, buscamos sintetizá-los por meio de grupos que orientaram a discussão. De modo geral, tivemos a programação como uma das principais áreas da computação, exploradas no desenvolvimento do PC. Ela apareceu como conceito computacional, seja como meio (ferramenta) ou como fim (conceito), em quase 86% dos trabalhos investigados. Consideramos que esse fator pode estar relacionado ao fato de a programação estar presente no ambiente educacional há mais tempo que as demais subáreas da Computação e, conseqüentemente, com diversas possibilidades de ser empregada no ensino, seja na criação de jogos, por meio da robótica ou mesmo em atividades desplugadas. Um elemento que deve ser melhor esclarecido é quanto a simplificação de sua aprendizagem, talvez em razão das diversas plataformas de programação visuais em blocos, que têm sido apresentadas consideravelmente na literatura como ferramenta facilitadora. Não estamos afirmando que tais plataformas não contribuem com a aprendizagem, mas, queremos destacar o

Pesquisas experimentais no desenvolvimento do pensamento computacional: um mapeamento sistemático de literatura no ensino de conceitos de computação

nível de aprendizagem de programação que se consegue alcançar por intermédio delas, ou seja, qual a profundidade dos conceitos de programação elas permitem atingir, pois há uma grande diferença entre programar um objeto em uma plataforma com três ou quatro instruções e programar um sistema completo.

Na sequência, investigamos os níveis e as etapas de ensino em que estava sendo promovido o ensino de computação. Os níveis estiveram distribuídos, com maior aparição nos Ensinos Superior e Fundamental (anos finais), seguidos pelos anos iniciais do Ensino Fundamental, em menor quantidade no Ensino Médio e menos ainda na Educação Infantil. Vale ressaltar que os trabalhos catalogados como Ensino Superior foram divididos em iniciativas em cursos de bacharelado, formação inicial e formação continuada de professores. Essa divisão ocorreu justamente para verificar se os professores em formação estariam recebendo informações sobre o desenvolvimento do PC, visto que eles seriam os responsáveis, por conduzir essa aprendizagem na EB.

Outro ponto que merece destaque é quanto à forma em que os conceitos de computação têm sido abordados nos cursos de bacharelado, visto que, de maneira geral, uma ou duas disciplinas são ofertadas, de modo não integrado às demais e relacionadas à programação ou a tópicos gerais sobre tecnologia. Consideramos que, assim como Wing (2006), o PC deve ser uma forma de pensamento a ser desenvolvida por todos, não apenas profissionais com formação em computação.

Quanto ao formato das intervenções educacionais que tem sido utilizado nas pesquisas investigadas, não identificamos padrão algum quanto ao tempo de duração, modo de controle experimental, metodologia de análise dos dados, instrumentos de coleta de dados e procedimentos estatísticos, e nem relação com os níveis e as etapas de ensino. Além de identificarmos pouco apoio em teorias pedagógicas nas proposições e análises dos processos de ensino e aprendizagem.

Almejamos que os resultados deste MSL possam proporcionar novas possibilidades de pesquisas e investigações sobre o desenvolvimento do PC, além do amplo e diverso material existente na literatura. Salienciamos que a programação é certamente um conceito de fundamental importância na Ciência da Computação, mas consideramos que as demais subáreas podem contribuir consideravelmente para o desenvolvimento dessa forma de pensamento. Como trabalhos futuros, propomos investigar como outros campos do saber e formas de pensamento poderiam contribuir para os estudos na área do PC. Uma delas é o pensamento teórico, amplamente

investigado por estudiosos e pesquisadores de diversas áreas (DAVYDOV, 1988; LIBÂNEO, 2004; VYGOTSKY, 2008; SFORNI, 2015; SFORNI, 2019). Além disso, em conformidade com apontamentos recentes (OLIVEIRA; CAMBRAIA; HINTERHOLZ, 2021), concordamos que é iminente a realização de pesquisas experimentais com maior tempo de duração sobre o desenvolvimento do PC que, apesar de amplamente investigado, ainda precisa estreitar laços com teorias pedagógicas em busca de um ensino que promova a aprendizagem e o desenvolvimento dos estudantes.

Referências

AURELIANO, V. C. O.; TEDESCO, P. C. de A. R.; GIRAFFA, L. M. M. Desafios e oportunidades aos processos de ensino e de aprendizagem de programação para iniciantes. *In: Anais do XXIV Workshop sobre Educação em Computação*. SBC, 2016. p. 71-80.

BARR, V.; STEPHENSON, C. Bringing computational thinking to K-12: what is Involved and what is the role of the computer science education community? *Acm Inroads*, v. 2, n. 1, p. 48-54, 2011.

BEBRAS - International Challenge on Informatics and Computational Thinking [On-line], n. d. Disponível em: www.bebbras.org. Acesso em: 2 fev. 2021.

BELL, T., WITTEN, I. H.; FELLOWS, M. Ensinando ciência da computação sem o uso do computador. 2011. Disponível em: <https://classic.csunplugged.org/wp-content/uploads/2014/12/CSUnpluggedTeachers-portuguese-brazil-feb-2011.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular** (Terceira Versão). Ministério da Educação, Brasília, DF: MEC, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 2 fev. 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Resolução CNE nº 2, de 20 de dezembro de 2019**. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação). Diário Oficial da União, 2019. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/dezembro-2019-pdf/135951-rcp002-19/file>. Acesso em: 17 jul. 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Resolução CNE/CES nº 5, de 16 de novembro de 2016**. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Graduação em Computação (DCN16).

Pesquisas experimentais no desenvolvimento do pensamento computacional: um mapeamento sistemático de literatura no ensino de conceitos de computação

Brasília, DF: MEC, 2016. Disponível em:

http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=52101-rces005-16-pdf&category_slug=novembro-2016-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 30 maio 2021.

BRENNAN, K.; RESNICK, M. 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. 2012.

CC2020 Task Force. Computing Curricula 2020: Paradigms for Global Computing Education. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA. 2020.

CSTA – Computer Science Teacher Association; ISTE – International Society for Technology in Education. Operational definition of computational thinking, 2011. Disponível em: <https://www.iste.org/explore/computational-thinking/computational-thinking-all>. Acesso em: 6 out. 2021.

CSTA. CSTA K-12 Computer Science Standards 2012, Revised 2017. **Computer Science Teachers Association**. Disponível em: <http://www.csteachers.org/standards>. Acesso em: 7 jul. 2021.

DAVYDOV, V. V. Problems of Developmental Teaching. The Experience of Theoretical and Experimental Psychological Research. Excerpts (Part III). **Soviet education**, v. 30, n. 10, 1988.

DÍAZ-LAUZURICA, B; MORENO-SALINAS D. Computational Thinking and Robotics: A Teaching Experience in Compulsory Secondary Education with Students with High Degree of Apathy and Demotivation. **Sustainability**. v. 11, n. 18, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su11185109>. Acesso em: 9 mar. 2023.

GROVER, S.; PEA, R. Computational thinking in K–12: A review of the state of the field. **Educational researcher**, v. 42, n. 1, p. 38-43, 2013.

HEINTZ, F.; MANNILA, L.; FÄRNQVIST, T. A review of models for introducing computational thinking, computer science and computing in K-12 education. **2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)**. p. 1-9, 2016. Disponível em: 10.1109/FIE.2016.7757410. Acesso em: 9 mar. 2023.

HSU, T.-C.; CHANG, S.-C.; HUNG, Y.-T. How to learn and how to teach computational thinking: Suggestions based on a review of the literature. **Computers & Education**, v. 126, p. 296-310, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.004>. Acesso em: 9 mar. 2023.

HUBWIESER, P., GIANNAKOS, M., BERGES, M., BRINDA, T., DIETHELM, I., MAGENHEIM, J., JASUTE, E. A global snapshot of computer science education in k-12 schools, 2015. ITICSE-WGR '15 **Proceedings of the 2015 ITiCSE on Working Group Reports**, p. 65-83, jul. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/2858796.2858799>. Acesso em: 9 mar. 2023.

KALELIOGLU, F.; GULBAHAR, Y.; KUKUL, V. A framework for computational thinking based on a systematic research review. **Baltic J. Modern Computing**, v. 4, n. 3, p. 583-596, 2016.

- KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. Guidelines for performing systematic literature reviews in *software engineering*. **Technical Report EBSE 2007-001**, jul. 2007. Keele University and Durham University Joint Report.
- KORKMAZ, Ö.; ÇAKIR, R.; ÖZDEN, M. Y. A validity and reliability study of the computational thinking scales (CTS), **Computers in Human Behavior**, v. 72, p. 558-569, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.005>. Acesso em: 9 mar. 2023.
- LIBÂNEO, J. C. A didática e a aprendizagem do pensar e do aprender: a Teoria Histórico-cultural da Atividade e a contribuição de Vasili Davydov. **Revista Brasileira de Educação**, v. 27, p. 5-24, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-24782004000300002>. Acesso em: 9 mar. 2023.
- LYON, J. A., MAGANA, A. J. Computational thinking in higher education: A review of the literature. **Comput Appl Eng Educ**. v. 28, p. 1174-1189, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/cae.22295>. Acesso em: 9 mar. 2023.
- NOURI, J.; ZHANG, L.; MANNILA, L.; NORÉN, E. Development of computational thinking, digital competence and 21st century skills when learning programming in K-9. **Education Inquiry**, v. 11, n. 1, p. 1-17, jun. 2019. Disponível em: [10.1080/20004508.2019.1627844](https://doi.org/10.1080/20004508.2019.1627844). Acesso em: 9 mar. 2023.
- OCDE. **PISA 2021 Mathematics Framework (Draft)**. Paris: OECD, 2019. Disponível em: <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/pisa-2021-mathematics-framework-draft.pdf>. Acesso em: 30 maio 2021.
- OLIVEIRA, W.; CAMBRAIA, A. C.; HINTERHOLZ, L. T. Pensamento Computacional por meio da Computação Desplugada: Desafios e Possibilidades. *In: WORKSHOP SOBRE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO (WEI)*, 29., 2021, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. p. 468-477. Disponível em: <https://doi.org/10.5753/wei.2021.15938>. Acesso em: 12 mar. 2023.
- PALTS, T.; PEDASTE, M. A model for developing computational thinking skills. **Informatics in Education**, v. 19, n. 1, p. 113-128, 2020.
- PAPERT, S. **Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas**. New York: Basic Books, Inc, 1980.
- RAABE, A. L. A.; FRANGO, I.; RIBEIRO, L.; GRANVILLE, L. Z.; SALGADO, L.; CRUZ, M. K.; FORTES, S. Referenciais de formação em computação: Educação básica. **Sociedade Brasileira de Computação**, 2017. Disponível em: <http://www.sbc.org.br/files/ComputacaoEducacaoBasica-versaofinal-julho2017.pdf>. Acesso em: 7 jul. 2021.
- ROMÁN-GONZÁLEZ, M.; PÉREZ-GONZÁLEZ, J.-C.; JIMÉNEZ-FERNÁNDEZ, C. Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test, **Computers in Human Behavior**, v. 72, p. 678-691, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.08.047>. Acesso em: 9 mar. 2023.

Pesquisas experimentais no desenvolvimento do pensamento computacional: um mapeamento sistemático de literatura no ensino de conceitos de computação

ROYAL SOCIETY (GREAT BRITAIN). Shut down or restart?: The way forward for computing in UK schools. **Royal Society**, 2012. Disponível em: <https://royalsociety.org//media/education/computing-in-schools/2012-01-12-computing-in-schools.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2021.

SBC. Currículo de Referência da SBC para cursos de Graduação em Bacharelado em Ciência da Computação e Engenharia da Computação (CR05). 2005. Disponível em: <https://www.sbc.org.br/documentos-da-sbc/send/131-curriculos-de-referencia/760-curriculo-de-referencia-cc-ec-versao2005>. Acesso em: 11 jun. 2021.

SBC. Diretrizes para ensino de Computação na Educação Básica, 2018a. **Sociedade Brasileira de Computação**. Disponível em: <https://www.sbc.org.br/documentos-da-sbc/send/131-curriculos-de-referencia/1177-diretrizes-para-ensino-de-computacao-na-educacao-basica>. Acesso em: 7 jul. 2021.

SBC. Itinerário Formativo de Computação. Porto Alegre, 2019. **Sociedade Brasileira de Computação**. Disponível em: <https://www.sbc.org.br/documentos-da-sbc/send/203-educacao-basica/1216-itinerario-formativo-da-computacao>. Acesso em: 7 jul. 2021.

SBC. Nota Técnica da Sociedade Brasileira de Computação sobre a BNCC-EF e a BNCC-EM, 2018b. **Sociedade Brasileira de Computação**. Disponível em: <https://www.sbc.org.br/institucional-3/cartas-abertas/summary/93-cartas-abertas/1197-nota-tecnica-sobre-a-bncc-ensino-medio-e-fundamental>. Acesso em: 19 jul. 2021.

SEITER, L.; FOREMAN, B. Modeling the learning progressions of computational thinking of primary grade students. In: **Proceedings of the ninth annual international ACM conference on International computing education research**. 2013. p. 59-66.

SELBY, C.; WOOLLARD, J. **Computational thinking**: the developing definition. 2013.

SFORNI, M. S. F. Interação entre didática e teoria histórico-cultural. **Educação & Realidade**, v. 40, n. 2, p. 375-397, 2015.

SFORNI, M. S. F. Pesquisas sobre modos de organização do ensino: necessidades, metodologia e resultados. In: SFORNI, M. S. de F.; SERCONEK, G. C.; BELIERI, C. M. (org.) **Aprendizagem conceitual e organização do ensino: experimentos didáticos na educação básica**. 1. ed. Curitiba: EDITORA CRV, 2019. v. 1. p. 10-32.

SHUTE, V. J.; SUN, C.; ASBELL-CLARKE, J. Demystifying computational thinking. **Educational Research Review**, v. 22, p. 142-158, 2017.

SIMON; LUXTON-REILLY, A.; AJANOVSKI, V. V.; FOUH, E.; GONSALVEZ, C.; LEINONEN, J.; PARKINSON, J.; POOLE, M.; THOTA, N. Pass Rates in Introductory Programming and in other STEM Disciplines. In: **Proceedings of the Working Group Reports on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE-WGR '19)**, 2019. Association for Computing Machinery, New York, USA, p. 53-71. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3344429.3372502>. Acesso em: 9 mar. 2023.

TASLIBEYAZ, E.; KURSUN, E.; KARAMAN, S. How to Develop Computational Thinking: A Systematic Review of Empirical Studies. **Informatics in Education**, v. 19, n. 4, p. 701-719, 2020.

TIKVA, C.; TAMBOURIS, E. Mapping computational thinking through programming in K-12 education: A conceptual model based on a systematic literature Review, **Computers & Education**, v. 162, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104083>. Acesso em: 9 mar. 2023.

VYGOTSKY, L. S. O desenvolvimento dos conceitos científicos na infância. **Pensamento e linguagem**, p. 93-95, 2008.

WING, J. M. Computational thinking. **Communications of the ACM**, v. 49, n. 3, p. 33-35, 2006.

WU, B.; HU, Y.; RUIS, A. R.; WANG, M. Analysing computational thinking in collaborative programming: A quantitative ethnography approach. **J Comput Assist Learn**. v. 35, p. 421-434, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jcal.12348>. Acesso em: 9 mar. 2023.

ZHANG, L.; NOURI, J. A systematic review of learning computational thinking through Scratch in K-9, **Computers & Education**, v. 141, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103607>. Acesso em: 9 mar. 2023.

ZORZO, A. F.; NUNES, D.; MATOS, E.; STEINMACHER, I.; LEITE, J.; ARAUJO, R. M.; CORREIA, R.; MARTINS, S. Referenciais de Formação para os Cursos de Graduação em Computação. **Sociedade Brasileira de Computação (SBC)**. 2017.



Os direitos de licenciamento utilizados pela revista Educação em Foco é a licença *Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0)*

Recebido em: 18/05/2022

Aprovado em: 20/03/2023