



Universidade Estadual de Feira de Santana
Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação

Impacto do ensino do pensamento
computacional sobre habilidades do
século XXI: uma revisão sistemática da
literatura

Beatriz Silva de Santana

Feira de Santana

2021



Universidade Estadual de Feira de Santana
Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação

Beatriz Silva de Santana

**Impacto do ensino do pensamento computacional
sobre habilidades do século XXI: uma revisão
sistemática da literatura**

Dissertação apresentada à Universidade
Estadual de Feira de Santana como parte
dos requisitos para a obtenção do título
de Mestre em Ciência da Computação.

Orientador: José Amancio Macedo Santos

Coorientador: Roberto Almeida Bittencourt

Feira de Santana

2021

Ficha catalográfica - Biblioteca Central Julieta Carteado - UEFS

Santana, Beatriz Silva de
S223i Impacto do ensino do pensamento computacional sobre habilidades
do século XXI: uma revisão sistemática da literatura / Beatriz Silva de
Santana. - 2021.
93f. : il.

Orientador: José Amancio Macedo Santos
Coorientador: Roberto Almeida Bittencourt

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Feira de Santana.
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, 2021.

1. Pensamento computacional. 2. Computação em educação. 3.
Ensino básico. 4. Habilidades do século XXI. 5. Pensamento
computacional – Revisão sistemática. I. Santos, José Amancio Macedo,
orient. II. Bittencourt, Roberto Almeida, coorient. III. Universidade
Estadual de Feira de Santana. IV. Título.

CDU: 004.4

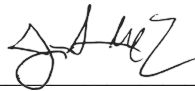
Beatriz Silva de Santana

Impacto do ensino do pensamento computacional sobre habilidades do século XXI: uma revisão sistemática da literatura

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Feira de Santana como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

Feira de Santana, 01 de julho de 2021

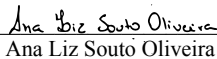
BANCA EXAMINADORA



José Amancio Macedo Santos (Orientador(a))
Universidade Estadual de Feira de Santana



Cláudia Pinto Pereira
Universidade Estadual de Feira de Santana



Ana Liz Souto Oliveira
Universidade Federal da Paraíba

Abstract

The promotion of computational thinking within the school environment has been encouraged and researched around the world, as it is known as a desirable capacity for everyone and its development is pointed out as a possibility to enhance several human skills. Conversely, skills considered fundamental for the 21st century are still not as well developed within the school environment. Taking into account that computational thinking is considered a possible driver of these skills, this research sought to gather and summarize the primary studies that promoted this ability and analyzed the development of 21st century skills. We used the methodology of systematic literature review and, through it, we identified 39 primary studies that met the objective of this research. As a result of the analysis carried out, we found evidence of positive results from the promotion of computational thinking in relation to the development of the following 21st century skills: learning to learn, collaboration, communication, creativity, social skills, problem solving, ICT literacy, innovation, critical thinking and teamwork. In addition, we promote a discussion on the quality of the available evidence and present ways to increase the quality and reliability of the data available in studies in the area. We conclude that, according to the available studies, promoting computational thinking in K-12 schools is beneficial in relation to the development of some of the 21st century skills, however, more research needs to be carried out so that we can have results with a higher quality content and understand what scenarios and methods can benefit from this promotion.

Keywords: computational thinking, 21st century skills, computing in education, K-12, systematic review.

Resumo

A promoção do pensamento computacional dentro do contexto escolar vem sendo incentivada e pesquisada ao redor do mundo, pois ele é conhecido como uma capacidade desejável para todos e seu desenvolvimento é apontado como uma possibilidade de potencializar diversas habilidades humanas. Por outro lado, habilidades consideradas fundamentais para o século XXI ainda não são tão bem desenvolvidas dentro do ambiente escolar. Levando em consideração que o pensamento computacional é visto como um possível propulsor dessas habilidades, esta pesquisa buscou reunir e sumarizar os estudos primários que promoveram essa capacidade e analisaram o desenvolvimento de habilidades do século XXI. Utilizamos a metodologia de revisão sistemática da literatura e, por meio dessa, identificamos 39 estudos primários que atenderam ao objetivo desta pesquisa. Como resultado da análise efetuada, encontramos a evidência de resultados positivos da promoção do pensamento computacional em relação ao desenvolvimento das seguintes habilidades do século XXI: aprender a aprender, colaboração, comunicação, criatividade, habilidades sociais, resolução de problemas, proficiência em ICT, inovação, pensamento crítico e trabalho em equipe. Além disso, promovemos uma discussão sobre a qualidade das evidências disponíveis e apresentamos formas de aumentar a qualidade e a confiabilidade dos dados disponibilizados em estudos da área. Concluímos que, de acordo com os estudos disponíveis, promover o pensamento computacional na educação básica é benéfico em relação ao desenvolvimento de algumas das habilidades do século XXI, porém, mais pesquisas precisam ser efetuadas para que possamos ter resultados com maior teor de qualidade e compreender quais cenários e métodos podem beneficiar essa promoção.

Palavras-chave: pensamento computacional, habilidades do século XXI, computação em educação, ensino básico, revisão sistemática.

Prólogo

Impossível falar de habilidades sem lembrar que, no decorrer deste estudo, diversas habilidades foram sendo desenvolvidas em mim. Primeiro, aprendi a ser pesquisadora. Fui forçada a entender que, no universo científico, somos bombardeados por incertezas e que situações, como uma pandemia mundial, podem modificar todo o seu planejamento. Logo, aprendi que a resiliência é fundamental no processo de se tornar um bom pesquisador.

Este estudo que se iniciou como uma pesquisa empírica passou por uma metamorfose para se adequar ao cenário mundial. Afinal, a pesquisa não pode parar, mesmo que o tão sonhado projeto de possibilitar ensino computacional a crianças de uma cidade do interior tenha sido brevemente adiado. A preparação do estudo anterior envolveu viagens de mais de 200 Km, contato com pais, alunos e professores, além de muitas expectativas.

Um ano de pesquisas e tudo se torna incerteza, o que fazer? Foi aí que aprendi a enfrentar meus medos, buscar novas possibilidades e aceitar ajuda. Sim, foi durante o mestrado que descobri que “não preciso fazer tudo sozinha” (frase do meu orientador). Além disso, também descobri que as pausas são fundamentais para que possamos seguir o caminho a ser trilhado com mais empenho e que se conseguirmos parar e respirar um pouco, vamos entender que todas as coisas juntamente cooperam para o nosso bem.

Todo esse trajeto foi regado por meio de muitas orações, medos, incertezas, dedicação, surpresas, desejo por mudança e sentimento de esperança. Sim, eu acredito fielmente que a educação é uma ferramenta de transformação e que a tecnologia pode ser uma grande aliada nesta missão. Para tanto, entendo que precisamos utilizar nosso potencial para realizar a pesquisa da melhor forma possível, bem como para transmitir o que aprendemos para outros.

Meu desejo é que, por meio dos resultados encontrados na minha dissertação, outros pesquisadores almejem entender como realizar o ensino de computação na educação básica da melhor forma possível. Afinal, seu público alvo se trata do

futuro da nossa humanidade e por isso merece os melhores meios de aprendizagens possíveis. Por fim, agradeço a todos aqueles que sonharam esse sonho junto comigo e de alguma forma estiveram presente contribuindo para que eu chegasse até aqui.

“Sim, coisas grandiosas fez o Senhor por nós, por isso estamos alegres” (Salmo 126:3).

Prefácio

Esta dissertação de mestrado foi submetida à Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação.

A dissertação foi desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação (PGCC), tendo como orientador o Prof. Dr. **José Amancio Macedo Santos**. O Prof. Dr. **Roberto Almeida Bittencourt** foi coorientador(a) deste trabalho.

Esta pesquisa foi financiada pela FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo).

Sumário

Abstract	i
Resumo	ii
Prólogo	iii
Prefácio	v
Sumário	vii
Lista de Tabelas	viii
Lista de Figuras	ix
Lista de Abreviações	x
1 Introdução	1
1.1 Objetivos	4
1.2 Contribuições	4
1.3 Organização do Trabalho	5
2 Fundamentação Teórica	6
2.1 A computação na educação básica	6
2.1.1 A importância do pensamento computacional	7
2.1.2 Currículo e pensamento computacional	9
2.1.3 Avaliação do Pensamento Computacional	10
2.2 Habilidades do século XXI	11
2.2.1 Habilidades do século XXI e Computação	11
2.2.2 Avaliação de habilidades do século XXI	13
2.3 Trabalhos correlatos	14
3 Metodologia	17

3.1	Planejamento	19
3.1.1	Identificação da necessidade de realização da pesquisa e de- limitação de habilidades	19
3.1.2	Questões de pesquisa	20
3.1.3	Protocolo de pesquisa	21
3.1.4	Realização	26
4	Modelo para extração de dados	28
4.1	Informações gerais	29
4.2	Informações do público alvo	29
4.3	Informações metodológicas	31
4.4	Informações da intervenção	33
4.5	Informações de materiais	36
4.6	Informações sobre coleta e análise de dados	38
4.7	Informações sobre efeito e habilidades pesquisadas	40
5	Resultados	43
5.1	Informações gerais	43
5.2	Caracterização do público alvo	45
5.3	Informações metodológicas	47
5.4	Dados da intervenção	48
5.5	Materiais	50
5.6	Coleta e análise dos dados	53
5.7	Habilidades x efeitos	55
6	Discussão	57
6.1	Avaliação do efeito	57
6.2	Aspectos relacionados à qualidade das pesquisas	59
6.3	Desfecho geral da seção de discussão	63
7	Conclusões	64
7.1	Limitações e trabalhos futuros	65
	Referências	67
A	Lista dos artigos selecionados	77

Lista de Tabelas

2.1	Habilidades do século XXI dos frameworks P21 e ATC21 e lista completa das habilidades utilizadas	12
2.2	Habilidades do século XXI vs principais práticas computacionais (Miotto et al., 2019)	13
4.1	Categoria informações gerais	29
4.2	Categoria de informações do público alvo	31
4.3	Categoria de informações metodológicas	33
4.4	Categoria de informações da intervenção	35
4.5	Categoria de informações de intervenção	37
4.6	Categoria de coleta e análise de dados	39
4.7	Categoria de informações sobre efeito e habilidades	41

Lista de Figuras

3.1	Etapas da revisão sistemática	19
5.1	Quantitativos do processo de seleção	44
5.2	Frequência de estudos por país	44
5.3	Frequência de estudos por ano	45
5.4	Frequência de estágios escolares.	46
5.5	Frequência de séries escolares.	47
5.6	Frequência de tipos de estudos.	48
5.7	Frequência de contextos escolares.	49
5.8	Frequência de categorias de aplicação.	49
5.9	Frequência de categorias de duração.	50
5.10	Frequência de categorias de configuração.	50
5.11	Frequência de contextos metodológicos.	51
5.12	Frequência de tipos de atividades.	52
5.13	Frequência de ferramentas.	52
5.14	Frequência de instrumentos de coleta.	54
5.15	Frequência de categorias de base para análise.	54
5.16	Frequência de habilidade x efeitos.	56

Lista de Abreviações

PC – Pensamento Computacional

RS – Revisão Sistemática

CASP – Critical Appraisal Skills Programme

P21 – Partnership for 21st Century

ATC21 – The Assessing and Teaching of 21st Century Skills

CSTA – Computer Science Teachers Association

ACM – Association for Computing Machinery

ICT – Informação, Comunicações e Tecnologia

TIC – Tecnologia da Informação e Comunicação

Capítulo 1

Introdução

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

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

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

O nome dessas habilidades consideradas basilares para o século XXI – criatividade, criticidade, colaboração, comunicação, adaptabilidade, fluência digital, inovação, entre outras – não é desconhecido para a maioria da sociedade. Porém, apesar da reconhecida contribuição destes aspectos para o progresso humano, o desenvolvimento e a capacitação dessas habilidades ainda são considerados escassos para a população em geral (Scott, 2015; Tan et al., 2017). Cenários propícios ao desenvol-

vimento de tais capacidades ainda têm sido privilégios de uma parte da população considerada como “elite” (Tan et al., 2017).

Tendo em vista que a educação é reputada como um instrumento de transformação social, cultural, política e econômica, o ambiente escolar é um palco promissor para o desenvolvimento das habilidades anteriormente citadas. Nesse sentido, Freire (1992) considera como um direito das classes populares “o direito de saber melhor o que já sabem, ao lado de outro direito, o de participar, de algum modo, da produção do saber ainda não existente” (Freire, 1992, p.111). Apesar disso, pesquisadores apontam que, atualmente, a educação ainda é efetuada com base em diretrizes de séculos passados e, conseqüentemente, os estudantes ainda carecem de preparação para estarem aptos ao enfrentamento de desafios globais complexos (Piniuta, 2019; Mito et al., 2019; Seehorn et al., 2011).

Um aspecto que decorre da discussão supracitada está relacionado à inclusão do ensino computacional no currículo do ensino básico. Ao delinear currículos escolares, é necessário levar em consideração fatores como o desenvolvimento tecnológico, a globalização e a internacionalização. Fatores como estes mudam a forma como a educação deve ser sistematizada e definida. Nessa perspectiva, atualmente, muitos países buscam meios de desenvolver profissionais capazes de se inserir em um ambiente altamente competitivo e obter sucesso nessa missão. Para tanto, existe uma corrida em busca da inserção da computação nas mais diversas áreas ocasionada pelo surgimento da chamada sociedade da informação.

Diante do contexto mundial de desenvolvimento tecnológico cada vez mais iminente, diversos pesquisadores apoiam a inserção do ensino computacional nas escolas para que as novas gerações possam aprender, cada vez mais cedo, não apenas a utilizar tecnologia, mas também a criá-la. Dentro da problemática de inserção da computação na escola, existe um questionamento sobre a abrangência e os benefícios desse ensino para estudantes que não desejam seguir uma carreira tecnológica. Nesse sentido, o denominado pensamento computacional (PC) tem sido fortemente indicado para ensinar aspectos computacionais e desenvolver seus benefícios sem necessariamente utilizar um computador ou formar programadores profissionais (CSTA, 2016; Wing, 2006).

De acordo com Csizmadia et al. (2016), o PC possibilita novas maneiras de pensar e entender o mundo. Além disso, especialistas afirmam que o seu desenvolvimento pode ser benéfico para outras áreas, inclusive para o aprimoramento de outras habilidades que não são consideradas computacionais (Mohaghegh and McCauley, 2016; Csizmadia et al., 2016; Curzon et al., 2009).

A partir do entendimento que o pensamento computacional pode ser benéfico para o desenvolvimento das habilidades necessárias para o profissional do século XXI

(El Mawas et al., 2018; Mohaghegh and McCauley, 2016; Cutumisu et al., 2019), alguns pesquisadores propuseram a criação de instrumentos de avaliação das denominadas Habilidades do Século XXI no contexto de ensino computacional. Porém, os estudos em que os instrumentos são aplicados para verificar o impacto do ensino de computação não são encontrados facilmente. Assim, existe uma lacuna no sentido de confirmar se o pensamento computacional é realmente útil para o desenvolvimento de habilidades para todos (Cutumisu et al., 2019).

Tendo em vista que o ensino do pensamento computacional tem sido fomentado como forma de desenvolver habilidades para além das computacionais, ele tem sido considerado um fator de desenvolvimento para as nações. Países como EUA, Israel, Reino Unido, Rússia, entre outros, têm se empenhado na inserção da computação como parte do currículo escolar (Grover and Pea, 2013; Black et al., 2013; Gal-Ezer and Stephenson, 2014). Apesar desses esforços, ainda existe uma necessidade de um maior entendimento dos benefícios da inclusão da computação na educação básica (Grover and Pea, 2013; Black et al., 2013; Gal-Ezer and Stephenson, 2014). Estudos como o realizado por Wong and Cheung (2018) e por Djambong et al. (2018), por exemplo, investigam o desenvolvimento de habilidades consideradas fundamentais para o século XXI por meio do ensino de pensamento computacional.

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

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

Apesar de Tang et al. (2020) apresentarem a presença do que foi denominado como construtos cognitivos de primeira ordem (criatividade, pensamento algorítmico, pensamento crítico, resolução de problemas, pensamento cooperativo e comunica-

ção), a revisão não objetivou identificar o efeito dessas avaliações, apenas relatou a existência delas. Apesar de o foco da revisão de Amri et al. (2019) ter sido voltado para as habilidades do século XXI, os autores se restringiram às pesquisas relacionadas à robótica. Assim, existe uma lacuna na reunião de evidências sobre o efeito do PC em relação ao desenvolvimento de habilidades do século XXI.

1.1 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo caracterizar, reunir e sumarizar, por meio da revisão sistemática da literatura, as evidências publicadas acerca do efeito de intervenções que visam promover o pensamento computacional sobre habilidades do século XXI. O trabalho tem foco na lacuna existente sobre a compreensão dos efeitos do PC nas habilidades pesquisadas. Para tanto, utilizamos uma questão geral e três questões específicas.

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

Q1: Quais as evidências e efeitos da promoção do pensamento computacional sobre o desenvolvimento de habilidades do século XXI?

Q2: Quais habilidades do século XXI estão sendo pesquisadas em termos de pensamento computacional?

Q3: O quanto a forma de apresentação dos estudos afeta a síntese sobre a avaliação do impacto da promoção do pensamento computacional nas habilidades do século XXI?

Deste modo, essa pesquisa se difere dos levantamentos da literatura encontrados, pois além de investigar o desenvolvimento de habilidades do século XXI por meio da promoção de pensamento computacional, também identifica o efeito desse ensino/aprendizagem.

1.2 Contribuições

Este trabalho tem relevância no sentido de: i) disponibilizar o agrupamento das evidências publicadas em relação ao efeito da promoção de PC sobre habilidades do século XXI; ii) auxiliar a comunidade acadêmica, por meio das evidências encontradas, a identificar as principais práticas utilizadas para o desenvolvimento das habilidades pesquisadas, bem como os principais achados; e iii) identificar lacunas de pesquisa relacionadas ao tema e sugestões de desenho de pesquisas. Além disso, disponibilizamos o modelo utilizado para realizar a extração dos dados que pode

auxiliar outros pesquisadores na reprodução e síntese de estudos na área. Assim, o principal resultado deste trabalho consiste em apresentar, além do mapeamento dos estudos na área, a síntese dos efeitos encontrados e a lista de habilidades apresentadas, bem como aspectos relacionados a qualidade dos estudos que estão sendo efetuados.

1.3 Organização do Trabalho

No Capítulo 2, apresentamos os trabalhos relacionados ao tema proposto, abordando a computação na educação básica, habilidades do século XXI e trabalhos correlatos.

No Capítulo 3, apresentamos a metodologia utilizada para realizar a revisão sistemática, as decisões tomadas e o protocolo definido.

No Capítulo 4, apresentamos o modelo criado para a extração das informações.

No Capítulo 5, apresentamos os resultados obtidos com a aplicação do protocolo nas bases definidas.

No Capítulo 6, trazemos as reflexões obtidas com base nos resultados apresentados.

No Capítulo 7, apresentamos as conclusões obtidas por meio dos resultados encontrados e trabalhos futuros.

Por fim, no Apêndice A, apresentamos a lista completa de artigos selecionados.

Capítulo 2

Fundamentação Teórica

O propósito desta seção é debruçar-se sobre a literatura relacionada à problemática do trabalho proposto. Pretende-se aqui a exposição das diferentes contribuições presentes na literatura em relação aos seguintes tópicos: i) computação na educação básica - esta seção traz conceitos, visões e maneiras utilizadas para trabalhar este tema na educação ii) habilidades do século XXI - este tópico abrange as habilidades consideradas primordiais por especialistas para o sujeito no século XXI, suas correlações com as práticas computacionais e avaliação de habilidades do século XXI e, por fim, iii) trabalhos correlatos, item que apresenta trabalhos relacionados ao nosso tópico de pesquisa.

2.1 A computação na educação básica

Os autores Wilson et al. (2010), em um relatório que apresenta os resultados de um estudo realizado pela *Association for Computing Machinery (ACM)* e a *Computer Science Teachers Association (CSTA)*, afirmam que a computação já faz parte da economia mundial. Diante dos desafios e contexto mundiais, conectar os alunos com conceitos de computação é fundamental para promover uma preparação adequada hoje para o seu futuro profissional. Ainda, segundo os autores, atualmente, é necessário o ensino de computação de um modo que vá além do comum ensino de informática - considerando aqui que o ensino de informática diz respeito ao uso de computadores para atividades triviais como escrita de documentos, preenchimento de planilhas, criação de apresentações entre outros.

Voogt et al. (2013) trazem a importância de aliar a tecnologia à aquisição de competências do século XXI, além do papel desta nesse processo. Os autores indicam que tais competências são essenciais para o desenvolvimento pessoal do

aluno, e levantam questões como: até que ponto o sistema educacional atual tem oferecido uma base de conhecimento sólida para que crianças e jovens atuem com competência no futuro da sociedade?

CSTA (2016) afirma que as habilidades adquiridas com o estudo de ciência da computação devem ser levadas ao ensino básico para que assim os estudantes possam desenvolvê-las e assim atingir um maior sucesso na nova economia global. A organização apoia e promove o ensino de ciências da computação e é uma das maiores contribuintes no estabelecimento de padrões para a área.

Segundo Seehorn et al. (2011), a maioria dos empregos existentes atualmente será substituída em 10 a 20 anos por empregos relacionados, de alguma forma, à tecnologia. Assim, nas mais diversas áreas é benéfico que os profissionais vejam a computação como produtiva e competitiva. Além disso, sua aprendizagem possibilita novas estratégias para resolução de problemas, e o ensino de computação permite que o estudante exercite a criatividade e as habilidades de comunicação (Seehorn et al., 2011).

2.1.1 A importância do pensamento computacional

Um conceito que movimentou as discussões em relação ao ensino de computação para todos foi o de pensamento computacional. No trabalho de Wing (2006), é possível compreender que pensamento computacional diz respeito aos conceitos computacionais sem necessariamente fazer uso do computador, e assim entender que ele vai além da programação de computadores. Segundo a autora, o ensino do pensamento computacional não deve ser desejável apenas para cientistas, sendo fundamental para todos independente da área de atuação. Esta competência faz parte do processo natural do ser humano e está fortemente relacionada a outras habilidades, como ler, escrever e realizar operações matemáticas.

Brennan and Resnick (2012), apresentam PC como um conjunto de três dimensões: conceitos computacional (sequências, loops, eventos, paralelismo, condicionais, operadores e dados); práticas computacionais (experimentar e iterar, testar e depurar, reutilizar e remixar, abstrair e modularizar) e perspectivas computacionais (expressar, conectar e questionar).

De acordo com Haseski et al. (2018), o PC é uma habilidade social que possibilita aos indivíduos a tomada de decisão ativa de maneira sistêmica utilizando as tecnologias e suas abordagens em situações cotidianas, permitindo, assim, um processo mais eficiente de tomada de decisão. O tema possui notoriedade crescente no campo da educação e vem sendo presente no contexto das mais diversas instituições de ensino. Para os autores, que realizaram um estudo com o intuito de identificar os conceitos de PC encontrados na literatura, apesar da popularidade

mundial do PC, do senso comum de que essa habilidade é aplicável nas mais diversas áreas e de que pode ser utilizada por toda a população, ainda existe uma lacuna nas pesquisas em relação às propriedades funcionais dessa habilidade. Além disso, são necessários mais estudos para possibilitar a melhor compreensão sobre como o ensino do PC impacta no público em geral, o que possibilitaria um aumento na significância atual do tema.

No ano de 2011, dois grupos, o *Computer Science Teachers Association* (CSTA) e o *International Society for Technology in Education* (ISTE), formalizaram uma definição operacional do Pensamento Computacional elaborada por meio de uma pesquisa realizada com quase 700 profissionais. Entre estes profissionais havia professores de ciência da computação e pesquisadores. De acordo com essa definição, o PC pode ser caracterizado por meio das seguintes habilidades: coleta de dados, análise de dados, representação de dados, decomposição de problemas, abstração, algoritmos e procedimentos, automação, paralelização e simulação (Seehorn et al., 2011), consideradas propriedades funcionais do PC.

Pesquisadores como Cutumisu et al. (2019) e Mohaghegh and McCauley (2016), evidenciaram que o PC tornou-se uma competência primordial para o século XXI. Para Cutumisu et al. (2019), essa habilidade deve fazer parte dos conhecimentos analíticos do ensino básico, pois ela pode auxiliar em processos como a representação de soluções, formulação de problemas, análise e organização de informações. Nesse mesmo sentido, Mohaghegh and McCauley (2016) consideram que o PC pode auxiliar no desenvolvimento de processos como a criação eficaz de novas informações com base em existentes, aperfeiçoamento na decomposição de problemas grandes em menores que possam ser mais facilmente resolvidos, adequação de soluções anteriores a situações semelhantes, eficiência no uso de recursos para resolução de problemas, melhora no planejamento da utilização do tempo, estímulo do pensamento inovador por meio da criação de novas ideias com base em melhorias das existentes.

Resnick (2007) aborda em seu trabalho uma maneira de realizar a introdução do pensamento computacional no ensino básico por meio da computação de forma amigável utilizando o *software Scratch*, utilizado para ensinar programação de maneira lúdica. Para tanto, os estudantes utilizam conceitos observados em turmas de jardim da infância, como imaginar, criar, compartilhar e refletir para o aprendizado da computação e o desenvolvimento de habilidades consideradas desejáveis para o século XXI.

O autor chama a atenção para o fato de que muitos jovens são considerados nativos digitais, porém não passam de consumidores de tecnologia. Apesar de interagir com tecnologia, não entendem os processos por trás do que estão utilizando e assim são privados dos benefícios deste aprendizado. Para o autor, o *Scratch* auxilia

no aprendizado de conceitos importantes como os matemáticos e na obtenção de habilidades relevantes para o século XXI como pensar criativamente, raciocinar sistematicamente e trabalhar de forma colaborativa. O objetivo do ensino de programação de forma lúdica, para o autor, não é habilitar as crianças para trabalhar como profissionais de ciência da computação e sim possibilitar o desenvolvimento de pessoas que saibam criar, sistematizar e expressar suas ideias.

Devido a diversidade de conceitos de PC encontrados na literatura (Haseski et al., 2018; Brennan and Resnick, 2012), não limitamos os resultados do nosso estudo a um conceito específico, pois nosso objetivo foi entender de maneira geral como os estudos de PC estão avaliando o desenvolvimento de habilidades do século XXI.

2.1.2 Currículo e pensamento computacional

Um ponto importante da discussão anterior é a inclusão do ensino de computação no currículo escolar da educação básica. No trabalho feito por Grover and Pea (2013), são apresentadas iniciativas realizadas no ensino fundamental e médio que decorreram da discussão em relação ao pensamento computacional provocadas pelo artigo de (Wing, 2006). Os autores também trazem uma constatação de que apesar de existir um amplo esforço para a inclusão do ensino de computação para crianças, ainda não existe segurança em relação ao lugar que tais conceitos devem ocupar em um currículo escolar. Além disso, eles exibem as preocupações em relação ao argumento para ensinar computação para crianças que não pretendem seguir carreiras relacionadas à área.

Diversos países, como, por exemplo, Austrália, Inglaterra, Estônia, Finlândia, Nova Zelândia, Polônia e Coreia do Sul já implementaram currículos nacionais incluindo o ensino computacional. Outros países como Noruega, Suécia e EUA realizam grandes iniciativas como o intuito de incluir essa disciplina na sua grade curricular (Heintz et al., 2016). De acordo com Heintz et al. (2016), ensinar aspectos computacionais como uma disciplina separada têm sido a maneira adotada na maioria dos países que incluem tais habilidades em seu currículo escolar.

Diante desta realidade, Grover and Pea (2013) chamam a atenção para a existência de lacunas no sentido da criação de currículos de ensino da área, projetados para as idades dos aprendizes, pois, tal iniciativa possibilitaria o aumento do impacto para alunos do ensino básico.

Os autores identificaram que há a necessidade da realização de muitos esforços para desenvolver um entendimento em relação às consequências da computação na educação básica. Não se sabe de fato o que se pode esperar do desenvolvimento das crianças ao inserir tal disciplina na grade curricular.

O trabalho de Grover et al. (2014), expõe a problemática da avaliação da inclusão de computação no ensino médio dos EUA e compara o desempenho desse esforço com o efetuado em Israel por Meerbaum-Salant et al. (2013). Os autores de ambos os trabalhos, assim como a maioria que se propõe a avaliar o impacto de estudos com computação na educação básica, testaram apenas a aprendizagem relacionada à computação, em específico sobre programação em *Scratch* (Grover et al., 2014). O diferencial nesses estudos foi à aplicação dos métodos de pesquisa em currículos escolares que incluíam o ensino de computação. Apesar disso, nada foi estudado em relação ao impacto da computação em outras habilidades.

2.1.3 Avaliação do Pensamento Computacional

No mapeamento sistemático feito por de Araujo et al. (2016), foram encontrados trabalhos que analisavam as avaliações de habilidades do pensamento computacional. Os autores apresentam os seguintes motivos dados pelo Conselho Nacional de Pesquisa para realizar avaliações desse tipo: possibilidade de julgar currículos e materiais pedagógicos da intervenção; é uma forma de entender o progresso do indivíduo e permite o treinamento e apoio de instrutores. Deste estudo, obteve-se que os EUA possuíam a maior quantidade de avaliações de habilidades desenvolvidas. Entre as habilidades mais avaliadas teve-se algoritmo, abstração e pensamento lógico, mostrando assim que o foco das avaliações ainda estava voltado para o conhecimento de conceitos de ciência da computação (CC), fato que também foi evidenciado também na revisão sistemática (RS) feita por Cutumisu et al. (2019).

Ainda sobre o estudo feito por de Araujo et al. (2016), os autores concluíram que a maioria dos estudos encontrados não podia ser replicado devido à falta de clareza em relação às condições sob as quais foram aplicados ou à falta de explanação dos métodos utilizados para realizar a avaliação dos resultados. Avila et al. (2017), em sua revisão sistemática sobre metodologias de avaliação do PC, também chegaram a mesma conclusão. Estes achados reforçam a importância na construção de um modelo de apresentação para os estudos que abordam a promoção do PC na formação de alunos do ensino básico. O modelo apresentado no Capítulo 4 é proposto a partir dessa motivação.

Para garantir que o estudo realizado apresenta resultados apropriados, é necessário atender a certos padrões psicométricos. Nesse sentido, Cutumisu et al. (2019) apresentam que, em relação ao PC, muitos dos instrumentos de avaliação existentes na literatura não atendem as principais propriedades psicométricas que são validade e confiabilidade. Tal fato compromete diretamente os resultados dos estudos atuais. Além disso, eles ressaltam que existe uma escassez na avaliação de habilidades do pensamento superior desenvolvidas com o ensino do PC e que, apesar dessa habilidade ter sido adotada nos currículos de diversos países do mundo, suas avaliações

são concentradas na Europa e América do Norte.

2.2 Habilidades do século XXI

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

Para a realização desta revisão utilizamos as habilidades do século XXI apresentadas nos *frameworks*: 1) *The Assessing and Teaching of 21st Century Skills* (ATC21), modelo projetado por um grupo de especialistas e patrocinado pelas empresas Cisco, Intel e Microsoft (Binkley et al., 2012); 2) *Partnership for 21st Century* (P21) modelo projetado por professores, especialistas em educação e líderes empresariais (P21, 2017). Na Tabela 2.1, apresentamos as habilidades de cada *framework* e o nosso conjunto final de habilidades ao mesclar os dois.

Vale ressaltar que as habilidades de criatividade, inovação, pensamento crítico, resolução de problemas, comunicação, colaboração, proficiência em informática e responsabilidade foram encontradas nos dois modelos. Já as habilidades de trabalho em grupo, tomada de decisão, aprender a aprender, metacognição, cidadania local e global, vida e carreira foram encontradas apenas no ATC21 e proficiência em mídia, proficiência em ICT (Informação, Comunicações e Tecnologia), flexibilidade, adaptabilidade, iniciativa, auto-direção, habilidades sociais, habilidades interculturais, produtividade, prestação de contas e liderança foram encontradas apenas no P21. Assim, ao mesclar as habilidades dos dois modelos tivemos uma lista de 25 habilidades do século XXI.

2.2.1 Habilidades do século XXI e Computação

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

Tabela 2.1: Habilidades do século XXI dos frameworks P21 e ATC21 e lista completa das habilidades utilizadas

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

Em seu trabalho, Mito et al. (2019) apresentam as práticas propostas por um *framework* de ensino de ciência de computação para o ensino básico e as relaciona com habilidades do século XXI. Tal relação pode ser visualizada na Tabela 2.2.

Tabela 2.2: Habilidades do século XXI vs principais práticas computacionais (Mito et al., 2019)

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

A relação da Tabela 2.2 permite a correlação entre a computação e o aprendizado das habilidades listadas. Assim, percebe-se que, pelo menos na teoria, a utilização de computação é benéfica ao desenvolvimento de habilidade do século XXI (Mito et al., 2019).

2.2.2 Avaliação de habilidades do século XXI

Mundialmente, existe a aceitação da ideia de que para o desenvolvimento de habilidades fundamentais dos alunos do ensino básico é necessário que haja uma mudança curricular. Entretanto, apesar de muitos países estarem introduzindo estratégias como o ensino do pensamento computacional em seu currículo escolar, são necessárias táticas de avaliação para analisar como se dá o progresso dos alunos no domínio das competências a partir da utilização dessa nova estrutura (Voogt et al., 2013).

Chai et al. (2015) elaboraram uma pesquisa com o intuito de avaliar as percepções dos alunos sobre as práticas de aprendizado do século XXI em suas salas de aula. Eles relatam em seu trabalho a importância do desenvolvimento de habilidades consideradas cruciais, no presente século. Para eles, as ferramentas de tecnologia da informação e comunicação (TIC) podem melhorar o aprendizado dos alunos, pois auxiliam a tornar a aprendizagem significativa.

Autores como Chai et al. (2015) e Mito et al. (2019) propuseram modelos para autoavaliação de habilidades do século XXI por estudantes da educação básica.

Mioto et al. (2019) afirmam que, apesar da existência da premissa de que a computação pode auxiliar na aquisição de habilidades, ainda não há muitas evidências que comprovem tal premissa.

2.3 Trabalhos correlatos

Nesta seção, apresentamos outros estudos secundários que abordam a avaliação do PC. A principal diferença entre estes trabalhos e o nosso é que os estudos apresentam uma visão geral do está sendo feito sem se aprofundar nos efeitos encontrados. Nosso estudo apresenta uma análise do pensamento computacional focando no desenvolvimento de habilidades do século XXI, se aprofundando na análise do efeito sem restringir a uma determinada prática como programação.

Na revisão sistemática realizada por Lye and Koh (2014), os autores buscaram compreender o ensino e a aprendizagem de PC por meio da programação. Três questões principais nortearam a pesquisa, que foram: como a programação foi incorporada ao currículo escolar?, quais os resultados relatados sobre o desempenho dos alunos em relação ao pensamento computacional? e quais abordagens estavam sendo utilizadas?

Para execução do estudo, Lye and Koh (2014) utilizaram as bases SSCI (*Education educational research category*) e *Education Resources Information Centre* (ERIC) e pesquisaram publicações efetuadas entre 2009 e 2013. Ao todo, foram analisados 203 artigos dos quais 27 foram selecionados e desses 9 tratavam do ensino escolar.

Os autores encontraram poucos estudos para o nível K-12 (9) nas bases pesquisadas e a maioria foi conduzida em forma de atividade extracurricular, o que levou ao levantamento da necessidade da compreensão de alunos aprendendo em ambientes escolares de forma regular. A análise realizada sobre os benefícios do pensamento computacional foi feita em termos de conceitos, práticas e perspectivas computacionais e, segundo os autores, a maioria dos estudos relatou resultados positivos (Lye and Koh, 2014). A programação foi adotada por meio de linguagens de fácil aprendizado, como *Scratch* e *Logo*, e foi utilizada para o aprendizado de outras matérias, como matemática. A maioria dos estudos explorou os resultados em termos de conceitos computacionais objetivando entender como os alunos aprenderam conceitos técnicos e poucos estudos informaram a utilização de um currículo adequado para os participantes. Além disso, o construcionismo foi a base da maioria das abordagens e a avaliação foi efetuada, na maioria dos estudos do nível K-12, de forma qualitativa.

Tang et al. (2020) apresentaram uma revisão ampla sobre a avaliação de pensamento computacional em diversos níveis de ensino. O objetivo da RS foi investigar

como o PC estava sendo avaliado em termos de contexto educacional, construtos medidos, ferramentas de avaliações e validade e confiabilidade.

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

Com base nos resultados, os autores classificaram os construtos em cognitivos e não cognitivos, identificando que os construtos relacionados à computação e à programação são medidos com mais frequência. Identificaram diversos níveis educacionais nos quais as ações estão sendo efetuadas, incluindo nível superior. Em relação aos domínios de estudos, eles encontraram que os domínios em que mais avaliações de PC são realizadas são os de programação, ciência da computação, robótica e *design* de jogos e a maioria dos estudos foi realizada dentro de um contexto de educação formal. Detectaram também que as ferramentas utilizadas para avaliação foram teste tradicional composto de perguntas e respostas selecionadas ou construídas, avaliação de portfólio, entrevistas e pesquisas e que poucos estudos fornecem evidências de validade e confiabilidade (Tang et al., 2020).

Grover and Pea (2013) identificaram pesquisas que investigaram o pensamento computacional utilizando como base o artigo de Wing (2006) no nível K-12 e, a partir disso, apresentaram lacunas da área. Eles abordaram como o PC estava sendo avaliado e promovido por outros estudos, quais ambientes e ferramentas estavam sendo utilizados e trataram questões sobre a avaliação do PC. Os autores não apresentam a faixa de anos que o estudo cobre, apenas exibem que foi realizado com base em pesquisas recentes.

Como resultado do estudo, Grover and Pea (2013) apresentaram que para realização de ações objetivando ensinar PC a alunos do ensino básico usualmente são utilizadas ferramentas considerando a ideia de piso baixo e teto alto, como *Scratch*, *Alice*, *Kodu*, Kits de robótica. Eles ainda declararam que grande parte do trabalho realizado na área foca em questões de definições de PC e ferramentas que fomentem seu desenvolvimento. Além disso, os autores identificaram lacunas como a necessidade de adequação curricular de acordo com a idade para que assim os ganhos em aprendizado sejam aumentados, falta de entendimento do que se espera ser desenvolvido em crianças que participam do aprendizado de PC, escassez na identificação de quais obstáculos e dificuldades são encontrados para desenvolver o PC em idade escolar.

A revisão sistemática realizada por Amri et al. (2019) apresenta uma investigação do uso da robótica, no contexto de ensino de pensamento computacional, e

sua contribuição para o avanço das habilidades do século XXI. Para execução do estudo, Amri et al. (2019) utilizaram as bases *Scopus*, *Google Scholar* e *Science Direct*, porém não apresentaram o período de tempo coberto pelas buscas, nem a quantidade geral de artigos encontrados.

Nessa revisão, os autores selecionaram 11 artigos sobre o tema e, a partir dos resultados, eles definiram o papel do pensamento computacional, a razão pela qual o PC é considerado uma habilidade chave do século XXI e como avaliar o PC utilizando robótica educacional. Os autores utilizaram as ideias expostas nos artigos e as dividiram em três categorias. Em relação ao papel do pensamento computacional, identificaram que aspectos como modelagem, sistematização e automatização fazem parte do ensino de PC por meio da robótica educacional e que o PC fornece novas perspectivas para envolver alunos em idade escolar com a computação e assim auxiliar no crescimento de interesse pela área. Sobre a razão pela qual o PC é considerado uma habilidade chave do século XXI, eles identificaram que o PC oferece melhoras na capacidade de análise, resolução de problema, habilidades de lógica matemática, abstração, criatividade a médio e longo prazo, articulação de pensamento. Por fim, eles apresentaram que a avaliação de PC utilizando robótica nos artigos foi feita por meio da utilização de métodos mistos, estudos exploratórios, aprendizagem baseada em projetos e orientada para objetivos. De maneira geral, foi feita uma exposição descritiva dos achados sem intenção de quantificar as utilizações.

Capítulo 3

Metodologia

O crescimento de uma determinada área de estudo vem acompanhado com o aumento de número de estudos primários ao longo dos anos (Ferrari, 2015). Assim, para fornecer uma visão mais ampla sobre alguma determinada temática, é necessário reunir um conjunto de evidências disponíveis. Para assegurar a validade desse processo, é fundamental que todo o procedimento de busca e todas as decisões tomadas ao longo dele sejam documentados e sigam um protocolo bem determinado que seja replicável. Para atender a esses requisitos, é necessária a utilização de procedimentos sistemáticos de pesquisa.

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

Kitchenham and Charters (2007) apresentam como uma das contribuições das revisões sistemáticas a possibilidade de fornecer dados dos efeitos de fenômenos sob diferentes configurações. Dessa forma, quando os estudos apresentam resultados consistentes, é possível evidenciar a robustez e a transferibilidade dos achados; e quando os resultados apresentam inconsistências, as variações apresentam possibilidades de novos estudos.

Para realizar esse processo, é necessário detalhar todos os procedimentos de forma a obter uma visão geral e confiável sobre os achados.

A nossa revisão foi conduzida com base nas recomendações de Kitchenham and Charters (2007) para analisar as evidências disponíveis a respeito da questão de pesquisa. Nossa pesquisa foi feita com o objetivo de reunir dados de diferentes estudos sobre a relação entre promoção do pensamento computacional e o desenvolvimento das habilidades do século XXI, além de fornecer um modelo para realização de novas pesquisas de forma a apoiar de maneira mais efetiva a síntese sobre conhecimento produzido pelos estudos primários. Nessa revisão, não objetivamos analisar outras propriedades do PC além das habilidades do século XXI. Abaixo, apresentamos o resumo com detalhes das etapas seguidas para realização da pesquisa e na Figura 3.1 a síntese dessas informações.

1. Buscas utilizando a *string* nas bases definidas;
2. Primeira etapa da seleção - Leitura de título e *abstract* procurando por intervenções com desenvolvimento de PC;
3. Segunda etapa da seleção - Leitura dos artigos completos resultantes da segunda etapa procurando por intervenções que investigaram uma ou mais habilidades do século XXI;
4. Terceira etapa da seleção - Análise de qualidade dos artigos resultantes da segunda etapa;
 - a. Artigos que apresentam como a coleta de dados sobre as habilidades do século XXI foi efetuada;
 - b. Artigos que apresentam como a análise de dados foi efetuada;
 - c. Artigos que apresentam declaração dos resultados com base nos dados analisados.
5. Extração dos dados.
 - a. Utilização de um modelo para extração

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



Figura 3.1: Etapas da revisão sistemática

3.1 Planejamento

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

De acordo com Kitchenham and Charters (2007), a necessidade da realização de uma revisão sistemática surge a partir do anseio dos pesquisadores em resumir as informações existentes sobre algum fenômeno com completude e imparcialidade.

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

O levantamento da necessidade dessa revisão foi feito por meio da revisão bibliográfica não sistemática sobre pensamento computacional e os seus efeitos em aprendizes em idade escolar. A partir dessa grande área, foi identificado que existem afirmações sobre o desenvolvimento de habilidades do século XXI por meio do ensino computacional (Voogt et al., 2013; Resnick, 2007). Porém, nas revisões de PC encontradas, tais habilidades, geralmente, não eram evidenciadas e as evidências desse efeito não eram encontradas com facilidade. Identificamos que os estudos sistemáticos de pensamento computacional, geralmente, não se dispõem a sintetizar o efeito das pesquisas, mas sim a listar uma série de habilidades que estão sendo estudadas e que estas, geralmente, são relacionadas à computação.

Neste trabalho, consideramos o conjunto de habilidades do século XXI listado em P21 e ATC21 (P21, 2017; Binkley et al., 2012), sendo elas: criatividade, inovação, pensamento crítico, resolução de problemas, comunicação, colaboração, literacia (proficiência) em informática, responsabilidade, trabalho em grupo, tomada de decisão, aprender a aprender, metacognição, cidadania local e global, vida e carreira, literacia (proficiência) em mídia, literacia (proficiência) em ICT (Informação, Comunicações e Tecnologia), flexibilidade, adaptabilidade, iniciativa, auto-direção, habilidades sociais, habilidades interculturais, produtividade, prestação de contas e liderança. Esta escolha foi feita para ter um determinado conjunto de habilidades levantado por especialistas da área. Além disso, limitar a quantidade de habilidades pesquisadas a um conjunto específico evita subjetividade nas buscas.

3.1.2 Questões de pesquisa

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

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

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

A questão geral pode ser considerada sobre diferentes perspectivas: a apresentação dos efeitos (positivos e negativos) encontrados, que tipo de habilidades são estudadas, e se a qualidade dos estudos atuais permite uma síntese confiável da avaliação do impacto do PC sobre as habilidades do século XXI. Assim, a partir destes aspectos, foram definidas três questões de pesquisa específicas:

Q1: Quais as evidências e efeitos da promoção do pensamento computacional sobre o desenvolvimento de habilidades do século XXI?

Q2: Quais habilidades do século XXI estão sendo pesquisadas em termos de pensamento computacional?

Q3: O quanto a forma de apresentação dos estudos afeta a síntese sobre a avaliação do impacto da promoção do pensamento computacional nas habilidades do século XXI?

3.1.3 Protocolo de pesquisa

Em relação à definição do protocolo, de acordo com Moher et al. (2015), a elaboração do protocolo da revisão sistemática é parte fundamental do processo. Esse passo garante que o procedimento foi acuradamente planejado e assim possibilita a garantia de qualidade, integridade da pesquisa e transparência do processo. A utilização de protocolos também é auxiliadora na etapa de extração dos dados, pois conduz os pesquisadores em relação aos dados de interesse, reduzindo assim a arbitrariedade nessa etapa.

Segundo Kitchenham and Charters (2007), a definição de um protocolo evita que a seleção dos estudos seja direcionada por expectativas do pesquisador, pois, nesse documento, são especificados os métodos que serão utilizados ao longo da revisão, reduzindo assim a possibilidade de viés. O protocolo deve incluir a justificativa da pesquisa, pergunta da pesquisa, apresentação de estratégia de busca, critério de seleção de estudos, procedimento de seleção, verificação de qualidade, estratégia de extração de dados, síntese dos dados.

As etapas de justificativa e pergunta já foram exibidas anteriormente e iremos apresentar as outras informações relacionadas ao protocolo.

Para auxiliar no desenvolvimento do protocolo, criamos um grupo de controle que consistiu em seis artigos (um artigo para cada base) contendo a investigação do desenvolvimento de ao menos uma das habilidades do século XXI. Este grupo de controle foi obtido por meio de busca não sistemática nas bases de consulta que foram utilizadas ao longo da pesquisa. Os artigos deveriam integrar nosso corpo de estudos primários nas buscas realizadas. O grupo de controle serviu para estabelecimento e refinamento de termos de buscas, além de auxiliar no processo de definição dos dados que deveriam ser extraídos.

Estratégia de busca

A estratégia de busca foi definida visando alcançar maior abrangência, pois, ao analisar os artigos do grupo de controle e com base na experiência do grupo de pesquisa, identificamos que as informações sobre a relação do pensamento computacional e habilidades do século XXI nem sempre estava disponível no título e *abstract*. Assim, abrangemos, nessa primeira etapa, todo e qualquer estudo que apresentasse o ensino de pensamento computacional para alunos do ensino básico dentro do intervalo de 5 anos (2014 - 2019). Nas etapas seguintes refinamos nossa busca para identificar quais estudos apresentavam as habilidades de interesse do estudo.

***String* de busca**

A criação dos termos de pesquisa ou *string* de busca teve como base as informações contidas nos artigos do grupo de controle e as *strings* utilizadas em outras revisões de pensamento computacional. Nossa *string* de busca final consistiu na junção dos termos pertinentes a: pensamento computacional, habilidades e suas variações, avaliações e suas variações, idade escolar e suas variações. Resultando em:

(“computational thinking”) AND (abilities OR ability OR skill OR competencies OR competency OR assess OR measure OR evaluate OR analyze) AND (“elementary school” OR “K-12” OR “middle school” OR “high school” OR “young children” OR preschool OR children OR “primary school” OR “primary education” OR “secondary education” OR “secondary school”)

Fontes

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

CrITÉRIOS de seleção de estudos

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

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

CrITÉRIOS de inclusão da primeira etapa da seleção

1. Intervenções visando o desenvolvimento de pensamento computacional. [não importa o meio como o PC é desenvolvido, exemplo, jogos, *scratch*, computação desplugada]
2. Artigos completos (no mínimo 4 páginas)
3. Escritos em inglês

4. Estudos realizados com alunos do ensino básico

Critérios de exclusão

1. Estudos que não apresentam uma intervenção
2. Estudos que não tratam sobre desenvolvimento do pensamento computacional
3. Estudos que apenas realizam a apresentação ou análise de currículos
4. Estudos que apenas apresentam ferramentas de avaliação
5. Estudos de apresentação de *frameworks*
6. Estudos secundários
7. Estudos abordando outro público alvo (ensino superior ou professores).

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

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

Verificação de qualidade dos estudos primários

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

Para realização da análise de qualidade, nos baseamos no instrumento CASP (*Critical Appraisal Skills Programme*)(CASP, 2018), realizando, como sugerem Kitchenham and Charters (2007), a seleção das questões de avaliação mais adequadas às

nossas questões de pesquisa. Seleccionamos as questões 5, 8 e 9 do instrumento, que são respectivamente:

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

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

Na primeira questão, *os dados foram coletados de forma a abordar a questão da pesquisa?*, verificamos se os autores apresentaram nos estudos como a coleta de dados foi efetuada, por meio da identificação dos instrumentos e procedimentos de coleta.

Na segunda questão, *a análise de dados foi considerada suficientemente rigorosa?*, verificamos se os autores apresentaram as técnicas utilizadas para realizar a análise de dados.

Na terceira questão, *existe uma declaração clara dos resultados?*, avaliamos se os resultados obtidos eram passíveis de interpretação, ou seja, se por meio da declaração dos resultados era possível chegar a conclusão de qual efeito a intervenção obteve.

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

Estratégia de seleção e extração de dados

Dois pesquisadores realizaram a extração de dados com base no modelo de extração que será apresentado no Capítulo 4. Esse processo, assim como a seleção, foi feito individualmente e sem contato entre os pesquisadores. Após a finalização da extração, os dados eram comparados e as divergências resolvidas com base em consenso e, em última instância, avaliação de um terceiro pesquisador.

Viés da seleção

De acordo com Moher et al. (2015), o viés de uma revisão sistemática pode ser minimizado por meio de um processo de seleção transparente. Assim, para minimizar o viés no processo de seleção, todas as condições necessárias para que um artigo fosse aceito para compor o grupo de estudos primários da pesquisa foram declaradas no protocolo. Além disso, todas as informações que deveriam ser coletadas foram especificadas anteriormente para garantir confiabilidade no processo de extração.

Para tanto, o protocolo foi executado em uma das bases e as dúvidas que surgiam ao longo do processo eram debatidas e as decisões em relação às dúvidas foram sendo adicionadas ao protocolo.

Na primeira rodada de codificação, foram analisados 118 artigos da *engine IEEE Explorer* e a confiabilidade entre examinadores e o percentual de consenso, foram baixos. Assim, o protocolo foi ajustado de acordo com as decisões, e os critérios de exclusão foram mais detalhados para evitar ambiguidades. Após um maior detalhamento dos critérios, o consenso, de maneira geral, entre os pesquisadores foi de 88.97%.

Método de extração de dados

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

Para realizar a codificação dos dados na análise de conteúdo, utilizamos áreas temáticas predefinidas (informações gerais, público alvo, informações metodológicas, intervenção, materiais, coleta e análise de dados e, por fim, habilidades e efeitos) e, assim, foram buscados dados que se adequassem a cada tema. Além disso, para análise do efeito, identificamos trechos de significância de efeito e determinamos termos para o efeito relatado.

Como maneira de aumentar a qualidade da extração, construímos um modelo buscando representar em que categorias os dados extraídos deveriam ser incluídos e caracterizar de forma sintética exemplos de entradas para cada dado. O modelo criado será apresentado em detalhes no 4 Capítulo deste documento.

Avaliação do protocolo

A avaliação do planejamento foi feita de duas maneiras:

- 1 - apresentação do protocolo para especialistas (orientador e coorientador).
- 2 - execução e avaliação do protocolo em uma das fontes de buscas escolhidas (IEEE Xplorer).

3.1.4 Realização

As buscas foram iniciadas em junho de 2020 utilizando a *string* de busca apresentada e sendo realizadas em todas as fontes.

Para testar se a *string* estava bem refinada, utilizamos o grupo controle de artigos que foi selecionado manualmente de forma a obter estudos contendo intervenções de pensamento computacional e que pesquisaram uma ou mais habilidades de interesse deste estudo. Realizamos as buscas nas fontes apresentadas e verificamos se os artigos de cada uma era retornado.

Inicialmente, testamos o protocolo na base eletrônica *IEEE Xplorer* para todos os anos disponíveis até o ano de 2019, pois, durante a execução desta pesquisa os artigos do ano de 2020 ainda estavam em processo de publicação. Essa base foi escolhida por conta do número total de artigos encontrados (118), quantidade que viabilizava testar o protocolo em tempo hábil, fazer os ajustes necessários e refazer as buscas em caso de mudanças, além de possibilitar o primeiro contato com os possíveis resultados.

Na primeira fase, leitura de título e *abstract*, foram selecionados os artigos que declaram analisar alguma intervenção contendo ensino de pensamento computacional. Os critérios de exclusão do artigo foram sendo definidos durante essa primeira seleção, pois só após ter contato com o resultado da buscas identificamos, de maneira ampla, outros artigos que poderiam ser retornados. Apesar dessa definição inicial, os critérios de exclusão foram refinados ao longo do processo.

Após realizar a seleção com base na leitura do texto completo, identificamos que alguns artigos apresentam a presença de alguma das habilidades do século XXI ou relatam ter desenvolvido a habilidade, mas não traziam dados que comprovassem esse fato. Por exemplo, o autor do artigo poderia relatar que os alunos desenvolveram pensamento criativo, porém não existe nenhum dado na pesquisa em relação a isso, apenas explanação do ponto de vista do autor. Decidimos que esse tipo de artigo seria analisado na fase de qualidade, de modo que a análise de qualidade fosse efetuada em todo artigo que apresentasse ao menos uma habilidade do século XXI. Assim, nessa primeira base obtivemos artigos que apresentavam ao menos uma habilidade do século XXI.

Na análise de qualidade, verificamos principalmente questões relacionadas aos dados apresentados. Buscamos identificar se existia alguma declaração do efeito das

habilidades pesquisadas, se os dados coletados e a análise corroboraram para essa afirmação. Deste modo, após análise de qualidade, identificamos os artigos, na base *IEEE Xplorer*, que além de apresentar ao menos uma habilidade, também apresentava o efeito do ensino do pensamento computacional e dados que corroborassem com a declaração do efeito.

Já na fase de extração, extraímos as informações das pesquisas que pudessem caracterizar intervenções e o trecho que identifica o efeito relatado. Além disso, refinamos nosso modelo de extração com base nas informações encontradas nos artigos. Este processo realizado de forma iterativa proporcionou a consolidação do modelo apresentado no Capítulo 4 como uma das contribuições deste trabalho.

Após validação do protocolo, todas as outras bases de dados declaradas no início deste tópico foram analisadas de acordo com o mesmo procedimento. Para realização da pesquisa, os dois pesquisadores responsáveis pela execução seguiram os mesmos procedimentos e ao final de cada etapa, compartilhavam os resultados para análise de divergência. Na análise de divergência, eram identificados os artigos divergentes, uma planilha era montada com os resultados e ambos os pesquisadores apresentavam a motivação e dados para ter aceitado ou rejeitado determinado artigo. Caso não chegassem a um consenso, o terceiro pesquisador era consultado.

Capítulo 4

Modelo para extração de dados

Neste capítulo, apresentamos o modelo utilizado para extração dos dados. Este modelo foi criado a partir da análise dos artigos do grupo controle para extrair os dados da pesquisa e apresentar algumas considerações de como os dados foram identificados. Como o processo de revisão sistemática é iterativo e cada nova descoberta pode apresentar novas opções de entrada, o modelo foi sendo atualizado e revisado ao longo da execução desta revisão.

Durante a extração de dados de novos artigos, dimensões eram adicionadas e/ou ajustadas, resultando em um modelo que engloba um extenso conjunto de informações. A adoção deste modelo para apresentações de estudos na área suporta futuras sínteses melhorando a compreensão do efeito da aplicação do PC. Por esta razão, apresentamos este modelo como uma das contribuições deste trabalho. Discutimos sua construção a seguir.

O modelo de extração foi efetuado por meio de uma planilha contendo os nomes dos campos que serão apresentados ao longo desta seção. Como forma de evitar ao máximo a subjetividade na recolha de dados, um documento descrevendo a informação que deveria ser extraída dos artigos para cada campo foi criado. Nesta seção, apresentamos os campos determinados, exemplos de entradas encontradas e decisões relacionadas a pesquisa de habilidades do século XXI.

Vale ressaltar que os exemplos aqui apresentados foram sugeridos com base nos achados desta pesquisa. Além disso, foi utilizada a notação “não apresenta” quando o dado pesquisado não foi encontrado no estudo.

4.1 Informações gerais

Nesta categoria, são identificadas informações gerais que caracterizam as pesquisas pertencentes ao grupo de estudos primários. Para realizar essa caracterização, todos os estudos primários são identificados com um código único (ID), devem ser inseridas as informações de título, base de dados na qual o artigo foi encontrado e local. A Tabela 4.1 apresenta a dimensão e descrição das subcategorias.

Tabela 4.1: Categoria informações gerais

Informações gerais	
Dimensão	Descrição
ID	Identificador do artigo
Nome	Título do artigo
Source	Local onde o artigo foi publicado
Local	País onde a pesquisa foi realizada

4.2 Informações do público alvo

A caracterização do público alvo é de suma importância para que formuladores de políticas públicas e outros pesquisadores possam analisar as ações efetuadas com base em cada tipo de público e, assim, conseguir replicar e até mesmo identificar as melhores maneiras de realizar o ensino computacional. Notamos, entretanto, que não há consenso na forma de caracterização do público alvo.

Pimentel et al. (2019) e Chalmers (2018), por exemplo, caracterizam o público alvo indicando que os participantes de sua pesquisa são estudantes do *high school* e *primary school*, respectivamente. Ambos os estudos caracterizam o público alvo apenas pelo estágio escolar. Erümit (2019), por sua vez, não caracteriza o público alvo pelo estágio escolar, mas pela série (grade no inglês), indicando que sua pesquisa envolve *six grade students*. Moreno-León and Robles (2015) e Pinto-Llorente et al. (2016) apresentam, além das informações de nível e série escolar, a informação de idade dos participantes. Dessa forma, estágio escolar, série e idade são alguns atributos usados para caracterizar o público alvo, mas isso é feito de forma distinta por diferentes estudos.

Mesmo considerando os atributos “estágio escolar” e “série”, a informação é disponibilizada de diferentes maneiras. Por exemplo, nos trabalhos de Corradini et al. (2017) e Wong and Cheung (2018), os autores utilizaram o estágio *primary school*, enquanto no trabalho de Chaudhary et al. (2016) e Lin and Shaer (2016) os autores utilizaram o estágio *elementary school*. Sobre a série escolar, os autores

apresentam a realização do estudo em apenas uma série como, por exemplo, em Caballero-Gonzalez et al. (2019), Saritepeci (2019) e Burleson et al. (2017) ou mais séries como em Wong and Cheung (2018), Feldhausen et al. (2018) e Kim and Kim (2016).

Um problema decorrente da caracterização do público alvo pelos atributos “estágio escolar” e “série” é relacionado às diferenças de currículo entre os países. Os estudos da área de computação em educação são efetuados em diversos países que possuem sua própria divisão curricular. Assim, apresentar apenas as informações de grade ou nível não garante que os dados sejam suficientes para serem replicados por outros pesquisadores. Deste modo, a apresentação da idade possibilita o aumento da qualidade do estudo em termos de replicabilidade.

Além do estágio escolar, série e idade, encontramos estudos que apresentam outros atributos usados para caracterizar o público alvo. Caballero-Gonzalez et al. (2019), por exemplo, caracterizam o público alvo de seu estudo apresentando informações de gênero, além das informações de estágio escolar, série e idade. Neste caso, o estudo indica que a pesquisa possui participantes de sexo masculino, feminino ou misto (possui participantes de ambos os gêneros). Por fim, há ainda uma informação importante para caracterização do público alvo, apresentada pelo estudo de Wong and Cheung (2018) e Pimentel et al. (2019). Estes estudos também apresentam informações sobre experiências anteriores do público alvo. Neste caso, é apresentado se os participantes possuem ou não experiência anterior com a ação efetuada ou com o ensino de computação.

Diante do exposto, apontamos cinco atributos que já são utilizados para compor a identificação das informações do público alvo da pesquisa: estágio escolar, série escolar, idade, gênero e experiência anterior. As descrições das dimensões, bem como exemplos de entradas encontradas nos artigos, são apresentadas na Tabela 4.2.

Vale salientar que as informações de composição de gênero e experiência anterior podem ser mais detalhadas. No caso desta pesquisa, foi detectada apenas a declaração dessas informações, porém elas podem ser investigadas com mais profundidade. Por exemplo, as informações de gênero podem apresentar a quantidade de mulheres participantes da pesquisa e as informações de experiência anterior podem apresentar se os participantes possuíam ou não experiência.

Tabela 4.2: Categoria de informações do público alvo

Público alvo		
Dimensão	Descrição	Exemplo de entrada
Estágio escolar	Nível escolar declarado	preschool kindergarten elementary school middle school high school primary school secondary school não informa
Série escolar	Série escolar declarada	6th grade 4 grade não informa
Idade	Idade dos participantes	7 - 12 anos 15 anos não informa
Gênero	Indicar se os autores apresentaram informações de gênero dos participantes	Sim Não
Experiência anterior	Indicar se os autores apresentaram informações de experiência anterior dos participantes.	Sim Não

4.3 Informações metodológicas

As informações metodológicas possibilitam explicar qual caminho foi utilizado para encontrar os resultados da pesquisa realizada. Tais informações são importantes, pois permitem que outros pesquisadores entendam o desenho da pesquisa e assim possam avaliar, replicar ou comparar as ações efetuadas.

Em nossa análise, identificamos que existem estudos que utilizam o método de estudo misto (Wong and Cheung, 2018; Atmatzidou and Demetriadis, 2017; Jones-Harris and Chamblee, 2017), enquanto outros utilizam o método qualitativo, como por exemplo, Allsop (2018), e Hu et al. (2016) e outros utilizam o método quantitativo, como Handan and Ertuğrul (2019) e Calao et al. (2015).

O tipo de estudo diz respeito aos procedimentos utilizados ao longo da pesquisa. Nesse ponto, identificamos que essa informação nem sempre é disponibilizada nos estudos, como ocorre nos estudos apresentados por Corradini et al. (2017), Bo-

dén et al. (2018) e Sabbagh et al. (2017), por exemplo. Os tipos encontrados em nosso estudo foram o estudo de caso, como explanado por Burleson et al. (2017) e Pimentel et al. (2019); quase experimento conforme utilizado em Pellas and Vosinakis (2018), Psycharis and Kallia (2017), Karaahmetoglu and Korkmaz (2019); experimento como o citado por Pellas (2016); ex post facto como empreendido em Rodrigues et al. (2016) e Pinto-Llorente et al. (2016).

Também identificamos informação sobre a utilização de grupo de controle para análise dos resultados da pesquisa. Estudos como Calao et al. (2015), Saritepeci (2019) e Sabbagh et al. (2017) relatam a utilização do grupo de controle, enquanto estudos como Pinto-Llorente et al. (2016) e Ioannou et al. (2018) não mencionam a utilização desse tipo de comparação.

A utilização de pré e pós-testes também integrou o conjunto de informações metodológicas disponibilizadas nos estudos. Em relação a essa informação, identificamos que estudos como apresentados por Hu et al. (2016), Pellas and Vosinakis (2018), Psycharis and Kallia (2017), utilizaram pré e pós-testes para averiguação dos resultados. Por outro lado, há aqueles que não mencionam a utilização desse tipo de controle como Pellas (2016), Pellas and Peroutseas (2016) e Altanis et al. (2018).

Com base no exposto, identificamos quatro atributos que já são utilizados para compor a identificação das informações metodológicas da pesquisa: método de estudo utilizado, tipo de estudo, utilização de grupo de controle e utilização de pré e pós testes. As descrições das dimensões, bem como exemplos de entradas encontradas nos artigos, são apresentadas na Tabela 4.3.

- Decisões da pesquisa sobre habilidades do século XXI

É importante ressaltar algumas decisões tomadas a respeito da extração e coleta de dados referentes às informações metodológicas. Consideramos apenas as informações relacionadas à análise das habilidades do século XXI. Essa decisão foi tomada, pois identificamos que os estudos encontrados também buscavam avaliar outros aspectos do pensamento computacional (abstração, engajamento, entre outros) e a metodologia de pesquisa nos estudos abrangia todas as dimensões avaliadas.

O método de estudo, denominado por Creswell and Creswell (2017) como estratégia de investigação, diz respeito aos procedimentos da pesquisa. Adotamos a estratégia de analisar qual foi o método utilizado apenas para levantamento das habilidades do século XXI. Logo, quando uma pesquisa de desenho misto utiliza métodos quantitativos para pesquisar outros aspectos do pensamento computacional e apenas métodos qualitativos para verificar o efeito do desenvolvimento das habilidades do século XXI, categorizamos o método do estudo como qualitativo.

Tabela 4.3: Categoria de informações metodológicas

Informações metodológicas		
Dimensão	Descrição	Exemplo de entrada
Método de estudo	Método utilizado na abordagem da pesquisa	qualitativo quantitativo misto não informa
Tipo de estudo	Tipo de estudo relatado pelos autores	estudo de caso quase experimento experimento ex post facto etnografia não apresenta
Grupo de controle	Indicar se os autores utilizaram grupo de controle	sim não
Pré e pós testes	Indicar se os autores utilizaram pré e pós testes	sim não

Assim, este aspecto, para essa pesquisa, foi detectado de acordo com os resultados apresentados e não diretamente com a informação declarada pelos autores.

O tipo de estudo diz respeito ao que Creswell and Creswell (2017) definem como estratégia de investigação. Em nossos resultados, apresentamos exatamente a estratégia declarada pelos autores na seção de metodologia do estudo.

As informações de utilização de grupo de controle e de pré e pós testes também seguiram a mesma lógica do método de estudo. Assim, quando a investigação sobre o desenvolvimento das habilidades do século XXI foi analisado apenas com os participantes do grupo experimental, não sendo feita nenhuma pesquisa com o grupo controle sobre este aspecto, informamos que não foi utilizado grupo de controle, pois o propósito desta pesquisa é direcionado a análise de habilidades do século XXI. O mesmo procedimento foi adotado para pesquisas que utilizaram pré e pós testes apenas para realizar investigações de outros fenômenos.

4.4 Informações da intervenção

Assim como nos tópicos anteriores, o detalhamento das informações da intervenção possibilita a replicação da ação efetuada e a análise do efeito das decisões de contexto sobre a pesquisa. Em relação a essas informações, identificamos que alguns autores relatam o contexto onde a atividade foi realizada. Assim, constatamos que

as ações são realizadas em três contextos diferentes, sendo eles: escolar formal, escolar informal e pontual.

Alguns estudos relatam a realização das atividades dentro do contexto escolar sendo integradas ao currículo da escola – como feito em Navarrete (2013), Erümit (2019) e Sabbagh et al. (2017). Nesse caso, classificamos como parte da categoria “escolar formal”. Um segundo contexto encontrado foi: a atividade relatada é executada dentro da escola, porém sem fazer parte do currículo, aplicada de forma pontual – como em Moreno-León and Robles (2015) e Atmatzidou and Demetriadis (2017). Esse tipo de informação foi classificada na categoria “escolar informal”. Por fim, o terceiro caso encontrado foi o de atividades sendo ofertadas fora do contexto escolar, por exemplo, Thieme et al. (2017) e Feldhausen et al. (2018). Para este tipo de informação, criamos a categoria “pontual”.

Outro aspecto que integra as informações da intervenção é a forma de aplicação das atividades. Nesse sentido, encontramos intervenções sendo aplicadas em formato de curso – como feito em Erümit (2019), Sabbagh et al. (2017) e Jones-Harris and Chamblee (2017), ou acampamento de verão, como em Feldhausen et al. (2018) e Chaudhary et al. (2016), e até mesmo como avaliação de ferramenta, como feito em Bodén et al. (2018) e Thieme et al. (2017). Alguns estudos, como, por exemplo, Altanis et al. (2018), Kim and Kim (2016), e Tonbuloglu and Tonbuloglu (2019), não apresentam esse tipo de informação.

Em relação à obrigatoriedade, identificamos que essa informação, quando apresentada, é feita das seguintes formas: participação obrigatória (requerida) ou participação voluntária (eletiva). Por exemplo, os estudos feitos por Corradini et al. (2017) e Karaahmetoglu and Korkmaz (2019) relataram que a participação dos alunos foi obrigatória. Enquanto Pimentel et al. (2019) e Sabbagh et al. (2017) relataram que a participação foi voluntária. Estudos como Pinto-Llorente et al. (2016) e Ioannou et al. (2018) não apresentaram esse tipo de informação.

Outro aspecto encontrado que foi agrupado nas informações da intervenção diz respeito à configuração de execução das atividades pelos participantes. Nesse ponto, identificamos se os autores relatam que a atividade foi feita de forma individual, coletiva, por meio de divisão de grupos ou pares, ou de maneira mista (individual e coletiva). Como exemplo de ações que exibem esse tipo de informação temos Erümit (2019) e Djambong et al. (2018), declarando que as atividades foram feitas de forma individual, Caballero-Gonzalez et al. (2019), Bodén et al. (2018) e Atmatzidou and Demetriadis (2017), que relataram a divisão dos participantes de forma coletiva e Saritepeci (2019) e Bers et al. (2019), que dividiram seus participantes de forma mista para realização das atividades.

Por fim, identificamos que alguns artigos apresentam a duração das ações efetuadas e que essa informação é disponibilizada de diferentes maneiras. Em Caballero-

Gonzalez et al. (2019) e Negrini and Giang (2019), a informação é apresentada em termos de semestre; em Keane et al. (2019) e Calao et al. (2015) em termos de meses; Thieme et al. (2017) apresentaram em termos de dias; e estudos como Atmatzidou and Demetriadis (2017) e Pinto-Llorente et al. (2017) apresentaram em termos de horas.

Em suma, para caracterizar as informações da intervenção, identificamos cinco atributos: contexto da atividade, aplicação, obrigatoriedade, configuração e duração. As descrições dessas dimensões são apresentadas na Tabela 4.4.

Tabela 4.4: Categoria de informações da intervenção

Intervenção		
Dimensão	Descrição	Exemplo de entrada
Contexto da atividade	Tipo de atividade relatada pelos autores em termos de ambiente e formalidade da aplicação	escolar formal escolar informal pontual não informa
Aplicação	Forma de organização da intervenção	curso acampamento de verão avaliação de ferramenta oficina seminário treinamento não informa
Obrigatoriedade	Indicar se a intervenção foi realizada de forma eletiva ou requerida.	requerida eletiva não apresenta
Configuração	Indicar como as atividades foram efetuadas.	individual coletiva mista
Duração	Indicar qual a duração da intervenção	2 anos 2 semestres 3 meses 14 semanas 158 dias 3 horas 12 aulas não informa

4.5 Informações de materiais

Informações sobre os materiais utilizados também fazem parte do conjunto de dados que podem auxiliar outros pesquisadores no processo de investigação. Assim, informações como qual contexto metodológico utilizado, que tipo de atividades foram efetuadas e quais ferramentas foram utilizadas são importantes nesse sentido.

Definimos o contexto metodológico como uma forma de apresentar uma visão ampla da base de ensino utilizada. De acordo com os achados, alguns estudos utilizam a programação em blocos, com ferramentas como *Scratch*, Alice, Kodu, de forma ampla sem focar em um determinado aspecto – como em Calao et al. (2015). Para estes casos, classificamos o contexto metodológico como programação em blocos. Além da programação em blocos, é possível encontrar nos artigos contextos focados em determinados aspectos como análise de dados (Hu et al., 2016), programação de jogos (Rodrigues et al., 2016; Pellas and Vosinakis, 2018), e programação de aplicativos (Djambong et al., 2018; Kim and Kim, 2016). Também encontramos aspectos mais gerais como robótica (Caballero-Gonzalez et al., 2019; Burleson et al., 2017), programação tradicional – efetuada com ferramentas de programação tradicional como C, java, matlab, entre outras (Jones-Harris and Chamblee, 2017; Psycharis and Kallia, 2017), eletrônica digital (Feldhausen et al., 2018), computação desplugada (Feldhausen et al., 2018; Tonbuloglu and Tonbuloglu, 2019) e computação física por meio do uso de *hardware* tátil, por exemplo, Bodén et al. (2018) e Thieme et al. (2017).

Em relação às atividades realizadas ao longo do estudo, encontramos atividades que utilizam a solução de problemas diretamente relacionada ao que foi aprendido durante a intervenção e classificamos esse tipo de atividade como “solução de problemas”, como feito em Pinto-Llorente et al. (2017). Também são feitas atividades de solução de problemas do mundo real, indo além do conteúdo aprendido (Pimentel et al., 2019), criação de animações (Erümit, 2019; Saritepeci, 2019), atividades matemáticas (Psycharis and Kallia, 2017; Pellas and Vosinakis, 2018), desenvolvimento de aplicativos (Djambong et al., 2018; Kim and Kim, 2016), desenvolvimento de jogos (Wong and Cheung, 2018; Pellas and Vosinakis, 2018), programação com *hardware* (Feldhausen et al., 2018; Lin and Shaer, 2016) entre outras. É comum a utilização de mais de uma atividade para realizar a intervenção, como feito por Saritepeci (2019), que utilizou solução de problemas, jogos e animações; e por Feldhausen et al. (2018), que utilizou solução de problemas, animações e programação com *hardware*. Além disso, alguns estudos como Corradini et al. (2017) e Hu et al. (2016) não apresentam esse tipo de informação.

Outra informação encontrada na apresentação dos materiais utilizados é a identificação das ferramentas utilizadas. Por exemplo, identificamos a utilização de

ferramentas como o software *Scratch* (Saritepeci, 2019), Alice (Sabbagh et al., 2017; Allsop, 2018), Arduino (Pimentel et al., 2019; Feldhausen et al., 2018), kit de robótica como Bee Bot (Caballero-Gonzalez et al., 2019; Ioannou et al., 2018) e Lego (Atmatzidou and Demetriadis, 2017; Pinto-Llorente et al., 2017). Assim como as atividades, os autores também utilizam uma ou mais ferramentas, por exemplo, Pimentel et al. (2019) utilizaram *Scratch*, code.org, arduino entre outras ferramentas.

Em resumo, para caracterizar os materiais identificamos três atributos: contexto metodológico, atividades e ferramentas. As descrições dessas dimensões são detalhadas na Tabela 4.5.

Tabela 4.5: Categoria de informações de intervenção

Intervenção		
Dimensão	Descrição	Exemplo de entrada
Contexto metodológico	Base de ensino utilizada	Robótica Computação desplugada Computação física Programação de aplicativos Programação de jogos Programação em blocos Programação tradicional
Atividade	Atividades desenvolvidas para apresentação do Pensamento computacional.	Jogos Animações Solução de problemas Atividades matemáticas Desenvolvimento de aplicativos Programação com robótica Programação com hardware Não apresenta
Ferramenta	Ferramentas utilizadas.	Scratch Kodu Unity Robopad Lego Alice Arduino Autorial OpenSim Unity

4.6 Informações sobre coleta e análise de dados

Sobre a coleta e a análise de dados, identificamos informações sobre o instrumento utilizado e sua validade, base e perspectiva de avaliação.

Em relação aos instrumentos, são exibidos quais os instrumentos de coleta de dados utilizados na pesquisa. Por exemplo, Atmatzidou and Demetriadis (2017) e Chaudhary et al. (2016) utilizaram a observação como forma de levantar os resultados. Pimentel et al. (2019) e Caballero-Gonzalez et al. (2019), por sua vez, utilizaram a rubrica. Saritepeci (2019) e Sabbagh et al. (2017) utilizaram questionários. Em alguns casos, os autores utilizam mais de um instrumento para coleta dos dados, como por exemplo, Atmatzidou and Demetriadis (2017) que utilizaram entrevista, observação e outros instrumentos.

Em relação à validade dos instrumentos utilizados, essa informação nem sempre é disponibilizada nos artigos. Por exemplo, os autores Feldhausen et al. (2018) e Corradini et al. (2017) não apresentaram a validade dos instrumentos utilizados, enquanto Corradini et al. (2017) apresentaram garantia de validade de resultados por meio da análise de conteúdo. Logo, os dois aspectos precisam ser levados em consideração, tanto a garantia de validade dos instrumentos utilizados, quanto para a garantia de validade dos resultados. Estudos como Erümit (2019) e Saritepeci (2019) apresentam validade de instrumentos e de resultados.

Identificamos também que a forma de analisar sob qual perspectiva foi feita a avaliação é um atributo que está presente nos estudos. Nesse sentido, detectamos que a avaliação vem sendo feita com base no olhar do aluno, do professor não pesquisador ou do pesquisador, independente de ter atuado como professor ou não. Esse aspecto é relacionado a quem respondeu se houve resultados na pesquisa. Por exemplo, quando um teste de conhecimento ou de reflexão é efetuado, a avaliação é realizada com base na perspectiva do aluno – como em Calao et al. (2015) e Feldhausen et al. (2018). Já quando é feita uma entrevista com professores, é levada em consideração a perspectiva do professor – por exemplo, em Pinto-Llorente et al. (2017) e Corradini et al. (2017). Por outro lado, quando o pesquisador analisa o comportamento dos alunos ou artefatos desenvolvidos para determinar o resultado, é levada em consideração a perspectiva do pesquisador. Nos casos em que o pesquisador também é o professor da intervenção, adotamos a classificação pesquisador.

Em relação à base de análise, identificamos como os autores indicam que a análise dos resultados foi efetuada. Classificamos os tipos de base de análise em: relato, teste reflexivo, teste de conhecimento, comportamento e artefato. Se a análise for feita com base na descrição do ponto de vista do aluno – por exemplo, em Wong and Cheung (2018) e Djambong et al. (2018) – adota-se a categoria relato.

Quando os participantes respondem a testes que questionam suas percepções em relação à habilidade pesquisada – como em Erümit (2019) e Saritepeci (2019) – adota-se a classificação teste reflexivo. A categoria teste de conhecimento deve ser utilizada nos casos em que os alunos realizam testes que identificam conhecimento de conteúdo ou estratégias, como exemplo teste de resoluções de problemas, utilizado em Rodrigues et al. (2016) e Jones-Harris and Chamblee (2017). A categoria comportamento foi detectada quando a análise em relação ao comportamento do participante é feita por terceiros, geralmente, o pesquisador, como, por exemplo em Chaudhary et al. (2016). Utiliza-se a classificação artefato quando a análise for feita com base nos artefatos desenvolvidos pelos participantes.

Assim, para apresentar tais informações, criamos quatro dimensões: instrumento, validade do instrumento, perspectiva da avaliação, base de análise. As descrições das dimensões desta categoria são apresentadas na Tabela 4.6.

Como a coleta e a análise de dados podem ser feita utilizando diversas técnicas e instrumentos em uma mesma pesquisa, podem-se ter múltiplas entradas para uma mesma pesquisa. Assim, as entradas apresentadas podem variar entre uma ou várias ocorrências.

Tabela 4.6: Categoria de coleta e análise de dados

Coleta e análise dos dados		
Dimensões	Descrição	Exemplo de entrada
Instrumento	Instrumento utilizado para aferir as habilidades do século XXI	entrevista observação questionário survey rubrica vídeo
Validade do instrumento	Apresentar se os autores relatam aspectos de validade do instrumento utilizado	sim não
Perspectiva da avaliação	Apresentar qual foi a perspectiva adotada para relatar o desenvolvimento das habilidades estudadas.	aluno professor pesquisador
Base da análise	Apresentar com base em que aspectos o efeito foi identificado	relato teste reflexivo comportamento teste de conhecimento artefato

- Decisões da pesquisa sobre habilidades do século XXI

Em nossa pesquisa, os aspectos relacionados a esta categoria foram identificados como na análise dos métodos. Buscamos analisar como a coleta e a análise de dados foram feitas em relação às habilidades do século XXI. Assim, mesmo que uma pesquisa utilize outros instrumentos e tipos de análises para averiguar outras características, apenas os meios e métodos utilizados para isso foram declarados aqui.

4.7 Informações sobre efeito e habilidades pesquisadas

Em toda pesquisa, tem-se um objetivo traçado desde o início do estudo. No caso das pesquisas relacionadas ao pensamento computacional, geralmente busca-se apontar o efeito obtido por meio da ação realizada. Para tanto, diversos tipos de habilidades podem ser pesquisadas e a forma como este efeito é relatado pode variar.

Sobre a habilidade pesquisada, é importante que os autores identifiquem no texto o que está sendo avaliado. Por exemplo, Saritepeci (2019) avaliou o desenvolvimento das habilidades de criatividade, resolução de problemas, pensamento crítico, além das habilidades de pensamento algorítmico e pensamento reflexivo. Enquanto Sullivan et al. (2017) avaliaram aspectos como criatividade, colaboração, comunicação e engajamento.

É desejável que a pesquisa que busca identificar o desenvolvimento de alguma habilidade por meio do pensamento computacional apresente qual foi o efeito encontrado por meio da aplicação da intervenção. Há diversas formas de explicar os resultados e é importante que isso seja feito com clareza para que o leitor do estudo identifique se a ação efetuada obteve resultados positivos como o desenvolvimento da habilidade pesquisada, resultados neutros indicando que não houve modificação nas habilidades dos participantes ou resultados negativos indicando que os participantes não desenvolveram as habilidades e podem ter tido desempenho inferior àqueles que utilizaram outras formas diferentes do pensamento computacional para realizar o estímulo das habilidades pesquisadas.

Ainda em relação ao efeito da pesquisa, os autores Caballero-Gonzalez et al. (2019), por exemplo, relataram que a sua intervenção obteve resultados positivos em relação ao desenvolvimento da habilidade de colaboração por meio da análise do nível de desenvolvimento da habilidade.

Em relação ao trecho confirmatório, esse aspecto aborda a parte textual que re-

sume os achados da pesquisa. Essa parte do estudo deve ser apoiada por informações prévias obtidas dos dados coletados. Por exemplo, no estudo de Rodrigues et al. (2016), os autores sintetizaram os achados obtidos através dos questionário e validados por métodos estatísticos por meio da seguinte frase “*we found that students trained in CT topics (experimental group) have better performance in problem solving, Mathematics and Natural Sciences as compared to students who did not develop CT skills (control group)*”. Salientamos aqui a necessidade de que a afirmação de qualquer tipo de desenvolvimento do estudo deve ser apoiada por dados apresentados ao longo da pesquisa e não apenas baseada na opinião dos autores.

Para categorizar o efeito identificamos três atributos que precisam estar explícitos: as habilidades pesquisadas, qual o efeito encontrado e a apresentação de trecho confirmatório. As descrições das dimensões desta categoria são apresentadas na Tabela 4.7.

Tabela 4.7: Categoria de informações sobre efeito e habilidades

Efeito e habilidades		
Dimensões	Descrição	Exemplo de entrada
Habilidade	Habilidade pesquisada no estudo	criatividade pensamento crítico colaboração engajamento atitudes
Efeito	Efeito relatado pelos autores do ensino de PC sobre habilidades	positivo neutro misto negativo
Trecho confirmatório	Trecho no artigo que confirma o efeito	“creative thinking was supported in the game design learning” “Alice students acquired more skills and knowledge in computing, critical thinking, and problem solving than the control group”

- Decisões da pesquisa sobre habilidades do século XXI

Na categoria de habilidades e efeitos, identificamos quais habilidades do século XXI foram pesquisadas nos estudos e quais os efeitos relatados pelos autores. Para isso, realizamos a análise de conteúdo do texto do artigo e utilizamos recortes de trechos que apresentassem declarações que configurassem o efeito e determinamos

as categorias em positivo, negativo, misto ou neutro (caso nenhum efeito seja observado).

Capítulo 5

Resultados

Os resultados apresentados nesta seção são frutos da extração efetuada em 39 estudos primários provenientes da análise dos resultados dos anos de 2014-2019 das engines *ACM*, *IEEE*, *SpringerLink*, *ScienceDirect*, *Scopus* e *Taylor & Francis*.

Ao todo, foram analisados 1.125 artigos da ACM, 115 da IEEE, 948 da Springer Link, 228 da ScienceDirect, 2.366 Scopus e 234 Taylor & Francis, totalizando 5.016 artigos analisados na primeira etapa do processo de seleção, que envolve leitura de título e *abstract*. Dentre os 5.016 artigos analisados, 918 eram duplicados. Após a primeira etapa de seleção, 1.067 artigos foram considerados relevantes, pois continham intervenções de ensino do pensamento computacional e, assim, foram incluídos na segunda etapa da seleção, que envolve a leitura completa dos artigos. Nesta fase, 162 artigos que apresentaram uma ou mais habilidades do século XXI foram identificados e submetidos à análise de qualidade. Por fim, na terceira etapa do processo de seleção, que envolve a análise de qualidade, 39 artigos foram considerados relevantes e adequados para os fins deste estudo e suas informações foram extraídas. A Figura 5.1 apresenta o fluxo resumido do processo relatado e a lista de artigos selecionados pode ser encontrada no Apêndice A.

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

5.1 Informações gerais

Objetivamos com essa seção analisar as intervenções em termos de frequência por ano e país. Em relação à distribuição geográfica, encontramos 16 países nos quais

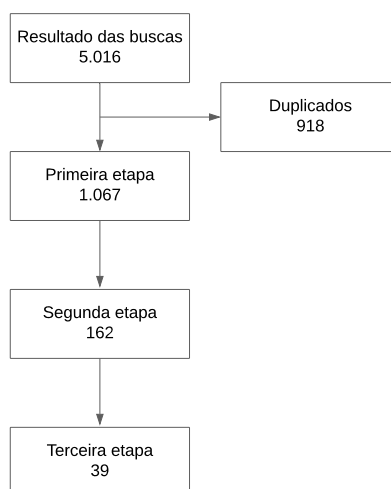


Figura 5.1: Quantitativos do processo de seleção

foram efetuadas pesquisas do desenvolvimento de habilidades do século XXI. Sendo eles: Austrália, Brasil, Catar, China, Chipre, Colômbia, Coreia de Sul, Espanha, EUA, Grécia, Índia, Itália, Reino Unido (UK), Suíça, Tailândia e Turquia. Na Figura 5.2, é possível visualizar a distribuição de quantidade de estudos por país. Neste gráfico, consideramos como “outros” os países que realizaram apenas um estudo (Catar, China, Chipre, Colômbia, Coreia do Sul, Índia, Itália, Suíça e Tailândia).

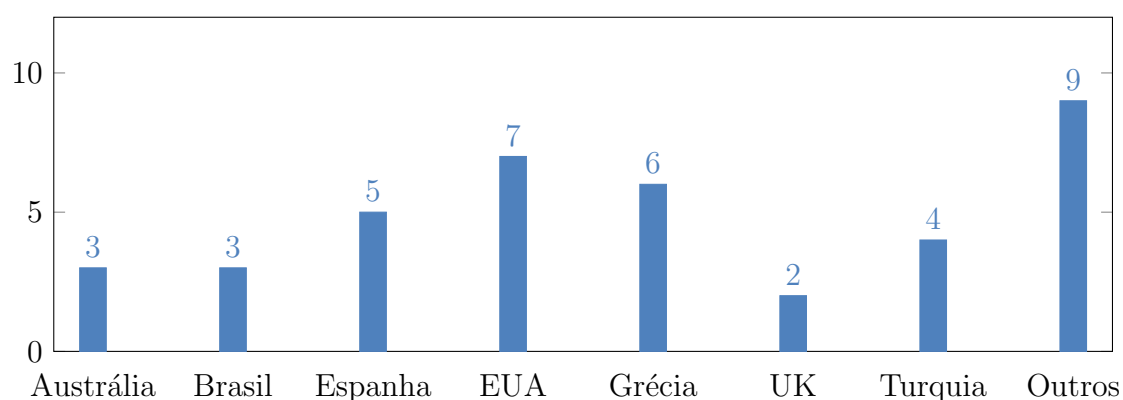


Figura 5.2: Frequência de estudos por país

De acordo com os resultados, os Estados Unidos são o país no qual encontramos mais estudos referentes ao tema (7 estudos), seguido por Grécia e Espanha. Assim

como de Araujo et al. (2016), conjecturamos que a presença da CSTA (*Computer Science Teachers Association*) e seu esforço para disseminação de materiais e suporte para ensino do pensamento computacional pode ser um dos motivos da maior quantidade de publicações encontradas dentro do escopo deste estudo neste país.

Em termos de publicação por ano, não encontramos nenhum artigo que apresentasse o desenvolvimento de habilidades do século XXI no ano de 2014 e os anos de 2018 e 2017 foram o que obtiveram os maiores números de publicações (10). Apesar do ano de 2019 ter um volume menor que o ano anterior de pesquisas relacionadas ao tema, observamos que o interesse pela análise desse tipo de efeito do ensino de PC foi crescente, tendo 2 artigos em 2015, 8 em 2016, 10 em 2017 e 10 em 2018 (Figura 5.3).

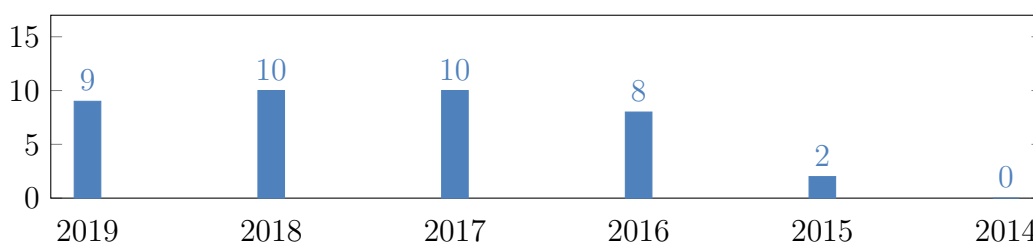


Figura 5.3: Frequência de estudos por ano

5.2 Caracterização do público alvo

Considerando os achados em relação ao estágio escolar, observamos que a sua configuração pode variar de acordo com o sistema educacional do país. Esse fato ocasiona imprecisão na categorização deste item. Além disso, 15% dos artigos não informam qual o estágio escolar em que o estudo foi aplicado.

Identificamos sete estágios escolares diferentes: *preschool*, *kindergarten*, *primary*, *secondary*, *elementary*, *middle school* e *high school*. Como são classificações diferentes, não realizamos agrupamentos desses estágios. De acordo com os dados (Figura 5.4), os estágios iniciais *preschool*, *kindergarten*, *primary* e *elementary school* juntos somam 37.5% das ocorrências (15 de 40). Isso indica que desde os anos iniciais existem pesquisas visando identificar o desenvolvimento de habilidades do século XXI. Outra informação que merece destaque é que 6 artigos não apresentam informações sobre o estágio em que a pesquisa foi aplicada. Como pode ser verificado na Figura 5.4, as ações estão sendo efetuadas nos mais diversos estágios, não possuindo uma dominância expressiva de um estágio específico. Além

disso, identificamos que apenas o estudo de Corradini et al. (2017) apresentou dois estágios diferentes.

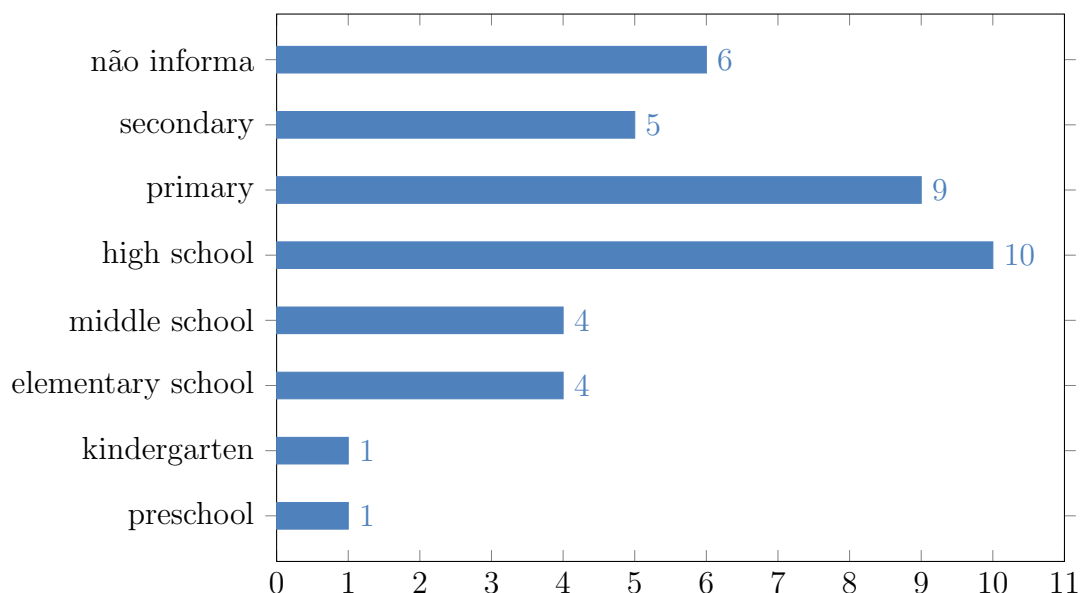


Figura 5.4: Frequência de estágios escolares.

Assim como no estágio escolar, a série escolar (*grade* no inglês) pode variar de acordo com o país. Dessa forma, não é possível determinar com propriedade em qual série as ações ocorreram com mais frequência. Além disso, 15 estudos não identificaram a série escolar. De maneira geral, a sexta série de cada país é o nível informado que possui a maior ocorrência de intervenções (8 das 49 ocorrências), como pode ser visualizado na Figura 5.5. Apesar de 5 das intervenções contemplarem mais de uma série, nenhuma delas se propôs a analisar se existe impacto diferente em séries diferentes.

Em relação às informações de gênero, 31 das 39 intervenções apresentam informações sobre o sexo dos participantes. Apesar disso, apenas Pellas and Vosinakis (2018) se propuseram a analisar se há impactos diferentes entre os participantes de sexos diferentes.

Nem sempre os artigos apresentam a idade do participante, 19 dos 39 estudos não apresentaram essa informação. Como a idade, diferente do estágio e série escolar, não muda em termos de países, este seria um caracterizador mais adequado do público alvo pesquisado. Dentre as intervenções que apresentaram a idade dos participantes, somente duas trabalharam com apenas uma faixa etária, 6 delas contemplaram participantes com até 7 anos, 13 trabalhavam com participantes entre 8 a 15 anos e 2 com participantes entre 16 e 20 anos.

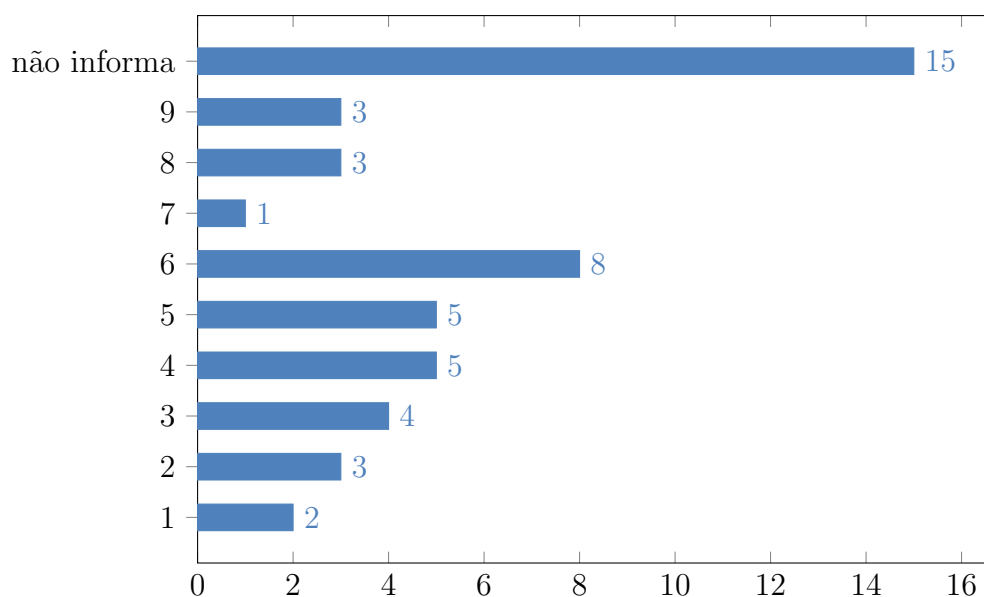


Figura 5.5: Frequência de séries escolares.

Mais da metade das intervenções, 23 das 39, não apresenta informações de experiência anterior dos participantes. As outras 16 intervenções restantes são compostas por participantes com e sem experiência anterior. Apesar disso, nenhuma das intervenções se propôs a investigar se a experiência impacta no maior ou menor desenvolvimento das habilidades.

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

5.3 Informações metodológicas

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

Com relação ao método utilizado, 13 pesquisas realizaram estudos qualitativos, 7 estudos mistos e 19 quantitativos. Sobre o tipo de estudo (Figura 5.6), 18 estudos não mencionaram o tipo utilizado, 8 realizaram estudo de caso, 8 aderiram ao quase experimento, 2 utilizaram o método Ex post facto, 2 relataram utilizar experimento

e 1 etnografia. Além disso, identificamos que 29 estudos não utilizaram grupo de controle e 24 não realizaram pré e pós testes.

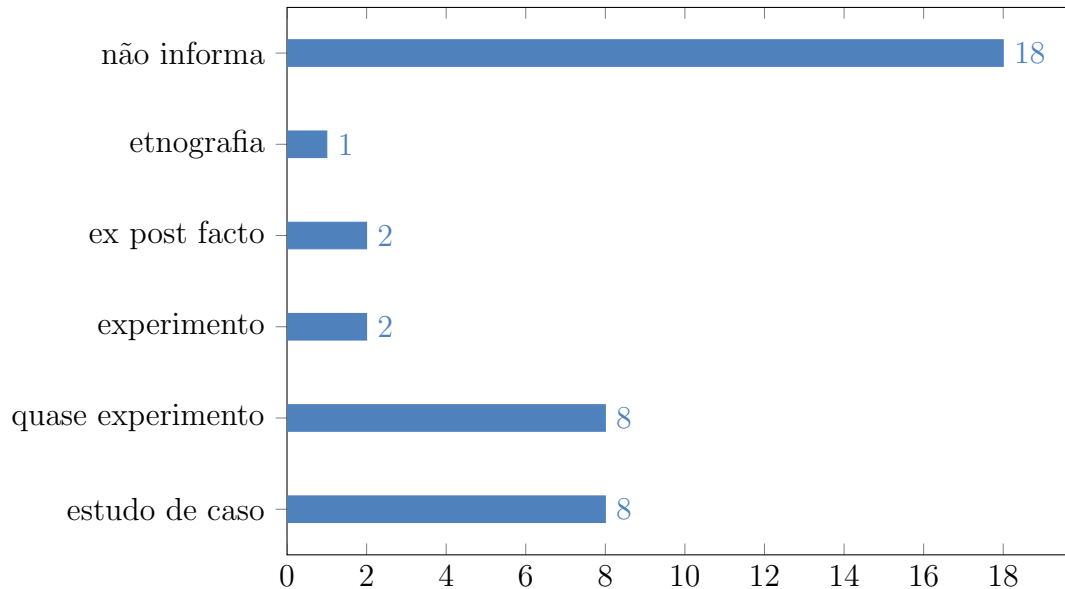


Figura 5.6: Frequência de tipos de estudos.

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

5.4 Dados da intervenção

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

Identificamos três contextos de atividades: atividade escolar formal, escolar informal e extracurricular informal. Alguns artigos (3) não apresentaram dados sobre o tipo de atividade. Como pode ser visualizado na Figura 5.7, a maioria das ações foi efetuada dentro do contexto escolar (25), sendo 10 de maneira formal, inseridas no currículo escolar, e 15 de maneira informal, desconectadas do currículo. Onze atividades foram realizadas de maneira informal fora do contexto escolar.

Sobre a aplicação, identificamos seis tipos: curso, treinamento, acampamento de verão, avaliação de ferramenta, oficina e seminário. Apenas 6 artigos não apre-

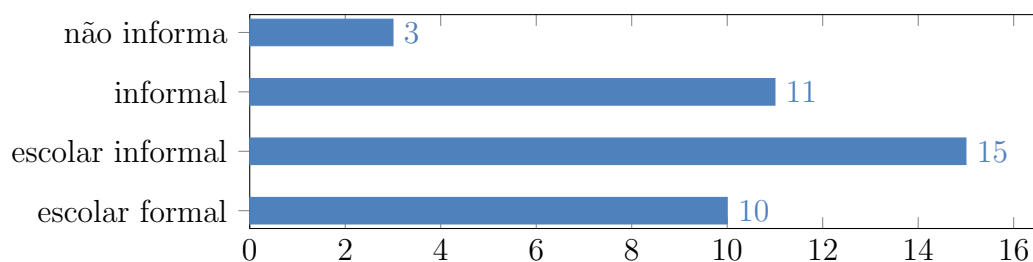


Figura 5.7: Frequência de contextos escolares.

sentaram informações sobre o formato da intervenção. A maioria das pesquisas foi realizada em forma de cursos/disciplina (24), e o restante foi dividido entre treinamento (2), acampamento de verão (3), avaliação de ferramenta (2), oficina (1) e seminário (1) como pode ser melhor visualizado na Figura 5.8.

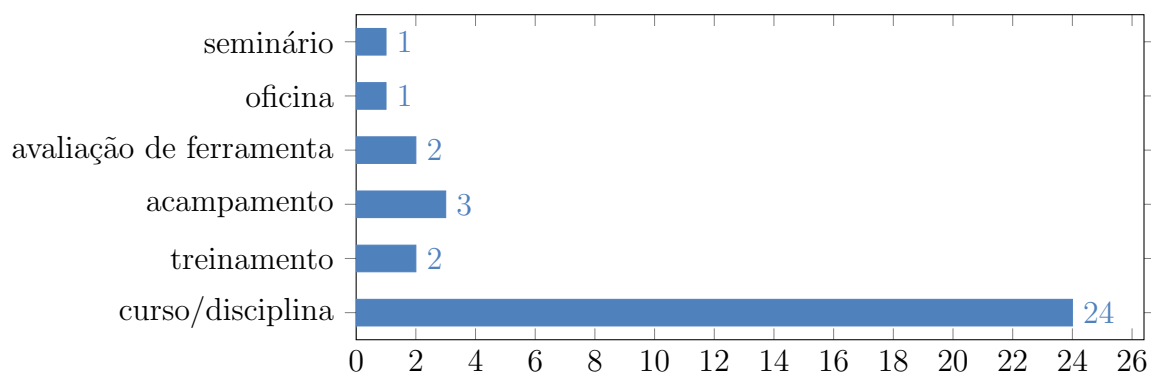


Figura 5.8: Frequência de categorias de aplicação.

A maioria dos artigos (25) não apresenta dados sobre a obrigatoriedade da participação. Dentre os que apresentam essa informação, apenas 2 pesquisas foram realizadas em atividades requeridas e 12 das ações têm participação eletiva.

Em relação à duração, não existe uma padronização para apresentação desse dado. Apenas 14 intervenções apresentaram a duração em termos de horas (Figura 5.9). O restante apresentou em termos de anos (2), semestres (2), meses (2), semanas (6), dias (2), aulas (3) e 8 não informaram a duração.

Em termos de configuração, a maioria dos estudos que apresentaram essa informação (15) foi feita de forma coletiva (grupos e/ou pares), enquanto o restante foi dividido entre forma individual (1), mista (6) – coletiva e individual – e 17 não apresentaram esse tipo de informação.

De maneira geral, em termos de intervenção, a maioria das pesquisas está sendo realizada dentro do contexto escolar, geralmente são aplicadas em formato de curso,

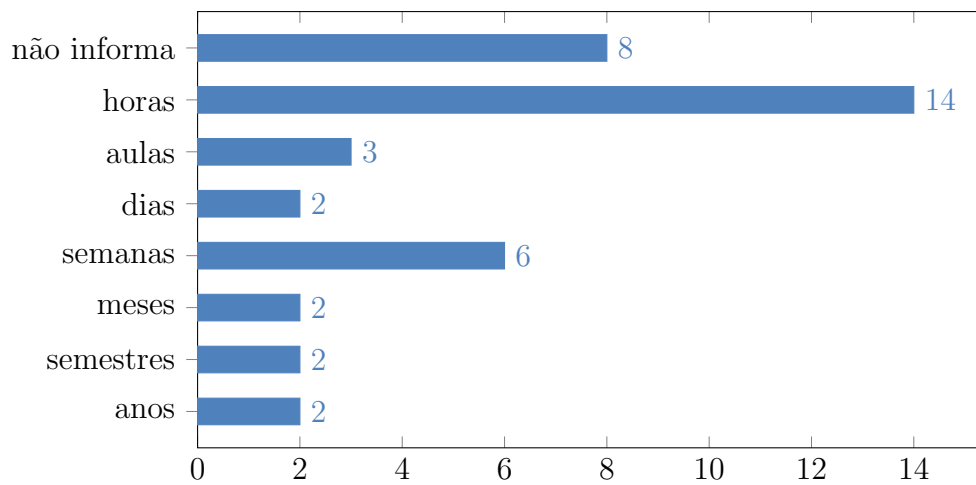


Figura 5.9: Frequência de categorias de duração.

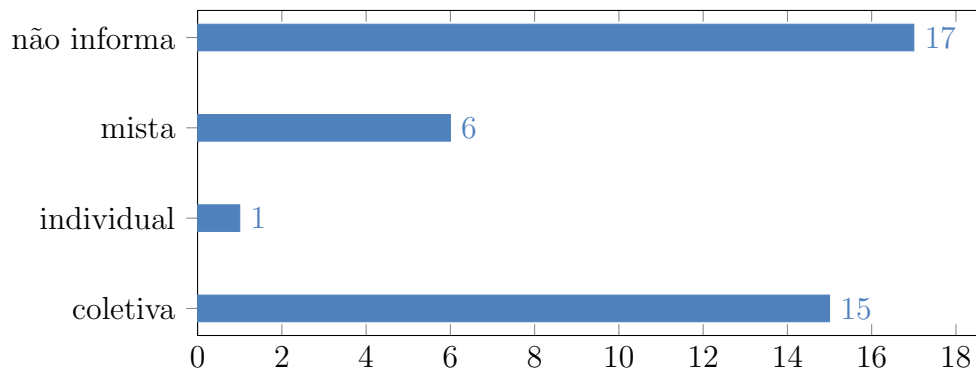


Figura 5.10: Frequência de categorias de configuração.

a apresentação da obrigatoriedade de participação ainda não é tão comum e as pesquisas, geralmente, adotam a configuração coletiva para realização das intervenções e, em muitos casos, não exibem essa informação. Da mesma forma como observado para o item “caracterização do público alvo”, existe uma necessidade de padronização da exibição da duração das atividades. O modelo apresentado neste trabalho pode apoiar essa padronização.

5.5 Materiais

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

De acordo com os achados, encontramos 13 contextos metodológicos diferentes: Análise de dados, computação desplugada, computação física, cultura *maker*, eletrônica digital, IHC, programação de aplicativos, programação de jogos, programação em blocos, programação tradicional, realidade virtual, resolução de exercícios e robótica, sendo que 7 das 39 intervenções utilizaram mais de um contexto. Como pode ser visto na Figura 5.11, o contexto mais encontrado foi a programação em blocos (18 de 53), seguido por robótica (16 de 53). Agrupamos os contextos que só foram encontrados em uma intervenção na categoria “outros”.

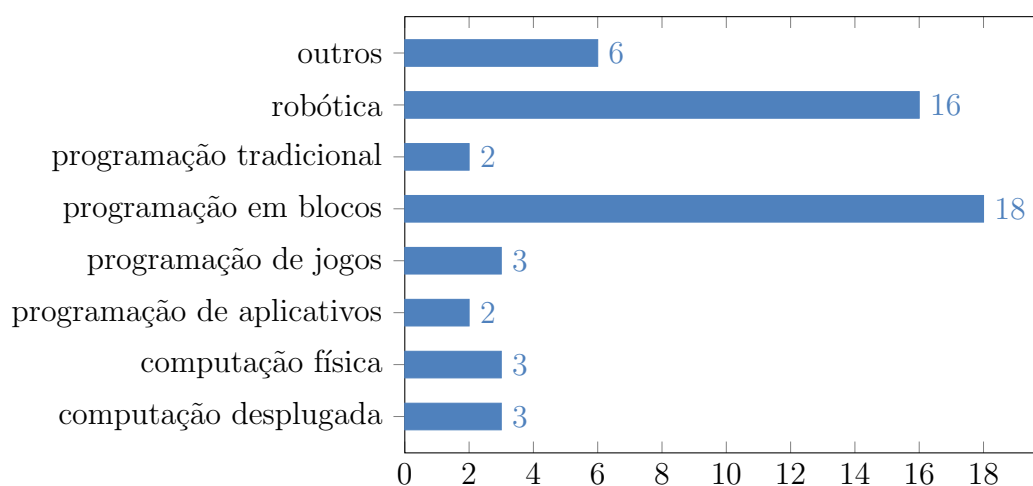


Figura 5.11: Frequência de contextos metodológicos.

Identificamos 8 tipos de atividades sendo executadas nas intervenções: animações, atividades matemáticas, desenvolvimento de aplicativos, jogos, programação com *hardware*, programação com robótica, solução de problemas e solução de problemas do mundo real. Em alguns casos (3), os autores não apresentaram essa informação e assim foram inseridos na categoria “não apresenta”. De acordo com os dados, Figura 5.12, solução de problemas é a atividade mais realizada nas intervenções encontradas (22 das atividades), programação com robótica (14), jogos (11), animações (8).

No que tange às ferramentas utilizadas, 14 intervenções utilizaram duas ou mais ferramentas. Para garantir uma melhor visualização dos dados, agrupamos as ferramentas utilizadas que possuem apenas uma aparição nos resultados e que não se encaixam em uma categoria específica na categoria “outras ferramentas”. Como pode ser observado na Figura 5.13, 16 ferramentas (outras ferramentas) foram encontradas apenas uma vez no conjunto de dados. Entre todas as ferramentas encontradas, o *software Scratch* foi o mais utilizado (16). Entre os achados, 13 das ferramentas consistiam em *kits* de robótica e, desses, a maioria (7) era *kit* Lego.

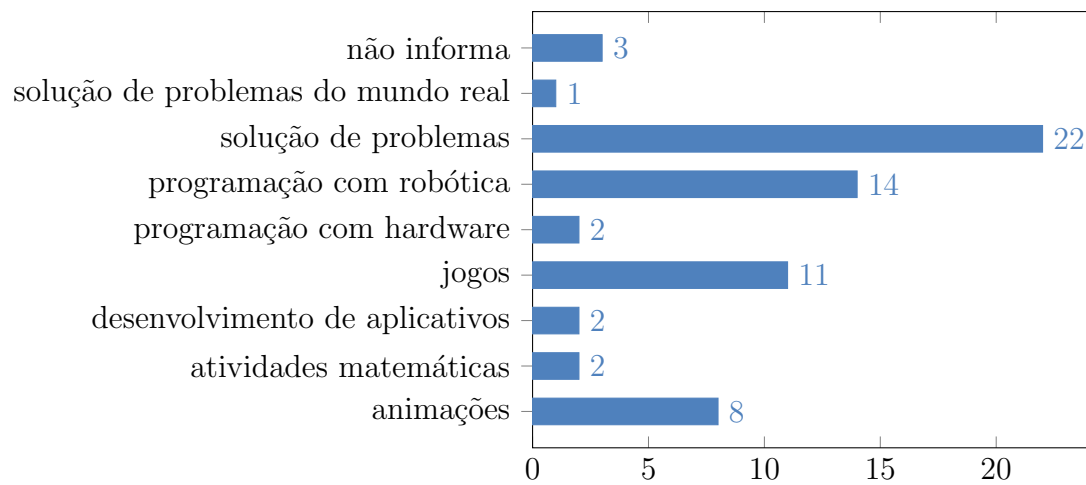


Figura 5.12: Frequência de tipos de atividades.

Além disso, 4 pesquisas utilizaram o site code.org como ferramenta, 3 utilizaram a plataforma arduino, 2 realizaram intervenções com ferramentas autorais, 2 utilizaram o *software Unity*, 2 o **OpenSim**, 2 utilizaram Alice e apenas 3 dos artigos não utilizaram ferramentas.

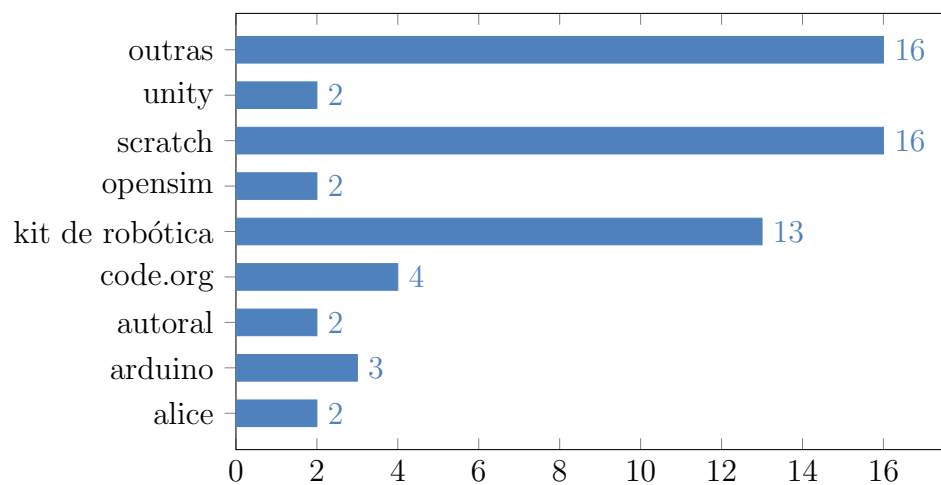


Figura 5.13: Frequência de ferramentas.

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

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

O artigo de Karaahmetoglu and Korkmaz (2019) compara a utilização de duas configurações diferentes. O grupo experimental recebeu treinamento utilizando programação em blocos (*Scratch*) e robótica (Arduino), enquanto o grupo controle recebeu treinamento de programação em blocos apenas. De acordo com os resultados, a utilização de ferramentas diferentes influenciou no maior desenvolvimento do grupo que recebeu treinamento de robótica e programação em blocos. A pesquisa utilizou atividades diferentes para cada tipo de treinamento, assim os autores concluem que o tipo de atividade baseada em robótica com programação de blocos é mais benéfico em detrimento de utilizar atividades focadas apenas na programação de blocos.

O artigo de Sullivan et al. (2017) compara os resultados entre duas intervenções utilizando ferramentas diferentes, *ScratchJr* (Programação em blocos) e Kibo (*Kit* de robótica). Foram utilizados os mesmos tipos de atividades adequadas a cada ferramenta. Apesar de encontrar resultados positivos, os autores identificaram que não houve diferenças significativas entre os dois grupos, concluindo assim que o tipo de ferramenta não interfere no desenvolvimento das habilidades.

O artigo de Pellas and Vosinakis (2018) analisou o efeito com duas ferramentas diferentes. O grupo controle utilizou *Scratch* (programação em blocos) enquanto o grupo experimental utilizou OpenSim (programação de jogos) e uma variação do *Scratch* (Scratch4SL) realizando as mesmas atividades. Os autores identificaram que o grupo que trabalhou com OpenSim e Scratch4SL obteve um ganho maior que o que o outro grupo que trabalhou apenas com *Scratch*.

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

5.6 Coleta e análise dos dados

Identificamos 7 tipos de instrumentos de coleta de dados. Os instrumentos e suas frequências de utilização podem ser visualizados na Figura 5.14. Entre eles, o questionário foi o mais utilizado (21 utilizações de 52), seguido por entrevista (12), vídeo (4), rubrica (7), observação (5), survey (2) e artefato (1), lembrando

que, conforme detalhado na seção de apresentação do modelo, uma pesquisa pode utilizar mais de uma ferramenta.

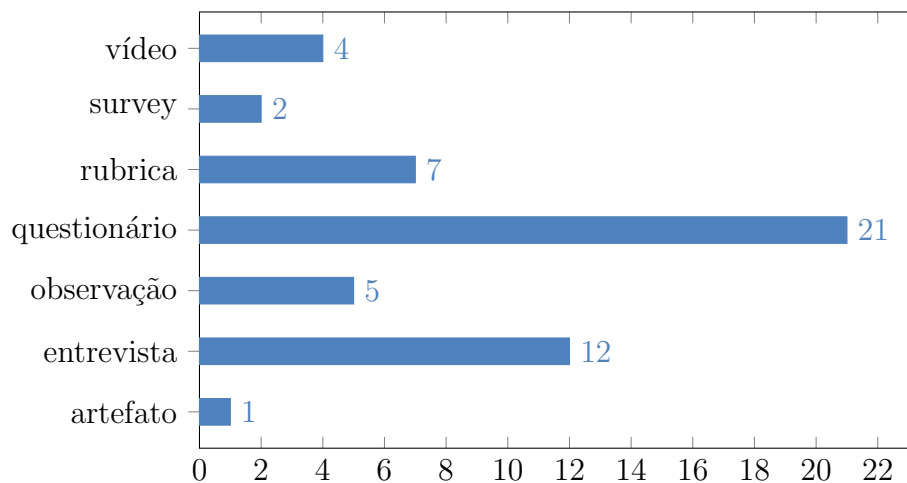


Figura 5.14: Frequência de instrumentos de coleta.

Sobre a perspectiva da avaliação, 27 pesquisas adotaram a perspectiva do aluno, 11 a do pesquisador e 7 a do professor não pesquisador. Apenas 6 das pesquisas adotaram mais de uma perspectiva de avaliação.

Em relação à base da análise (Figura 5.15), 15 das pesquisas utilizaram testes reflexivos, 11 utilizaram o comportamento para averiguar os aspectos pesquisados, 5 utilizaram relato dos alunos (auto-relato), 7 utilizaram relatos dos professores, e 7 utilizaram teste de conhecimento.

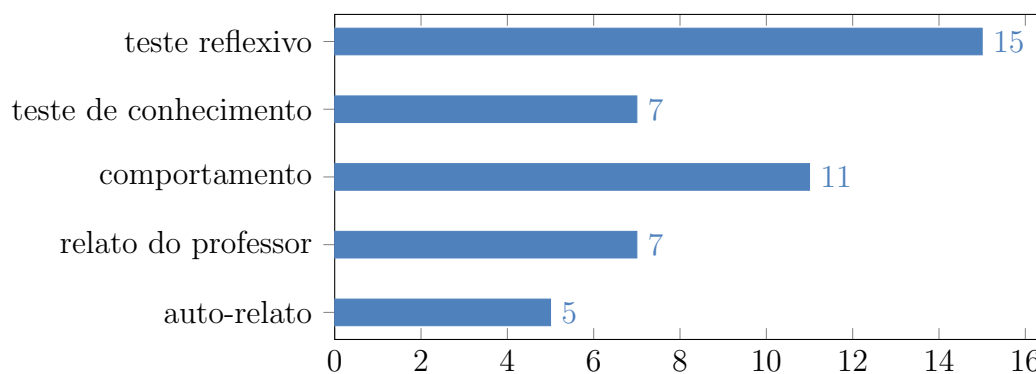


Figura 5.15: Frequência de categorias de base para análise.

Em relação aos questionários (21 no total), 13 deles foram aplicados em formato de teste reflexivo, 7 em formato de teste de conhecimento e um foi um questionário aberto em forma de relato.

Entre os testes reflexivos, 8 apresentaram informações de validade dos instrumentos, seis deles utilizaram o instrumento de Korkmaz com variação entre duas versões Korkmaz et al. (2016) e Korkmaz et al. (2017) e todas as outras utilizaram instrumentos diferentes. Dos testes de conhecimento, apenas Rodrigues et al. (2016) apresentaram informações sobre a validade do instrumento e também não foram apresentadas informações de validade do questionário aberto em forma de relato.

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

5.7 Habilidades x efeitos

Encontramos dez habilidades do século XXI diferentes sendo pesquisadas nas intervenções, de acordo com a definição de Binkley et al. (2012) e P21 (2017): aprender a aprender, colaboração, comunicação, criatividade, habilidades sociais, resolução de problemas, literacia em ICT, inovação, pensamento crítico e trabalho em equipe. Isso indica que as outras 15 habilidades não estão sendo pesquisadas, pelos menos não diretamente. Dentre as habilidades, a mais pesquisada foi resolução de problemas, encontrada em 27 artigos, seguida por colaboração (17) e criatividade (16). Juntas, as três habilidades mais pesquisadas foram responsáveis por 71.4% dos efeitos referenciados. Especulamos que a concentração de pesquisas nessas três habilidades seja motivada pela facilidade de associação com o pensamento computacional.

Em relação aos efeitos, Figura 5.16, a maioria (81 de 84) foi categorizada como positivo, indicando que existem evidências que reforçam o senso comum de que o ensino computacional é benéfico para o desenvolvimento das habilidades pesquisadas. Porém, também foram encontrados efeitos neutros. A quantidade de efeitos não é relacionada à quantidade de artigos encontrados, pois algumas pesquisas apresentavam mais de uma habilidade. Por exemplo, Saritepeci (2019) apresentou uma pesquisa sobre quatro habilidades: criatividade, cooperação, resolução de problemas e pensamento crítico.

Em relação aos efeitos neutros, Figura 5.16, relatados por Feldhausen et al. (2018), Psycharis and Kallia (2017) e Tonbuluğlu and Tonbuluğlu (2019) foram sobre a habilidade de resolução de problemas. Em Feldhausen et al. (2018), apesar de os autores identificarem ganhos em relação a outros aspectos, eles não observaram ganhos em relação a resolução de problemas. Já em Psycharis and Kallia (2017) e Tonbuluğlu and Tonbuluğlu (2019), os autores relataram que os ganhos não foram estatisticamente significativos em relação a mesma habilidade.

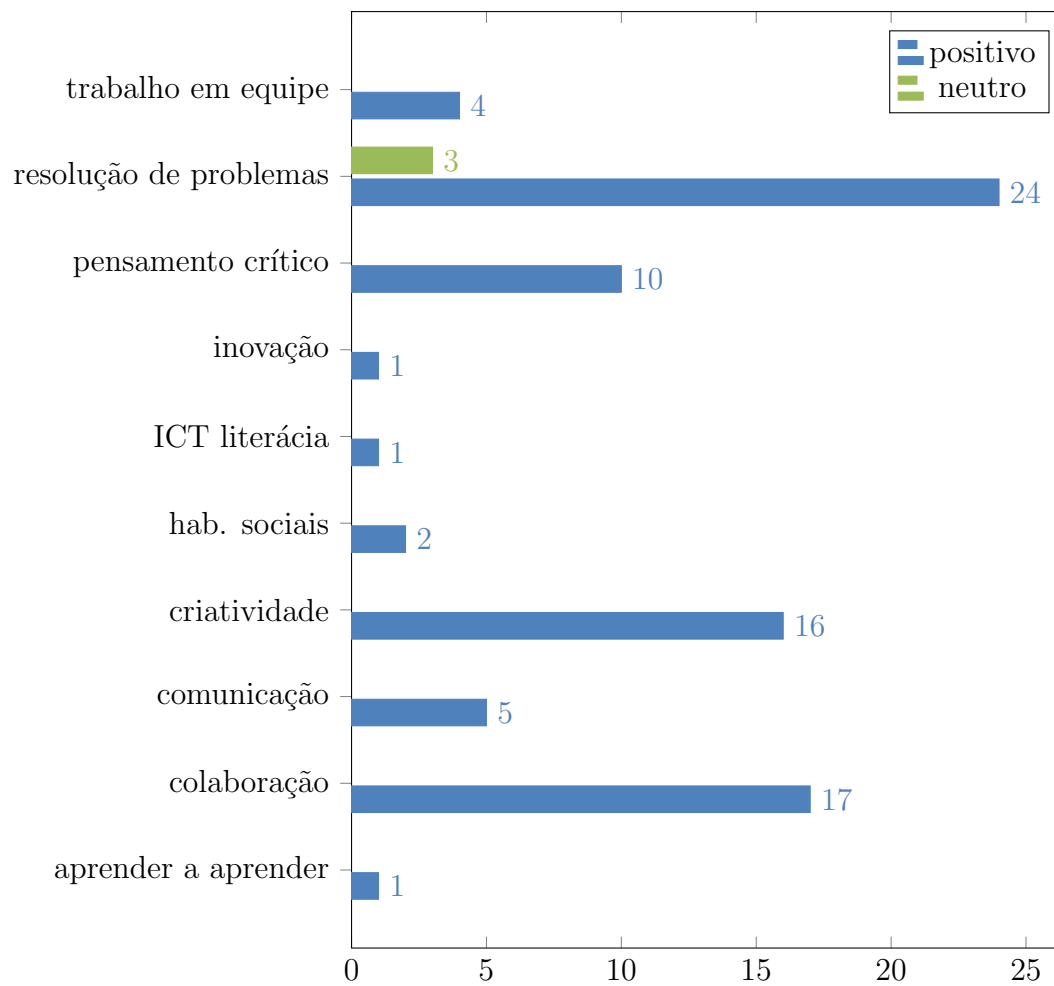


Figura 5.16: Frequência de habilidade x efeitos.

Em resumo, identificamos uma lista de habilidades que estão sendo pesquisadas e apontamos o nível de frequência de cada uma delas. A habilidade de resolução de problemas foi a mais pesquisada e as habilidades de aprender a aprender, inovação e literacia em ICT foram as habilidades encontradas com menos frequência (apenas um artigo). Além disso, o efeito relatado pelos autores dos artigos indica que a promoção do pensamento computacional tem efeito positivo em relação ao desenvolvimento de habilidades do século XXI.

Capítulo 6

Discussão

Neste capítulo tratamos da discussão dos resultados apresentados no Capítulo 5. Primeiro sintetizamos os achados relacionados aos efeitos e em seguida tratamos de outras questões que decorrem desta discussão.

6.1 Avaliação do efeito

De maneira geral, foi possível identificar que a maioria das pesquisas (96.4%) evidencia o efeito positivo da promoção do pensamento computacional sobre o desenvolvimento de habilidades do século XXI. Além disso, os resultados obtidos possibilitam visualizar o que está sendo feito e apresentar as configurações mais utilizadas, porém ainda não é possível identificar quais as melhores configurações para efetuação do desenvolvimento de habilidades do século XXI.

Apesar do resultado relatado acima, um ponto que merece destaque são os resultados neutros (3) encontrados. Existe uma forte tendência da comunidade científica, em geral, de não publicar estudos de resultado que não são considerados positivos. Esse tipo de estudo é de suma importância, pois possibilita que outros pesquisadores verifiquem configurações e hipóteses que não são válidas ou que não são as melhores para os casos pesquisados (Kratochwill et al., 2018; Fanelli, 2012; da Silva, 2015).

De acordo com Fanelli (2012), a exigência de que a pesquisa apresente resultados positivos pode causar distorção na literatura científica, pois resultados negativos e não significativos que poderiam auxiliar no rumo de novas pesquisas são frequentemente rejeitados por atrair menos leitores e citações. A autora afirma que “resultados que não confirmam as expectativas - porque produzem um efeito que

não é estatisticamente significativo ou apenas contradiz uma hipótese - são cruciais para o progresso científico” (Fanelli, 2012, p.892). Porém, nas mais diversas áreas, a falta de resultados negativos é identificada (Fanelli, 2012). Assim, apesar da pequena quantidade de artigos que apresentaram um efeito neutro e a falta de resultados negativos, esse tipo de informação pode ter sido desconsiderada ou manipulada (O’Boyle Jr et al., 2017) pelos pesquisadores, por conta da pressão da comunidade acadêmica para que sejam publicados apenas resultados positivos. Nesse contexto, a qualidade dos resultados positivos publicados pode auxiliar na precisão de que os efeitos encontrados não foram frutos de vieses da pesquisa para garantir a obtenção de um efeito positivo. Este aspecto será abordado com mais profundidade nas próximas seções.

Outra questão que decorre dos resultados encontrados está relacionada à quantidade de habilidades que vêm sendo estudadas. Identificamos as habilidades que estão sendo pesquisadas (aprender a aprender, colaboração, comunicação, criatividade, habilidades sociais, resolução de problemas, literacia em ICT, inovação, pensamento crítico e trabalho em equipe) e, por consequência, descobrimos que dentro do escopo de busca ainda existem habilidades cujo desenvolvimento não é analisado, como eficiência (Mohaghegh and McCauley, 2016) e responsabilidade social (Mioto et al., 2019), e é possível que a falta de estudos em relação as outras habilidades esteja relacionada a uma expectativa de que o pensamento computacional não tenha impacto em seus desenvolvimentos. Há ainda outras habilidades que foram analisadas por poucos estudos, como inovação, literacia em ICT e aprender a aprender (autodidatismo). Este aspecto configura uma lacuna para área.

Os resultados relacionados ao tipo de atividade evidenciam a receptividade escolar de alguns países ao ensino computacional, já que a maioria das ações foi efetuada dentro do ambiente escolar. Aparentemente, pesquisadores que realizam as intervenções dentro do ambiente escolar parecem buscar entender mais sobre os benefícios desse tipo de ensino em relação às habilidades pesquisadas. Esse aspecto também impacta no formato das ações efetuadas. A maioria das pesquisas foi realizada em formato de curso/disciplina, que é o formato utilizado nas escolas para o ensino de outras matérias e geralmente abrange um conteúdo maior. Esses dois aspectos podem estar relacionados à compreensão de que a computação é benéfica dentro do contexto escolar para apoiar o desenvolvimento de outras habilidades.

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

6.2 Aspectos relacionados à qualidade das pesquisas

Para tornar os achados em educação em computação compreensíveis e aplicáveis às mais diversas realidades, é necessária a utilização de padrões que possibilitem a comparação entre os dados e a replicação das pesquisas. Assim, neste tópico trataremos de aspectos relacionados à qualidade das informações disponibilizadas pelos pesquisadores. Inicialmente, traremos informações que, ao nosso ponto de vista, devem ser apresentadas por todas as pesquisas. Em seguida, apresentaremos informações que podem auxiliar na garantia de confiabilidade das pesquisas, como a utilização de métodos mistos e grupo de controle. Finalmente, apresentamos potenciais desafios para a área.

a) Aspectos de Reprodutibilidade

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

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

Como o sistema educacional de cada país difere em termos de estágio e série escolares, a utilização da idade do público alvo da pesquisa facilitaria a classificação desta categoria e a divisão dos achados em relação a cada tipo de público alvo. Porém, como exposto nos resultados, a idade dos participantes não é apresentada em 19 artigos. Assim, para padronizar essa informação, a idade deve fazer parte da caracterização do público alvo ou a utilização de um estágio educacional universal deve ser definido como diretriz para os estudos.

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

Informações metodológicas. A apresentação das configurações metodológicas também deve fazer parte da apresentação do estudo. Informações como o método utilizado, tipo de estudo, utilização de grupo de controle e aplicação de pré e pós testes também são importantes para o processo de replicação e validação. Nesse ponto, identificamos que a estratégia de investigação, aqui denominada como tipo de estudo, é uma informação que muitas vezes não é disponibilizada pelos pesquisadores. Isso demonstra que ainda é necessário um maior rigor metodológico em relação ao desenho das pesquisas.

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

Em nossos resultados, identificamos que muitos autores ainda não exibem informações sobre a obrigatoriedade da participação nas iniciativas. Outro fator que pode interferir nos resultados obtidos é a configuração das atividades realizadas. De acordo com os achados, as ações estão sendo efetuadas de forma individual, coletiva ou mista, porém 17 dos 39 estudos não apresentam esse tipo de informação.

Ainda sobre a configuração da intervenção, identificamos que não há uma sistematização na forma de apresentar a duração do contato dos alunos com o ensino de pensamento computacional. Nos artigos encontrados, essa informação foi apresentada de diferentes formas – anos, semestres, meses, dias, horas, aulas – o que é um fator prejudicial em termos de replicabilidade. Por exemplo, uma pesquisa que apresenta a duração em termos de anos pode ter sido aplicada em uma vez na semana com duração de uma hora por aula ou duas vezes na semana com duração de duas horas cada aula e outras diversas opções de configuração. Assim, a exibição de duração em termos de horas é fundamental para que as pesquisas possam ser replicadas ou conhecimento empírico possa ser sintetizado.

Materiais. Informações sobre os materiais utilizados também fazem parte do conjunto de dados que pode auxiliar outros pesquisadores nesse processo de investigação. Assim, informações como qual contexto metodológico utilizado, que tipo de atividades foram efetuadas e quais ferramentas foram utilizadas são importantes nesse sentido. De maneira geral, essas informações foram encontradas na maioria dos artigos.

Coleta e análise de dados. Sobre a coleta e análise de dados, informações sobre o instrumento utilizado, base e perspectiva de avaliação auxiliam nesse processo. Identificamos que, apesar de o questionário ser o instrumento mais utilizado em detrimento dos outros, aspectos relacionados às propriedades psicométricas dos instrumentos ainda precisam ser levadas em consideração para garantir a qualidade

dos resultados. Além disso, os instrumentos utilizados geralmente variam de acordo com cada pesquisa e isso dificulta a comparação entre os resultados. Assim, a utilização de instrumentos validados que sejam desenvolvidos para este fim é um meio de garantir a qualidade deste aspecto.

b) Confiabilidade dos dados

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

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

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

Os nossos resultados em termos de déficit de qualidade dos estudos se alinham com o que foi detectado por McGill et al. (2018) na análise dos relatórios de pesquisa em educação em computação. Os autores apontaram, de acordo com uma análise das publicações de três eventos da ACM: *Special Interest Group on Computer Science Education (SIGCSE)*, *International Computing Education Research (ICER)*, e *Transactions on Computing Education (ToCE)*, que os artigos publicados nesses eventos ainda carecem de melhoras em aspectos como: exposição da quantidade de horas de contato dos participantes com o ensino computacional; exibição de dados relacionados aos alunos como a experiência anterior e a identificação da idade dos participantes; detalhamento de dados relativos às atividades realizadas como obrigatoriedade das atividades e descrição detalhada das atividades. A falta dos dados relacionados à qualidade do estudo dificulta a comparação de atividades e a determinação de quais atividades são mais apropriadas para cenários específicos. O nosso estudo se difere do realizado por McGill et al. (2018), pois objetivou analisar um conjunto mais amplo de bases e focou em artigos visando a promoção do pensamento computacional e o desenvolvimento de habilidades do século XXI.

C) Lacunas e desafios

Neste tópico, apresentaremos lacunas, ou seja, aspectos que ainda não foram pesquisados, encontradas ao longo das análises dos artigos.

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

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

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

Finalmente, em relação aos materiais, apesar de identificar os contextos metodológicos, atividades e ferramentas mais utilizadas, apenas três pesquisas objetivaram verificar diferenças entre contextos e ferramentas para o desenvolvimento das habilidades pesquisadas. Nenhuma das pesquisas verificou qual contexto, ferramenta ou atividades de acordo com a faixa etária apresenta o maior benefício. O mesmo pode ser aplicado para os outros aspectos dos materiais. Além disso, não foram identificados artigos que pesquisassem o impacto da utilização de diferentes tipos de atividades.

De acordo com os resultados encontrados, é possível que a ferramenta, o contexto e as atividades influenciem o desenvolvimento das habilidades. Porém apenas três estudos objetivaram identificar essa questão. Dois estudos, Karaahmetoglu and Korkmaz (2019) e Pellas and Vosinakis (2018), detectaram que uma das ferramentas promovia o desenvolvimento mais que a outra, porém um deles utilizou atividades diferentes para cada grupo (Karaahmetoglu and Korkmaz, 2019). Enquanto Sullivan et al. (2017) utilizaram o mesmo tipo de atividade e não observaram diferenças significativas entre os grupos. Assim, ainda existe a necessidade de mais estudos que abordem a utilização de configurações diferentes de materiais na questão do desenvolvimento de habilidades. Entretanto, a partir dos resultados da pesquisas, de forma menos rigorosa do ponto de vista científico, elementos como

programação em blocos e robótica, formam um conjunto de práticas com aparentes efeito positivo na obtenção de melhorias em certas habilidades observadas.

6.3 Desfecho geral da seção de discussão

Em resumo, identificamos que a maioria das pesquisas que buscam avaliar o desenvolvimento das habilidades do século XXI apresentam efeito positivo e que algumas habilidades possuem maior foco de pesquisa. Diante disso, levantamos alguns aspectos que auxiliam na garantia de qualidade dos estudos em termos de replicabilidade e confiabilidade. Os achados e o trajeto desta pesquisa também possibilitaram a identificação de desafios que podem gerar pesquisas futuras e, por fim, sugerimos que um modelo de informações básicas seja aplicado nas pesquisas relacionadas ao desenvolvimento de habilidade por meio da promoção de pensamento computacional para que assim sínteses das evidências disponíveis possam ser criadas e utilizadas.

Capítulo 7

Conclusões

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

Entendemos que o campo de ensino computacional está em processo de amadurecimento (Malmi et al., 2019). Diferente de áreas como medicina e engenharia de *software* que possuem diversos processos estabelecidos e formas de avaliar e medir seus experimentos, a educação em computação ainda carece de sistematizações mais rígidas. A situação é mais delicada quando adentramos ao nível de ensino computacional na escola (McGill, 2019). Diante disto, entendemos que os resultados encontrados nessa pesquisa, até o presente momento, apontam para confirmação da ideia que a computação, em termos de pensamento computacional, é benéfica para o desenvolvimento de habilidades do século XXI, porém enfatizamos que existe a necessidade de estudos primários mais aprofundados e com maior rigor metodológico.

Identificamos que a apresentação das seguintes informações pode aumentar a qualidade dos estudos: idade dos participantes, experiência anterior, obrigatoriedade de participação, duração em termos de horas, utilização de instrumentos com confiabilidade comprovada. Similarmente, sugerimos a utilização das seguintes informações para aumentar a confiabilidade dos resultados: pré e pós testes, grupo de controle, triangulação de dados, exibição da configuração dos estudos.

Finalmente, detectamos as seguintes lacunas de estudo para pesquisas futuras em

relação ao desenvolvimento de habilidades do século XXI: verificar o impacto das ações em diferentes públicos alvos utilizando diversas configurações de materiais (contexto metodológico, atividades e ferramentas); analisar o impacto da variação das configurações dos materiais sobre o desenvolvimento das habilidades estudadas; averiguar se existe diferença no desenvolvimento das habilidades entre alunos que participam de atividades obrigatórias e participantes de atividades opcionais; investigar se a realização das atividades dentro e fora do ambiente escolar afeta o desenvolvimento das habilidades; explorar o impacto de ações possuindo diferentes durações; analisar como os diferentes tipos de agrupamento (individual, coletivo, misto) podem impactar no desenvolvimento das habilidades; identificação ou criação de testes de avaliação de habilidades para diferentes níveis de contato com o ensino de PC e diferentes faixas etárias.

7.1 Limitações e trabalhos futuros

As pesquisas científicas, especialmente aquelas que se propõem analisar e reunir as evidências disponíveis, não apresentam uma resposta completa aos problemas levantados, pois, neste tipo de estudo lidamos com limitações como a qualidade dos estudos encontrados, a visão dos pesquisadores sobre o tema e a falta de estudo sobre determinadas características. Tal fato constitui um fomento a realizações de mais pesquisas visando proporcionar resposta às questões levantadas.

Dentre as limitações deste estudo, temos limitações que são próprias do tipo do estudo realizado, a revisão sistemática. Uma dessas limitações é a falta de possibilidade de cobrir toda a literatura da área. Para mitigar este aspecto utilizamos bases que são relevantes para a computação em educação. Outro aspecto que figura como limitação do nosso estudo é a faixa de anos analisada, realizamos as pesquisas verificando estudos publicados entre os anos de 2014 e 2019.

A falta de consenso em relação à definição de pensamento computacional (Haseski et al., 2018) é algo que pode ser levado em consideração, já que por falta de uma definição unificada, os modos de entender o pensamento computacional podem variar e este pode ser um fator limitante em relação aos resultados obtidos. Assim, uma possível extensão desta pesquisa é a análise do conceito de PC considerado por cada autor e como este conceito contribuiu no desenvolvimento das habilidades do século XXI. Outro aspecto que podemos levar em consideração para estudos futuros é a possibilidade de realização de estudos primários investigando como cada conceito pode auxiliar no desenvolvimento de habilidades como, por exemplo, resolução de problemas, criatividade e pensamento crítico.

Não encontramos nenhum artigo que se propôs a avaliar como as propriedades funcionais do pensamento computacional podem auxiliar no desenvolvimento de

habilidades como, por exemplo, trabalho em equipe, inovação, aprender a aprender e as demais encontradas ao longo do estudo. Assim essa também é uma possibilidade de extensão do nosso trabalho. Além dessas, estudos primários visando a investigação das lacunas anteriormente apresentadas também se inserem como possibilidade de extensão deste estudo.

Por último, ressaltamos que a inserção da computação na educação básica deve ser feita de maneira a prover a melhor experiência possível para os aprendizes, para que, ao proporcionar o desenvolvimento de suas capacidades computacionais, eles possam ser beneficiados com um maior desenvolvimento de suas habilidades de maneira geral. Se é possível prover uma educação computacional que pode ir além da formação de programadores, que façamos esse ensino da melhor forma possível. Para tanto, ainda precisamos entender e estender o potencial da computação para todos.

Referências

- Allsop, Y. (2018). Assessing computational thinking process using a multiple evaluation approach. *International journal of child-computer interaction*, 19:30–55.
- Altanis, I., Retalis, S., and Petropoulou, O. (2018). Systematic design and rapid development of motion-based touchless games for enhancing students' thinking skills. *Education Sciences*, 8(1):18.
- Amri, S., Budiyanto, C., and Yuana, R. (2019). Beyond computational thinking: Investigating ct roles in the 21st century skill efficacy. In *AIP Conference Proceedings*, volume 2194, page 020003. AIP Publishing LLC.
- Atmatzidou, S. and Demetriadis, S. (2017). A didactical model for educational robotics activities: A study on improving skills through strong or minimal guidance. In *International Conference EduRobotics 2016*, pages 58–72. Springer.
- Avila, C., Cavaleiro, S., Bordini, A., Marques, M., Cardoso, M., and Feijo, G. (2017). Metodologias de avaliação do pensamento computacional: uma revisão sistemática. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 28, page 113.
- Bers, M. U., González-González, C., and Armas-Torres, M. B. (2019). Coding as a playground: Promoting positive learning experiences in childhood classrooms. *Computers & Education*, 138:130–145.
- Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M., and Rumble, M. (2012). Defining twenty-first century skills. In *Assessment and teaching of 21st century skills*, pages 17–66. Springer.
- Black, J., Brodie, J., Curzon, P., Mykietiak, C., McOwan, P. W., and Meagher, L. R. (2013). Making computing interesting to school students: teachers' perspectives. In *Proceedings of the 18th ACM conference on Innovation and technology in computer science education*, pages 255–260. ACM.

- Bodén, M., Pretorius, B., Matthews, B., and Viller, S. (2018). Dbugs: large-scale artefacts for collaborative computer programming. In *Proceedings of the 17th ACM Conference on Interaction Design and Children*, pages 545–550.
- Brennan, K. and Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In *Proceedings of the 2012 annual meeting of the American educational research association, Vancouver, Canada*, volume 1, page 25.
- Bronfenbrenner, U. (1979). *The ecology of human development: Experiments by nature and design*. Harvard university press.
- Burleson, W. S., Harlow, D. B., Nilsen, K. J., Perlin, K., Freed, N., Jensen, C. N., Lahey, B., Lu, P., and Muldner, K. (2017). Active learning environments with robotic tangibles: Children’s physical and virtual spatial programming experiences. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 11(1):96–106.
- Busnello, F. d. B., Jou, G. I. d., and Sperb, T. M. (2012). Desenvolvimento de habilidades metacognitivas: capacitação de professores de ensino fundamental. *Psicologia: Reflexão e crítica*, 25(2):311–319.
- Caballero-Gonzalez, Y.-A., Muñoz-Repiso, A. G.-V., and García-Holgado, A. (2019). Learning computational thinking and social skills development in young children through problem solving with educational robotics. In *Proceedings of the Seventh International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*, pages 19–23.
- Calao, L. A., Moreno-León, J., Correa, H. E., and Robles, G. (2015). Developing mathematical thinking with scratch. In *Design for teaching and learning in a networked world*, pages 17–27. Springer.
- CASP, U. (2018). Critical appraisal skills programme: Checklists. Disponível em: <https://casp-uk.net/casp-tools-checklists>. Acesso em: 05 julho 2020.
- Chai, C. S., Deng, F., Tsai, P.-S., Koh, J. H. L., and Tsai, C.-C. (2015). Assessing multidimensional students’ perceptions of twenty-first-century learning practices. *Asia Pacific Education Review*, 16(3):389–398.
- Chalmers, C. (2018). Robotics and computational thinking in primary school. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 17:93–100.
- Chaudhary, V., Agrawal, V., Sureka, P., and Sureka, A. (2016). An experience report on teaching programming and computational thinking to elementary level children using lego robotics education kit. In *2016 IEEE Eighth International Conference on Technology for Education (T4E)*, pages 38–41. IEEE.

- Chookaew, S., Howimanporn, S., Pratumswan, P., Hutamarn, S., Sootkaneung, W., and Wongwatkit, C. (2018). Enhancing high-school students' computational thinking with educational robotics learning. In *2018 7th International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI)*, pages 204–208. IEEE.
- Corradini, I., Lodi, M., and Nardelli, E. (2017). Computational thinking in italian schools: Quantitative data and teachers' sentiment analysis after two years of "programma il futuro". In *Proceedings of the 2017 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, pages 224–229.
- Costa, E. J. F., Campos, L. M. R. S., and Guerrero, D. D. S. (2017). Computational thinking in mathematics education: A joint approach to encourage problem-solving ability. In *2017 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, pages 1–8. IEEE.
- Creswell, J. W. and Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.
- Csizmadia, A., Curzon, P., Dorling, M., Humphreys, S., Ng, T., Selby, C., and Woollard, J. (2016). Computational thinking: A guide for teachers (2015). *Computing At School*.
- CSTA (2016). *CSTA K–12 Computer Science Standards*. The National Academies Press, Washington, DC.
- Curzon, P., Black, J., Meagher, L. R., and McOwan, P. (2009). cs4fn.org: Enthusing students about computer science. *Proceedings of Informatics Education Europe IV*, pages 73–80.
- Cutumisu, M., Adams, C., and Lu, C. (2019). A scoping review of empirical research on recent computational thinking assessments. *Journal of Science Education and Technology*, 28(6):651–676.
- da Silva, J. A. T. (2015). Negative results: negative perceptions limit their potential for increasing reproducibility. *Journal of negative results in biomedicine*, 14(1):12.
- de Araujo, A. L. S. O., Andrade, W. L., and Guerrero, D. D. S. (2016). A systematic mapping study on assessing computational thinking abilities. In *2016 IEEE frontiers in education conference (FIE)*, pages 1–9. IEEE.
- Djambong, T., Freiman, V., Gauvin, S., Paquet, M., and Chiasson, M. (2018). Measurement of computational thinking in k-12 education: The need for innovative practices. In *Digital technologies: Sustainable innovations for improving teaching and learning*, pages 193–222. Springer.

- El Mawas, N., Bradford, M., Andrews, J., Pathak, P., and Muntean, C. H. (2018). A case study on 21st century skills development through a computer based maths game. In *EdMedia+ Innovate Learning*, pages 1160–1169. Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Erümit, A. K. (2019). Effects of different teaching approaches on programming skills. *Education and Information Technologies*, 25(2):1013–1037.
- Fanelli, D. (2012). Negative results are disappearing from most disciplines and countries. *Scientometrics*, 90(3):891–904.
- Feldhausen, R., Weese, J. L., and Bean, N. H. (2018). Increasing student self-efficacy in computational thinking via stem outreach programs. In *Proceedings of the 49th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, pages 302–307.
- Ferrari, R. (2015). Writing narrative style literature reviews. *Medical Writing*, 24(4):230–235.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., and Hyun, H. H. (1993). *How to design and evaluate research in education*, volume 7. McGraw-Hill New York.
- Freire, P. (1992). *Pedagogia da esperança: Um reencontro com a pedagogia do oprimido* [pedagogy of hope: A re-encounter with the pedagogy of the oppressed]. São Paulo: Paz e Terra.
- Gal-Ezer, J. and Stephenson, C. (2014). A tale of two countries: Successes and challenges in k-12 computer science education in israel and the united states. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 14(2):8.
- Grover, S., Cooper, S., and Pea, R. (2014). Assessing computational learning in k-12. In *Proceedings of the 2014 conference on Innovation & technology in computer science education*, pages 57–62. ACM.
- Grover, S. and Pea, R. (2013). Computational thinking in k-12: A review of the state of the field. *Educational researcher*, 42(1):38–43.
- Handan, A. and Ertuğrul, U. (2019). The effects of programming education planned with tpack framework on learning outcomes. *Participatory Educational Research*, 6(2):26–36.
- Haseski, H. İ., Ilic, U., and Tugtekin, U. (2018). Defining a new 21st century skill-computational thinking: Concepts and trends. *International Education Studies*, 11(4):29–42.

- Heintz, F., Mannila, L., and Färnqvist, T. (2016). A review of models for introducing computational thinking, computer science and computing in k-12 education. In *2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, pages 1–9.
- Hu, H. H., Heiner, C., and McCarthy, J. (2016). Deploying exploring computer science statewide. In *Proceedings of the 47th ACM Technical Symposium on Computing Science Education*, pages 72–77.
- Ioannou, A., Socratous, C., and Nikolaedou, E. (2018). Expanding the curricular space with educational robotics: A creative course on road safety. In *European Conference on Technology Enhanced Learning*, pages 537–547. Springer.
- Jones-Harris, C. and Chamblee, G. (2017). Understanding african-american students’ problem-solving ability in the precalculus and advanced placement computer science classroom. In *Emerging Research, Practice, and Policy on Computational Thinking*, pages 33–47. Springer.
- Kalina, C. and Powell, K. (2009). Cognitive and social constructivism: Developing tools for an effective classroom. *Education*, 130(2):241–250.
- Karaahmetoglu, K. and Korkmaz, Ö. (2019). The effect of project-based arduino educational robot applications on students’ computational thinking skills and their perception of basic stem skill levels. *Participatory Educational Research*, 6(2):1–14.
- Keane, T., Chalmers, C., Boden, M., and Williams, M. (2019). Humanoid robots: learning a programming language to learn a traditional language. *Technology, Pedagogy and Education*, 28(5):533–546.
- Kim, Y.-M. and Kim, J.-H. (2016). Application of a software education program developed to improve computational thinking in elementary school girls. *Indian Journal of Science and Technology*, 9(44):1–9.
- Kitchenham, B. and Charters, S. (2007). Technical report title: Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering, ebse 2007-001. *Keele University and Durham University Joint Report*.
- Korkmaz, Ö., Çakır, R., and Özden, M. Y. (2016). Bilgisayarca düşünme beceri düzeyleri ölçeğinin (bdbd) ortaokul düzeyine uyarlanması. *Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1(2):143–162.
- Korkmaz, Ö., Çakır, R., and Özden, M. Y. (2017). A validity and reliability study of the computational thinking scales (cts). *Computers in human behavior*, 72:558–569.

- Kratochwill, T. R., Levin, J. R., and Horner, R. H. (2018). Negative results: Conceptual and methodological dimensions in single-case intervention research. *Remedial and Special Education*, 39(2):67–76.
- Krippendorff, K. (2004). Content analysis: an introduction to its methodology sage. *Thousand Oaks, CA*.
- Lin, V. and Shaer, O. (2016). Beyond the lab: Using technology toys to engage south african youth in computational thinking. In *Proceedings of the 2016 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, pages 655–661.
- Lye, S. Y. and Koh, J. H. L. (2014). Review on teaching and learning of computational thinking through programming: What is next for k-12? *Computers in Human Behavior*, 41:51–61.
- Malmi, L., Sheard, J., Kinnunen, P., and Sinclair, J. (2019). Computing education theories: what are they and how are they used? In *Proceedings of the 2019 ACM Conference on International Computing Education Research*, pages 187–197.
- Martins-Pacheco, L. H., von Wangenheim, C. A. G., and da Cruz Alves, N. (2019). Assessment of computational thinking in k-12 context: Educational practices, limits and possibilities-a systematic mapping study. In *Proceedings of the 11th International Conference on Computer Supported Education (CSEDU 2019)*, volume 1, pages 292–303.
- McGill, M. M. (2019). Discovering empirically-based best practices in computing education through replication, reproducibility, and meta-analysis studies. In *Proceedings of the 19th Koli Calling International Conference on Computing Education Research*, pages 1–5.
- McGill, M. M., Decker, A., and Abbott, Z. (2018). Improving research and experience reports of pre-college computing activities: A gap analysis. In *Proceedings of the 49th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, pages 964–969.
- Meerbaum-Salant, O., Armoni, M., and Ben-Ari, M. (2013). Learning computer science concepts with scratch. *Computer Science Education*, 23(3):239–264.
- Mioto, F., Petri, G., von Wangenheim, C. G., Borgatto, A. F., and Pacheco, L. H. (2019). bases21-um modelo para a autoavaliação de habilidades do século xxi no contexto do ensino de computação na educação básica. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 27(1).

- Mohaghegh, D. M. and McCauley, M. (2016). Computational thinking: The skill set of the 21st century. *International Journal of Computer Science and Information Technologies (IJCSIT)*, 7(3):1524–1530.
- Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P., Stewart, L. A., et al. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (prisma-p) 2015 statement. *Systematic reviews*, 4(1):1.
- Moreno-León, J. and Robles, G. (2015). Computer programming as an educational tool in the english classroom a preliminary study. In *2015 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, pages 961–966. IEEE.
- Mulrow, C. D. (1994). Systematic reviews: rationale for systematic reviews. *Bmj*, 309(6954):597–599.
- Navarrete, C. C. (2013). Creative thinking in digital game design and development: A case study. *Computers & Education*, 69:320–331.
- Negrini, L. and Giang, C. (2019). How do pupils perceive educational robotics as a tool to improve their 21st century skills? *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, 15(2).
- O’Boyle Jr, E. H., Banks, G. C., and Gonzalez-Mulé, E. (2017). The chrysalis effect: How ugly initial results metamorphosize into beautiful articles. *Journal of Management*, 43(2):376–399.
- P21 (2017). Computer science: A playground for 21st century skills. Disponível em: http://static.battelleforkids.org/documents/p21/P21_Framework_DefinitionsBFK.pdf. Acesso em: 20 abril 2019.
- Pellas, N. (2016). An exploration of interrelationships among presence indicators of a community of inquiry in a 3d game-like environment for high school programming courses. *Interactive Learning Environments*, 25(3):343–360.
- Pellas, N. and Peroutseas, E. (2016). Leveraging scratch4sl and second life to motivate high school students’ participation in introductory programming courses: Findings from a case study. *New Review of Hypermedia and Multimedia*, 23(1):51–79.
- Pellas, N. and Vosinakis, S. (2018). The effect of simulation games on learning computer programming: A comparative study on high school students’ learning performance by assessing computational problem-solving strategies. *Education and Information Technologies*, 23(6):2423–2452.

- Pimentel, C., Ceotto, P., D'Césares, I., and Laranja, F. (2019). Active learning: The impacts of the implementation of maker education at sesc high school in rio de janeiro. In *Proceedings of FabLearn 2019*, pages 65–72.
- Piniuta, I. (2019). Technology based activities to develop 21st century skills in the foreign language classroom. In *Proceedings of the 2019 8th International Conference on Educational and Information Technology*, pages 79–85. ACM.
- Pinto-Llorente, A. M., Casillas-Martín, S., Cabezas-González, M., and García-Peñalvo, F. J. (2017). Building, coding and programming 3d models via a visual programming environment. *Quality & Quantity*, 52(6):2455–2468.
- Pinto-Llorente, A. M., Martín, S. C., González, M. C., and García-Peñalvo, F. J. (2016). Developing computational thinking via the visual programming tool: Lego education wedo. In *Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*, pages 45–50.
- Psycharis, S. and Kallia, M. (2017). The effects of computer programming on high school students' reasoning skills and mathematical self-efficacy and problem solving. *Instructional Science*, 45(5):583–602.
- Resnick, M. (2007). All i really need to know (about creative thinking) i learned (by studying how children learn) in kindergarten. In *Proceedings of the 6th Conference on Creativity and Cognition, C and C '07*, pages 1–6, New York, NY, USA. ACM.
- Rodrigues, R. S., Andrade, W. L., and Campos, L. M. S. (2016). Can computational thinking help me? a quantitative study of its effects on education. In *2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, pages 1–8. IEEE.
- Sabbagh, S. A., Gedawy, H., Alshikhabobakr, H., and Razak, S. (2017). Computing curriculum in middle schools: An experience report. In *Proceedings of the 2017 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, pages 230–235.
- Saritepeci, M. (2019). Developing computational thinking skills of high school students: Design-based learning activities and programming tasks. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 29(1):35–54.
- Scott, C. L. (2015). The futures of learning 3: what kind of pedagogies for the 21st century. *Education Research and Foresight Working Papers, United Nations Cultural Organization*, pages 1–2.

- Seehorn, D., Carey, S., Fuschetto, B., Lee, I., Moix, D., O'Grady-Cunniff, D., Owens, B. B., Stephenson, C., and Verno, A. (2011). CSTA K–12 Computer Science Standards: Revised 2011. Technical report, CSTA/ACM, New York, NY, USA. 104111.
- Strech, D. and Sofaer, N. (2012). How to write a systematic review of reasons. *Journal of Medical Ethics*, 38(2):121–126.
- Sullivan, A., Bers, M., and Pugnali, A. (2017). The impact of user interface on young children's computational thinking. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 16(1):171–193.
- Tan, J. P.-L., Choo, S. S., Kang, T., and Liem, G. A. D. (2017). Educating for twenty-first century competencies and future-ready learners: Research perspectives from singapore. *Asia Pacific Journal of Education*, 37(4):425–436.
- Tang, X., Yin, Y., Lin, Q., Hadad, R., and Zhai, X. (2020). Assessing computational thinking: A systematic review of empirical studies. *Computers & Education*, page 103798.
- Thieme, A., Morrison, C., Villar, N., Grayson, M., and Lindley, S. (2017). Enabling collaboration in learning computer programming inclusive of children with vision impairments. In *Proceedings of the 2017 Conference on Designing Interactive Systems*, pages 739–752.
- Tonbuluđlu, B. and Tonbuluđlu, İ. (2019). The effect of unplugged coding activities on computational thinking skills of middle school students. *Informatics in Education*, 18(2):403–426.
- Van Laar, E., Van Deursen, A. J., Van Dijk, J. A., and De Haan, J. (2017). The relation between 21st-century skills and digital skills: A systematic literature review. *Computers in human behavior*, 72:577–588.
- Voogt, J., Erstad, O., Dede, C., and Mishra, P. (2013). Challenges to learning and schooling in the digital networked world of the 21st century. *Journal of computer assisted learning*, 29(5):403–413.
- Voogt, J. and Roblin, N. P. (2012). A comparative analysis of international frameworks for 21st century competences: Implications for national curriculum policies. *Journal of curriculum studies*, 44(3):299–321.
- Vygotsky, L. S. (2012). *Thought and language*. MIT press.

-
- Wilson, C., Sudol, L. A., Stephenson, C., and Stehlik, M. (2010). Running on empty: The failure to teach k-12 computer science in the digital age. *Association for Computing Machinery*, 26.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3):33–35.
- Wong, G. K.-W. and Cheung, H.-Y. (2018). Exploring children’s perceptions of developing twenty-first century skills through computational thinking and programming. *Interactive Learning Environments*, 28(4):438–450.
- Yengin, I. (2014). Using educational technology to create effective learning societies in 21st century. In *2014 Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET)*, pages 1–7. IEEE.

Apêndice A

Lista dos artigos selecionados

Autor	Nome do artigo
Caballero-Gonzalez et al. (2019)	Learning computational thinking and social skills development in young children through problem solving with educational robotics
Calao et al. (2015)	Developing Mathematical Thinking with Scratch An Experiment with 6th Grade Students
Saritepeci (2019)	Developing Computational Thinking Skills of High School Students : Design-Based Learning Activities and Programming Tasks
Wong and Cheung (2018)	Exploring children’s perceptions of developing twenty-first century skills through computational thinking and programming
Burluson et al. (2017)	Active Learning Environments with Robotic Tangibles: Children’s Physical and Virtual Spatial Programming Experiences
Pimentel et al. (2019)	Active Learning: The Impacts of the Implementation of Maker Education at Sesc High School in Rio de Janeiro
Corradini et al. (2017)	Computational Thinking in Italian Schools: Quantitative Data and Teachers’ Sentiment Analysis after Two Years of “Programma il Futuro” Project
Bodén et al. (2018)	DBugs: large-scale artefacts for collaborative computer programming
Sabbagh et al. (2017)	Computing Curriculum in Middle Schools - An Experience Report
Thieme et al. (2017)	Enabling Collaboration in Learning Computer Programming Inclusive of Children with Vision Impairments
Feldhausen et al. (2018)	Increasing Student Self-Efficacy in Computational Thinking via STEM Outreach Programs
Chaudhary et al. (2016)	An Experience Report on Teaching Programming and Computational Thinking to Elementary Level Children using Lego Robotics Education Kit
Rodrigues et al. (2016)	Can Computational Thinking help me? A quantitative study of its effects on education
Moreno-Leon and Robles (2015)	Computer programming as an educational tool in the English classroom
Atmatzidou and Demetriadis (2017)	A Didactical Model for Educational Robotics Activities: A Study on Improving Skills Through Strong or Minimal Guidance
Jones-Harris and Chamblee (2017)	Understanding African-American Students’ Problem-Solving Ability in the Precalculus and Advanced Placement Computer Science Classroom
Pinto-Llorente et al. (2017)	Building, coding and programming 3D models via a visual programming environment
Djambong et al. (2018)	Measurement of Computational Thinking in K-12 Education: The Need for Innovative Practices
Hu et al. (2016)	Deploying Exploring Computer Science Statewide
Lin and Shaer (2016)	Beyond the Lab: Using Technology Toys to Engage South African Youth in Computational Thinking
Pinto-Llorente et al. (2016)	Developing Computational Thinking via the Visual Programming Tool: Lego Education WeDo

Autor	Nome do artigo
Ioannou et al. (2018)	Expanding the Curricular Space with Educational Robotics: A Creative Course on Road Safety
Pellas and Vosinakis (2018)	The effect of simulation games on learning computer programming: A comparative study on high school students' learning performance by assessing computational problem-solving strategies
Psycharis and Kallia (2017)	The effects of computer programming on high school students' reasoning skills and mathematical self-efficacy and problem solving
Bers et al. (2019)	Coding as a Playground: Promoting Positive Learning
Chalmers (2018)	Robotics and computational thinking in primary school
Allsop (2018)	Assessing computational thinking process using a multiple evaluation approach
Negrini and Giang (2019)	HOW DO PUPILS PERCEIVE EDUCATIONAL ROBOTICS AS A TOOL TO IMPROVE THEIR 21ST CENTURY SKILLS?
Keane et al. (2019)	Humanoid robots: learning a programming language to learn a traditional language
Pellas (2016)	An exploration of interrelationships among presence indicators of a community of inquiry in a 3D game-like environment for high school programming courses
Pellas and Peroutseas (2016)	Leveraging Scratch4SL and Second Life to motivate high school students' participation in introductory programming courses: findings from a case study
Altanis et al. (2018)	Systematic Design and Rapid Development of Motion-Based Touchless Games for Enhancing Students' Thinking Skills
Costa et al. (2017)	Computational Thinking in Mathematics Education: A Joint Approach to Encourage Problem-Solving Ability
Chookaew et al. (2018)	Enhancing High-School Students' Computational Thinking with Educational Robotics Learning
Kim and Kim (2016)	Application of a Software Education Program Developed to Improve Computational Thinking in Elementary School Girls
Tonbuloglu and Tonbuloglu (2019)	The Effect of Unplugged Coding Activities on Computational Thinking Skills of Middle School Students
Sullivan et al. (2017)	THE IMPACT OF USER INTERFACE ON YOUNG CHILDREN'S COMPUTATIONAL THINKING
Karaahmetoglu and Korkmaz (2019)	The effect of project-based arduino educational robot applications on students' computational thinking skills and their perception of Basic Stem skill levels
Handan and Ertugrul (2019)	The effects of programming education planned with TPACK framework on learning outcomes