



Universidade de Brasília

Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação

Análise bibliométrica sobre material didático desplugado no ensino de computação

Douglas Rodrigues Braga

Monografia apresentada como requisito parcial
para conclusão do Curso de Computação — Licenciatura

Orientador

Prof. Dr. Jorge Henrique Cabral Fernandes

Brasília
2025



Universidade de Brasília

Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação

Análise bibliométrica sobre material didático desplugado no ensino de computação

Douglas Rodrigues Braga

Monografia apresentada como requisito parcial
para conclusão do Curso de Computação — Licenciatura

Prof. Dr. Jorge Henrique Cabral Fernandes (Orientador)
CIC/UnB

Prof. Dr. Edison Ishikawa Prof. Dr. Jonathan Rosa Moreira
UnB UnB

Prof. Dr. Jorge Henrique Cabral Fernandes
Coordenador do Curso de Computação — Licenciatura

Brasília, 29 de Julho de 2025

Dedicatória

A meus pais, Jairo e Edselma, pois sem eles nada disso seria possível e a minha amada esposa, pela paciência e suporte durante o processo de escrita.

Agradecimentos

Primeiramente a Deus. Aos meus pais por todo apoio durante toda a vida sempre me incentivando e mostrando que o caminho seria árduo mas no final tudo valeria a Pena. A minha esposa que me mostrou que eu seria capaz mesmo quando a dúvida tomeu meu ser. A meu orientador por todo ensinamento durante esse processo juntamente com a professora Fátima Brandão por terem dado sentido ao curso de licenciatura, mostrando como o ensino tem o poder de empoderar e emancipar pessoas.

Resumo

Este trabalho tem como objetivo analisar a produção científica relacionada ao uso de materiais didáticos desplugados no ensino de computação, com foco na educação básica. A abordagem metodológica utilizada foi a análise bibliométrica, realizada por meio da ferramenta Biblioshiny, com base em dados extraídos da plataforma *Web of Science*. O estudo busca compreender como essa temática tem sido abordada na literatura acadêmica, identificando os principais autores, instituições, periódicos, termos recorrentes e redes de colaboração envolvidas. A pesquisa revelou um crescimento significativo nas publicações sobre o tema nos últimos anos, indicando um campo em expansão. Os resultados evidenciam que os materiais desplugados vêm sendo amplamente utilizados como alternativa pedagógica viável para o desenvolvimento do pensamento computacional, especialmente em contextos escolares com infraestrutura tecnológica limitada. Além de seu caráter acessível, esses materiais favorecem práticas educativas lúdicas, colaborativas e inclusivas, contribuindo para a democratização do ensino de computação. A análise bibliométrica permitiu mapear as principais contribuições científicas e apontar caminhos para futuras investigações, bem como para o desenvolvimento de recursos didáticos que possam atender às demandas reais das escolas. O trabalho conclui destacando a relevância social e educacional da computação desplugada como estratégia para ampliar o acesso ao conhecimento tecnológico de forma equitativa e significativa.

Palavras-chave: computação desplugada; ensino de computação; materiais didáticos; pensamento computacional; bibliometria.

Abstract

This study aims to analyze the scientific literature related to the use of unplugged teaching materials in computer science education, with a focus on primary and secondary education. The methodological approach adopted was bibliometric analysis, conducted using the Biblioshiny tool and based on data retrieved from the *Web of Science database*. The research seeks to understand how this topic has been addressed in academic literature by identifying the main authors, institutions, journals, recurring terms, and collaboration networks involved. The results reveal a significant increase in publications on the subject in recent years, indicating a growing research field. The findings show that unplugged materials are widely used as a viable pedagogical alternative for developing computational thinking, especially in school settings with limited technological infrastructure. In addition to their accessible nature, these materials promote educational practices that are playful, collaborative, and inclusive, contributing to the democratization of computer science education. The bibliometric analysis enabled the mapping of key scientific contributions and pointed to future research opportunities, as well as the development of didactic resources suited to real school demands. This study concludes by highlighting the social and educational relevance of unplugged computing as a strategy to broaden equitable and meaningful access to technological knowledge.

Keywords: unplugged computing; computer science education; teaching materials; computational thinking; bibliometrics.

Sumário

1	Introdução	1
2	Fundamentos	4
2.1	Ensino de Computação	4
2.1.1	Pensamento computacional	5
2.1.2	Cultura digital	6
2.1.3	Mundo digital	7
2.1.4	A taxonomia revisada de Bloom	7
2.2	Produção de material didático	10
2.2.1	História do material didático no Brasil	11
2.2.2	Objetos de aprendizagem	13
2.3	Material Didático Desplugado	17
2.3.1	Material Didático para o Ensino de Computação	17
2.3.2	Computação Desplugada	17
3	Metodologia	19
3.1	Projeto de Estudo	20
3.1.1	Estado da arte	20
3.1.2	Motivação para a investigação da questão	20
3.1.3	Perguntas de pesquisa	21
3.1.4	Escopo	21
3.1.5	Uso do Bibliometrix e Biblioshiny	22
3.1.6	Limitações	22
3.1.7	Objetivo do trabalho	23
3.2	Coleta de dados	23
3.2.1	Query de Busca	23
4	Resultados	25
4.1	Extração de Dados	25

4.2	Registros Recuperados	25
4.2.1	Filtragem de Registros	27
4.3	Análise dos Dados	27
4.3.1	Evolução da Produção Científica	29
4.3.2	Medidas bibliométricas	42
4.3.3	Medidas relativas aos documentos (Artigos científicos) no dataset	43
4.3.4	Medidas Relativas aos Autores	63
4.3.5	Medidas Relativas às Fontes de Informação	73
4.3.6	Mapas de Acoplamento	80
4.3.7	Estrutura Conceitual do Conhecimento	82
4.3.8	Estrutura Intelectual do Conhecimento	90
4.3.9	Estrutura Social do Conhecimento	94
4.3.10	WorldMap de Colaboração	100
5	Interpretação dos Resultados	103
5.1	Pergunta 1 — Termos e conceitos mais frequentes	103
5.2	Pergunta 2 — Evolução temporal das publicações	105
5.3	Pergunta 3 — Áreas e abordagens educacionais	107
5.4	Pergunta 4 — Quem produz, com quem colabora e qual o impacto dos estudos?	108
6	Considerações Finais	111
6.1	Conclusões	111
6.2	Trabalhos Futuros	112

Listas de Figuras

2.1	Eixos da Computação (RIBEIRO, 2019)	4
4.1	Evolução da produção científica no <i>dataset</i> CD@drb.	29
4.2	Evolução das citações no <i>dataset</i> CD@drb.	30
4.3	Plotagem “Três Campos” (Sankey diagram) do <i>dataset</i> CD@drb: 20 autores, 20 citações e 15 palavras-chave mais proeminentes.	32
4.4	Plotagem “Três Campos” (Sankey diagram) do <i>dataset</i> CD@drb: 20 autores, 10 citações e 15 palavras-chave mais proeminentes.	34
4.5	Plotagem “Três Campos” (Sankey diagram) do <i>dataset</i> CD@drb: 15 revisoras, 15 palavras-chave e 15 instituição de filiação dos autores.	38
4.6	Espectroscopia (RPYS) completa das referências do <i>dataset</i> CD@drb	50
4.7	Espectroscopia (RPYS) das referências do <i>dataset</i> CD@drb, entre 1930 e 1990.	52
4.8	40 termos mais frequentes no <i>dataset</i> CD@drb.	54
4.9	Nuvem dos 50 termos mais frequentes no <i>dataset</i> CD@drb.	56
4.10	Tree Map dos 50 termos mais frequentes do <i>dataset</i> CD@drb.	58
4.11	Dinâmica de uso dos 10 termos mais frequentes ao longo do tempo, no <i>dataset</i> CD@drb.	60
4.12	Dinâmica de uso dos 10 termos mais frequentes ao longo do tempo, no <i>dataset</i> CD@drb.	62
4.13	Variação da produção dos autores de maior impacto, do <i>dataset</i> CD@drb.	65
4.14	Produtividade dos autores no <i>dataset</i> CD@drb, conforme a Lei de Lotka.	66
4.15	20 países mais relevantes de acordo com o número de produções, do <i>dataset</i> CD@drb.	70
4.16	Produção dos 5 países mais relevantes ao longo do tempo do <i>dataset</i> CD@drb.	72
4.17	Revistas mais relevantes no <i>dataset</i> CD@drb, conforme a Lei de Bradford.	76
4.18	Revistas com maior volume de publicações no tema no <i>dataset</i> CD@drb, ao longo do tempo.	79
4.19	Palavras-chave mais evidentes formados pelos autores no <i>dataset</i> CD@drb.	81

4.20	50 palavras-chave mais evidentes, clusterizadas pela coocorrência em documentos, no <i>dataset</i> CD@drb.	83
4.21	Mapa temático do <i>dataset</i> CD@drb.	85
4.22	Dimensões de variabilidade mais relevantes, nas palavras-chave do <i>dataset</i> CD@drb.	87
4.23	Dendograma das dimensões de variabilidade mais relevantes, nas palavras-chave do <i>dataset</i> CD@drb.	89
4.24	Rede de cocitação entre as 50 referências mais presentes no <i>dataset</i> CD@drb.	91
4.25	Mapa histórico das citações diretas entre os documentos mais evidentes no <i>dataset</i> CD@drb.	93
4.26	Rede de colaboração entre as 50 instituições mais evidentes, no <i>dataset</i> CD@drb.	96
4.27	Rede de colaboração entre os 50 autores mais evidentes, no <i>dataset</i> CD@drb.	97
4.28	Rede de colaboração entre os 50 países evidentes, no <i>dataset</i> CD@drb.	99
4.29	Rede de colaboração entre os países mais evidentes, no <i>dataset</i> CD@drb.	101

Lista de Tabelas

4.1	25 artigos mais citados globalmente no <i>dataset</i> CD@drb.	44
4.2	20 autores que mais produziram artigos no <i>dataset</i> CD@drb.	63
4.3	20 autores com mais artigos citados localmente no <i>dataset</i> CD@drb. . . .	64
4.4	Autores de maior impacto no <i>dataset</i> CD@drb, apresentando os índices <i>h</i> , <i>g</i> e <i>m</i> , total de citações, número de publicações e ano da primeira publicação.	67
4.5	20 Instituições mais produtivas no <i>dataset</i> CD@drb.	68
4.6	Produção científica dos países, do <i>dataset</i> CD@drb.	71
4.7	10 países mais relevantes, de acordo com o número de citações do <i>dataset</i> CD@drb.	73
4.8	20 revistas mais relevantes por número de publicações no <i>dataset</i> CD@drb.	74
4.9	20 revistas mais citadas localmente no <i>dataset</i> CD@drb, conforme a soma de citações por outros artigos dentro do <i>dataset</i>	74
4.10	Fontes de maior impacto no <i>dataset</i> CD@drb, apresentando os índices <i>h</i> , <i>g</i> e <i>m</i> , total de citações (TC), número de publicações (NP) e ano da primeira publicação.	77

Capítulo 1

Introdução

O avanço tecnológico tem transformado a forma como a sociedade se comunica, aprende, trabalha e interage com o mundo. Nesse contexto, torna-se cada vez mais importante preparar os indivíduos não apenas para utilizar ferramentas digitais, mas para compreender os princípios e a lógica por trás dessas tecnologias. O ensino de computação, portanto, surge como uma demanda cada vez mais presente nos debates sobre a formação escolar contemporânea, sendo reconhecido por sua capacidade de desenvolver habilidades como resolução de problemas, pensamento lógico, criatividade e autonomia.

No entanto, ensinar computação na educação básica apresenta desafios significativos, especialmente em países com desigualdades estruturais como o Brasil. Muitas escolas ainda enfrentam limitações no acesso a computadores, internet ou infraestrutura adequada para aulas práticas. Diante desse cenário, ganha relevância o uso de materiais didáticos desplugados, isto é, recursos que permitem o ensino de conceitos computacionais por meio de atividades que não exigem o uso de dispositivos eletrônicos. Esses materiais se utilizam de jogos, papel, objetos manipuláveis e dinâmicas em grupo para aproximar os alunos dos fundamentos da computação de maneira acessível, concreta e lúdica.

A proposta de ensino desplugado não representa apenas uma solução provisória para a falta de equipamentos, mas sim uma abordagem pedagógica válida e eficaz, capaz de promover aprendizagem significativa e inclusão educacional. (BELL et al., 2009), ao desenvolverem o projeto Computer Science Unplugged (BELL et al., 2009), demonstraram que é possível ensinar algoritmos, lógica binária, redes, criptografia e outros conceitos fundamentais por meio de atividades físicas e colaborativas. Tais práticas favorecem a aprendizagem ativa e possibilitam que o estudante compreenda a lógica da computação antes mesmo de interagir com um computador, tornando-se um caminho potente de iniciação científica e tecnológica.

Ao utilizar materiais desplugados no ensino de computação, o educador promove não

apenas a transmissão de conteúdos, mas também o desenvolvimento de habilidades cognitivas como a abstração, a decomposição de problemas e o reconhecimento de padrões, elementos que integram o chamado pensamento computacional, conceito amplamente difundido por Wing (WING, 2006). Contudo, ao contrário de muitos estudos que colocam o pensamento computacional no centro do debate, o presente trabalho procura reposicionar o foco sobre o material didático desplugado como ferramenta pedagógica concreta e estruturante para o ensino da computação na educação básica. Ou seja, mais do que pensar a computação apenas como um campo abstrato de raciocínio, este estudo se dedica a investigar os recursos didáticos que têm possibilitado que essa aprendizagem aconteça, mesmo em realidades com infraestrutura limitada.

Nesse sentido, a questão central que motivou este trabalho foi compreender como os materiais desplugados vêm sendo utilizados, discutidos e valorizados na produção científica internacional. A intenção é reunir e analisar de forma sistematizada os estudos que tratam do tema, mapeando autores, abordagens, áreas de aplicação e tendências emergentes. Para isso, foi realizada uma análise bibliométrica dos artigos indexados na base *Web of Science*, por meio da ferramenta Bibliometrix, que é uma ferramenta desenvolvida em linguagem R que possibilita a coleta de dados de citações de artigos científicos e outras publicações acadêmicas, assim como a análise e visualização desses dados por meio de técnicas estatísticas e gráficas, com o objetivo de identificar a estrutura do campo e as principais contribuições teóricas e práticas sobre o uso de materiais didáticos desplugados no ensino de computação.

A escolha pela análise bibliométrica como metodologia se justifica por sua capacidade de organizar e interpretar grandes volumes de dados acadêmicos, oferecendo uma visão panorâmica e confiável do desenvolvimento de uma área de conhecimento (FONSECA, 1970). Essa abordagem permite não apenas identificar os artigos e autores mais citados, mas também compreender como os temas se agrupam, quais são as conexões entre instituições e países, e que termos estão no centro dos debates atuais.

Mais do que uma técnica de análise quantitativa, este estudo parte de uma motivação profundamente educacional e social: garantir que todos os estudantes, independentemente de sua condição socioeconômica, tenham acesso ao ensino de computação de forma significativa e inclusiva. A computação desplugada se apresenta, nesse contexto, como uma alternativa pedagógica potente, capaz de democratizar o acesso ao conhecimento tecnológico, promover o desenvolvimento do pensamento computacional e respeitar as realidades diversas que compõem o sistema educacional brasileiro e mundial.

Este trabalho está organizado em seis capítulos. O primeiro capítulo apresenta esta introdução, contextualizando o tema e sua relevância social e científica. O segundo capítulo traz o referencial teórico, abordando os principais conceitos envolvidos: ensino de

computação, pensamento computacional e materiais didáticos desplugados. O terceiro capítulo descreve a metodologia utilizada, detalhando os procedimentos da análise bibliométrica. O quarto capítulo apresenta e interpreta os resultados obtidos, por meio de gráficos, tabelas, mapas e visualizações. O quinto capítulo traz uma interpretação dos dados obtidos e uma análise e discussão das questões de pesquisa. Por fim, o sexto capítulo traz a conclusão, com reflexões sobre as contribuições do estudo, suas limitações e perspectivas para futuras pesquisas.

Capítulo 2

Fundamentos

Apresentam-se neste capítulo os referenciais teóricos desta pesquisa sobre o ensino em computação, produção de material didático e material didático desplugado.

2.1 Ensino de Computação

O ensino de computação refere-se ao processo de instrução e educação em tópicos relacionados à Ciência da Computação, tecnologia da informação e disciplinas afins. A SBC - Sociedade Brasileira de Computação em suas Diretrizes para ensino de Computação na Educação Básica propõe que todo cidadão do século XXI deve dominar os fundamentos da computação para ter uma melhor compreensão do mundo em que vivemos. Esses fundamentos podem ser agrupados em 3 eixos principais: pensamento computacional, cultura digital e mundo digital. (RIBEIRO, 2019)

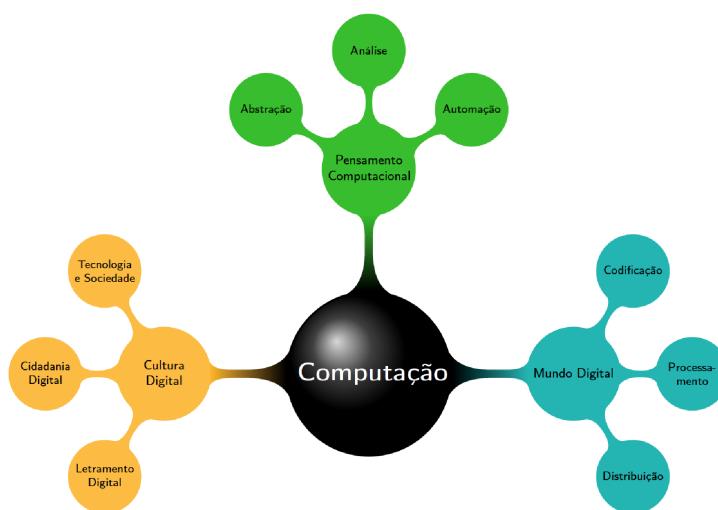


Figura 2.1: Eixos da Computação (RIBEIRO, 2019)

2.1.1 Pensamento computacional

O pensamento computacional está relacionado com abstração de problemas como forma de resolução de problemas do mundo real. A abstração envolve a capacidade de simplificar e representar informações complexas de uma maneira mais clara e acessível. No contexto do pensamento computacional, a abstração é usada para isolar detalhes desnecessários e concentrar-se nos aspectos relevantes de um problema ou conceito. Isso permite que os computadores processem informações de forma eficiente e também ajuda os humanos a compreenderem problemas e soluções de maneira mais clara.

Para Wing (WING, 2006) o pensamento computacional é uma habilidade inerente ao ser humano e que todos, não somente cientistas da computação, devem aprender a usar. Wing afirma que o pensamento computacional é a habilidade de resolver problemas, projetar sistemas e compreender o comportamento humano, aproveitando os conceitos fundamentais da ciência da computação. Nota-se que o conceito para a autora se envolve na compreensão humana utilizando-se de processos como o raciocínio lógico e concepção de soluções para solução de problemas cotidianos bem como para a expressão de ideias de maneira eficaz.

Formular problemas de uma forma que nos permita utilizar um computador e outras ferramentas para ajudar a resolvê-los; organizar e analisar dados de forma lógica; representação de dados através de abstrações como modelos e simulações; automatizar soluções através do pensamento algorítmico (uma série de etapas ordenadas); identificar, analisar e implementar possíveis soluções com o objetivo de alcançar a combinação mais eficiente e eficaz de etapas e recursos; (CROMPTON, 2017) Essas competências do Pensamento Computacional contribuem na sistematização de soluções de problemas por meio de algoritmos e exigem a maestria nas abstrações para descrever informações e os processos que as manipulam. A habilidade de compreender, definir, modelar, comparar, resolver, automatizar e analisar problemas (e suas soluções) por meio de algoritmos é considerada tão fundamental quanto as habilidades de leitura, escrita e aritmética, uma vez que também são utilizadas para descrever, explicar e modelar o universo e seus processos complexos.

Em âmbito nacional pensamento computacional é um dos pilares da computação preconizado pela SBC como diretriz curricular no ensino básico além de ser considerado como um pilar do pensamento humano juntamente com leitura, escrita e aritmética, pois como estes, serve para descrever, explicar e modelar o universo e seus processos complexos. (Sociedade Brasileira de Computação, 2017) Para a SBC o pensamento computacional possui 3 pilares: Abstração, automação e análise. A abstração pode ser compreendida como Entender e empregar modelos e representações apropriadas para descrever informações e procedimentos, juntamente com métodos para desenvolver soluções baseadas em algoritmos. A automação seria ter a capacidade de detalhar as soluções usando al-

goritmos de maneira que máquinas sejam capazes de executar partes ou a totalidade do algoritmo proposto, e também de criar modelos computacionais para sistemas complexos. Por último a análise seria a capacidade de Avaliar de forma crítica os problemas e suas soluções, com a habilidade não apenas de determinar se existem soluções que podem ser automatizadas, mas também de julgar a eficácia e a exatidão dessas soluções.(Sociedade Brasileira de Computação, 2017)

2.1.2 Cultura digital

A cultura digital se refere ao conjunto de valores, práticas, comportamentos e expressões que surgem da interação entre as tecnologias digitais e a sociedade. Ela abrange a forma como as pessoas usam, criam e se relacionam com a tecnologia digital, bem como como isso influencia a cultura, a comunicação, a vida cotidiana e como mundo ao redor das pessoas se adapta à evolução da máquina e do mundo virtual afetando as relações coletivas.

As ferramentas digitais fortalecem a comunicação e a disseminação de informações, dando a todos na sociedade o poder de expressar opiniões, o que costumava ser restrito aos autores de livros. Essas ferramentas moldam as relações humanas e podem influenciar a cultura, especialmente quando usadas com competência e critério.

No entanto, a simples recepção da cultura digital não é suficiente; é necessária a apropriação. Essa aquisição de cultura digital é complexa, envolvendo aspectos políticos, sociais e econômicos, e é influenciada pela sobrevivência material e transcendental das pessoas. O mundo digital afeta os seres humanos interna e externamente, desde o sistema nervoso e cognitivo até o trabalho e o lazer.

Educar com tecnologia digital e suas culturas é essencial para capacitar as pessoas com conhecimentos e habilidades éticas, preparando-as para um mundo de melhor qualidade de vida. Isso envolve o desenvolvimento de competências, como a compreensão das implicações da revolução digital, fluência tecnológica e análise crítica de questões éticas relacionadas ao mundo digital.

As culturas digitais abrangem a interdisciplinaridade entre a Computação e outras áreas do conhecimento, promovendo o uso eficaz do conhecimento computacional na expressão de soluções e manifestações culturais contextualizadas e críticas. Seus pilares incluem a compreensão do impacto da revolução digital, a fluência tecnológica para utilizar ferramentas de forma eficiente e ética digital para analisar questões morais relacionadas ao mundo digital. (Sociedade Brasileira de Computação, 2017)

2.1.3 Mundo digital

A compreensão do mundo digital é essencial para entender os processos que ocorrem tanto no ambiente digital quanto no mundo real, sendo possível compreender e questionar tendências e desempenhar um papel ativo nesse cenário. Para uma compreensão sólida do mundo digital, é fundamental entender os três pilares fundamentais, conhecidos como codificação, processamento e distribuição. A codificação diz respeito à representação de uma ampla gama de informações no mundo digital. A capacidade de processar dados codificados confere notável agilidade para realizar uma variedade de tarefas e permite que outras ações se concretizem. Ligada a essa dinâmica está a capacidade de distribuir informações no mundo digital, que desempenha um papel crucial no alcance do impacto desse ambiente.

Vale ressaltar que, além de acelerar a transmissão de informações, vivenciamos diariamente os efeitos de uma transformação singular no paradigma: todos os indivíduos se tornam geradores de informações para consumo mútuo. As fontes tradicionais de informação, que em tempos antigos eram amplamente aceitas, cedem lugar a um ambiente fragmentado com inúmeras fontes, frequentemente desconhecidas. Compreender o potencial e os riscos desse novo cenário é crucial e requer o entendimento do funcionamento da Internet e do mundo digital. Além disso, é essencial compreender os novos paradigmas permitidos pelo mundo digital, nos quais a computação está intrinsecamente integrada em nossa vida cotidiana.

2.1.4 A taxonomia revisada de Bloom

A taxonomia originalmente proposta por uma equipe de psicólogos cognitivos da Universidade de Chicago em 1956 Recebeu o nome do presidente do comitê, Benjamin Bloom, ficando assim conhecida como a taxonomia de Bloom. O estudo teve como objetivo projetar de forma lógica os objetivos de aprendizagem dividindo-os em três domínios: cognitivo, afetivo e psicomotor, sendo o cognitivo o principal e mais trabalhado deles.(BLOOM, 1956) Os procedimentos associados à aquisição e ao domínio de novos conhecimentos, à identificação de fatos específicos, métodos, padrões e conceitos relacionados ao estímulo do desenvolvimento intelectual foram inicialmente estruturados em seis categorias hierárquicas, caracterizadas por complexidade crescente e dependências, indo do mais simples ao mais complexo. A transição para o próximo nível só é possível após adquirir proficiência no conhecimento e desenvolver as habilidades do nível anterior.(GUSKEY, 2001)(FERRAZ; BELHOT, 2010)

Lori Anderson realizou uma revisão em 2001, resultando na Taxonomia Revisada de Bloom, proposta em conjunto com Krathwohl (ANDERSON, 2009). Esta revisão, funda-

mentada na obra seminal de Benjamin Bloom(BLOOM, 1956), reflete uma compreensão mais aprimorada das habilidades cognitivas, integrando dimensões afetivas e psicomotoras no processo educacional. Os seis níveis da taxonomia revisada, desde a simples lembrança até a criação, proporcionam uma estrutura abrangente para educadores desenvolverem estratégias de ensino e avaliação. Esta abordagem holística influencia continuamente a prática educacional, promovendo a aprendizagem significativa e o desenvolvimento cognitivo dos alunos. (ANDERSON, 2009) (KRATHWOHL, 2002)

Utilizando-se de uma abordagem meticulosa ao empregar verbos de ação e substantivos para elucidar os objetivos em cada nível, a taxonomia revisada de bloom proporciona uma estrutura clara para o planejamento acadêmico (ANDERSON, 2009) . Esses verbos, como "recordar", "analisar", "sintetizar"e "criar", desempenham um papel crucial na expli-citação dos processos cognitivos desejados, delineando claramente as realizações esperadas dos alunos em termos de aprendizado (MOSELEY, 2005)(LIMBACH; WAUGH, 2006). Simultaneamente, a Taxonomia Revisada de Bloom utiliza uma tabela bidimensional para representar a dimensão de complexidade do conhecimento, onde as colunas indicam diferentes níveis de complexidade do conhecimento, e as linhas representam a comple-xidade dos processos cognitivos (ANDERSON, 2009). Essa representação visual oferece uma visão abrangente da relação entre o tipo de conhecimento e o nível de habilidade cognitiva exigido, tornando-se uma ferramenta valiosa para educadores ao desenvolverem metas educacionais específicas.

Sendo assim, a análise das estruturas dos verbos e substantivos formam a base da dimensão de conhecimento (O que) e do verbo para representar processos cognitivos (Como). A dimensão de conhecimento abrange diversos tipos de conhecimento, como factual, conceitual, procedimental e metacognitivo, proporcionando uma visão multifa-cetada dos objetivos de aprendizagem (BANKS, 2014) (FERRETTI; MACARTHUR; OKOLO, 2001). Paralelamente, os processos cognitivos são representados por verbos de ação que indicam as habilidades mentais necessárias para alcançar esses objetivos, abrangendo desde a simples lembrança até a criação de algo novo (TOFADE; ELSNER; HAINES, 2013). Essa combinação oferece uma estrutura clara para educadores planeja-rem suas estratégias de ensino e avaliação, promovendo uma compreensão aprofundada dos níveis de aprendizado.

2.1.4.1 Domínio de Conhecimento

Visando caracterizar os objetivos educacionais com base em diferentes dimensões do co-nhecimento, utiliza-se a hierarquia de tipos de níveis de conhecimento. As três primeiras subcategorias (Factual, conceitual e procedural) reconhecem distinções psico-cognitivas desenvolvidas enquanto a quarta subcategoria (Metacognitivo) é relacionada ao processo

de metacognição onde o indivíduo possui a consciência da sua própria aprendizagem (ANDERSON, 2009).

1. **Conhecimento Factual:** Refere-se à aquisição de informações e fatos básicos. Os alunos demonstram esse tipo de conhecimento quando conseguem recordar e reconhecer dados específicos.
2. **Conhecimento Conceitual:** Envolve a compreensão de conceitos e princípios mais amplos. Os alunos demonstram conhecimento conceitual quando são capazes de explicar relações entre diferentes conceitos e interpretar informações de maneira mais abstrata.
3. **Conhecimento Procedimental:** Relaciona-se à aplicação de habilidades e processos. Os alunos com conhecimento procedural conseguem usar métodos, técnicas e algoritmos para resolver problemas ou realizar tarefas específicas.
4. **Conhecimento Metacognitivo:** Refere-se à consciência e ao controle dos próprios processos cognitivos. Os alunos com conhecimento metacognitivo conseguem monitorar, avaliar e regular seu próprio pensamento e aprendizado.

2.1.4.2 Domínio de Processos Cognitivos

Inicialmente denominada por "Domínio cognitivo" foi renomeada pela taxonomia revisada de Bloom como "Domínio do processo cognitivo" para representar que se dá durante o processo educacional na construção de conhecimentos para solução de problemas (ANDERSON, 1999).

Os processos cognitivos possuem o princípio hierárquico flexível, pois entende-se que diferentes disciplinas requerem processos cognitivos distintos e cada estudante possui estilos de aprendizagem próprios (KRATHWOHL, 2002). Por exemplo, pode ser mais fácil entender um assunto após aplicá-lo para então ser capaz de explicá-lo (FERRAZ; BELHOT, 2010).

Na Taxonomia Revisada de Bloom, os Processos Cognitivos são categorizados em seis níveis principais:

1. **Lembrar (Remember):** Este processo envolve a recuperação de informações previamente aprendidas. Os verbos associados incluem: lembrar, listar, nomear, recordar, identificar, recuperar, reproduzir, e reconhecer.
2. **Entender (Understand):** Neste nível, os alunos demonstram a capacidade de compreender o significado das informações. Verbos relacionados incluem: explicar, interpretar, resumir, inferir, parafrasear, classificar, comparar, e exemplificar.

3. **Aplicar (Apply):** Os alunos aplicam o conhecimento adquirido em novas situações ou contextos específicos. Verbos associados a este processo incluem: aplicar, demonstrar, ilustrar, usar, executar, implementar, e empregar.
4. **Analizar (Analyze):** Neste nível, os alunos desmontam as informações em partes, identificam padrões e relações. Verbos relacionados incluem: analisar, comparar, contrastar, diferenciar, distinguir, examinar, e investigar.
5. **Avaliar (Evaluate):** Os alunos fazem julgamentos críticos sobre a validade e relevância das informações. Verbos associados a este processo incluem: avaliar, julgar, criticar, justificar, verificar, validar, e argumentar.
6. **Criar (Create):** Este é o nível mais alto, onde os alunos sintetizam informações para gerar algo novo. Verbos relacionados incluem: criar, desenvolver, projetar, formular, inventar, produzir, e planejar.

Cada um desses processos cognitivos representa um nível de habilidades intelectuais, proporcionando uma estrutura abrangente para o design curricular e a avaliação educacional. Essa abordagem visa desenvolver a capacidade dos alunos de pensar criticamente, resolver problemas e aplicar o conhecimento de maneira significativa.

2.2 Produção de material didático

O processo de produção de material didático envolve diversas etapas, desde a concepção do projeto até a sua implementação. É necessário realizar pesquisas, desenvolver conteúdos e atividades, criar recursos visuais e audiovisuais, testar o material com os alunos, realizar revisões e correções, entre outras atividades.

As etapas principais na produção de material didático incluem pesquisa e planejamento, desenvolvimento de conteúdos e atividades, criação de recursos visuais e audiovisuais, testes com os alunos, revisões e correções, e finalização do material para publicação.

A produção de material didático envolve a colaboração de diversos profissionais, como pedagogos, professores da área específica, designers gráficos, ilustradores, editores, revisores, entre outros. Cada um desempenha um papel fundamental para garantir a qualidade e efetividade do material produzido.

Para garantir a qualidade do material didático produzido, é importante contar com uma equipe multidisciplinar e experiente, que conheça as necessidades e características do público-alvo. Além disso, a avaliação e revisão contínuas, o alinhamento com as diretrizes curriculares e a incorporação de feedbacks dos usuários são estratégias eficazes para aprimorar a qualidade do material didático. A pesquisa e análise de tecnologias

educacionais também são importantes para manter o material atualizado e alinhado com as demandas da educação contemporânea.

A produção de material didático pode ser compreendida como uma forma de tecnologia educacional, pois envolve a criação e o desenvolvimento de recursos e ferramentas que são utilizados no processo de ensino e aprendizagem (BRAGA, 2013). Esses materiais são elaborados com o objetivo de facilitar a transmissão de conhecimento, estimular o interesse dos alunos e promover a compreensão e a retenção das informações (BRAGA, 2014).

2.2.1 História do material didático no Brasil

A história da avaliação pedagógica de livros e materiais didáticos no Brasil remonta a 1937, quando foi publicado o Decreto nº 93, que instituiu a obrigatoriedade do livro didático nas escolas do país. Desde então, o livro didático tem desempenhado um papel fundamental na educação brasileira, auxiliando os professores no processo de ensino e aprendizagem.

Nos anos seguintes, o livro didático ganhou ainda mais relevância, especialmente com a democratização do ensino a partir da década de 1960. Nesse período, surgiram políticas públicas que visavam garantir o acesso dos estudantes a materiais didáticos de qualidade. No entanto, foi somente a partir de 1994 que a análise da qualidade pedagógica, metodológica e física desses materiais começou a ser registrada.

A avaliação pedagógica dos livros e materiais didáticos é de vital importância, uma vez que esses recursos assumem um papel orientador na prática docente. No entanto, é fundamental ressaltar que o livro didático não deve substituir o professor, mas sim complementar seu trabalho em sala de aula.

A metodologia utilizada na pesquisa sobre a avaliação pedagógica de livros e materiais didáticos no Brasil é de natureza qualitativa, envolvendo análise documental e bibliográfica. Foram analisadas leis, decretos e outros documentos que embasam a preparação, avaliação e distribuição desses materiais ao longo dos anos.

É importante considerar que atualmente o processo de avaliação pedagógica desses materiais passa por constantes atualizações e mudanças. O Decreto nº 9.099, de 18 de julho de 2017, trouxe novas diretrizes para o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), que é responsável pela distribuição desses materiais nas escolas do país.

O livro didático, em particular, tem desempenhado um papel fundamental na educação brasileira, sendo muitas vezes fetichizado como a principal fonte de conhecimento em sala de aula (SILVA, 2012). No entanto, é importante destacar que o livro didático é apenas um dos recursos disponíveis e que sua utilização deve ser complementada por outras formas de material didático, como objetos de aprendizagem (BRAGA, 2019).

2.2.1.1 Instituições e Desenvolvimento de Materiais Didáticos de Ciências no Brasil

No período de 1960 a 1980, houve a introdução no Brasil de um paradigma que enfatizava a importância da investigação científica no ensino de Ciências Naturais nos níveis fundamental e médio. Esse paradigma teve sua origem nos Estados Unidos, como resposta às críticas internas ao ensino secundário e aos acontecimentos internacionais (KRASILCHIK, 2000; KRASILCHIK, 1980).

Inicialmente, o movimento de reforma do ensino de ciências contou com o apoio de subvenções estrangeiras e, posteriormente, foi patrocinado pelo Ministério da Educação (KRASILCHIK, 1980). O objetivo era reformar o ensino das ciências por meio do uso de materiais escolares que incorporassem os princípios desse novo paradigma.

Durante as décadas de 1960 e 1970, diversas instituições estrangeiras e nacionais desempenharam um papel fundamental no desenvolvimento e na divulgação desses materiais didáticos de ciências. Essas instituições contribuíram para a formação de professores, produção de materiais e disseminação de novas práticas pedagógicas (KRASILCHIK, 2000).

O uso de materiais didáticos de ciências baseados nesse novo paradigma permitiu repensar o processo educativo, considerando o espaço da virtualidade e suas possibilidades. A construção desses materiais está fundamentada no paradigma da virtualidade e na literacia virtual como eixo central (LéVY, 1996).

Material didático como tecnologia

O material didático, quando desenvolvido em formato digital, pode ser considerado uma tecnologia educacional. Ele proporciona diferentes possibilidades de interação e aprimora a experiência de ensino e aprendizagem. Os materiais didáticos virtuais podem incluir conteúdos interativos, exercícios, simuladores, vídeos explicativos, jogos educativos, entre outros recursos (WILEY; Agency for Instructional Technology, 2002).

A construção de objetos de aprendizagem virtuais requer a utilização de uma metodologia baseada nos estilos de aprendizagem e na metodologia de interface. É necessário desenvolver padrões e formas para a construção desses objetos, levando em consideração a virtualidade como espaço de aprendizagem (WILEY; Agency for Instructional Technology, 2002)(LéVY, 1996).

Os objetos de aprendizagem virtuais representam uma evolução no campo educacional, ao proporcionar o uso de recursos tecnológicos de forma didática e eficiente. Eles possibilitam repensar o processo educativo, considerando as potencialidades da virtualidade para a criação de ferramentas pedagógicas mais dinâmicas e interativas.

Em resumo, o material didático é um recurso indispensável para o ensino e aprendizagem em diferentes áreas. Sua produção envolve um processo complexo e requer a contribuição de diversos profissionais. Além disso, o uso das tecnologias digitais possibilita a criação de materiais didáticos mais dinâmicos e interativos, potencializando o processo de ensino e aprendizagem.

2.2.2 Objetos de aprendizagem

O livro "Objetos de Aprendizagem", de Juliana Braga, aborda um tema fundamental no contexto educacional contemporâneo: a utilização de recursos digitais para enriquecer o processo de ensino e aprendizagem (BRAGA, 2013). Braga discute a importância dos objetos de aprendizagem como ferramentas que promovem a interatividade, a autonomia e a personalização do aprendizado, tornando-o mais significativo e envolvente para os alunos.

Um dos principais pontos destacados por Braga é a definição de objetos de aprendizagem como recursos digitais, como vídeos, simulações, jogos educacionais e animações, que são utilizados para facilitar a compreensão de conceitos complexos e estimular a participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem. Esses recursos são desenvolvidos de forma a atender às diferentes formas de aprendizagem dos alunos, proporcionando uma experiência mais personalizada e adaptada às suas necessidades individuais.

Além disso, Braga enfatiza a importância da qualidade na produção dos objetos de aprendizagem, ressaltando a necessidade de que esses recursos sejam bem elaborados, com conteúdo relevante e interativo, de forma a realmente contribuir para o aprendizado dos alunos. Ela também destaca a importância da avaliação dos objetos de aprendizagem, tanto por parte dos educadores quanto dos alunos, para garantir que esses recursos estejam cumprindo seu papel de facilitar o aprendizado.

Outro aspecto abordado por Braga é a integração dos objetos de aprendizagem ao currículo escolar, destacando a importância de que esses recursos sejam utilizados de forma complementar às atividades tradicionais de sala de aula, enriquecendo o processo de ensino e aprendizagem. Ela também destaca a importância da formação dos educadores para o uso efetivo dos objetos de aprendizagem, ressaltando a necessidade de que os professores estejam preparados para utilizar esses recursos de forma criativa e eficaz em suas práticas pedagógicas.

O livro "Digital Tools for Teaching: 30 E-tools for Collaborating, Creating, and Publishing across the Curriculum" oferece uma visão abrangente das ferramentas digitais disponíveis para educadores criarem materiais didáticos mais dinâmicos e envolventes. O livro destaca a importância da produção de material didático utilizando ferramentas digitais e mostra como essas ferramentas podem tornar o processo de ensino e apren-

dizagem mais eficaz e envolvente. Ao utilizar essas ferramentas, os educadores podem criar materiais didáticos mais dinâmicos e adaptados às necessidades individuais de seus alunos, promovendo assim uma educação mais eficaz e significativa (JOHNSON, 2011).

Uma das principais categorias de ferramentas destacadas no livro é a de colaboração, que inclui ferramentas como o Google Docs e o Padlet, que permitem que os alunos trabalhem juntos em projetos e atividades, mesmo que estejam em locais diferentes. Essas ferramentas promovem a colaboração e o trabalho em equipe, habilidades essenciais para o mundo atual.

Outra categoria importante é a de criação, que inclui ferramentas como o Canva e o Powtoon, que permitem que os educadores criem materiais visuais atraentes, como infográficos e vídeos animados. Essas ferramentas podem tornar o conteúdo mais acessível e fácil de entender para os alunos, além de tornar o processo de ensino e aprendizagem mais dinâmico e interativo.

Por fim, o livro destaca a importância da publicação, que inclui ferramentas como o Blogger e o WordPress, que permitem que os educadores compartilhem seus materiais didáticos com um público mais amplo. Essas ferramentas podem ajudar os educadores a obter feedback sobre seus materiais e a colaborar com outros profissionais da área, enriquecendo ainda mais o processo de criação de material didático.

O livro "E-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning", de Richard E. Clark e Ruth C. Clark, oferece um guia abrangente e prático para o design e a implementação de materiais educacionais multimídia baseados em evidências científicas (JOHNSON, 2011). Uma das principais contribuições do livro é a apresentação de diretrizes práticas baseadas em evidências para o desenvolvimento de programas de e-learning, tornando-o um recurso valioso tanto para consumidores quanto para designers de materiais educacionais.

Um dos pontos-chave abordados no livro é a importância de se basear o design de materiais educacionais em princípios científicos da aprendizagem. Os autores destacam a necessidade de considerar os princípios da cognição humana, como a teoria da carga cognitiva e a teoria da aprendizagem multimídia, ao desenvolver materiais educacionais eficazes. Esses princípios são fundamentais para garantir que o material apresentado seja compreendido e retido pelos alunos de forma eficaz.

Além disso, o livro enfatiza a importância de se utilizar abordagens instrucionais que sejam adequadas ao conteúdo e aos objetivos de aprendizagem. Os autores apresentam diferentes modelos de design instrucional, como o modelo ADDIE (Análise, Design, Desenvolvimento, Implementação e Avaliação), e oferecem orientações específicas sobre como aplicar esses modelos de forma eficaz no contexto do e-learning.

Outro ponto relevante discutido no livro é a importância da interatividade nos materiais educacionais multimídia. Os autores destacam que a interatividade pode aumentar o engajamento dos alunos e promover uma aprendizagem mais profunda e significativa. Eles oferecem sugestões práticas para incorporar a interatividade nos materiais educacionais, como o uso de exercícios práticos, simulações e feedback imediato.

Os Objetos de Aprendizagem são criados em diferentes formatos de apresentação conceitual, incluindo textos, imagens, animações e simulações, e podem ser distribuídos pela Internet. Um Objeto de Aprendizagem deve ser estruturado e dividido em três partes bem definidas:

- Objetivos: Os objetivos de aprendizagem são a base para o desenvolvimento de qualquer objeto de aprendizagem. Eles definem claramente o que se espera que os alunos aprendam ou realizem após a interação com o objeto. Os objetivos devem ser específicos, mensuráveis, atingíveis, relevantes e delimitados no tempo (SMART), conforme sugerido por Bloom (1956) (BLOOM, 1956). Eles ajudam a orientar o design do conteúdo e das atividades, assegurando que o objeto de aprendizagem atenda às necessidades educativas dos alunos.
- Conteúdo Instrucional: O conteúdo instrucional é o núcleo do objeto de aprendizagem, fornecendo a informação necessária para atingir os objetivos educacionais. Esse conteúdo deve ser claro, conciso e relevante para o tema abordado. Segundo Clark e Mayer (2016) (CLARK; MAYER, 2016), o uso de multimídia (texto, imagens, áudio e vídeo) pode aumentar a eficácia do ensino, desde que usado de forma a não sobrecarregar a capacidade cognitiva dos alunos.
- Prática e Feedback: A prática e o feedback são componentes essenciais que permitem aos alunos aplicar o conhecimento adquirido e receber orientações sobre seu desempenho. Merrill (2002) (MERRILL, 2002-09) argumenta que a prática regular, acompanhada de feedback imediato e específico, é crucial para a aprendizagem eficaz. O feedback deve ser construtivo, apontando erros e sugerindo maneiras de corrigir e melhorar.

Já para Mendes (2004) (MENDES; SOUZA; CAREGNATO, 2004) as características e elementos que compõem os Objetos de Aprendizagem em sua estrutura e operacionalidade, são:

- Reusabilidade: A reusabilidade refere-se à capacidade de um objeto de aprendizagem ser usado em diferentes contextos e para diferentes propósitos. Isso aumenta a eficiência do desenvolvimento de materiais educativos, permitindo que recursos existentes sejam adaptados e reaproveitados. Wiley (2002) (WILEY, 2002) destaca

que a reusabilidade é uma das principais vantagens dos objetos de aprendizagem, promovendo a economia de tempo e recursos.

- Adaptabilidade: A adaptabilidade é a capacidade do objeto de aprendizagem de ser ajustado para atender às necessidades individuais dos alunos. Isso pode incluir a modificação do nível de dificuldade, a personalização do conteúdo ou a adaptação de métodos de ensino para diferentes estilos de aprendizagem. Segundo Brusilovsky e Millán (2007) (BRUSILOVSKY; MILLÁN, 2007), a adaptabilidade é crucial para proporcionar uma experiência de aprendizagem personalizada e eficaz.
- Granularidade: A granularidade refere-se ao tamanho e à complexidade dos objetos de aprendizagem. Objetos de aprendizagem mais granulares são menores e mais específicos, permitindo maior flexibilidade e reusabilidade. Polsani (2003) (POLSANI, 2003) sugere que a granularidade adequada facilita a composição e a recombinação de objetos de aprendizagem para criar cursos e módulos personalizados.
- Acessibilidade: A acessibilidade garante que os objetos de aprendizagem sejam utilizáveis por todos os alunos, incluindo aqueles com deficiências. Isso envolve o design inclusivo e o cumprimento dos padrões de acessibilidade, como os estabelecidos pela *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG). Segundo Kelly et al. (2004) (KELLY; PHIPPS; SWIFT, 2004), a acessibilidade é fundamental para assegurar a equidade na educação digital.
- Durabilidade: A durabilidade refere-se à capacidade dos objetos de aprendizagem de permanecerem eficazes e utilizáveis ao longo do tempo, apesar das mudanças tecnológicas. Wiley (2002) (WILEY, 2002) afirma que a durabilidade é essencial para garantir que os investimentos em desenvolvimento de objetos de aprendizagem continuem a proporcionar valor educacional no futuro.
- Interoperabilidade: A interoperabilidade é a capacidade dos objetos de aprendizagem de serem utilizados em diferentes sistemas e plataformas educacionais. Isso é facilitado pelo uso de padrões abertos e formatos compatíveis, como SCORM (Sharable Content Object Reference Model). Friesen (2005) (FRIESEN, 2005) destaca que a interoperabilidade é crucial para a flexibilidade e a integração dos objetos de aprendizagem em diversos ambientes de aprendizagem.
- Metadados: Os metadados são informações que descrevem os objetos de aprendizagem, facilitando sua organização, busca e reutilização. Eles incluem informações como título, autor, data de criação, palavras-chave e descrição. Segundo Downes (2001) (DOWNES, 2001), os metadados são essenciais para a gestão eficiente de

objetos de aprendizagem em repositórios digitais, permitindo que educadores encontrem e utilizem rapidamente os recursos necessários.

2.3 Material Didático Desplugado

2.3.1 Material Didático para o Ensino de Computação

Autores como Guzdial (2008) enfatizam a necessidade de integrar a programação de computadores no currículo escolar, argumentando que essa habilidade é tão fundamental quanto a leitura e a escrita na sociedade atual (GUZDIAL, 2008). No Brasil a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) já fala sobre o uso da tecnologia como uma das 10 competências do ensino no Brasil. Ela também cita a inclusão digital e a importância de manter os alunos conectados às novidades tecnológicas, no entanto, só foi homologada em 2022. Nesse contexto, destaca-se o desenvolvimento de recursos pedagógicos eficazes para promover uma compreensão sólida dos conceitos de computação e fomentar o pensamento crítico. Nesse contexto destaca-se a necessidade de materiais didáticos que usem abordagens inovadoras que envolvam os alunos de maneira ativa e promovam a participação ativa no processo de aprendizagem (GROVER; PEA, 2013).

Habilidades computacionais como produção e compreensão de algoritmos, programação e pensamento computacional são temas essenciais que devem estar presente em materiais didáticos do ensino básico (BRENNAN; RESNICK, 2012). Esses materiais devem ser adaptáveis aos diferentes níveis de aprendizado e idades dos estudantes, contribuindo para a construção gradual do conhecimento em computação ao longo da educação básica (WING, 2006). Vários recursos computacionais são usados para adaptar materiais didáticos a várias necessidades dos alunos e abordar os diversos temas, como o Scratch, que tem sido recomendado para tornar a programação mais acessível a estudantes mais jovens (MALONEY et al., 2010), uso de quebra-cabeças e jogos educativos para desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas em computação (Computer Science Education Research Group, 2023). Portanto o desenvolvimento de recursos pedagógicos eficazes é crucial para cultivar o pensamento computacional e capacitar os alunos a enfrentar desafios tecnológicos. Nesse contexto, diversos estudos destacam a importância de abordagens diversificadas e, muitas vezes, desplugadas, para tornar o ensino de computação mais acessível e envolvente.

2.3.2 Computação Desplugada

A Computação Desplugada, também conhecida como Computer Science Unplugged, tem emergido como uma abordagem inovadora no campo do ensino de computação, especi-

almente na Educação Básica. O conceito foi introduzido por Bell et al. (1998) (BELL; WITTEN; FELLOWS, 1998) e posteriormente ampliado por Bell et al. (2009) (BELL et al., 2009), visando proporcionar uma alternativa ao ensino convencional de computação, que frequentemente requer recursos tecnológicos que podem não estar disponíveis em todas as escolas, especialmente em regiões com limitações de infraestrutura.

No cenário educacional brasileiro, as Diretrizes para o Ensino de Computação na Educação Básica, desenvolvidas pela Sociedade Brasileira de Computação (SBC) (2019) (RIBEIRO, 2019), enfatizam a importância de introduzir o Pensamento Computacional de maneira desplugada nos Anos Iniciais, reconhecendo a necessidade de superar desafios como a falta de infraestrutura e formação docente. Essa abordagem busca integrar conceitos computacionais de forma lúdica, utilizando atividades que simulam o funcionamento de um computador sem a necessidade de dispositivos tecnológicos.

A Computação Desplugada tem sido adotada em diversos países como uma estratégia eficaz para promover o ensino de computação na Educação Básica (Huang e Looi, 2020) (HUANG; LOOI, 2021). No Brasil, no entanto, estudos como os de Santos et al. (2018) (SANTOS et al.,) e Santos et al. (2019) (SANTOS; SANTANA; PEREIRA,) indicam que as atividades relacionadas à Computação Desplugada ainda são incipientes, destacando a necessidade de maior desenvolvimento e implementação dessa abordagem no contexto nacional.

Tim Bell, Ian H. Witten e Mike Fellows contribuíram significativamente para a disseminação da Computação Desplugada por meio do livro "Computer Science Unplugged". Essa obra fornece uma coleção de atividades que exploram conceitos fundamentais da computação, como representação de informação, ordenação e busca de dados, autômatos de estados finitos, grafos e situações de impasse (deadlocks) (Bell et al., 2011). As atividades propostas no livro são baseadas em conceitos matemáticos e lógicos, promovendo o desenvolvimento do Pensamento Computacional de forma acessível e envolvente (BELL; WITTEN; FELLOWS, 2011).

É crucial destacar que a Computação Desplugada não apenas supera limitações de infraestrutura, mas também oferece uma abordagem pedagógica que estimula o raciocínio lógico e rápido dos alunos. As atividades, muitas vezes realizadas ao ar livre, proporcionam uma alternativa inovadora aos métodos convencionais de ensino, fomentando a resolução de problemas e o Pensamento Computacional desde as séries iniciais.

Capítulo 3

Metodologia

Esta pesquisa envolve a realização de uma análise científica de abordagem quantitativa, baseada em uma revisão da literatura recente, com o propósito de investigar a utilização de materiais didáticos desplugados no ensino de Computação, especialmente em sua aplicação como recurso para apoiar e aprimorar o processo de aprendizagem.

A metodologia científica aplicada no presente trabalho é a análise bibliométrica. A bibliometria é uma área de estudo que aplica métodos estatísticos e matemáticos para analisar livros, artigos científicos e outros meios de comunicação (broadus). Esse tipo de estudo possui ampla aplicação no contexto acadêmico, permitindo medir índices de produção e disseminação do conhecimento, o que auxilia na gestão da informação e do conhecimento em sistemas científicos e tecnológicos (FCUP). Também contribui para a identificação de tendências de pesquisa, ao facilitar a compreensão das dinâmicas de desenvolvimento científico, destacando áreas emergentes e padrões de colaboração entre pesquisadores. Além disso, a bibliometria possibilita a análise de redes de colaboração, mapeando coautoria e instituições, o que evidencia a estrutura das colaborações científicas e a formação de parcerias no meio acadêmico (REDALYC).

No desenvolvimento desse trabalho, será utilizada a biblioteca Bibliometrix, uma ferramenta em linguagem R amplamente reconhecida para a realização de análises bibliométricas. A ferramenta possibilitará a condução de uma análise quantitativa rigorosa, baseada em dados extraídos de bases de referências acadêmicas, proporcionando uma visão abrangente sobre o estado atual do tema pesquisado e contribuindo para a fundamentação teórica e metodológica deste estudo. Para isso será seguido as 5 etapas previstas no workflow proposto pelos autores do pacote Bibliometrix.(bibliometrix)

A organização do trabalho seguirá o modelo apresentado pelo Prof. Dr. Jorge Henrique Cabral Fernandes no documento disponível em <http://bit.ly/3JujDxn>, sendo as duas primeiras etapas apresentadas no presente capítulo e as três demais etapas no próximo capítulo.

3.1 Projeto de Estudo

3.1.1 Estado da arte

Após buscas através do mecanismo Google Acadêmico e também por meio da ferramenta *Web of Science* (WoS), não foram encontradas análises bibliométricas que tratem de documentos sobre o uso de material desplugado no ensino de Computação. Para as buscas no WoS, foi utilizada a seguinte query de busca:

```
(unplug*)
AND
(education)
AND
(bibliometric analysis OR scientometric analysis OR bibliometry OR mapping
analysis)
```

Mesmo com uma query de busca tão ampla, não foram obtidos resultados sobre o assunto de interesse.

3.1.2 Motivação para a investigação da questão

Em um mundo cada vez mais orientado pela tecnologia, é fundamental desenvolver habilidades computacionais desde cedo. A pandemia de COVID-19 demonstrou que a tecnologia é essencial em muitas áreas da vida, mas também revelou desigualdades no acesso a esses recursos, principalmente no contexto educacional. Apesar dos avanços, nem todos os alunos têm acesso constante a dispositivos tecnológicos, o que evidencia a necessidade de metodologias alternativas para o ensino de conceitos computacionais.

Neste cenário, materiais didáticos desplugados emergem como uma solução inclusiva e eficaz, permitindo que estudantes desenvolvam habilidades em pensamento computacional sem depender exclusivamente de tecnologias digitais. Esses materiais oferecem abordagens práticas e acessíveis, facilitando a compreensão de conceitos como algoritmos, lógica e resolução de problemas.

Assim, compreender a extensão e a evolução das pesquisas sobre o uso de materiais desplugados no ensino de computação torna-se relevante para avaliar como essas abordagens têm sido aplicadas e valorizadas no cenário educacional. Tal entendimento pode enriquecer as discussões sobre metodologias acessíveis e inclusivas, fundamentais para a democratização do ensino de habilidades computacionais em diversos contextos sociais.

3.1.3 Perguntas de pesquisa

De acordo com o objetivo deste trabalho, as seguintes perguntas foram definidas para serem respondidas ao longo desta pesquisa. Essas perguntas foram selecionadas para direcionar o estudo, fornecendo uma estrutura que possa contribuir para o entendimento aprofundado do uso de materiais didáticos desplugados no ensino de computação. As perguntas são:

- Quais são os principais termos e conceitos abordados na pesquisa sobre materiais desplugados na educação em computação?
- Qual é a evolução das publicações científicas relacionadas aos materiais desplugados no ensino de computação ao longo do tempo?
- Quais são as principais áreas e abordagens educacionais em que os materiais desplugados têm sido aplicados?
- Qual é a estrutura social da comunidade acadêmica que investiga o uso de materiais desplugados no ensino de computação?

3.1.4 Escopo

Para definir o escopo do trabalho, foi necessário escolher uma ferramenta robusta, confiável e com uma base ampla e suficiente para atender aos objetivos da pesquisa. Por esse motivo, a base de dados escolhida foi a *Web of Science* (WoS), reconhecida por sua extensa coleção de publicações acadêmicas de alta qualidade, abrangendo diversas áreas do conhecimento e oferecendo recursos avançados para a filtragem e análise de dados bibliográficos.

Por meio da busca realizada no WoS, busca-se localizar documentos que abordem de forma específica o uso de materiais didáticos desplugados no ensino de Computação, permitindo a identificação de tendências, abordagens metodológicas e lacunas existentes na literatura sobre o tema. Serão aplicados filtros para alinhar os resultados com os objetivos do estudo, refinando progressivamente as publicações encontradas até obter um conjunto de artigos altamente relevantes.

Essa abordagem possibilitará uma compreensão detalhada sobre o estado da arte referente ao uso de materiais didáticos desplugados no ensino de Computação, além de fornecer uma base sólida para a análise bibliométrica, contribuindo para a fundamentação teórica e validação científica deste trabalho.

3.1.5 Uso do Bibliometrix e Biblioshiny

Para a realização da análise bibliométrica neste trabalho, serão utilizadas as ferramentas Bibliometrix e Biblioshiny, amplamente reconhecidas no meio acadêmico por sua eficiência e robustez na exploração e visualização de dados bibliográficos.

O Bibliometrix é um pacote desenvolvido em linguagem R que oferece uma abordagem completa para o processamento e análise quantitativa de dados bibliométricos, possibilitando a extração de indicadores como número de publicações, redes de colaboração, análise de coocorrência de palavras-chave, além de métricas de impacto e produtividade científica. Sua utilização se destaca pela flexibilidade e pelo alto grau de personalização das análises, permitindo o tratamento de grandes volumes de dados de forma automatizada e reproduzível.

Complementarmente, será utilizado o Biblioshiny, uma interface gráfica integrada ao Bibliometrix, que facilita a análise bibliométrica sem a necessidade de programação direta em R. Essa ferramenta permite a visualização interativa de redes de coautoria, mapas de colaboração entre instituições e países, análise de citações e identificação de tendências de pesquisa, tornando o processo mais acessível e intuitivo.

A escolha por essas ferramentas se justifica pela sua ampla aceitação no meio acadêmico, pela capacidade de lidar com bases de dados extensas, como as exportadas da *Web of Science* (WoS), e pela possibilidade de gerar análises visuais detalhadas e relatórios estatísticos que apoiarão a compreensão do estado da arte sobre o uso de materiais didáticos desplugados no ensino de Computação. A combinação do Bibliometrix e Biblioshiny garantirá uma abordagem metodológica rigorosa e bem fundamentada para a realização da análise bibliométrica proposta.

3.1.6 Limitações

A maior dificuldade que pode limitar os resultados apresentados é a falta de experiência com análises bibliográficas, aliada à grande quantidade de informações disponibilizadas pela Bibliometrics. Essa combinação faz com que muitas métricas exijam um conhecimento mais aprofundado na área ou até mais tempo de análise para compreensão. Isso pode ter ocasionado a omissão de algum artigo importante ou autor relevante, ou até mesmo a falta de ênfase na sua real importância. Outra limitação é a quantidade de artigos encontrados para esse assunto que mesmo com uma query de busca mais ampla trouxe uma quantidade menor do que o esperado.

3.1.7 Objetivo do trabalho

O objetivo deste trabalho é contribuir para o avanço do uso de ferramentas de computação desplugada no ensino de computação. Para isso, este artigo busca analisar os estudos que abordam o uso dessas ferramentas desplugadas no processo de ensino-aprendizagem, destacando as contribuições e benefícios de sua aplicação no ensino de conceitos computacionais, independentemente das conclusões dos estudos. A análise busca, ainda, identificar as tendências e lacunas na área, com o intuito de oferecer uma visão mais ampla sobre o impacto e as possibilidades do uso de ferramentas desplugadas no ensino de computação.

3.2 Coleta de dados

A coleta de dados realizada por meio do *Web of Science* (WoS) no dia 06 de janeiro de 2025, acessado por meio do Portal de Periódicos da CAPES.

3.2.1 Query de Busca

A seguir é apresentada a query de busca criada para a pesquisa:

Listing 3.1: Query de busca sobre o uso de material didático desplugado no ensino de computação.

```
1 (CS-unplugged OR unplugged)
2 AND
3 (comput* OR informatics)
4 AND
5 (teaching OR educational OR learning )
```

Explicação da escolha dos termos de busca

O primeiro conjunto de termos inclui “CS-unplugged” e “unplugged”, pois são as expressões mais frequentemente utilizadas para descrever esse tipo de abordagem educacional. CS-Unplugged refere-se especificamente a um conjunto de atividades educacionais desenvolvidas por Tim Bell e colaboradores, que ensina conceitos fundamentais da ciência da computação sem o uso de computadores, utilizando recursos concretos, jogos e desafios. Esse material é amplamente reconhecido na literatura como uma referência dentro da abordagem desplugada. Já o termo "unplugged" foi incluído separadamente para abranger

estudos que utilizam materiais desplugados de forma mais geral, sem necessariamente se referirem ao projeto CS-Unplugged, mas que ainda exploram metodologias similares de ensino sem a necessidade de dispositivos eletrônicos.

O segundo conjunto de termos inclui comput* e informatics, que garantem que a busca recupere trabalhos voltados para a área da computação. O uso de truncamento (comput*), através do caractere *, permite incluir variações da palavra como computer, computing, computation, abrangendo diferentes formas como os autores podem se referir ao campo da computação. O termo informatics foi adicionado porque, em alguns contextos acadêmicos e países, ele é utilizado como sinônimo de ciência da computação, especialmente na Europa.

O terceiro grupo de termos foca na dimensão educacional do estudo, incluindo teaching, educational e learning. Essas palavras-chave garantem que a pesquisa recupere artigos que abordem o ensino e a aprendizagem relacionados ao uso de materiais desplugados. Teaching refere-se diretamente ao ato de ensinar, educational é um termo mais amplo que pode aparecer em discussões sobre metodologias pedagógicas e currículos, enquanto learning enfatiza o processo de aprendizagem dos alunos.

A busca foi realizada no campo Topic da *Web of Science* (WoS), o que significa que os artigos retornados contêm esses termos no título, resumo, palavras-chave do autor ou Keywords Plus. Essa abordagem maximiza as chances de encontrar estudos relevantes que discutam a aplicação de materiais desplugados no ensino da computação, garantindo uma base sólida para a análise bibliométrica do estudo.

Capítulo 4

Resultados

4.1 Extração de Dados

Esta seção relata o resultado da busca realizada utilizando os critérios citados na seção anterior, na qual se obteve 269 registros na base de dados do WoS, utilizando a query definida em 3.2.1.

4.2 Registros Recuperados

Os registros recuperados encontram-se em <<https://github.com/Douglasbraga94/TCC/blob/main/dataset.txt>>. A exportação do arquivo com os dados foi realizada por meio da opção *Export*, disponível na interface do *Web of Science*. Dentro das configurações de exportação, foi selecionado o formato *Plain Text File* e, na seção *Record Content*, escolheu-se a opção *Full Record and Cited References*. Essa configuração garante que as informações completas dos artigos e suas referências citadas sejam incluídas no arquivo exportado. Após a confirmação, o sistema gerou um arquivo de texto (*.txt*), que foi salvo para posterior processamento.

Cada registro é um metadado que possui siglas que representam cada um dos campos que o compõem. Alguns campos específicos serão comentados a seguir:

PT - Publication Type indica o tipo da publicação, no caso específico um artigo de *journal* (J);

AU - Author Nome de um autor;

AF - Author Full Name Nome completo de um autor;

TI - Title Título da publicação;

SO - Source Nome da revista;

DE - Descriptor Palavras-chave;

AB - Abstract Resumo;

CR - Cited Reference Cada uma das referências citadas no artigo;

TC - Times Cited Quantidade de vezes que esse artigo foi globalmente citado;

PY - Publication Year Ano de publicação;

VL - Volume, IS - Issue Volume e número onde o artigo foi publicado, na revista;

BP - Begin page, EP - End page Páginas inicial e final do artigo dentro do volume e número da revista;

DI - Digital Object Identifier Identificador único do artigo no sistema <<http://doi.org>>;

DA - Date of Acquisition Data em que o registro foi obtido do WoS;

ER - End of Record Fim do registro.

Listing 4.1: Exemplo de registro no formato RIS exportado do WoS sobre o de material didático desplugado no ensino de computação.

```
1 FN Clarivate Analytics Web of Science
2 VR 1.0
3 PT C
4 AU Capecchi, S
5   Gena, C
6   Lombardi, I
7 AF Capecchi, Sara
8   Gena, Cristina
9   Lombardi, Ilaria
10 BE Bottoni, P
11   Panizzi, E
12 TI Visual and unplugged coding with smart toys
13 SO PROCEEDINGS OF THE WORKING CONFERENCE ON ADVANCED VISUAL INTERFACES AVI
14   2022
15 LA English
16 DT Proceedings Paper
17 CT 16th Working Conference on Advanced Visual Interfaces (ACM AVI)
18 CY JUN 06-10, 2022
```

19 CL Frascati , ITALY
 20 SP Assoc Comp Machinery , Sapienza Univ Roma, ACM SIGs
 21 DE CS unplugged; CS education; visual coding
 22 ID INFORMATICS
 23 AB Our Computer science k–12 education research group the educational toy company Quercetti have
 been collaborating together to design and manufacture toys that help stimulate and consolidate
 so–called computational thinking. This approach has been inspired by methods already
 consolidated in the literature and widespread worldwide such as the Bebras tasks and CS–
 Unplugged. This paper describes two of these smart toys, their design process, some evaluation ’
 s results, and finally feedback and reviews from buyers. The main activities proposed by these
 toys leverage visual coding through small colored physical items (e.g., pegs and balls) to
 deliver the unplugged activities to young users.
 24 C1 [Capecci, Sara; Gena, Cristina; Lombardi, Ilaria] Univ Turin, CS Dept, Turin, Italy.
 25 C3 University of Turin
 26 RP Capecci, S (corresponding author), Univ Turin, CS Dept, Turin, Italy.
 27 EM sara.capecci@unito.it; cristina.gena@unito.it; ilaria.lombardi@unito.it
 28 FU Computer Science Department of the University of Turin; Quercetti C. SpA
 29 FX This work has been funded under a research agreement between the
 30 Computer Science Department of the University of Turin and Quercetti& C.
 31 SpA. We would like to thank the company for the help and the inspiring
 32 exchange of ideas during the overall collaboration.
 33 CR Begel A., 2004, SIGCSE Bulletin , V36, P183, DOI 10.1145/1028174.971367
 34 Bell T., 2018, Adventures between lower bounds and higher altitudes: Essays dedicated to Juraj
 Hromkovič on the occasion of his 60th birthday , P497, DOI [10.1007/978–3–319–98355–429, DOI
 10.1007/978–3–319–98355–429, DOI 10.1007/978–3–319–98355]
 35 Bogliolo Alessandro, 2017, PIXEL ART CODING IMM
 36 Dagiene V, 2008, LECT NOTES COMPUT SC, V5090, P19
 37 Forlizzi L, 2018, LECT NOTES COMPUT SC, V11169, P141, DOI 10.1007/978–3–030–02750–6_11
 38 Kalelioglu F, 2015, COMPUT HUM BEHAV, V52, P200, DOI 10.1016/j.chb.2015.05.047
 39 Nardelli Enrico, 2020, CODING OLTRE INFORMA
 40 NR 7
 41 TC 0
 42 Z9 0
 43 U1 1
 44 U2 7
 45 PU ASSOC COMPUTING MACHINERY
 46 PI NEW YORK
 47 PA 1601 Broadway, 10th Floor, NEW YORK, NY, UNITED STATES
 48 BN 978–1–4503–9719–3
 49 PY 2022
 50 DI 10.1145/3531073.3531180
 51 PG 5
 52 WC Computer Science , Cybernetics
 53 WE Conference Proceedings Citation Index – Science (CPCI-S)
 54 SC Computer Science
 55 GA BV5PT
 56 UT WOS:001051742000039
 57 DA 2025–02–04
 58 ER

4.2.1 Filtragem de Registros

Nenhum filtro foi aplicado ao *dataset* inicial, sendo assim os registros contém artigos, Artigo em Anais, Artigo de Revisão, Acesso Antecipado, Material Editorial e Resumo de Reunião. A opção por manter todos esses documentos é que podem haver registros relevantes sobre o assunto nesses documentos enriquecendo o *dataset*. Sendo assim o *dataset* definido será chamado de ComputaçãoDesplugada, ou CD@drb.

4.3 Análise dos Dados

Os artigos que atenderam aos critérios de busca e filtragem foram publicados a partir de 1999 até 2024.

Sources (Journals, Books, etc) São 166 fontes de informação que publicaram os documentos recuperados no *dataset* CD@drb. Ou seja, em média, cada periódico científico publicou $269/166 = 1,6$ artigos.

Documents 269 documentos foram obtidos.

Annual Growth Rate 17.95 é a taxa de crescimento anual.

Document Average Age A idade média dos documentos é 4.16.

Average Citations per Document Cada artigo no *dataset* CD@drb foi citado, em média, 8.595 vezes.

References O *dataset* CD@drb contém 7784 referências citadas (tag CR).

Keywords Plus (ID) 222 palavras-chave distintas foram encontradas no *dataset*.

Author's Keywords (DE) 662 palavras-chave distintas indicadas pelos autores foram encontradas no *dataset*.

Authors 770 nomes distintos de autores foram encontrados no *dataset*.

Authors of single-authored documents Dentre os 770 nomes distintos de autores encontrados, apenas 18 deles editaram artigos individualmente, isto é, sem coautores.

Single-authored documents Dentre os 269 documentos presentes no *dataset* CD@drb, 20 foram escritos por um único autor, e os 249 restantes foram elaborados em coautoria.

Documents per Author Dentre os 770 (nomes de) autores, cada um publicou em média 0.349 artigos.

Authors per Document Cada um dos 269 documentos presentes no *dataset* CD@drb foi assinado, em média, por 2.862 autores ($2317/943 = 2.457$).

Co-Authors per Doc 3.49 autores produziram documentos em coautoria.

International Collaboration 17.47% é a produção com colaboração internacional.

4.3.1 Evolução da Produção Científica

A produção científica anual representa o volume de publicações ao longo do tempo dentro do *dataset* CD@drb. Essa métrica é fundamental para compreender a evolução da pesquisa em determinada área, permitindo inferir se há crescimento ou declínio no interesse acadêmico.

A Figura 4.1 apresenta a evolução da produção científica anual dentro do conjunto de dados analisado. O aumento acentuado observado no gráfico sugere um crescimento progressivo na quantidade de publicações ao longo dos anos, indicando uma expansão do interesse e da produção acadêmica na área. Essa tendência se confirma ao analisarmos a taxa de crescimento anual (*Annual Growth Rate*) que é de 17,95%.

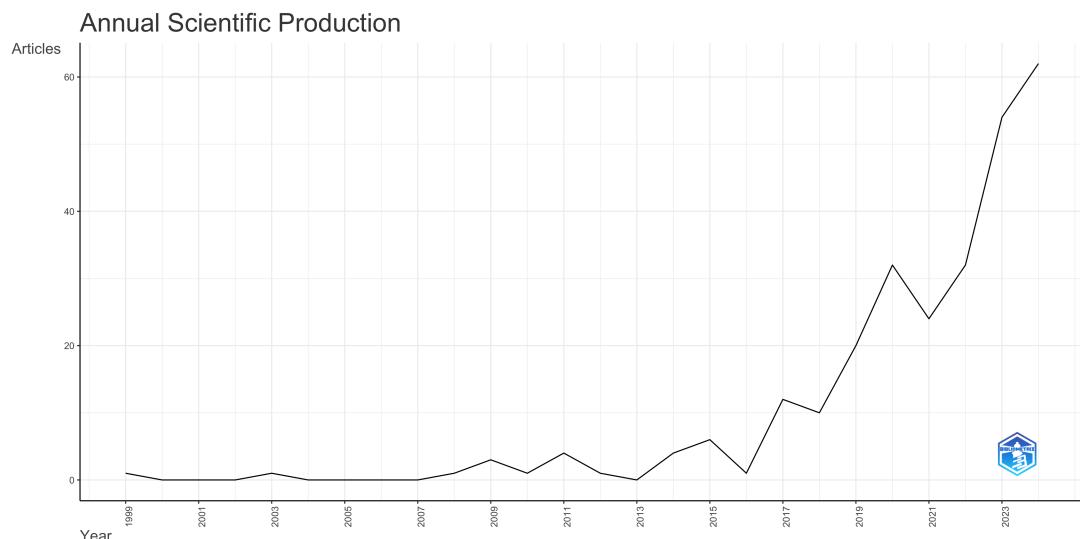


Figura 4.1: Evolução da produção científica no *dataset* CD@drb.

Interpretação do Crescimento

A taxa de crescimento anual demonstra uma tendência positiva na produção científica do tema. Esse crescimento pode estar associado ao aumento do reconhecimento da importância da área estudada, à ampliação de redes de pesquisa ou ao desenvolvimento de novas abordagens metodológicas. Esse ritmo de evolução elevado sugere um interesse crescente sobre o tema e maior disponibilidade de recursos para pesquisas sobre o tema.

Evolução das Citações

A figura 4.2 ilustra a variação da média anual de citações dos 269 registros contidos no *dataset* CD@drb ao longo do tempo. Pode-se observar uma grande flutuação na média anual de citações sendo que há um pico no ano de 2010 que apresenta uma média de 5,4 citações, bem acima dos demais anos. Os anos de 2017, 2020, 2021 e 2022 também apresentam picos acima de 2 citações anuais. Se analisarmos os documentos desses 5 anos observa-se que os documentos mais citados mundialmente são exatamente desses anos, justificando os picos de citações.

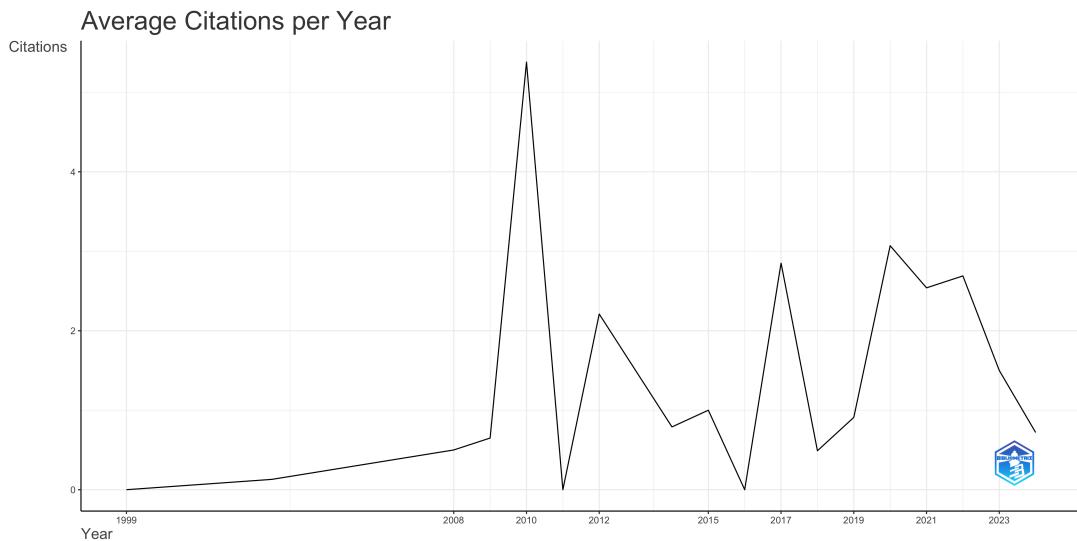


Figura 4.2: Evolução das citações no *dataset* CD@drb.

Interpretação das Citações

Apesar do aumento significativo no número de publicações no *dataset*, a tendência de crescimento na média de citações ao longo dos anos indica que os artigos estão sendo referenciados com mais frequência, o que pode sinalizar um interesse crescente por parte de pesquisadores de diversas áreas do conhecimento. Além disso, esse crescimento no volume de bibliografia citada sugere que os artigos vêm incorporando um número cada vez maior de referências a estudos anteriores em suas análises e discussões.

Three-Field Plots (Sankey diagram)

Os Three-Field Plots, ou gráficos de três campos, são uma ferramenta visual utilizada em análises bibliométricas para explorar a relação entre três variáveis distintas dentro de um conjunto de dados científicos. Esses gráficos são amplamente empregados para identificar

padrões de citação, colaboração entre autores e temas de pesquisa mais influentes em um determinado domínio (HANUS; FOX, 2015).

Em sua estrutura, um Three-Field Plot é composto por três colunas interligadas por linhas, representando a relação entre diferentes elementos. A figura 4.3 apresenta a plotagem do tipo "Três Campos" do *dataset* CD@drb. Esse diagrama irá conectar os 20 autores mais relevantes (primeiro campo), as 20 citações mais frequentes (segundo campo), as 20 palavras-chave mais recorrentes usadas nos documentos pelos autores (terceiro campo). As linhas que ligam os campos indicam a frequência e a intensidade das conexões, facilitando a identificação de tendências e padrões dentro do *dataset* analisado.

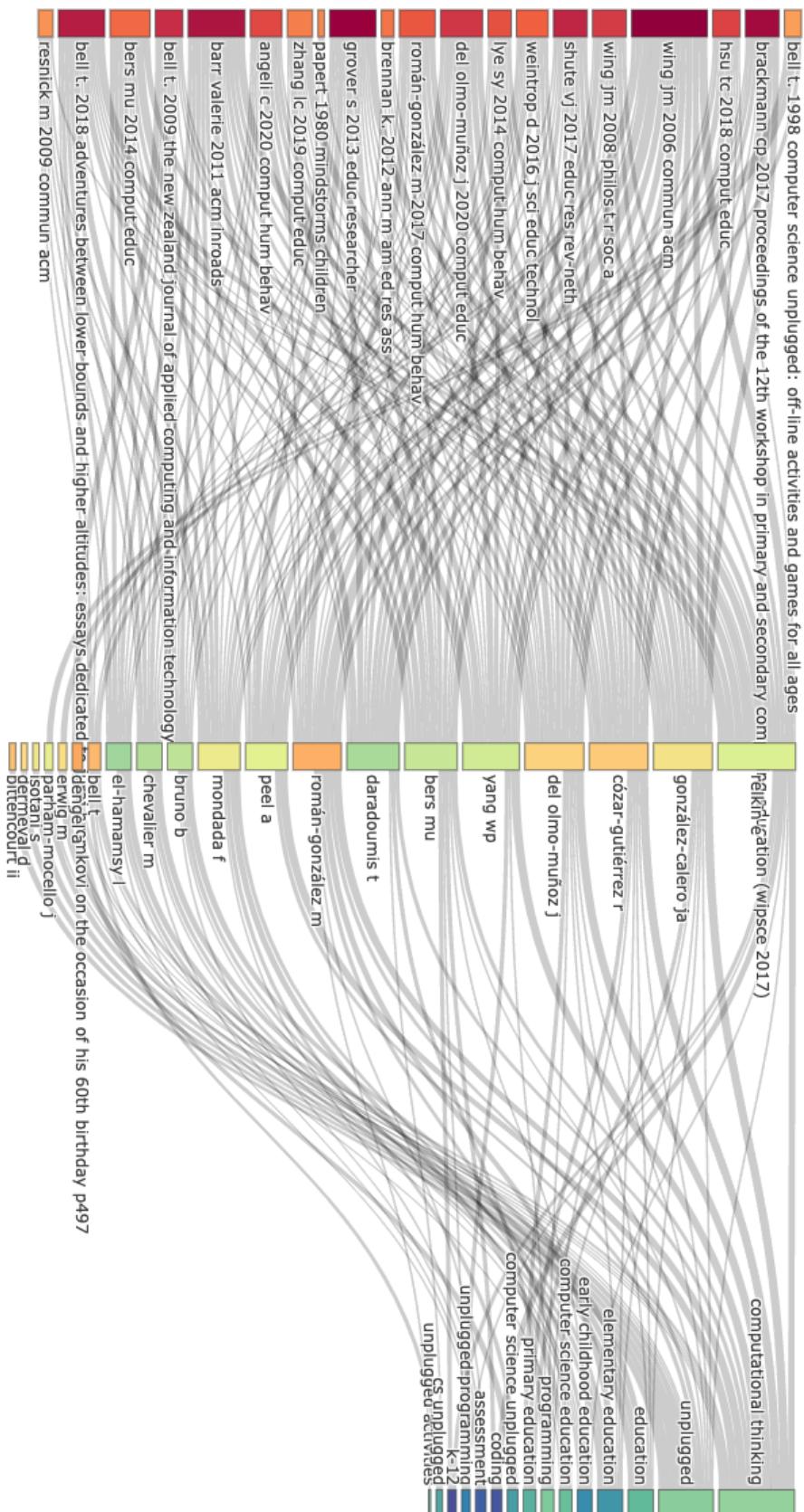


Figura 4.3: Plotagem “Três Campos” (Sankey diagram) do dataset CD@drb: 20 autores, 20 citações e 15 palavras-chave mais proeminentes.

Interpretação do Diagrama de Sankey

Observa-se que os autores mais citados incluem referências fundamentais na área, como Bell T., um dos principais responsáveis pela disseminação do conceito de CS Unplugged, e Resnick M., amplamente reconhecido por sua contribuição ao aprendizado criativo e ao desenvolvimento do Scratch. A presença de Wing J.M., que popularizou o conceito de Pensamento Computacional, reforça a conexão entre Computação Desplugada e o desenvolvimento de habilidades cognitivas essenciais para o ensino de computação.

As palavras-chave mais recorrentes destacam termos como "educational games", "game-based learning" e "serious games", sugerindo que grande parte das pesquisas analisadas exploram abordagens lúdicas e interativas para o ensino de computação sem o uso de dispositivos eletrônicos. Termos como "e-learning" e "learning" também aparecem com frequência, indicando que a Computação Desplugada está frequentemente associada a estratégias educacionais híbridas ou complementares ao ensino digital.

Também percebe-se no diagrama a predominância de autores de origem norte-americana e europeia, o que sugere que a produção científica sobre o tema ainda é majoritariamente ocidental. No entanto, há algumas contribuições de pesquisadores asiáticos, mostrando uma expansão global do interesse pela área.

Além disso, a análise dos artigos mais citados mostra que muitos deles foram publicados há mais de uma década, sugerindo que a base teórica da área ainda se apoia em referências clássicas. Isso pode indicar que, embora novas pesquisas estejam surgindo, os trabalhos fundamentais continuam sendo a espinha dorsal do conhecimento no campo. Para melhor evidenciar as citações mais relevantes segundo o peso dos autores e palavras-chave, o diagrama da Figura 4.5 plota apenas as 10 referências citadas, para 20 autores e 15 palavras-chave mais recorrentes.

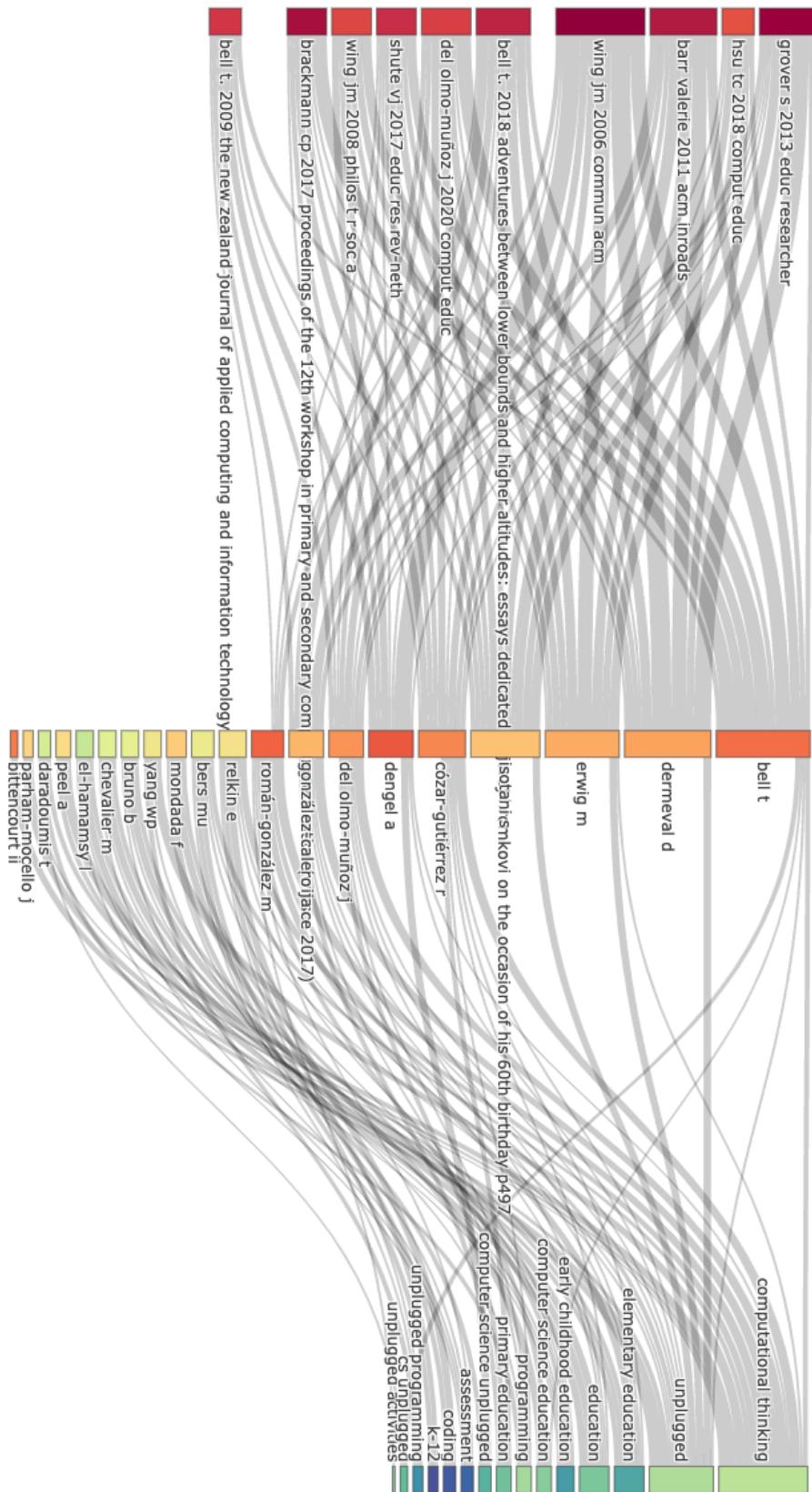


Figura 4.4: Plotagem “Três Campos” (Sankey diagram) do dataset CD@drb: 20 autores, 10 citações e 15 palavras-chave mais proeminentes.

Trabalhos Mais Citados

A seguir serão listados e apresentado um breve resumo sobre os trabalhos mais citados, com intuito de detalhar e fornecer uma compreensão maior sobre os mesmos.

- Grover S. (GROVER; PEA, 2013) analisa o impacto do artigo de Jeannette Wing sobre pensamento computacional (PC) e sua influência na educação. O estudo examina como pesquisadores e educadores interpretaram a definição de PC e quais avanços ocorreram desde a publicação original, identificando lacunas na pesquisa e sugerindo direções futuras.
- Hsu T.C. (HSU; CHANG; HUNG, 2018) realiza uma meta-análise de estudos sobre ensino de pensamento computacional em educação básica (K-12) entre 2006 e 2017. O artigo investiga abordagens educacionais, estratégias de ensino e ferramentas utilizadas, destacando a diversidade crescente de métodos, incluindo atividades plugadas e desplugadas, e identificando desafios na adaptação do ensino para diferentes faixas etárias.
- Barr V. (BARR; STEPHENSON, 2011) discute os desafios de expandir a exposição ao pensamento computacional no ensino K-12, destacando a necessidade de mudanças sistêmicas, engajamento dos professores e colaboração com a comunidade de educação em ciência da computação.
- Wing J.M. (WING, 2006) introduz o conceito de pensamento computacional como uma habilidade universalmente aplicável, argumentando que todos, e não apenas cientistas da computação, deveriam aprender e utilizar essa abordagem para resolver problemas.
- del Olmo-Muñoz J. (OLMO-MUÑOZ; CÓZAR-GUTIÉRREZ; GONZÁLEZ-CALERO, 2020-06) investiga o impacto de atividades desplugadas no desenvolvimento do pensamento computacional em alunos do ensino fundamental. O estudo, realizado com 84 crianças do segundo ano, compara abordagens desplugadas e híbridas, concluindo que a inclusão dessas atividades favorece o aprendizado, a motivação e reduz a influência de diferenças de gênero no desenvolvimento de PC.
- Shute V.J. (SHUTE; SUN; ASBELL-CLARKE, 2017-11) apresenta uma revisão da literatura sobre pensamento computacional, propondo uma definição baseada em seis principais facetas: decomposição, abstração, design de algoritmos, depuração, iteração e generalização. O artigo analisa intervenções educacionais, modelos de avaliação e chama atenção para a necessidade de mais pesquisas sobre o ensino de PC em diferentes disciplinas, incluindo abordagens desplugadas.

- Wing J.M. (WING, 2008-10-28) expande sua visão sobre pensamento computacional, argumentando que ele terá impacto em todas as áreas do conhecimento e ressaltando os desafios educacionais para preparar crianças para um mundo cada vez mais tecnológico.
- Brackmann C.P. (BRACKMANN et al., 2017-11-08) compara abordagens plugadas e desplugadas para o ensino de pensamento computacional em escolas primárias da Espanha. Os resultados indicam que alunos expostos a atividades desplugadas desenvolveram habilidades de PC significativamente mais do que aqueles que não participaram, sugerindo que essa abordagem pode ser eficaz, especialmente em escolas com poucos recursos tecnológicos.
- Bell T. (BELL et al., 2009) explora o uso de atividades desplugadas e interativas para ensinar conceitos computacionais. O autor destaca como essas abordagens lúdicas podem ser aplicadas no ensino de computação, tornando o aprendizado mais acessível e engajador.

As palavras-chave mais evidentes

As 15 palavras-chave mais relevantes indicam que o *dataset* contém artigos alinhados ao tema pesquisado. Além disso, observa-se a presença de diversas palavras que representam um mesmo conceito, bem como termos diretamente ligados à área da computação desplugada e ao ensino de computação, conforme listado a seguir:

1. unplugged
2. computer science unplugged
3. unplugged programming
4. cs-unplugged
5. unplugged activities
6. computational thinking
7. computer science education

As palavras a seguir indicam, algo que pode ser confirmado por uma análise mais aprofundada deste estudo bibliográfico, que o estado da arte no tema investigado busca respostas ou se fundamenta nas seguintes questões:

Education Como as práticas de computação desplugada podem ser integradas de forma eficaz ao currículo educacional tradicional?

Elementary Education / Early Childhood Education / Primary Education
Qual o impacto da computação desplugada no aprendizado de crianças em idade pré-escolar e ensino fundamental?

Programming Até que ponto a introdução de conceitos de programação por meio de atividades desplugadas facilita a transição para ambientes de programação digital?

Coding Como a computação desplugada pode ser utilizada para desenvolver habilidades de codificação sem o uso de computadores?

Assessment Quais são os desafios na avaliação da aprendizagem em atividades de computação desplugada? Quais métricas podem ser utilizadas para medir o impacto dessas atividades?

K-12 Quais são as melhores práticas para adaptar atividades de computação desplugada para diferentes faixas etárias dentro do ensino fundamental e médio (k-12)?

Algumas das referências citadas, apresentadas à esquerda do gráfico, devem evidenciar a relevância das questões sugeridas acima, a ser validadas até o final do presente trabalho.

A Figura 4.5 ilustra as conexões mais evidentes entre 15 revistas (à esquerda), 15 palavras-chave (no centro) e 15 instituições de afiliação dos autores (à direita). A partir da técnica empregada, torna-se claro o destaque de determinados journals em relação aos demais. A seguir, é apresentado um resumo do foco de cada periódico, com base nas descrições disponíveis em suas respectivas páginas online.

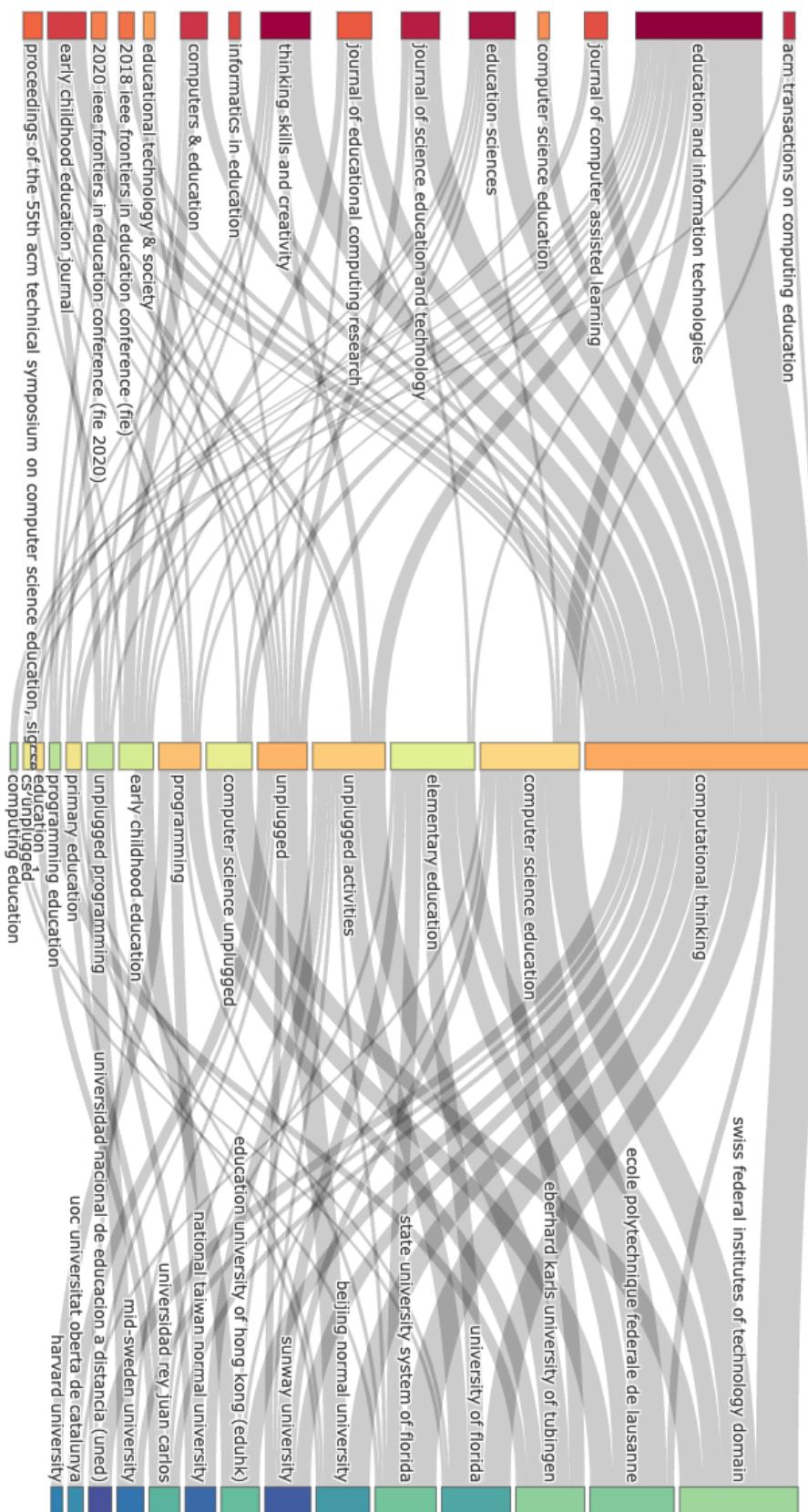


Figura 4.5: Plotagem “Três Campos” (Sankey diagram) do dataset CD@drb: 15 revistas, 15 palavras-chave e 15 instituição de filiação dos autores.

- **ACM Transactions on Computing Education (TOCE).** Publica artigos de pesquisa de alta qualidade, revisados por pares, sobre todos os aspectos da educação em computação, de interesse para pesquisadores, educadores, designers instrucionais, professores, administradores institucionais, formuladores de políticas e outros stakeholders. Fonte: <<https://dlnext.acm.org/journal/toce/scope>>
- **Journal of Educational Computing Research.** É uma revista interdisciplinar revisada por pares que publica as mais recentes pesquisas e análises críticas sobre computação educacional para teóricos e praticantes. A revista aborda quatro áreas principais de interesse em pesquisa: os efeitos das aplicações de computação educacional nos resultados de aprendizagem; o design, desenvolvimento e eficácia para a aprendizagem de hardware e software inovadores dedicados ao uso em ambientes educacionais; a interpretação e implicações da pesquisa em campos de computação educacional; e as bases teóricas e históricas da educação baseada em computador. Fonte: <<https://uk.sagepub.com/en-gb/mst/journal-of-educational-computing-research/journal202399>>
- **Education and Information Technologies.** Abrange as complexas relações entre as tecnologias de informação e comunicação e a educação. A revista oferece perspectivas em todos os níveis, desde o micro de aplicações específicas ou instâncias de uso em salas de aula até preocupações macro de políticas nacionais e grandes projetos; de turmas de crianças de cinco anos a adultos em instituições terciárias; de professores e administradores a pesquisadores e designers; das instituições ao ensino aberto, à distância e ao longo da vida. Fonte <<https://www.springer.com/journal/10639>>
- **INFORMATICS IN EDUCATION.** É uma revista revisada por pares que fornece um fórum internacional para apresentar os mais recentes resultados de pesquisas originais e desenvolvimentos nas áreas de informática (ciência da computação ou computação também depende da terminologia usada em diferentes países) e educação. A revista promoverá contatos entre pesquisadores em informática e educadores práticos tanto nos países bálticos quanto na Europa Central e Oriental, onde uma metodologia distinta de ensino e aprendizagem de informática foi desenvolvida e é de grande interesse. Fonte <<https://infedu.vu.lt/journal/INFEDU>>
- **Computers and Education.** Tem como objetivo aumentar o conhecimento e a compreensão das maneiras pelas quais a tecnologia digital pode melhorar a educação, por meio da publicação de pesquisas de alta qualidade, que ampliam a teoria e a prática. Os Editores aceitam trabalhos de pesquisa sobre os usos pedagógicos da tecnologia digital, onde o foco é amplo o suficiente para ser de interesse

de uma comunidade educacional mais ampla. Fonte <<https://www.sciencedirect.com/journal/computers-and-education>>

- **Computer Science Education.** Publica artigos de alta qualidade com foco específico em ensino e aprendizagem dentro da disciplina de computação. O periódico busca contribuições inovadoras que sejam acessíveis e de interesse para pesquisadores e profissionais. Convidamos a trabalhar com alunos de todas as idades e em contextos de aprendizagem em sala de aula e fora dela. Fonte: <<https://www.tandfonline.com/journals/ncse20/about-this-journal#aims-and-scope>>
- **Journal of Computer Assisted Learning.** O JCAL (Journal of Computer Assisted Learning) abrange todos os usos de tecnologias de informação e comunicação para dar suporte à aprendizagem, ao ensino, ao design e desenvolvimento instrucional, e à disseminação e troca de conhecimento. Publicamos conteúdo sobre psicologia educacional, ciências da aprendizagem, tecnologia instrucional, design instrucional, aprendizagem colaborativa, sistemas de aprendizagem inteligentes, análise de aprendizagem, aprendizagem aberta, à distância e em rede, e avaliação e avaliação educacional. O JCAL inclui todos os tipos de aprendizagem: formal, não formal e informal. Fonte: <<https://onlinelibrary.wiley.com/journal/13652729>>
- **2018 ieee frontiers in education conference fie / 2020 ieee frontiers in education conference fie.** A Conferência Frontiers in Education (FIE) é uma importante conferência internacional com foco em inovações educacionais e pesquisas em engenharia e educação em computação, levando o mundo a desenvolver novos insights de pesquisa e abordagens educacionais. Fonte: <<https://2024.fie-conference.org/>>
- **Proceedings of the 55th ACM Technical Symposium on Computer Science Education.** O objetivo do SIGCSE é fornecer um fórum global equitativo que promova e avance a pesquisa, o ensino e a prática na educação em computação, abrangendo todos os níveis educacionais e todos os grupos demográficos. Fonte: <<https://sigcse.org/about/>>

As revistas ACM Transactions on Computing Education (TOCE), Journal of Educational Computing Research, Education and Information Technologies, Informatics in Education, Computers and Education, Computer Science Education e Journal of Computer Assisted Learning, 2018 ieee frontiers in education conference fie e 2020 ieee frontiers in education conference fie demonstraram forte alinhamento com o escopo da pesquisa, pois suas publicações são fundamentadas em estudos na área da educação e da computação. Essas revistas abordam temas diretamente relacionados ao ensino de computação.

Embora as demais revistas identificadas não estejam tão diretamente ligadas ao tema central da pesquisa, elas ainda podem conter artigos relevantes devido à diversidade de estudos que publicam, abrangendo diferentes aspectos da educação e da tecnologia. Dessa forma, mesmo periódicos com um escopo mais amplo podem contribuir com investigações sobre o ensino de computação e o uso de materiais desplugados no aprendizado. As 5 demais revistas apresentadas no diagrama, são as seguintes:

- **Thinking Skills and Creativity.** Identifica e detalha exclusivamente questões críticas no futuro do aprendizado e ensino da criatividade, bem como inovações no ensino para o pensamento. Como um fórum revisado por pares para pesquisadores interdisciplinares e comunidades de pesquisadores-praticantes-educadores, o periódico aceita artigos que representam uma variedade de perspectivas teóricas. Em particular, o periódico está interessado em artigos que promovam abordagens metodológicas novas e existentes, e sejam trabalhos inovadores sobre teorias, práticas e possibilidades de pesquisa sobre criatividade e habilidades de pensamento. Fonte: <<https://www.sciencedirect.com/journal/thinking-skills-and-creativity>>
- **Journal of Science Education and Technology.** É um fórum interdisciplinar para a publicação de artigos de pesquisa originais revisados por pares, contribuídos e convidados da mais alta qualidade que abordam a intersecção da educação científica e tecnologia com implicações para melhorar e aprimorar a educação científica em todos os níveis em todo o mundo. Os tópicos abordados podem ser categorizados como disciplinares (biologia, química, física, bem como algumas aplicações da ciência da computação e engenharia, incluindo os processos de aprendizagem, ensino e desenvolvimento de professores). Fonte: <<https://link.springer.com/journal/10956/aims-and-scope>>
- **Education Sciences.** Convida à publicação de artigos de pesquisa completos e estendidos que tenham o escopo de abordar substancialmente questões atuais em educação. Relatórios completos de descobertas e detalhes metódicos devem ser fornecidos. Dados ou arquivos computados, se disponíveis e não puderem ser publicados da maneira normal, podem ser depositados como material suplementar. Os recursos on-line podem aproveitar a variedade de mídias possibilitadas pela publicação eletrônica, incluindo o uso de áudio, vídeo, exibições gráficas complexas ou dinâmicas, sessões interativas, performances e outros meios para melhorar a comunicação do trabalho acadêmico. Os recursos podem ser apresentados como um único artigo ou em formato serial. Fonte: <<https://www.mdpi.com/journal/education/about>>

- **Educational Technology & Society.** Busca artigos acadêmicos sobre questões que afetam os desenvolvedores de sistemas educacionais e educadores que implementam e gerenciam tais sistemas. Os artigos devem discutir as perspectivas de ambas as comunidades e sua relação entre si. O objetivo do periódico é ajudá-los a entender melhor o papel um do outro no processo geral de educação e como eles podem apoiar um ao outro. Fonte: <<https://www.jstor.org/journal/jeductechsoci>>
- **Early Childhood Education Journal.** É uma publicação profissional de artigos originais revisados por pares que refletem práticas exemplares no campo da educação infantil contemporânea. Os artigos abordam o desenvolvimento social, físico, emocional e intelectual de crianças desde o nascimento até os 8 anos, analisando questões, tendências e práticas sob uma perspectiva educacional. O periódico publica artigos extensos que combinam habilmente teoria, pesquisa e prática; descrições de programas de educação infantil de destaque em todo o mundo; além de pesquisas quantitativas, qualitativas e de métodos mistos. Fonte: <<https://link.springer.com/journal/10643>>

Apesar dos artigos citados não terem uma atuação específica em educação em computação, percebe-se que os assuntos se alinham, apresentando revistas que publicam sobre educação e ciências em geral. Isso mostra que todos os *journals* identificados apresentam pertinência às perguntas de pesquisa formuladas.

Sobre das instituições de filiação dos autores 7 delas são europeias, 3 Norte americanas e 4 asiáticas, sendo dessas 3 da China e uma da Malásia. Portanto nota-se uma predominância europeia e asiática nas instituições.

4.3.2 Medidas bibliométricas

No Bibliometrix, é possível realizar três principais tipos de medidas bibliométricas relacionadas ao *dataset* CD@drb. Essas medidas serão analisadas nesta subseção e estão organizadas em três grandes grupos, apresentados a seguir:

Relativas aos Documentos As citações refletem a influência de um documento, mostrando quantas vezes ele foi referenciado por outros trabalhos, o que indica sua importância dentro da área de pesquisa. Além das citações, as palavras-chave permitem observar como os temas abordados no documento evoluem ao longo do tempo, ajudando a identificar tendências emergentes.

Juntas, essas métricas fornecem uma visão detalhada do impacto de um documento, não só pela sua recepção pela comunidade acadêmica (citações), mas também pela relevância dos temas discutidos ao longo do tempo. Isso ajuda a identificar os trabalhos mais

influentes dentro de um campo científico específico.

Relativas aos Autores As medidas relativas aos autores são essenciais para avaliar o impacto dos pesquisadores na produção científica. Sempre que um artigo de um ou mais autores, indexado por plataformas como *Web of Science* ou SCOPUS, é citado por outro artigo também indexado nessas mesmas bases, é registrada uma citação, permitindo medir o impacto potencial do autor na área. O valor máximo de citações acumuladas pelos artigos de um autor serve como um indicativo do seu impacto sobre a ciência, refletindo sua contribuição para o avanço do conhecimento.

A partir dessas citações, diversas métricas como o índice H, índice G e índice M podem ser derivadas, oferecendo diferentes perspectivas sobre a produtividade e relevância do autor. Essas métricas são analisadas não só em relação aos autores, mas também às revistas nas quais seus artigos foram publicados, permitindo uma análise mais ampla sobre o impacto da produção científica, tanto individualmente quanto em termos das fontes onde o trabalho foi divulgado.

Referentes às Fontes de Informação As principais métricas analisadas referem-se ao impacto das fontes, que são mensuradas com base no número de citações que os artigos publicados receberam de outras publicações, podendo estas provirem de diversas fontes de informação, como revistas, capítulos de livros, artigos de conferências, entre outros. Essas citações são registradas por organizações de indexação, como *Web of Science* e SCOPUS, que monitoram e catalogam o impacto dessas fontes na comunidade científica.

Essas três medidas e as métricas que as compõem serão apresentadas a seguir.

4.3.3 Medidas relativas aos documentos (Artigos científicos) no dataset

Citações Globais aos Artigos no *dataset*

Os dados extraídos do *dataset* incluem informações sobre o número de citações registradas no índice do WoS, desde que a consulta seja realizada durante a extração de Times Cited (TC). A Tabela 4.1 apresenta os 25 artigos mais citados dentro do conjunto de dados, classificados de acordo com o total de citações globais nos índices do WoS. Para cada artigo, são fornecidos uma referência abreviada, o Digital Object Identifier (DOI) e o número de citações globais. Para acessar o artigo, basta inserir o DOI fornecido em uma URL com o prefixo "<<http://doi.org/>>", como no exemplo: o DOI 10.1016/j.compedu.2020.103832 direciona à página do artigo mais citado, intitulado

"*Computational thinking through unplugged activities in early years of Primary Education*".

#	Artigo (Referência Abreviada)	DOI	Tot. Cit.
1	DEL OLMO-MUÑOZ J, 2020, COMPUT EDUC	10.1016/j.compedu.2020.103832	136
2	BRACKMANN CP, 2017, PROCEEDINGS OF THE 12TH WORKSHOP IN PRIMARY AND SECONDARY COMPUTING EDUCATION (WIPSCE 2017)	10.1145/3137065.3137069	128
3	RELKIN E, 2021, COMPUT EDUC	10.1016/j.compedu.2021.104222	91
4	RELKIN E, 2020, J SCI EDUC TECHNOL	10.1007/s10956-020-09831-x	87
5	BRINT S, 2010, TEACH COLL REC	NA	86
6	BATI K, 2022, EDUC INF TECHNOL	10.1007/s10639-021-10700-2	63
7	CAELI EN, 2020, TECHTRENDS	10.1007/s11528-019-00410-5	62
8	KUO WC, 2020, ASIA-PAC EDUC RES	10.1007/s40299-019-00479-9	61
9	LUO FY, 2020, COMPUT EDUC	10.1016/j.compedu.2019.103759	46
10	HERMANNS F, 2017, PROCEEDINGS OF THE 12TH WORKSHOP IN PRIMARY AND SECONDARY COMPUTING EDUCATION (WIPSCE 2017)	10.1145/3137065.3137072	45
11	PEEL A, 2019, J RES SCI TEACH	10.1002/tea.21545	45
12	RODRIGUEZ B, 2017, PROCEEDINGS OF THE 2017 ACM SIGCSE TECHNICAL SYMPOSIUM ON COMPUTER SCIENCE EDUCATION (SIGCSE'17)	10.1145/3017680.3017779	43
13	RICH KM, 2020, EDUC INF TECHNOL	10.1007/s10639-020-10115-5	43
14	SUN LH, 2021, THINK SKILLS CREAT	10.1016/j.tsc.2021.100926	41
15	WOHL B, 2015, PROCEEDINGS OF THE 10TH WORKSHOP IN PRIMARY AND SECONDARY COMPUTING EDUCATION, WIPSCE 2015	10.1145/2818314.2818340	39
16	TSARAVA K, 2017, PROC EUR CONF GAME	NA	38
17	HSU TC, 2021, J EDUC COMPUT RES	10.1177/07356331211992480	33
18	ZHAN ZH, 2022, J EDUC COMPUT RES	10.1177/07356331211057143	31
19	MOELLER S, 2012, COMUNICAR	10.3916/C39-2012-02-04	31
20	EL-HAMAMSY L, 2021, EDUC INF TECHNOL	10.1007/s10639-020-10355-5	29
21	SUN D, 2021, INT J STEM EDUC	10.1186/s40594-021-00311-1	29
22	THREEKUNPRAPA A, 2020, INT J INSTR	10.29333/iji.2020.13314a	28
23	OTTERBORN A, 2020, EARLY CHILD EDUC J	10.1007/s10643-019-00976-y	27
24	JIANG S, 2022, J COMPUT ASSIST LEAR	10.1111/jcal.12591	27
25	TAUB R, 2009, ITICSE 2009: PROCEEDING OF THE 2009 ACM SIGSE ANNUAL CONFERENCE ON INNOVATION AND TECHNOLOGY IN COMPUTER SCIENCE EDUCATION	NA	26

Tabela 4.1: 25 artigos mais citados globalmente no dataset CD@drb.

Após uma análise detalhada dos resumos dos documentos presentes no *dataset*, observa-se que, na maioria, os textos se alinham de maneira consistente com o foco do presente estudo. Todos tratam do ensino de computação, abrangendo diferentes faixas etárias, e, de alguma forma, mencionam a computação desplugada como metodologia para esse ensino. Contudo, quatro dos artigos não se encaixam completamente no tema da pesquisa, pois dois deles se tratam de artigos que falam do uso de atividades desplugadas e pensamento computacional no ensino de ciencias e matematica(PEEL; SADLER; FRIEDRICHSEN, 2019-09)(RICH; YADAV; LARIMORE, 2020-07-01). Já os outros dois não estão ligados ao tema e por isso não seram apresentados a seguir(??)(BRINT; CANTWELL, 2010). Os demais 23 artigos serão apresentados por meio de um trecho explicando cada um deles, conforme a ordem apresentada na Tabela4.1:

1. *Computational thinking through unplugged activities in early years of Primary Education* (DEL OLMO-MUÑOZ(OLMO-MUñOZ; CÓZAR-GUTIÉRREZ; GONZÁLEZ-CALERO, 2020-06)) Estudo avalia o impacto de atividades desplugadas no desenvolvimento do Pensamento Computacional (PC) em alunos do ensino fundamental. Resultados indicam que atividades desplugadas favorecem PC, motivação e igualdade de gênero.

2. *Development of Computational Thinking Skills through Unplugged Activities in Primary School* (BRACKMANN CP(BRACKMANN et al., 2017-11-08)) Pesquisa demonstra que atividades desplugadas são eficazes no desenvolvimento do Pensamento Computacional em escolas primárias, mostrando maior progresso em comparação com alunos sem essas atividades.
3. *Learning to code and the acquisition of computational thinking by young children* (RELKIN E(RELKIN; RUITER; BERS, 2021)) Estudo com o currículo CAL-KIBO demonstrou que atividades de codificação, incluindo elementos desplugados, melhoraram as habilidades de Pensamento Computacional (PC) em alunos do ensino fundamental, especialmente em conceitos como algoritmos e modularidade.
4. *TechCheck: Development and Validation of an Unplugged Assessment of Computational Thinking in Early Childhood Education* (RELKIN E(RELKIN; RUITER; BERS, 2020)) TechCheck foi desenvolvido para avaliar habilidades de PC em crianças sem exigir conhecimento de programação, usando atividades desplugadas. O instrumento mostrou ser eficaz e discriminatório para diferentes níveis de habilidade.
5. *A systematic literature review regarding computational thinking and programming in early childhood education* (BATI K(BATI, 2022)) Revisão de estudos sobre ensino de PC na educação infantil revela que tanto atividades desplugadas quanto plugadas melhoram as habilidades de PC, sendo que as desplugadas podem ser mais eficazes, especialmente para crianças pequenas.
6. *Unplugged Approaches to Computational Thinking: a Historical Perspective* (CAELI EN(CAELI; YADAV, 2020)) O artigo defende que o ensino de Pensamento Computacional deve incluir tanto abordagens digitais quanto desplugadas, destacando a importância das atividades desplugadas para a compreensão mais profunda de PC.
7. *Learning Computational Thinking Without a Computer: How Computational Participation Happens in a Computational Thinking Board Game* (KUO WC(KUO; HSU, 2020)) Estudo sobre o uso de um jogo de tabuleiro desplugado, "Robot City", para ensinar Pensamento Computacional a alunos da sétima série, mostrando que a colaboração nas tarefas de jogo promoveu maior aprendizado de PC.
8. *Exploring the evolution of two girls' conceptions and practices in computational thinking in science* (LUO FY(LUO; ANTONENKO; DAVIS, 2020)) Estudo investigou a integração do Pensamento Computacional em uma unidade de ciência usando

atividades de codificação e desplugadas, mostrando melhorias no entendimento de conceitos de PC por alunos do ensino fundamental.

9. *Computational thinking through unplugged activities in early years of Primary Education* (Del Olmo, (OLMO-MUÑOZ; CÓZAR-GUTIÉRREZ; GONZÁLEZ-CALERO, 2020-06)). O estudo compara os métodos "plugged"(usando computador) e "unplugged"(sem computador) para ensinar programação a crianças. Não houve diferença no aprendizado dos conceitos de programação, mas os alunos que começaram com atividades desplugadas mostraram maior confiança e usaram uma gama mais ampla de blocos no Scratch.
10. *Learning natural selection through computational thinking: Unplugged design of algorithmic explanations* (PEEL A (PEEL; SADLER; FRIEDRICHSEN, 2019-09)): Este estudo usa o pensamento computacional (PC) para ensinar seleção natural em biologia. Utilizando explicações algorítmicas desplugadas, os alunos corrigiram concepções equivocadas sobre a seleção natural, demonstrando como PC desplugado pode ser eficaz no ensino de ciência.
11. *Assessing Computational Thinking in CS Unplugged Activities* (RODRIGUEZ B (RODRIGUEZ et al., 2017-03-08)) Apresenta uma análise do currículo de computação desplugada para o ensino de conceitos de pensamento computacional em escolas de ensino médio. A pesquisa mostra como atividades desplugadas podem ser aplicadas em sala de aula para ensinar conceitos de forma eficaz.
12. *Teacher implementation profiles for integrating computational thinking into elementary mathematics and science instruction* (RICH KM(RICH; YADAV; LARI-MORE, 2020-07-01)) A pesquisa examina como os professores de ensino fundamental usam práticas de pensamento computacional (PC) em atividades desplugadas nas disciplinas de matemática e ciências. Os resultados ajudam a entender como o ensino de PC pode ser integrado no currículo de forma prática.
13. *Improving 7th-graders' computational thinking skills through unplugged programming activities: A study on the influence of multiple factors* (SUN LH(SUN; HU; ZHOU,)) Estudo sobre como atividades desplugadas melhoram as habilidades de pensamento computacional (PC) de estudantes do ensino fundamental na China. Constatou-se que alunos sem experiência anterior em programação se beneficiaram significativamente de atividades desplugadas.
14. *Teaching Computer Science to 5-7 year-olds: An initial study with Scratch, Cubelets and unplugged computing* (WOHL B(WOHL; PORTER; CLINCH, 2015)) Comparação de métodos para ensinar conceitos de ciência da computação a crianças de 5

a 7 anos. O estudo conclui que atividades de computação desplugada podem ser eficazes para introduzir esses conceitos em crianças pequenas.

15. *Training Computational Thinking: Game-Based Unplugged and Plugged-in Activities in Primary School* (TSARAVA K(TSARAVA et al., 2017)) O estudo propõe um treinamento extracurricular de pensamento computacional (PC) para alunos do ensino fundamental, combinando atividades desplugadas e digitais baseadas em jogos. O curso aborda conceitos-chave de PC, relacionando-os a problemas do mundo real e disciplinas STEM. A abordagem gamificada visa aumentar o engajamento e será avaliada empiricamente com alunos do 3º e 4º ano.
16. *Simultaneously Improving Computational Thinking and Foreign Language Learning: Interdisciplinary Media With Plugged and Unplugged Approaches* (HSU TC(HSU; LIANG, 2021)) Estudo que explora o uso de abordagens desplugadas e plugadas para melhorar o aprendizado de inglês e o pensamento computacional (PC). A pesquisa mostra que ambas as abordagens ajudam a melhorar essas competências, com variações nos efeitos sobre a ansiedade e o pensamento crítico.
17. *Effect of Unplugged Programming Teaching Aids on Children's Computational Thinking and Classroom Interaction: with Respect to Piaget's Four Stages Theory* (ZHAN ZH(ZHAN et al.,)) A pesquisa analisa o uso de materiais de ensino desplugados para promover o pensamento computacional em crianças de 6 a 8 anos. Os alunos que usaram o material desplugado apresentaram melhores resultados em PC e interações em sala de aula.
18. *A computer science and robotics integration model for primary school: evaluation of a large-scale in-service K-4 teacher-training program* (EL-HAMAMSY(EL-HAMAMSY et al., 2021)) Apresenta um modelo de integração de ciência da computação e robótica, com atividades desplugadas, para melhorar o ensino em escolas primárias na Suíça. O estudo mostra que as atividades desplugadas foram eficazes para melhorar a compreensão de conceitos de computação.
19. *Comparing learners' knowledge, behaviors, and attitudes between two instructional modes of computer programming in secondary education* (SUN D(SUN et al.,)) O estudo compara dois métodos de ensino de programação em escolas secundárias: ensino tradicional e programação desplugada. Constatou-se que a abordagem desplugada, centrada no aluno, promove um aprendizado mais eficaz em programação.
20. *Unplugged Coding Using Flowblocks for Promoting Computational Thinking and Programming among Secondary School Students* (THREEKUNPRAPA A(Ph.D. candidate, Institute for Innovative Learning, Mahidol University, Thailand, arin-

chaya.thr@gmail.com et al.,)) Este estudo desenvolveu uma atividade de codificação desplugada usando blocos de fluxo para ensinar conceitos de programação e pensamento computacional. Os resultados mostraram um aumento significativo na compreensão dos alunos sobre programação e PC.

21. *Investigating Preschool Educators' Implementation of Computer Programming in Their Teaching Practice* (OTTERBORN A(OTTERBORN; SCHÖNBORN; HULTÉN, 2020)) Pesquisa sobre como professores de educação infantil na Suécia implementam programação, incluindo atividades desplugadas. O estudo revela que a programação desplugada e digital foi integrada com sucesso nas práticas pedagógicas para ensinar pensamento computacional.
22. *Exploring age and gender differences of computational thinkers in primary school: A developmental perspective* (THREEKUNPRAPA(JIANG; WONG, 2022)) O estudo investiga o desenvolvimento de habilidades de pensamento computacional (PC) em alunos de 9 a 13 anos, explorando diferenças de idade e gênero. A pesquisa analisou o impacto de atividades de programação e computação desplugada na aquisição de PC, mostrando que o desenvolvimento seguiu um progresso natural, sem influência do gênero.
23. *ITiCSE '09: Proceedings of the 14th annual ACM SIGCSE conference on Innovation and technology in computer science education* (TAUB R, 2009, ITICSE 2009(BRÉZILLON, 2009)) A conferência ITiCSE 2009, realizada na UPMC em Paris, reuniu educadores de ciência da computação para discutir inovação e tecnologia no ensino. Com um número recorde de submissões, o evento incluiu artigos, painéis, pôsteres e palestras de especialistas. Além das sessões técnicas, contou com expositores e foi sediado em uma localização histórica no coração de Paris.

Após essa breve análise dos 23 artigos mais citados do *dataset* ganhou-se uma confiança de que os dados são de boa qualidade quanto à representatividade do uso de computação desplugada para o ensino de computação. Os principais tópicos investigados nesses artigos são relacionados com as ideias de:

1. Impacto das Atividades Desplugadas no Desenvolvimento do Pensamento Computacional
2. Jogos e Gamificação Desplugada no Ensino de Pensamento Computacional
3. Atividades Desplugadas Como Ferramenta de Inclusão e Redução das Diferenças de Gênero no Ensino de Computação

4. Engajamento e Motivação no Ensino de Pensamento Computacional Através de Atividades Desplugadas
5. Uso de Abordagens Desplugadas por Professores no Ensino de PC
6. Comparação Entre Diferentes Métodos de Ensino de Pensamento Computacional Usando Atividades Desplugadas
7. Desenvolvimento Cognitivo e Aprendizado de PC em Crianças Pequenas Através de Atividades Desplugadas
8. Exploração de Atividades Desplugadas Como Forma de Preparação para o Ensino Digital de Pensamento Computacional

Espectroscopia das referências

A técnica de Espectroscopia das Referências Bibliográficas Anual (ou Reference Publication Year Spectroscopy, RPYS), introduzida inicialmente em um estudo por Marx et. al (MARX et al., 2014), é uma metodologia utilizada para analisar e mapear tendências de pesquisa e desenvolvimento dentro de um determinado campo científico. A RPYS baseia-se no estudo da distribuição das publicações científicas ao longo do tempo, com foco nas referências utilizadas em artigos acadêmicos, de modo a entender a evolução de um campo específico ao longo dos anos (BORNMANN; MARX, 2013).

O gráfico da Figura 4.6 mostra a distribuição da quantidade de referências citadas ao longo dos anos no conjunto de dados, assim como os desvios dessa quantidade em relação à média (em vermelho). A referência mais antiga remonta a 1859, e não há picos isolados significativos de referências em nenhum ano, que sugeririam o surgimento de publicações mais relevantes do que as anteriores. No entanto, observa-se uma variação nos desvios na quantidade de citações, com oscilações a cada três anos, particularmente entre 1975 e 2020 (linha vermelha).

Reference Publication Year Spectroscopy

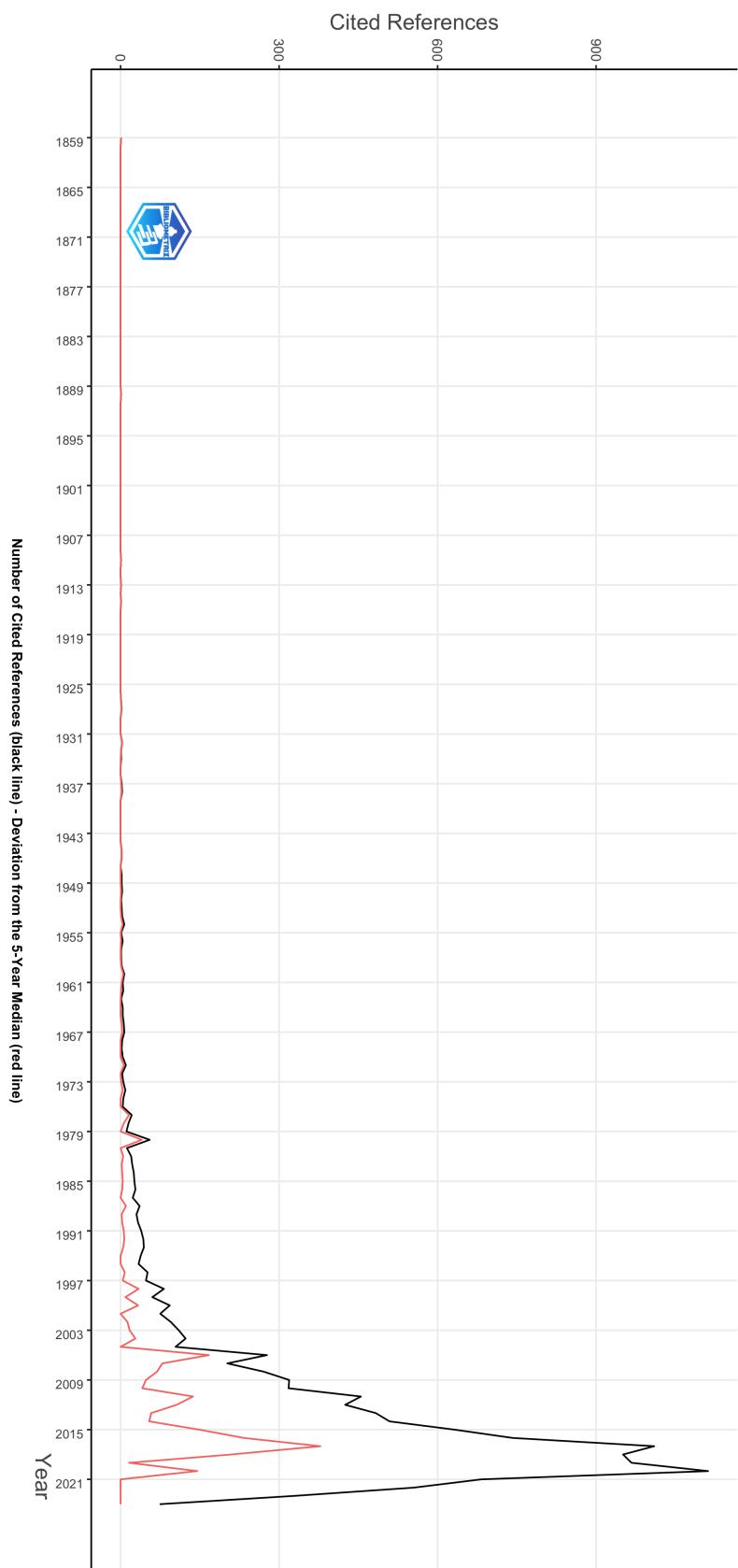


Figura 4.6: Espectroscopia (RPYS) completa das referências do dataset CD@drb

Analisando com mais cautela o gráfico espectroscópico do mesmo *dataset* apenas dos anos de 1975 e 2024, percebe-se na Figura 4.7 um ponto de declínio na quantidade de citações a partir do ano de 2020, demonstrando que o campo de conhecimento do dataset alcançou seu ápice a pouco menos de 5 anos atrás.

Reference Publication Year Spectroscopy

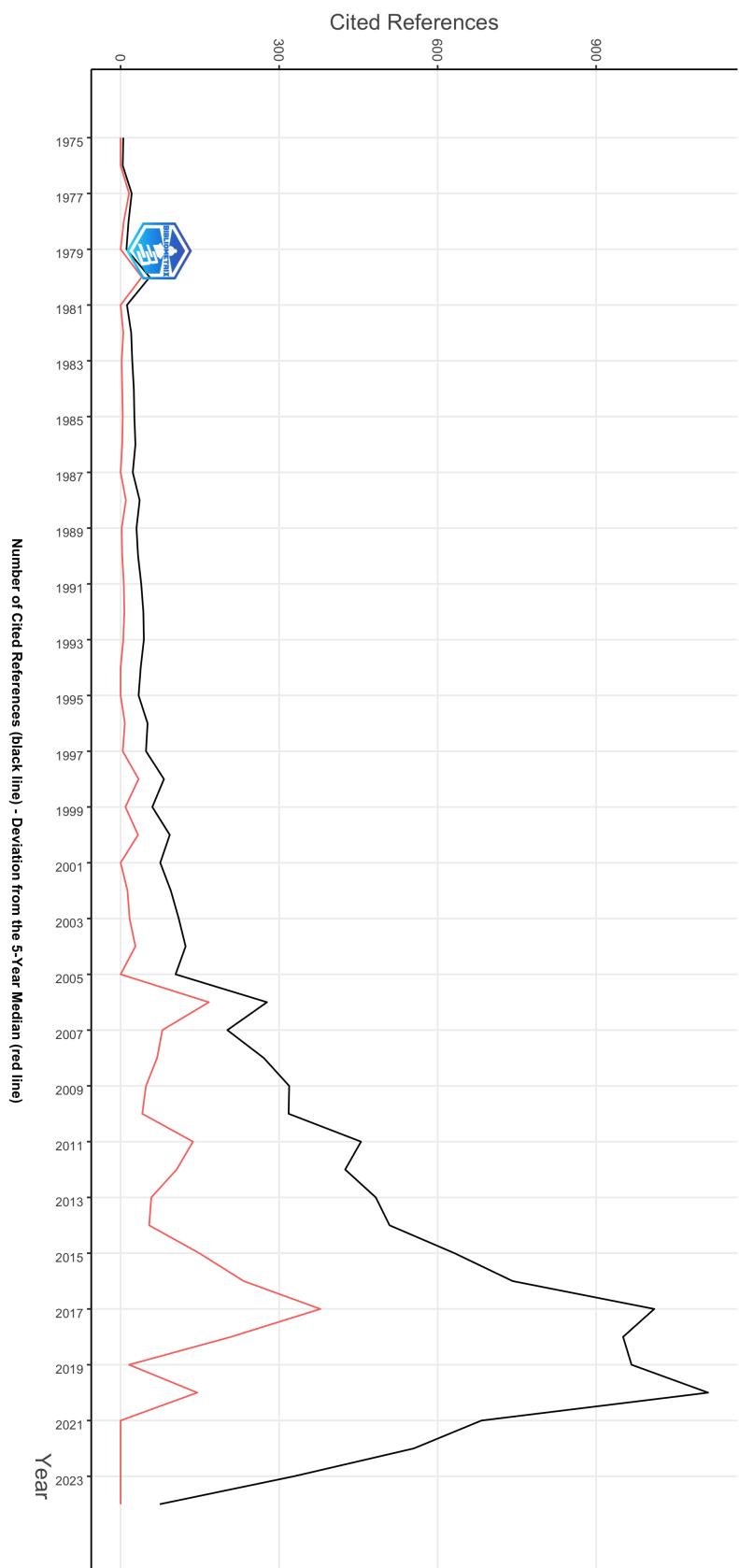


Figura 4.7: Espectroscopia (RPYS) das referências do dataset CD@drb, entre 1930 e 1990.

Uso de palavras dentro dos artigos no *dataset*

A Figura 4.8 apresenta a contagem simples do número de ocorrência de termos no texto dos artigos, com os 40 termos mais frequentemente utilizados.

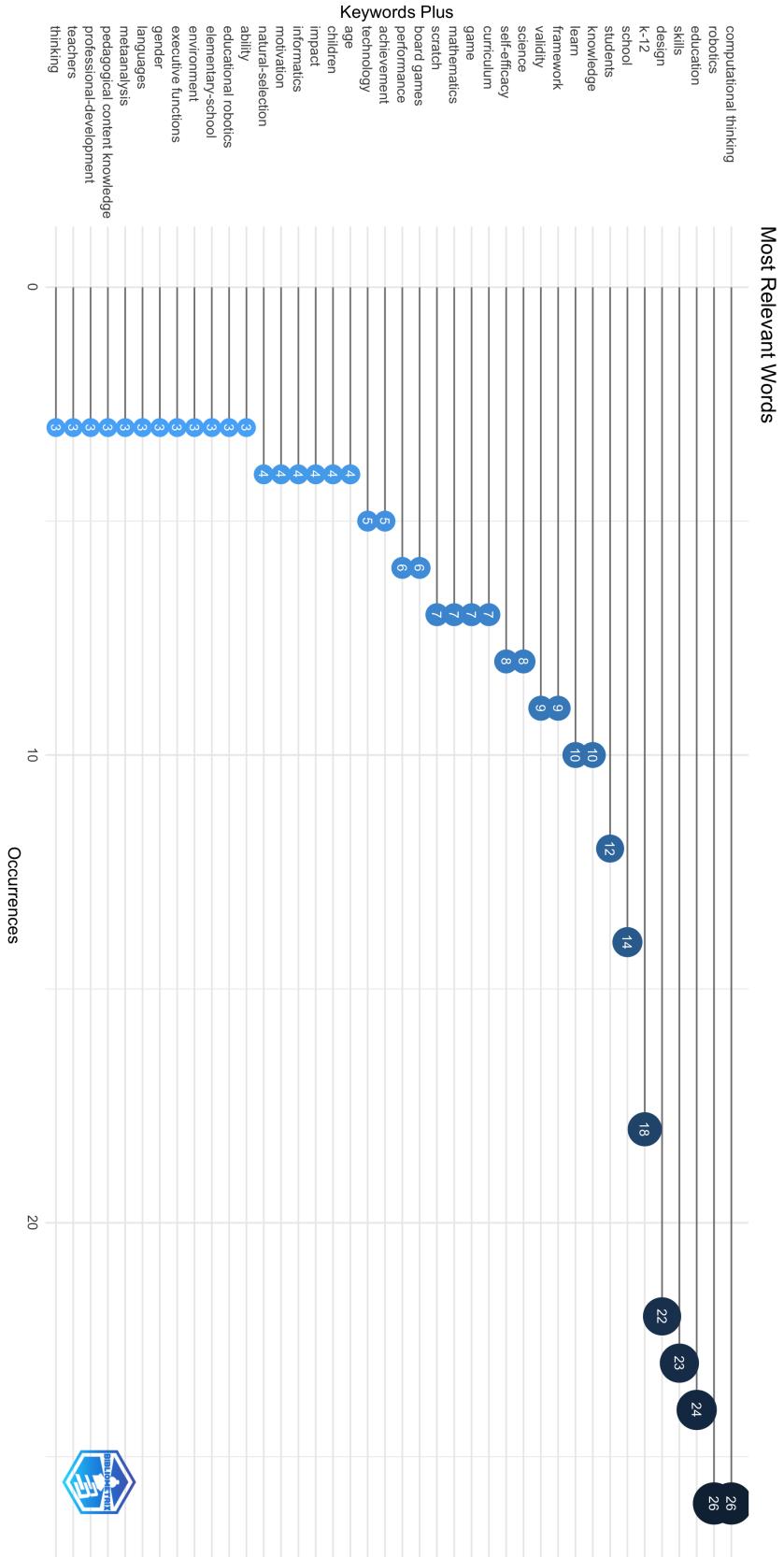


Figura 4.8: 40 termos mais frequentes no *dataset* CD@drb.

Outras formas de apresentação alternativas são apresentadas nas duas figuras a seguir, que ilustram de forma diferente a mesma informação, como em:

Nuvem de Palavras (Word Cloud)

O Bibliometrix possibilita visualizar a frequência de termos presentes nos textos dos documentos por meio de uma nuvem de palavras. Nessa representação, as palavras são dimensionadas de acordo com a quantidade de vezes que aparecem: quanto maior o tamanho da palavra, maior a sua frequência. A figura 4.9 ilustra essa ideia, exibindo os 50 termos mais recorrentes.

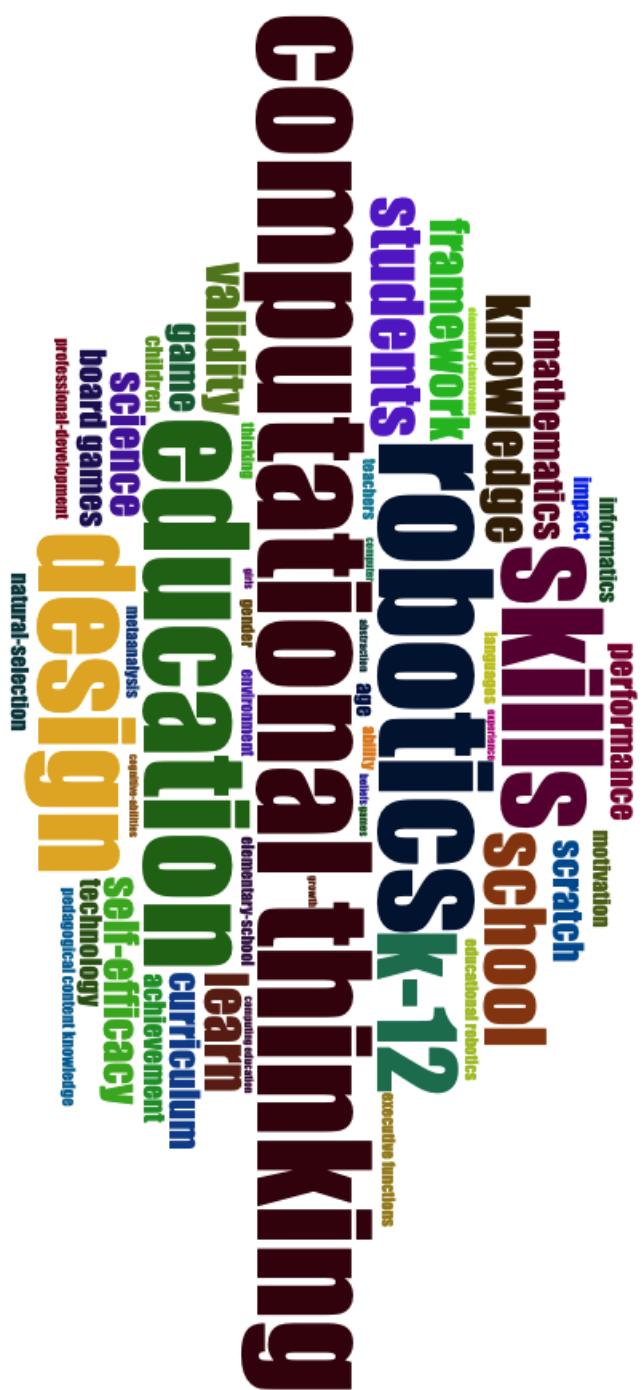


Figura 4.9: Nuvem dos 50 termos mais frequentes no *dataset* CD@drb.

Ao analisar a nuvem de palavras gerada, observa-se que o termo "computational thinking" se destaca de forma significativa em relação aos demais, evidenciando a alta frequência desse conceito nos documentos analisados. Na sequência, termos como "robotics", "education", "skills", "design" e "k-12" também aparecem com destaque, todos relacionados ao contexto educacional e ao desenvolvimento de competências em computação.

Embora o termo "robotics" remeta inicialmente ao uso de tecnologias digitais, sua presença junto de conceitos como "education", "students", "knowledge", "curriculum", e "science" indica que o ensino de computação é amplamente abordado, abrangendo diferentes métodos pedagógicos, entre eles o uso de materiais didáticos desplugados. A forte presença de palavras como "skills" e "self-efficacy" sugere um interesse considerável na construção de habilidades e no fortalecimento da confiança dos estudantes, aspectos que são essenciais para práticas de ensino desplugadas.

Dessa forma, a nuvem de palavras demonstra que o conjunto de trabalhos analisados possui aderência ao tema da pesquisa, abordando questões centrais sobre o desenvolvimento de competências computacionais por meio de abordagens educativas, incluindo práticas desplugadas.

Tree Map

Um Mapa em Árvore é uma representação visual gerada pelo Bibliometrix que organiza informações em retângulos proporcionais à frequência ou relevância dos termos analisados. Cada retângulo corresponde a um termo, como uma palavra-chave, e seu tamanho indica a quantidade de ocorrências nos documentos estudados. Essa técnica facilita a identificação dos temas mais abordados no conjunto de dados, permitindo uma análise rápida e intuitiva das áreas de maior destaque dentro da pesquisa. A figura 4.10 representa a árvore gerada para o *dataset* CD@drb.



Figura 4.10: Tree Map dos 50 termos mais frequentes do *dataset* CD@drb.

Palavras mais utilizadas ao longo do tempo

A Figura 4.11 ilustra o crescimento cumulativo da frequência de uso de termos relevantes ao tema do estudo ao longo dos anos. É possível observar que até aproximadamente 2018 o uso dos termos era praticamente inexistente. A partir de 2019, ocorre um aumento expressivo na ocorrência das palavras, evidenciando um interesse crescente da comunidade científica no tema. Entre os termos analisados, "computational thinking", "design" e "education" se destacam como os mais recorrentes, apresentando as curvas de crescimento mais acentuadas. Além deles, outros termos como "robotics", "students", "skills", "school", "learn", "knowledge" e "k-12" também mostram evolução contínua ao longo dos anos, embora em ritmo um pouco mais moderado. Esses dados indicam que o campo de estudo envolvendo o uso de materiais didáticos desplugados no ensino de computação tem se consolidado e ganhado cada vez mais relevância a partir de 2019.

Words' Frequency over Time

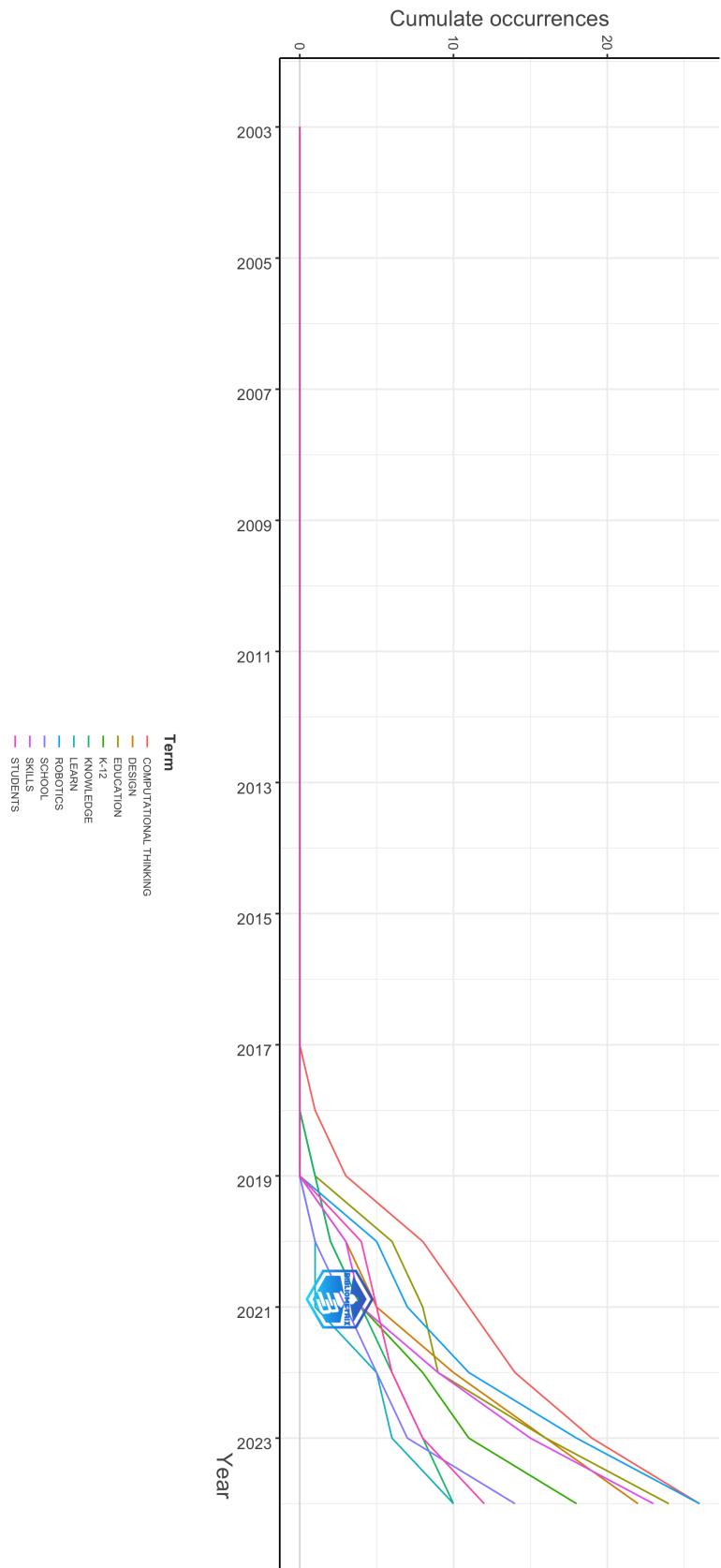


Figura 4.11: Dinâmica de uso dos 10 termos mais frequentes ao longo do tempo, no dataset CD@drb.

Trending topics

A análise que apresenta as tendências de tópicos para uso de determinadas palavras em certas faixas de tempo, como na Figura 4.12. O gráfico apresentado mostra as tendências de tópicos entre 2017 e 2024.

Trend Topics

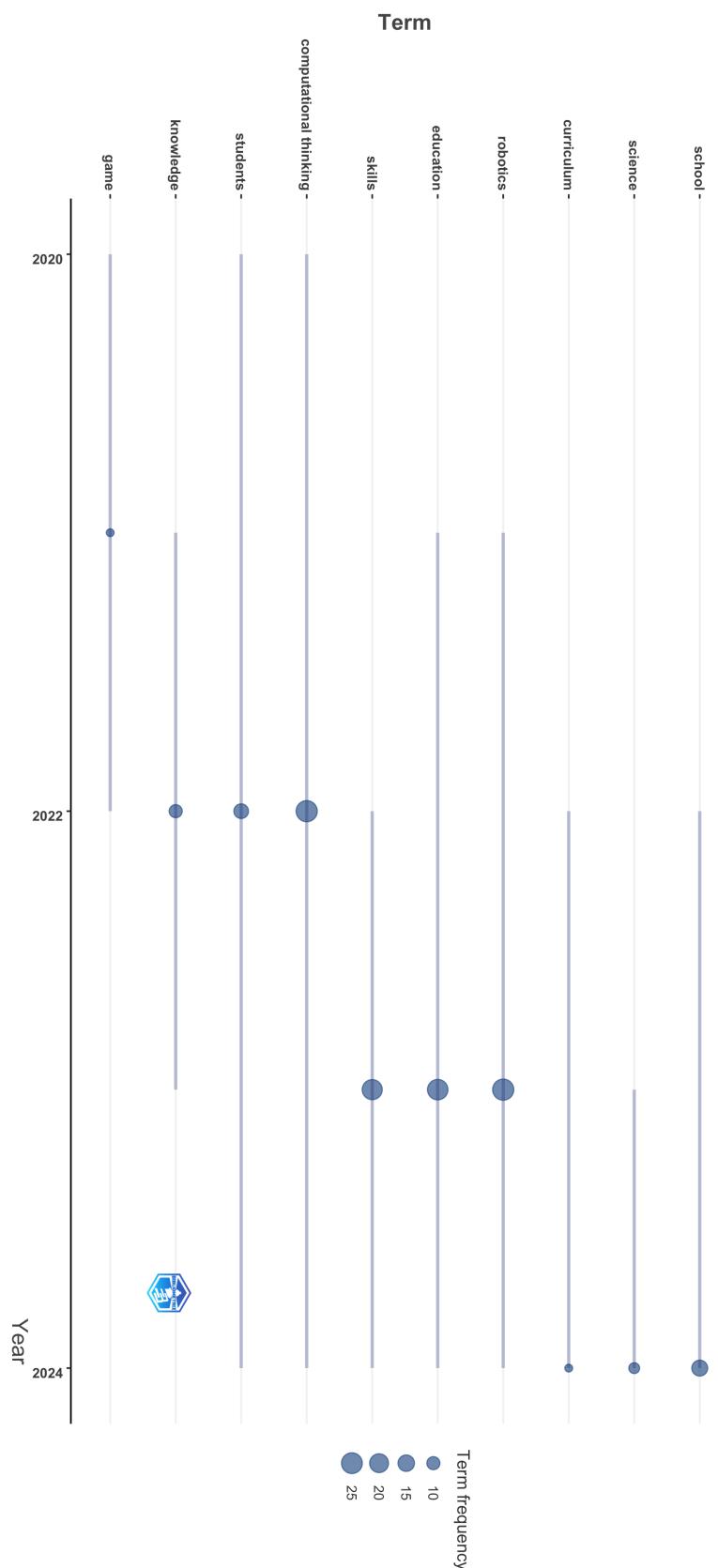


Figura 4.12: Dinâmica de uso dos 10 termos mais frequentes ao longo do tempo, no dataset CD@drb.

4.3.4 Medidas Relativas aos Autores

Cada autor, ao elaborar um novo trabalho científico, referencia outros autores que contribuíram para a construção de sua pesquisa. Da mesma forma, quando um documento é citado por outros pesquisadores, entende-se que ele possui relevância e impacto dentro da área de estudo. Assim, por meio da medida bruta de citações, é possível criar diferentes métricas que permitem uma série de análises e interpretações. Quanto mais um autor ou um trabalho é citado, mais relevante ele se torna para a comunidade acadêmica. A seguir, serão apresentadas algumas dessas métricas, construídas a partir dos dados brutos de citações.

Autores mais produtivos

A tabela 4.2 apresenta a lista dos 20 autores com o maior número de artigos no *dataset* AG@vhmr, em ordem decrescente.

#	Autores (Referência Abreviada)	Qtd. de Artigos	Qtd. Proporcional
1	DENGEL A	5	3.70
2	ROMÁN-GONZÁLEZ M	5	1.25
3	BELL T	4	2.33
4	BITTENCOURT II	4	0.36
5	CÓZAR-GUTIÉRREZ R	4	1.08
6	DEL OLMO-MUÑOZ JR	4	1.08
7	DERMEVAL D	4	0.36
8	ERWIG M	4	1.17
9	GONZÁLEZ-CALERO JA	4	1.08
10	ISOTANI S	4	0.36
11	MONDADA F	4	0.53
12	PARHAM-MOCHELLO J	4	1.17
13	PEEL A	4	1.50
14	RELKIN E	4	1.20
15	YANG WP	4	1.50
16	BERS MU	3	1.00
17	BRUNO B	3	0.40
18	CHEVALIER M	3	0.40
19	DARADOUMIS T	3	1.00
20	EL-HAMAMSY L	3	0.40

Tabela 4.2: 20 autores que mais produziram artigos no *dataset* CD@drb.

Autores mais relevantes localmente citados

A Tabela 4.3 apresenta a lista dos 20 autores mais citados localmente, ou seja, os autores com o maior número de documentos citados por outros documentos dentro do mesmo *dataset*.

Autores (Referência Abreviada)	Qtd. de Artigos
ROMÁN-GONZÁLEZ M	60
BARONE D	52
BRACKMANN CP	52
CASALI A	52
MORENO-LEÓN J	52
ROBLES G	52
CÓZAR-GUTIÉRREZ R	49
DEL OLMO-MUÑOZ J	49
GONZÁLEZ-CALERO JA	49
BERS MU	32
RELIKIN E	32
YADAV A	28
CAELI EN	24
HSU TC	23
FRIEDRICHSEN P	21
PEEL A	21
SADLER TD	21
AIVALOGLOU E	19
HERMANS F	19
SUN LH	17

Tabela 4.3: 20 autores com mais artigos citados localmente no *dataset* CD@drb.

Produção dos Autores ao Longo do Tempo

A análise da produtividade dos autores ao longo do tempo permite observar diferentes padrões de atuação acadêmica, que podem incluir fases de crescimento, estabilidade e declínio. A Figura 4.13 apresenta a evolução da produção dos principais autores do *dataset* CD@drb, destacando variações no número de publicações ao longo dos anos.

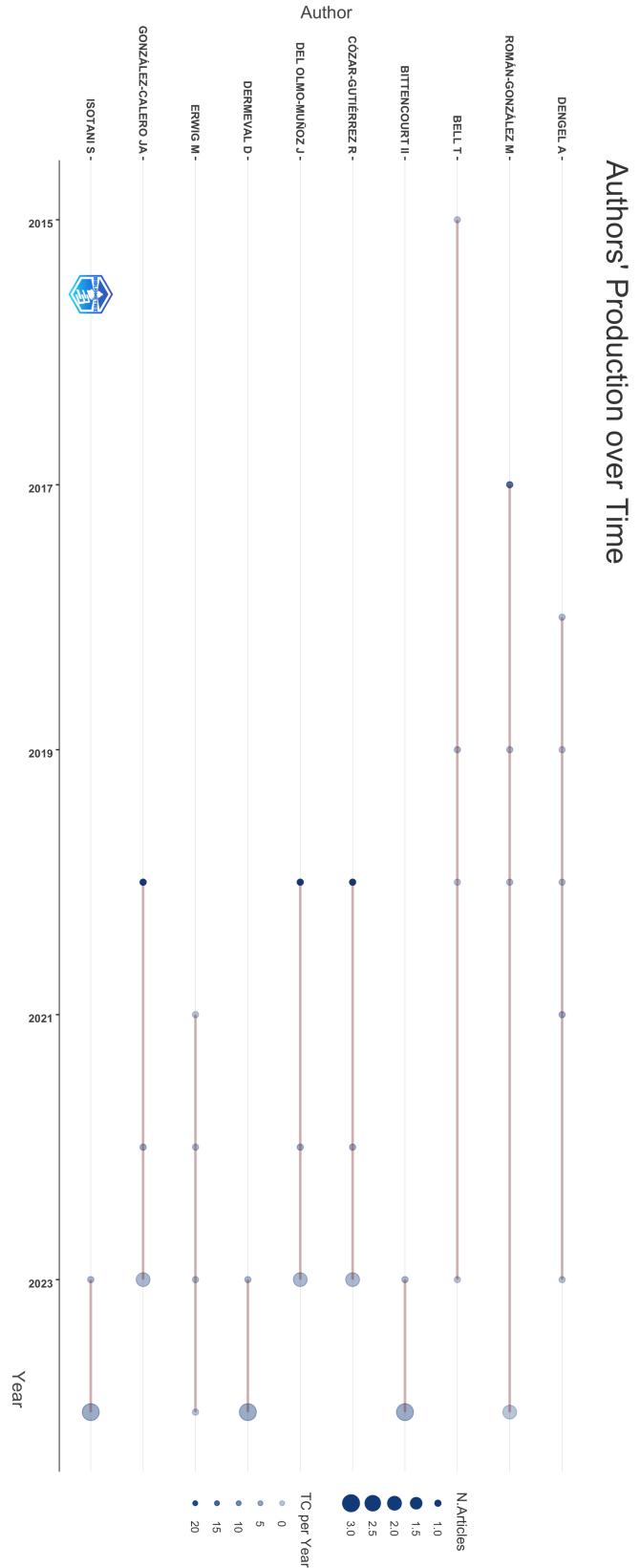


Figura 4.13: Variação da produção dos autores de maior impacto, do *dataset* CD@drb.

Lei de Lotka

A Lei de Lotka é uma lei empírica amplamente utilizada na bibliometria para descrever a distribuição da produtividade dos autores em um campo científico. De acordo com essa lei, o número de autores que publicam n artigos é inversamente proporcional ao quadrado de n . Isso significa que, para cada grupo de autores que publica um único artigo, haverá aproximadamente um quarto desse número publicando dois artigos, um nono publicando três artigos, e assim sucessivamente.

A aplicação da Lei de Lotka permite compreender a concentração da produção científica em um determinado campo, destacando que a maioria dos autores contribui com apenas um ou poucos trabalhos, enquanto um número reduzido de autores é responsável por uma quantidade significativa de publicações. Essa análise é fundamental para entender a dinâmica de geração e disseminação do conhecimento na área estudada, além de possibilitar a identificação de autores mais produtivos e potenciais padrões de colaboração.

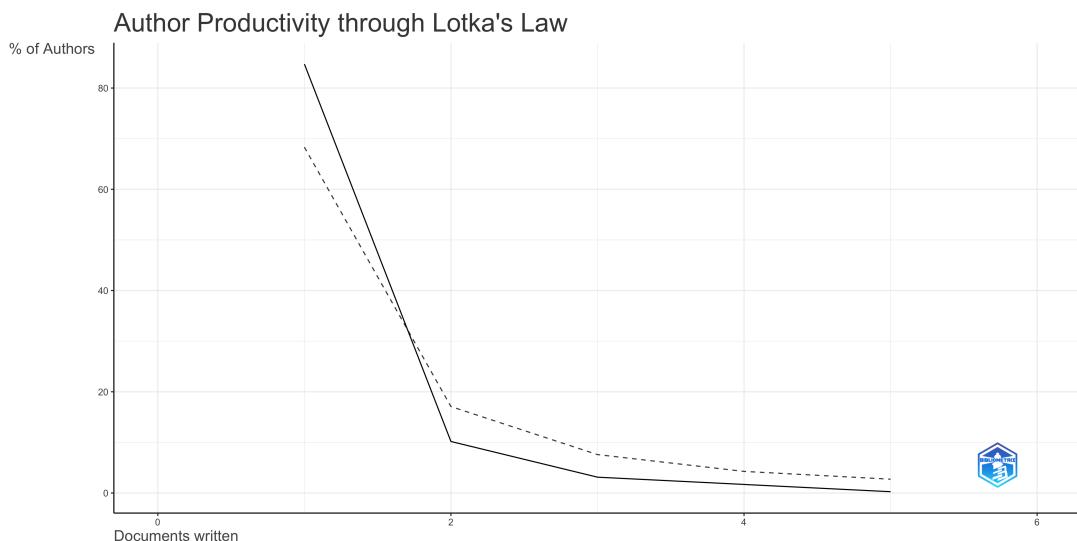


Figura 4.14: Produtividade dos autores no *dataset* CD@drb, conforme a Lei de Lotka.

A Figura 4.14 de distribuição da produtividade dos autores na literatura científica sobre o uso de material didático desplugado no ensino de computação reflete o padrão supracitado. Com a maioria dos autores tendo publicado apenas um artigo e poucos autores tendo publicado vários artigos, isso sugere que a Lei de Lotka está sendo cumprida e que a produção de conhecimento na área está concentrada em poucos autores altamente produtivos.

Medidas de Impacto dos Autores

As medidas de impacto dos autores servem para avaliar não só a quantidade de publicações de um autor, mas também a influência e qualidade dessas publicações (geralmente medida pelo número de citações que elas recebem). O Bibliometrix gera automaticamente vários desses indicadores, entre eles: índices H, G e M que serão apresentados a seguir 4.4.

Autor	Índice h	Índice g	Índice m	TC	NP	PY_start
YANG WP	4	4	1.333	44	4	2023
BERS MU	3	3	0.500	186	3	2020
BITTENCOURT II	3	3	1.000	14	4	2023
BRUNO B	3	3	0.600	49	3	2021
CHEVALIER M	3	3	0.600	49	3	2021
CÓZAR-GUTIÉRREZ R	3	4	0.500	155	4	2020
DEL OLMO-MUÑOZ J	3	4	0.500	155	4	2020
DENGEL A	3	5	0.375	34	5	2018
DERMEVAL D	3	3	1.000	14	4	2023
EL-HAMAMSY L	3	3	0.600	49	3	2021

Tabela 4.4: Autores de maior impacto no *dataset* CD@drb, apresentando os índices h, g e m, total de citações, número de publicações e ano da primeira publicação.

O **Índice H**¹ é um indicador usado para avaliar a produção científica de um autor, levando em consideração tanto a quantidade quanto o impacto de suas publicações. Ele representa o número de artigos que receberam ao menos o mesmo número de citações. A Tabela 4.4 apresenta os 10 autores mais impactantes no *dataset* CD@drb de acordo com cada um dos índices. Na coluna h_index, em primeiro lugar, encontra-se Weipeng Yang com um total de 4 publicações e tendo 44 citações totais. Curioso observar que em segundo lugar se encontra Marina Umaschi Bers com um total de 186 citações, um número maciçamente maior que o do primeiro lugar.

O **Índice G**² é uma variação do h-index e foca mais nos artigos altamente citados. Ele reflete a produtividade e o impacto dos artigos mais citados de um autor, valorizando ainda mais as publicações que têm um grande número de citações. A coluna g_index da Tabela 4.4 apresenta os 10 autores mais impactantes no *dataset* CD@drb De acordo com o índice G da Tabela 4.4, diferente do índice H, em primeiro lugar se encontra Andreas Dengel que pelo índice H estava na oitava colocação.

O **Índice M**³ ajusta o h-index pelo tempo de carreira do autor, permitindo uma comparação mais justa entre pesquisadores de diferentes estágios. Ele indica a produtividade relativa ao longo do tempo. Igual o índice H o m_index na Tabela 4.4 mostra que em primeiro lugar se encontra Weipeng Yang, porém em segundo e terceiro lugar se

¹Para uma introdução ver: <<https://en.wikipedia.org/wiki/H-index>>.

²Para uma introdução ver: <<https://en.wikipedia.org/wiki/H-index>>.

³Para uma introdução ver: <<https://en.wikipedia.org/wiki/H-index>>.

encontram Ig Ibert Bittencourt e Diego Dermeval que segundo o índice H se encontravam em terceiro e nono respectivamente.

Filiação dos Autores às Instituições

As filiações dos autores indicam as instituições às quais os pesquisadores estavam vinculados no momento da publicação dos trabalhos. Esses dados permitem identificar quais universidades, centros de pesquisa ou organizações têm se destacado na produção científica sobre o tema analisado. Além disso, a análise das filiações pode revelar concentrações geográficas de conhecimento, colaborações institucionais e a liderança de determinadas instituições em áreas específicas.

A Figura 4.5 a seguir mostra as principais instituições levando em conta o número de trabalhos realizados por seus autores filiados. De acordo com a imagem as filiações mais importantes são *Swiss federal institutes of technology domain* com 13 publicações, seguida de *Eberhard karls university of tubingen*, *Ecole polytechnique federale de lausanne* e *State university system of florida* com 11 artigos publicados.

Afiliação	artigos
SWISS FEDERAL INSTITUTES OF TECHNOLOGY DOMAIN	13
EBERHARD KARLS UNIVERSITY OF TUBINGEN	11
ECOLE POLYTECHNIQUE FEDERALE DE LAUSANNE	11
STATE UNIVERSITY SYSTEM OF FLORIDA	11
EDUCATION UNIVERSITY OF HONG KONG (EDUHK)	10
UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS	10
UNIVERSITY OF FLORIDA	9
BEIJING NORMAL UNIVERSITY	7
UOC UNIVERSITAT OBERTA DE CATALUNYA	7
HARVARD UNIVERSITY	5
MID-SWEDEN UNIVERSITY	5
NATIONAL TAIWAN NORMAL UNIVERSITY	5
SUNWAY UNIVERSITY	5
UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACION A DISTANCIA (UNED)	5
UNIVERSITY OF HONG KONG	5
UTAH STATE UNIVERSITY	5
UTAH SYSTEM OF HIGHER EDUCATION	5
BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES	4
MAHIDOL UNIVERSITY	4
MINISTRY OF NATIONAL EDUCATION - TURKEY	4

Tabela 4.5: 20 Instituições mais produtivas no *dataset* CD@drb.

Pode observar que entre as 3 primeiras instituições duas são da suíça e uma da alemanha mostrando o maior numero de artigos publicados em instituições europeias.

Países Correspondentes dos Autores

As filiações institucionais dos autores permitem identificar os países com maior representatividade na produção científica. A Figura 4.15 apresenta os países correspondentes dos autores com base na quantidade de publicações associadas a instituições sediadas nesses locais.

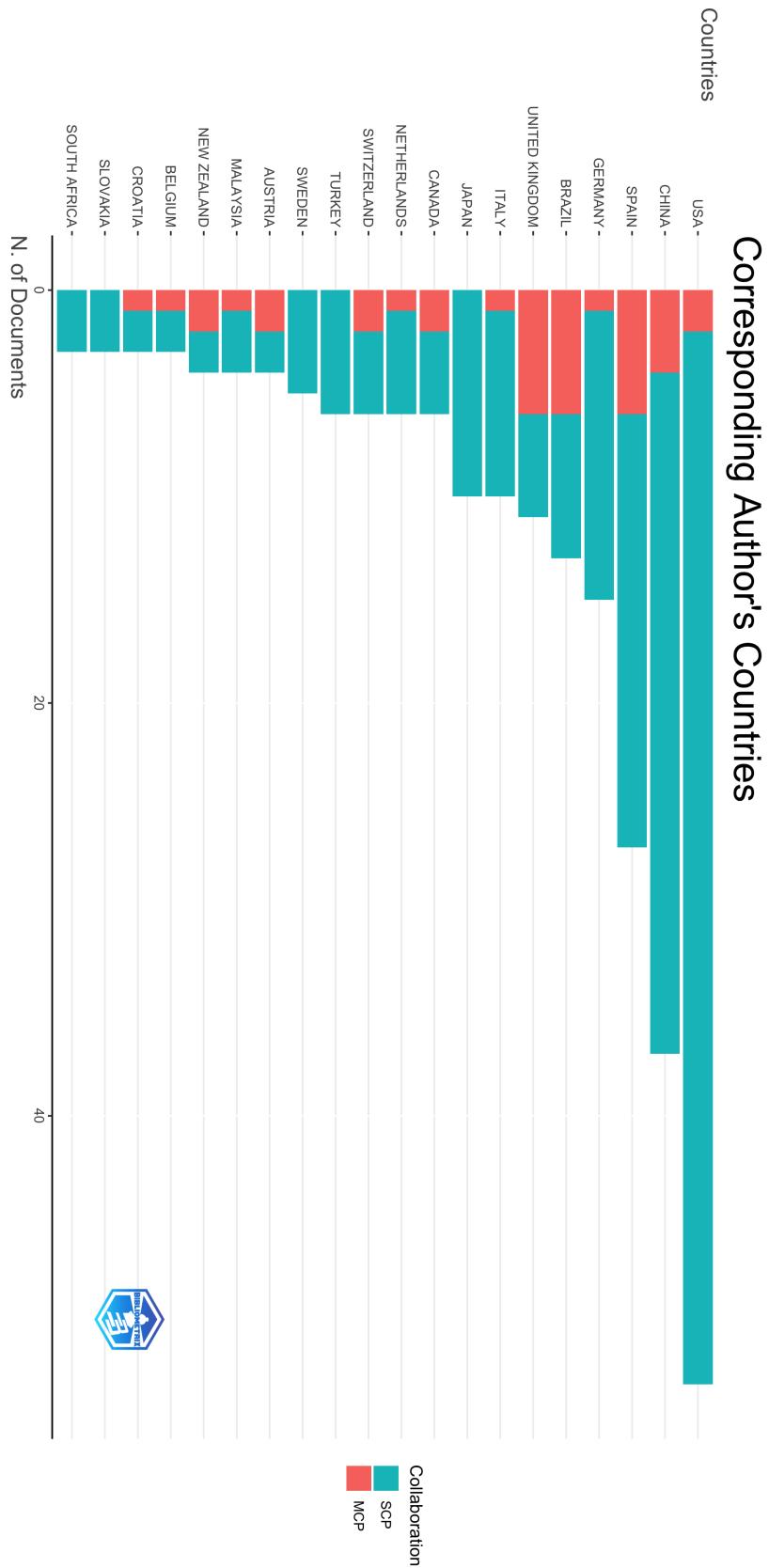


Figura 4.15: 20 países mais relevantes de acordo com o número de produções, do dataset CD@drb.

Produção Científica dos Países

A Tabela 4.6 apresenta os 10 países com a maior número de produções referente ao *dataset* CD@drb.

País	Frequencia
USA	111
CHINA	78
SPAIN	46
BRAZIL	35
GERMANY	32
JAPAN	29
SWITZERLAND	24
UK	20
ITALY	17
NETHERLANDS	15

Tabela 4.6: Produção científica dos países, do *dataset* CD@drb.

Produção dos Países ao Longo do Tempo

Através do gráfico apresentado na Figura 4.16 é possível visualizar a produção científica dos países através dos anos. Os 5 países mais relevantes ao longo do tempo de acordo com o número de artigos publicados são em ordem Estados Unidos, China, Espanha, Alemanha e Brasil. Demonstrando que o tema está diversificado entre vários países e em crescente desenvolvimento.

Country Production over Time

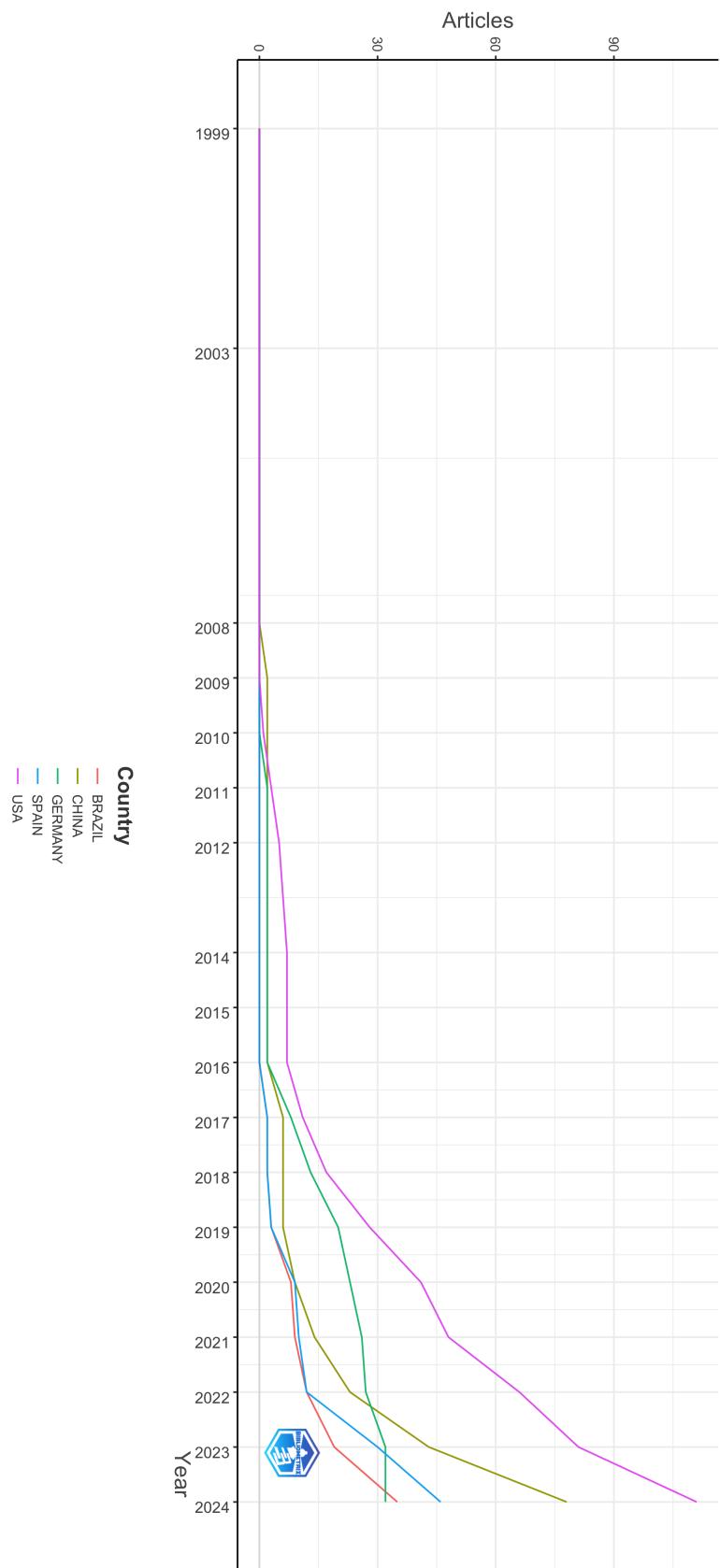


Figura 4.16: Produção dos 5 países mais relevantes ao longo do tempo do dataset CD@drb.

Países com Mais Citações

A análise dos países com mais citações permite identificar quais nações concentram as publicações de maior impacto no campo estudado. Essa métrica considera o número total de citações recebidas por artigos cujos autores estão afiliados a instituições sediadas em cada país. Dessa forma, é possível observar não apenas a produtividade, mas também a influência internacional das pesquisas desenvolvidas em diferentes regiões.

A Tabela 4.7 apresenta a lista dos países com o maior número de citações no tema do *dataset* CD@drb. Os países mais importantes de acordo com essa classificação são Estados Unidos com um total de 662 citações, China com 385 citações, Espanha com 239 citações, Brasil com 153 citações e Turquia com 123.

País	TC	Média de citações de artigos
USA	662	12.50
CHINA	385	10.40
SPAIN	239	8.90
BRAZIL	153	11.80
TURKEY	123	20.50
GERMANY	105	7.00
UNITED KINGDOM	78	7.10
DENMARK	63	31.50
CANADA	58	9.70
NETHERLANDS	55	9.20

Tabela 4.7: 10 países mais relevantes, de acordo com o número de citações do *dataset* CD@drb.

4.3.5 Medidas Relativas às Fontes de Informação

Através das medidas das fontes de informação é possível analisar quais são as revistas que mais se destacam em determinado campo de conhecimento, e quais são as mais influentes em determinados assuntos.

Fontes mais relevantes por número de publicação

A Tabela 4.8 apresenta as revistas com os maiores números de artigos publicados de acordo com o tema de interesse do *dataset* CD@drb.

As três revistas que possuem o maior número de artigos publicados são: *Education and Information Technologies*, *Thinking Skills and Creativity* e *Education Sciences*. Uma descrição mais detalhada sobre o escopo de pesquisa de cada uma delas pode ser visto na seção 4.3.1.

Fonte	artigos
EDUCATION AND INFORMATION TECHNOLOGIES	19
THINKING SKILLS AND CREATIVITY	9
EDUCATION SCIENCES	7
JOURNAL OF SCIENCE EDUCATION AND TECHNOLOGY	7
ACM TRANSACTIONS ON COMPUTING EDUCATION	5
COMPUTERS EDUCATION	5
EARLY CHILDHOOD EDUCATION JOURNAL	5
INFORMATICS IN EDUCATION	5
JOURNAL OF COMPUTER ASSISTED LEARNING	5
JOURNAL OF EDUCATIONAL COMPUTING RESEARCH	5
PROCEEDINGS OF THE 55TH ACM TECHNICAL SYMPOSIUM ON COMPUTER SCIENCE EDUCATION, SIGCSE 2024, VOL. 1	4
2018 IEEE FRONTIERS IN EDUCATION CONFERENCE (FIE)	3
2020 IEEE FRONTIERS IN EDUCATION CONFERENCE (FIE 2020)	3
COMPUTER SCIENCE EDUCATION	3
EDUCATIONAL TECHNOLOGY SOCIETY	3
IEEE ACCESS	3
JOURNAL OF RESEARCH IN CHILDHOOD EDUCATION	3
PROCEEDINGS OF THE 18TH WIPSCE CONFERENCE IN PRIMARY (...), WIPSCE 2023	3
SIGCSE 12: PROCEEDINGS OF THE 43RD ACM TECHNICAL SYMPOSIUM ON COMPUTER SCIENCE EDUCATION	3
SIGCSE 2020: PROCEEDINGS OF THE 51ST ACM TECHNICAL SYMPOSIUM ON COMPUTER SCIENCE EDUCATION	3

Tabela 4.8: 20 revistas mais relevantes por número de publicações no *dataset* CD@drb.

Fontes mais relevantes localmente

A tabela 4.9 apresenta as 20 revistas mais citadas localmente, ou seja, revistas citadas por fontes dentro do mesmo *dataset* CD@drb.

Fonte	artigos
COMPUT EDUC	486
COMMUN ACM	254
COMPUT HUM BEHAV	216
EDUC INF TECHNOL	194
J SCI EDUC TECHNOL	151
COMPUT SCI EDUC	137
J EDUC COMPUT RES	134
INFORM EDUC	108
LECT NOTES COMPUT SC	108
ACM T COMPUT EDUC	98
TECHTRENDS	90
ACM INROADS	83
SIGCSE BULLETIN	82
PROCEEDINGS OF THE 12TH WORKSHOP IN PRIMARY AND SECONDARY COMPUTING EDUCATION (WIPSCE 2017)	76
INTERACT LEARN ENVIR	71
BRIT J EDUC TECHNOL	70
EDUC RES REV-NETH	66
INTERNATIONAL JOURNAL OF CHILD-COMPUTER INTERACTION	62
INT J TECHNOL DES ED	61
EDUC RESEARCHER	60

Tabela 4.9: 20 revistas mais citadas localmente no *dataset* CD@drb, conforme a soma de citações por outros artigos dentro do *dataset*.

As três revistas que possuem o maior número de citações locais são: *Computers and Education*, *Communications of the ACM* e *Computers in Human Behavior*. A primeira e a terceira possuem uma descrição mais detalhada na Seção 4.3.1. porém a revista *Communications of the ACM* não aparece na Seção que relaciona as 15 fontes mais relevantes, 15 palavras-chave mais relevantes e 15 autores mais relevantes. Evidenciando que essa última revista tem menos relação com as palavra-chave relacionadas ao tema do trabalho.

A seguir uma descrição da página online da revista:

Communications of the ACM "A principal revista da ACM, Communications of the ACM, é o principal cronista das tecnologias de computação, cobrindo as últimas descobertas

tas, inovações e pesquisas que inspiram e influenciam o campo. A cada mês, Communications traz aos leitores histórias detalhadas de áreas emergentes da ciência da computação, novas tendências em TI e aplicações práticas de pesquisa. Os líderes da indústria escollhem Communications para debater implicações tecnológicas, políticas públicas, desafios de engenharia e tendências de mercado."Fonte: <<https://dl.acm.org/magazine/cacm>>

Lei de Bradford

A Lei de Bradford, proposta por Samuel C. Bradford em 1934, é uma das leis fundamentais da bibliometria e descreve a dispersão da informação científica entre periódicos. Segundo essa lei, se os periódicos forem ordenados por produtividade decrescente sobre um determinado tema, é possível agrupá-los em zonas que contêm aproximadamente o mesmo número de artigos relevantes, mas com quantidades crescentes de periódicos. A primeira zona é composta por poucos periódicos altamente produtivos; a segunda, por um número maior com produtividade intermediária; e assim sucessivamente. Essa distribuição evidencia que uma pequena quantidade de periódicos concentra a maior parte da produção científica relevante de uma área, enquanto muitos outros publicam com menor frequência sobre o mesmo assunto. A Lei de Bradford é útil para identificar os periódicos centrais em um campo de estudo, otimizando estratégias de busca e seleção de fontes na revisão de literatura.

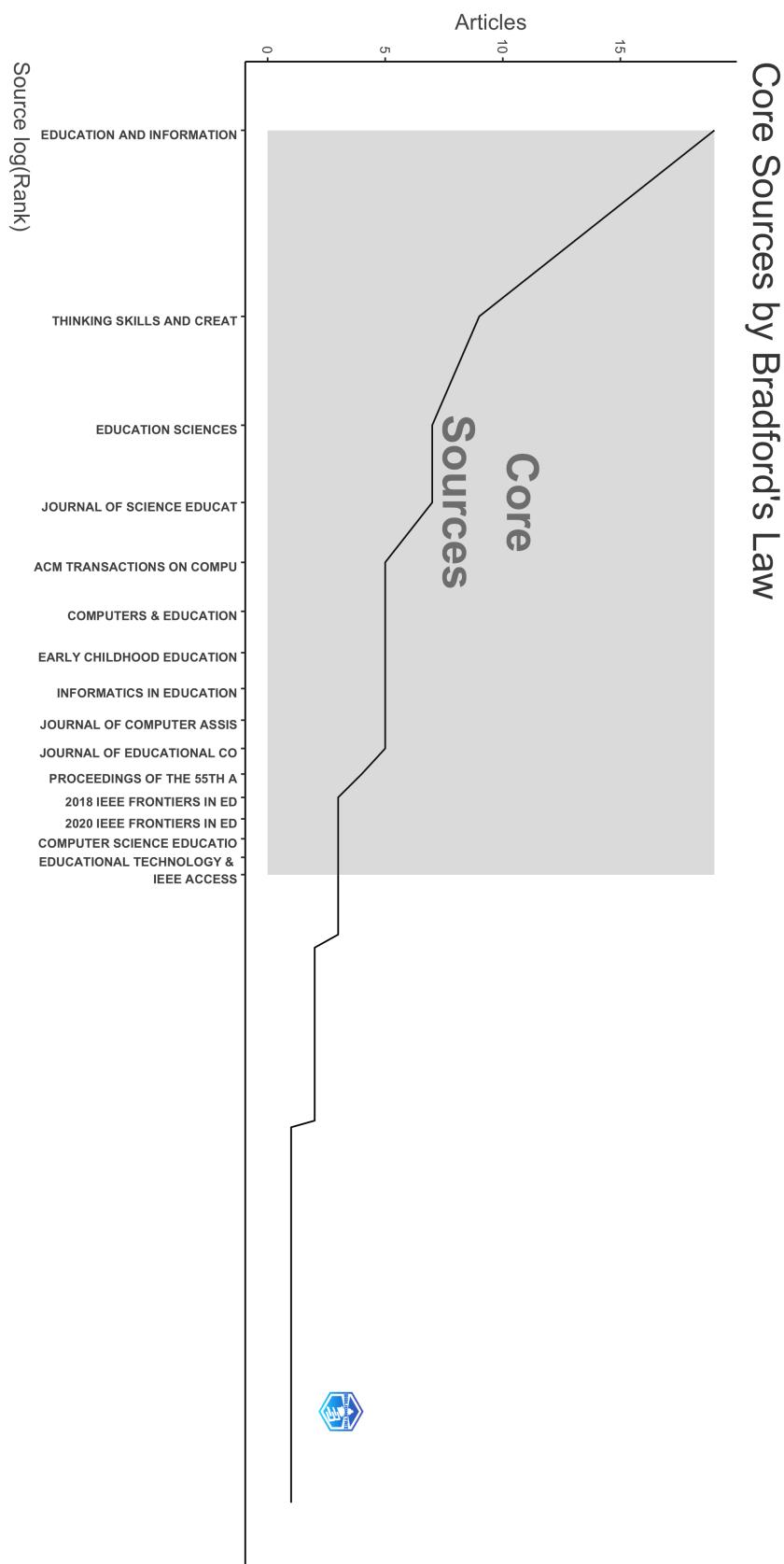


Figura 4.17: Revistas mais relevantes no *dataset* CD@drb, conforme a Lei de Bradford.

Conforme representado na figura 4.17, observa-se uma concentração de artigos em um pequeno número de periódicos, caracterizando a chamada zona de “Fontes Núcleo”. O periódico *Education and Information* destacou-se como a principal fonte, sendo o que mais contribuiu com publicações sobre o tema, posicionando-se no topo da curva de produtividade. Por outro lado, fontes como *IEEE Access* e *Educational Technology* aparecem no extremo direito da distribuição, com menor número de artigos, o que indica uma contribuição menos frequente para o corpus analisado.

Métricas de Impacto das Fontes

Da mesma forma que foi analisado as medidas de impacto dos autores na seção 4.3.4, agora as métricas serão aplicadas para as fontes de informação.

Fonte	<i>h</i> -index	<i>g</i> -index	<i>m</i> -index	TC	NP	Ano inicial
Education and Information Technologies	7	14	1.167	222	19	2020
Computers & Education	5	5	0.833	303	5	2020
Education Sciences	4	6	1.000	40	7	2022
Journal of Computer Assisted Learning	4	5	1.000	52	5	2022
Journal of Educational Computing Research	4	5	0.800	90	5	2021
2020 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE 2020)	3	3	0.500	15	3	2020
Early Childhood Education Journal	3	5	0.500	40	5	2020
Informatics in Education	3	5	0.500	27	5	2020
Journal of Science Education and Technology	3	7	0.500	120	7	2020
Thinking Skills and Creativity	3	9	0.600	81	9	2021
12th Int. Technology, Education and Development Conf. (INTED)	2	2	0.250	4	2	2018
2018 IEEE Frontiers in Education Conference	2	3	0.250	13	3	2018
Computer Science Education	2	3	0.500	12	3	2022
Constructivist Foundations	2	2	0.286	16	2	2019
Educational Technology & Society	2	3	0.667	16	3	2023
IEEE Access	2	3	0.333	9	3	2020
International Journal of STEM Education	2	2	0.400	49	2	2021
ITiCSE 2009: Proc. of the ACM Conf. on Innovation in CS Education	2	2	0.118	33	2	2009
ITiCSE 2017: Proc. of the ACM Conf. on Innovation in CS Education	2	2	0.222	7	2	2017
Journal of Research in Science Teaching	2	2	0.286	52	2	2019

Tabela 4.10: Fontes de maior impacto no *dataset* CD@drb, apresentando os índices *h*, *g* e *m*, total de citações (TC), número de publicações (NP) e ano da primeira publicação.

Índice H O índice H aplicado às fontes de informação está representado na coluna *h*-index da Tabela 4.10. As principais revistas, de acordo com esse índice, são *Education and Information Technologies*, *Computers & Education*, *Education Sciences*, *Journal of Computer Assisted Learning* e *Journal of Educational Computing Research*. Essas publicações apresentam maior consistência no número de artigos altamente citados.

Índice G O índice G, apresentado na coluna *g*-index, revela quais fontes possuem maior volume acumulado de citações entre seus artigos mais citados. As publicações de maior destaque neste indicador são *Education and Information Technologies*, *Thinking Skills and Creativity*, *Journal of Science Education and Technology*, *Education Sciences* e *Journal of Computer Assisted Learning*.

Índice M A coluna *m*-index apresenta o índice M, que normaliza o índice H pela idade da publicação no *dataset*, indicando impacto ao longo do tempo. As revistas com maior índice M são *Education and Information Technologies*, *Education Sciences*, *Journal of Computer Assisted Learning*, *Journal of Educational Computing Research* e *Educational Technology & Society*.

Analizando em conjunto os índices H, G e M, é possível identificar que as revistas *Education and Information Technologies*, *Education Sciences* e *Journal of Computer Assisted Learning* aparecem entre as mais bem avaliadas nos três indicadores. Dessa forma, essas fontes podem ser consideradas as mais impactantes dentro do escopo do *dataset* analisado sobre computação desplugada na educação.

Dinâmica das Fontes

O gráfico da figura 4.18 apresenta as revistas que mais produziram artigos sobre o tema o *dataset* ao longo do tempo.

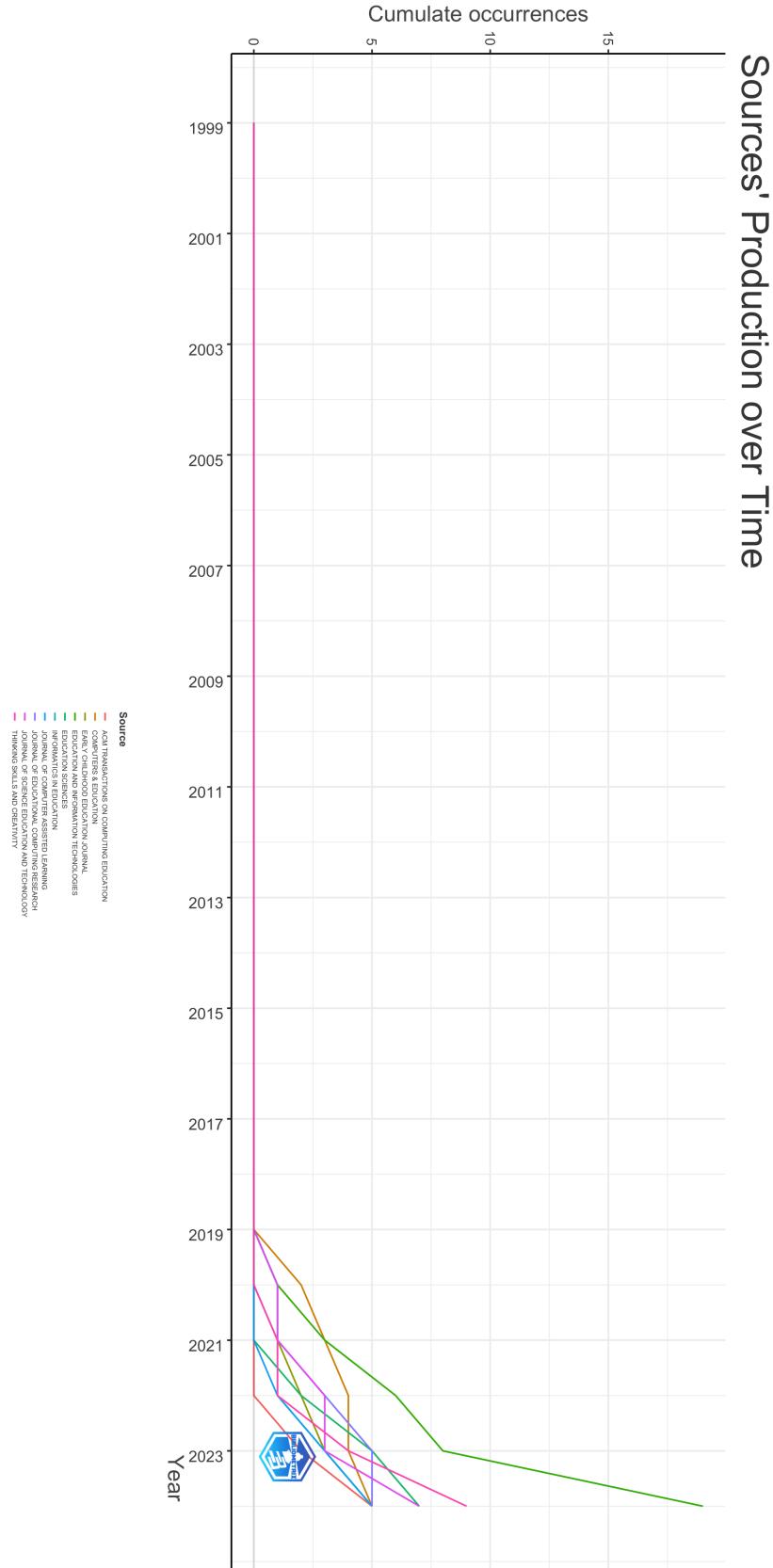


Figura 4.18: Revistas com maior volume de publicações no tema no *dataset CD@drb*, ao longo do tempo.

Pode-se inferir, por meio do gráfico da Figura 4.18, que a revista *Education and Information Technologies* é a que apresenta a maior produção sobre o tema do uso de material didático desplugado no ensino de computação. A revista se destaca por ser a que mais publicou sobre o tema nos anos de 2022, 2023 e 2024, sendo que, em 2024, contabilizou 19 ocorrências, mais do que o dobro da segunda colocada, *Thinking Skills and Creativity*, que teve 9 ocorrências.

4.3.6 Mapas de Acoplamento

Os mapas de acoplamento bibliográfico são representações visuais que evidenciam a relação entre documentos, autores, instituições ou periódicos com base nas referências bibliográficas que compartilham. No contexto da análise bibliométrica, o acoplamento bibliográfico ocorre quando dois documentos distintos citam uma ou mais referências em comum. Quanto maior o número de referências compartilhadas, maior é o grau de acoplamento entre os elementos analisados.

Esses mapas, gerados por ferramentas como o Bibliometrix, possibilitam identificar grupos de publicações ou pesquisadores que, mesmo sem se citarem diretamente, estão conectados por utilizarem uma base teórica semelhante. Isso permite a detecção de linhas de pesquisa próximas, a análise da estrutura intelectual de um campo do conhecimento e a identificação de clusters temáticos coesos.

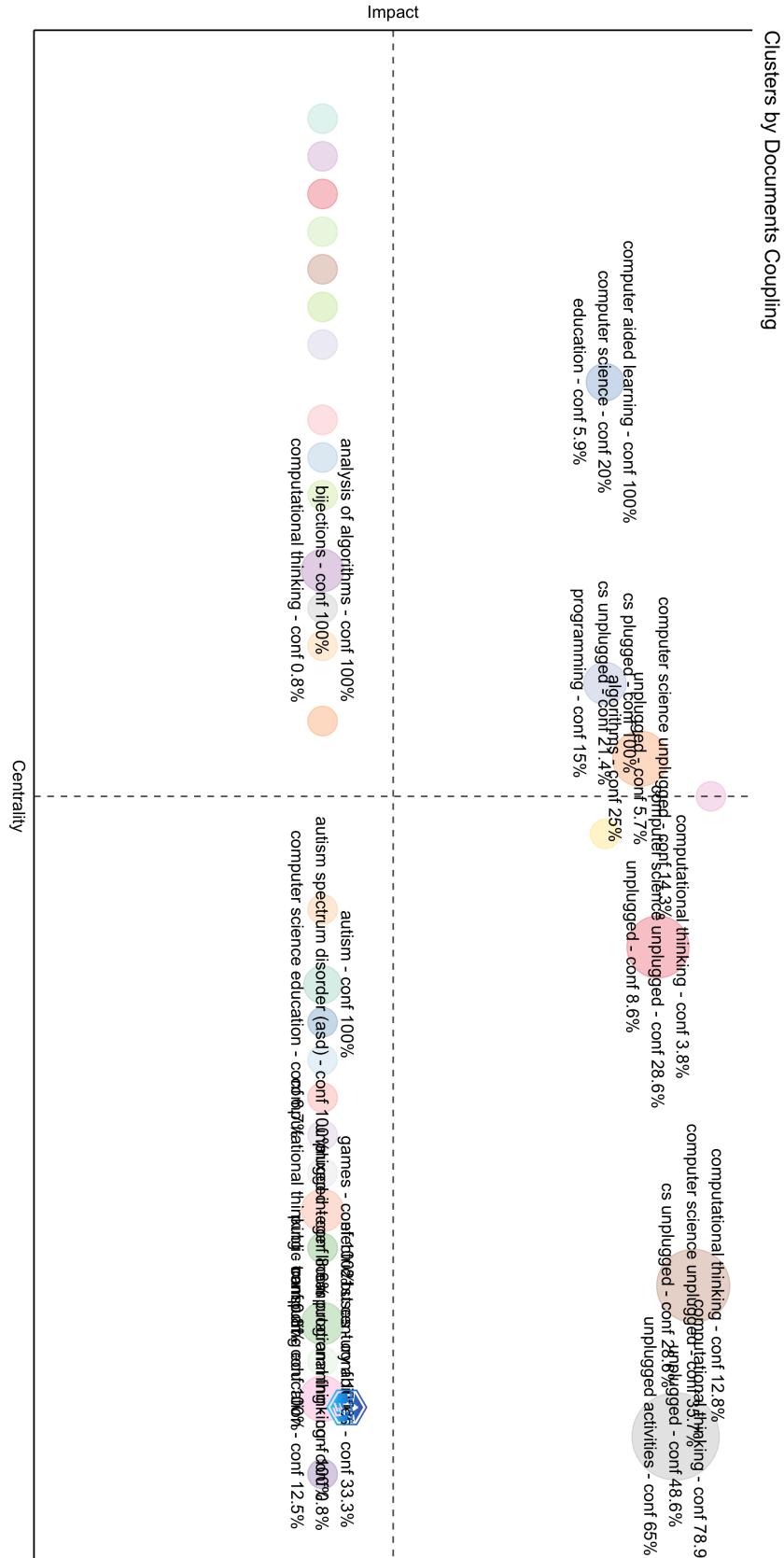


Figura 4.19: Palavras-chave mais evidentes formados pelos autores no *dataset* CD@drb.

A figura 4.19 revela que o tema da computação desplugada está bem representado na literatura analisada, com forte acoplamento bibliográfico entre os trabalhos que tratam de *computational thinking*, *cs unplugged* e *unplugged activities*. Isso indica a formação de um campo de estudo coeso, relevante e em desenvolvimento, reforçando a importância de investigações que aprofundem e ampliem esse corpo teórico e prático no ensino de computação. Para realizar esse processo, foram aplicados os seguintes parâmetros: acoplamento por referências, medida de impacto por pontuação de citação local e rotulagem feita por palavras-chave dos autores. Além disso, o número de unidades usadas foi de 250, a frequência mínima dos clusters foi definida em 5 e foram utilizados 3 rótulos para cada *cluster*.

4.3.7 Estrutura Conceitual do Conhecimento

A estrutura conceitual do conhecimento, conforme definida e visualizada por meio do pacote bibliometrix, diz respeito à organização e representação das principais ideias, tópicos e conceitos que compõem um determinado campo de estudo. Essa estrutura é construída a partir da análise de coocorrência de palavras-chave ou termos extraídos dos títulos, resumos e palavras-chave dos artigos analisados. Ao identificar quais termos aparecem juntos com frequência em diferentes documentos, é possível mapear os principais eixos temáticos que sustentam o conhecimento na área investigada. Dessa forma, a estrutura conceitual permite compreender como o campo está organizado, quais são os conceitos centrais e como eles se conectam entre si. O bibliometrix fornece duas principais abordagens metodológicas para explorar os dados:

Abordagem em rede baseia-se na construção de grafos de coocorrência, onde os nós representam os termos e as arestas representam as relações de coocorrência entre eles. Essa visualização permite identificar clusters ou comunidades temáticas, sendo uma ferramenta eficaz para analisar a densidade e a centralidade de conceitos dentro de um campo científico.

Abordagem fatorial utiliza técnicas estatísticas, como análise fatorial e análise de correspondência, para reduzir a dimensionalidade dos dados e agrupar termos com base em padrões de coocorrência semelhantes. Essa abordagem permite a identificação de fatores latentes que explicam a organização conceitual dos documentos. Essa técnica é particularmente útil para revelar relações temáticas mais profundas e latentes, que podem não ser evidentes em análises mais superficiais.

Medidas Utilizando Redes (Grafos)

Redes de Co-ocorrências

Através da análise da rede de co-ocorrência de palavras-chave apresentada na Figura 4.20 é possível verificar as palavras mais evidentes presentes no *dataset* CD@drb sendo elas:

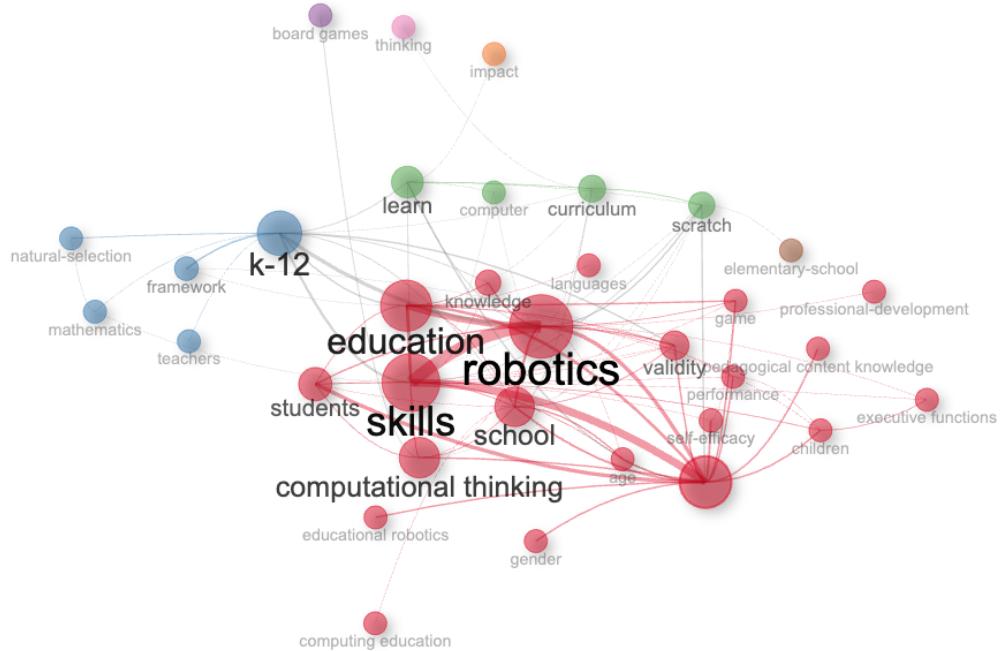


Figura 4.20: 50 palavras-chave mais evidentes, clusterizadas pela coocorrência em documentos, no *dataset* CD@drb.

1. *computational thinking*
2. *robotics*
3. *education*
4. *skills*
5. *design*
6. *school*
7. *students*
8. *knowledge*
9. *validity*
10. *self-efficacy*

Pode-se observar que as palavras com mais ocorrência no *dataset* são palavras muito ligadas com ensino de computação como *computational thinking*, *education* e *skills*. Com relação aos clusters destaca-se um grande *cluster* em vermelho e dois menores, um em azul com cinco palavras e nesse a palavra que se destaca é *k-12* que se relaciona com ensino e no cluster verde, com quatro palavras, se destaca a palavra *learn*. Além desses três grupos existem três palavras separadas que não possuem relação com nenhum desses clusters.

Mapas Temáticos

O mapa temático é uma ferramenta visual utilizada na análise bibliométrica para representar e classificar temas de pesquisa com base em dois critérios principais: centralidade (grau de relevância ou conexão com outros temas) e densidade (grau de desenvolvimento interno de um tema). A centralidade indica o quanto um tema está conectado a outros temas na área de estudo, enquanto a densidade reflete o nível de desenvolvimento do tema, considerando a coesão interna entre os termos associados.

No gráfico, os temas são organizados em quatro quadrantes, cada um com um significado estratégico para a compreensão da literatura científica:

1. Quadrante Superior Direito – Temas Motores (Motor Themes) São temas bem desenvolvidos e centrais para o campo de estudo. Eles têm alta densidade e alta centralidade, indicando que são relevantes e estruturados. No Figura 4.21 conceitos como achievement, language, experience, e executive functions aparecem neste quadrante. Embora esses termos sejam mais associados à psicologia educacional, sua presença pode sugerir uma interseção entre o ensino de computação e aspectos cognitivos do aprendizado.

2. Quadrante Inferior Direito – Temas Básicos (Basic Themes) Temas relevantes, mas ainda em desenvolvimento. Apesar de terem alta centralidade, sua densidade é baixa. Ou seja, são amplamente conectados, mas carecem de aprofundamento. No Figura 4.21 destacam-se computational thinking, robotics, k-12 education, pedagogical content knowledge, e framework. Esses são temas altamente pertinentes ao seu TCC, pois mostram que a computação desplugada, mesmo que não nomeada diretamente, está fortemente conectada com o ensino de computação em contextos escolares (especialmente K-12) e com a promoção do pensamento computacional de forma acessível e estruturada.

3. Quadrante Superior Esquerdo – Temas de Nicho (Niche Themes) São temas bem desenvolvidos, mas com pouca conexão com os demais. Podem representar áreas altamente especializadas ou estudos isolados. No Figura 4.21 termos como growth, impacts, optimization, sex-differences, e model indicam investigações específicas, possivelmente relacionadas a estudos de caso ou aspectos metodológicos específicos. Esses temas podem ser úteis para trabalhos futuros que desejem explorar subgrupos ou contextos específicos no uso de materiais desplugsados.

4. Quadrante Inferior Esquerdo – Temas Emergentes ou em Declínio (Emerging or Declining Themes) Temas com baixa centralidade e baixa densidade. Podem representar áreas novas ou que estão sendo abandonadas pela comunidade científica. No Figura 4.21 aparecem informatics, memory, girls, manipulatives, e system. Esses termos podem apontar para lacunas na literatura ou campos em transformação. Por exemplo, manipulatives (materiais manipuláveis), embora sejam centrais no ensino desplugado, aparecem com pouca densidade e centralidade — indicando que há espaço para mais estudos e sistematizações sobre seu uso em computação.

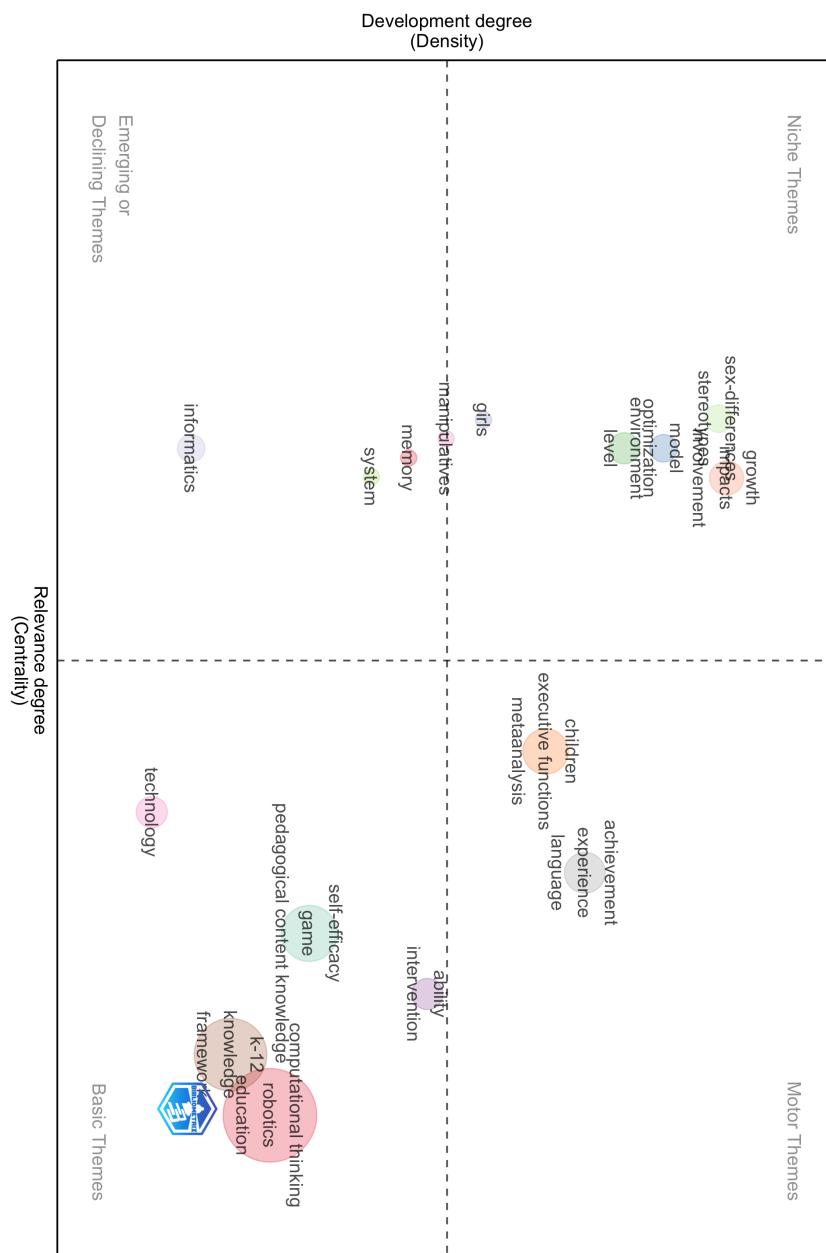


Figura 4.21: Mapa temático do *dataset* CD@drb.

Medidas Utilizando Análise Fatorial

Mapa de Análise de Correspondência Múltipla A *Multiple Correspondence Analysis* (MCA) é uma técnica estatística amplamente utilizada na bibliometria para investigar associações entre termos categóricos presentes em um corpus textual, como palavras-chave extraídas de artigos científicos. Ao reduzir a dimensionalidade dos dados, a ACM permite visualizar graficamente como os termos se organizam tematicamente, agrupando-os de acordo com sua coocorrência. O resultado é o Mapa de Análise de Correspondência Múltipla, no qual termos mais próximos indicam maior relação semântica, formando clusters (agrupamentos) que revelam os principais eixos conceituais da literatura analisada.

Na figura 4.22, observam-se dois grandes agrupamentos bem definidos. O primeiro, representado pela área sombreada azul, é composto por uma densa concentração de termos associados ao ensino de computação na educação básica. Destacam-se expressões como *cognitive-abilities*, *executive functions*, *elementary-school*, *children*, *thinking*, *curriculum*, *robotics*, *games*, *k-12*, *performance*, *teachers*, *students* e *computer*. Esse cluster evidencia uma linha de pesquisa voltada ao impacto do ensino de computação — incluindo abordagens como a computação desplugada — sobre o desenvolvimento cognitivo e habilidades executivas de crianças em idade escolar. Outro aspecto importante desse cluster é a variedade de termos relacionados a práticas pedagógicas e contextos educacionais, como *curriculum*, *science-education*, *scratch*, *abstraction*, *learn* e *language*. Esses elementos sugerem uma literatura que discute tanto os conteúdos curriculares quanto as estratégias de ensino voltadas ao desenvolvimento do pensamento computacional e de habilidades cognitivas por meio de metodologias acessíveis e adaptadas ao público infantil, o que inclui o uso de atividades desplugadas.

O segundo agrupamento, em vermelho, está localizado na parte superior direita do mapa e inclui termos como *stereotypes*, *sex-differences* e *ability*. Esse cluster, embora menos populoso, representa uma vertente da literatura focada em aspectos socioculturais e psicossociais do ensino de computação, especialmente no que diz respeito às diferenças de gênero e à construção de estereótipos, mostrando um cluster mais distante do tema estudado.

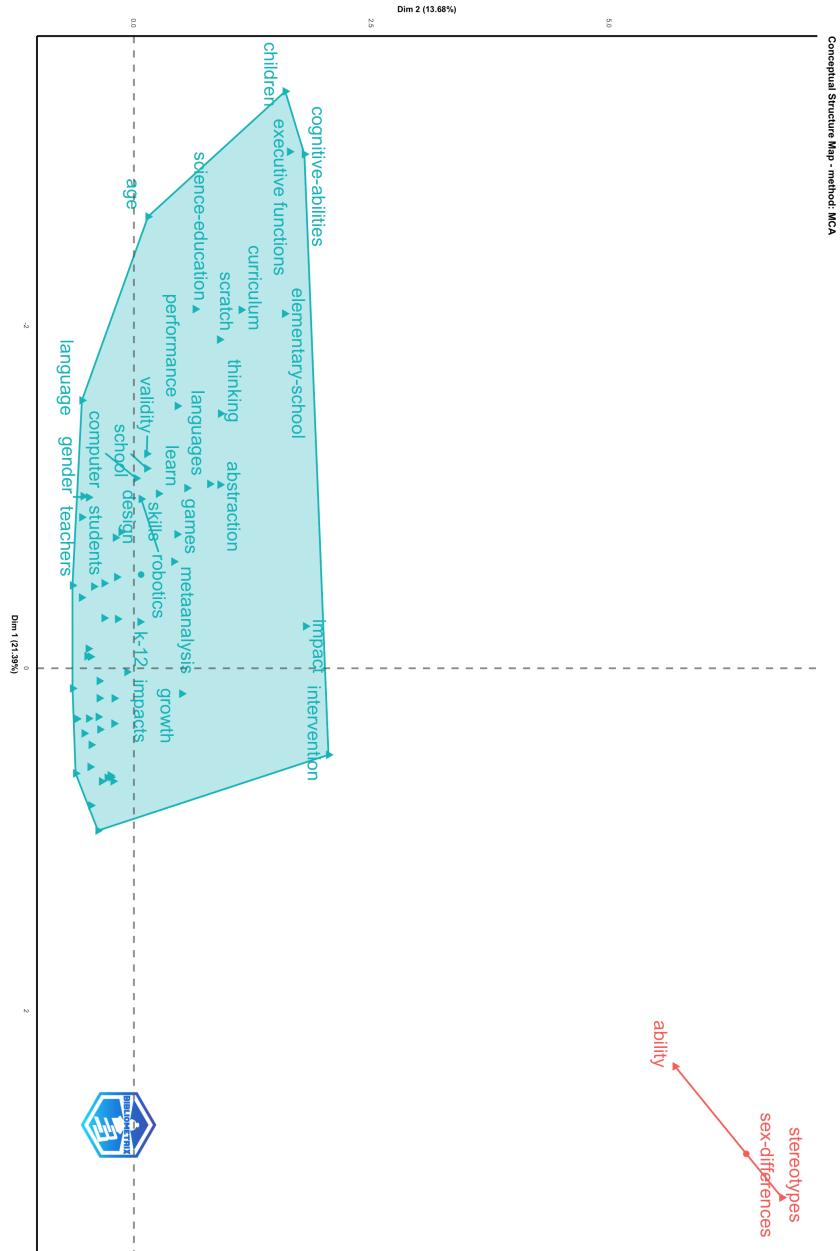


Figura 4.22: Dimensões de variabilidade mais relevantes, nas palavras-chave do *dataset* CD@drb.

Dendrograma de Tópicos O dendrograma de tópicos é uma representação gráfica baseada em análise hierárquica de agrupamento, utilizada para identificar grupos de palavras-chave que compartilham proximidade semântica nos documentos analisados. Esta técnica organiza os termos com base em sua similaridade, permitindo visualizar a estrutura temática da literatura científica por meio de uma árvore hierárquica. Ramos que se unem em níveis mais baixos indicam maior similaridade temática, enquanto junções em níveis mais altos representam maior dissimilaridade.

Na Figura 4.23, observa-se no dendrograma gerado uma linha pontilhada horizontal que marca um ponto de corte que delimita os principais grupos temáticos identificados.

O primeiro grupo, à esquerda do gráfico, é composto por termos como *ability* e *sex-differences*, indicando uma linha de pesquisa voltada a aspectos psicossociais, como estereótipos de gênero e percepção de habilidades em contextos educacionais. Embora esse eixo temático não represente o foco central da computação desplugada, ele mostra preocupações relacionadas à equidade e inclusão, aspectos que também são considerados relevantes na promoção do ensino de computação de forma acessível.

O segundo e maior agrupamento abrange uma ampla variedade de termos, como *executive-functions*, *cognitive-abilities*, *elementary-school*, *curriculum*, *students*, *teachers*, *pedagogical-content-knowledge* e *educational-robotics*. Esse conjunto representa a maior concentração da produção científica analisada e está diretamente relacionado ao uso de metodologias educacionais, incluindo a computação desplugada, no desenvolvimento de habilidades cognitivas, pensamento computacional e aprendizagem de conceitos fundamentais de computação em contextos escolares. A presença de termos como *problem-solving*, *learning* e *curriculum* reforça a importância das estratégias didáticas empregadas para alcançar esses objetivos.

Esse dendrograma evidencia que a computação desplugada é investigada principalmente no contexto escolar, com foco no desenvolvimento de competências cognitivas e pedagógicas. Além disso, ele revela uma interligação entre temas como currículo, mediação docente e ferramentas educacionais — indicando que os estudos da área buscam não apenas explorar os benefícios da computação desplugada, mas também compreender como integrá-la de forma efetiva ao processo de ensino-aprendizagem.

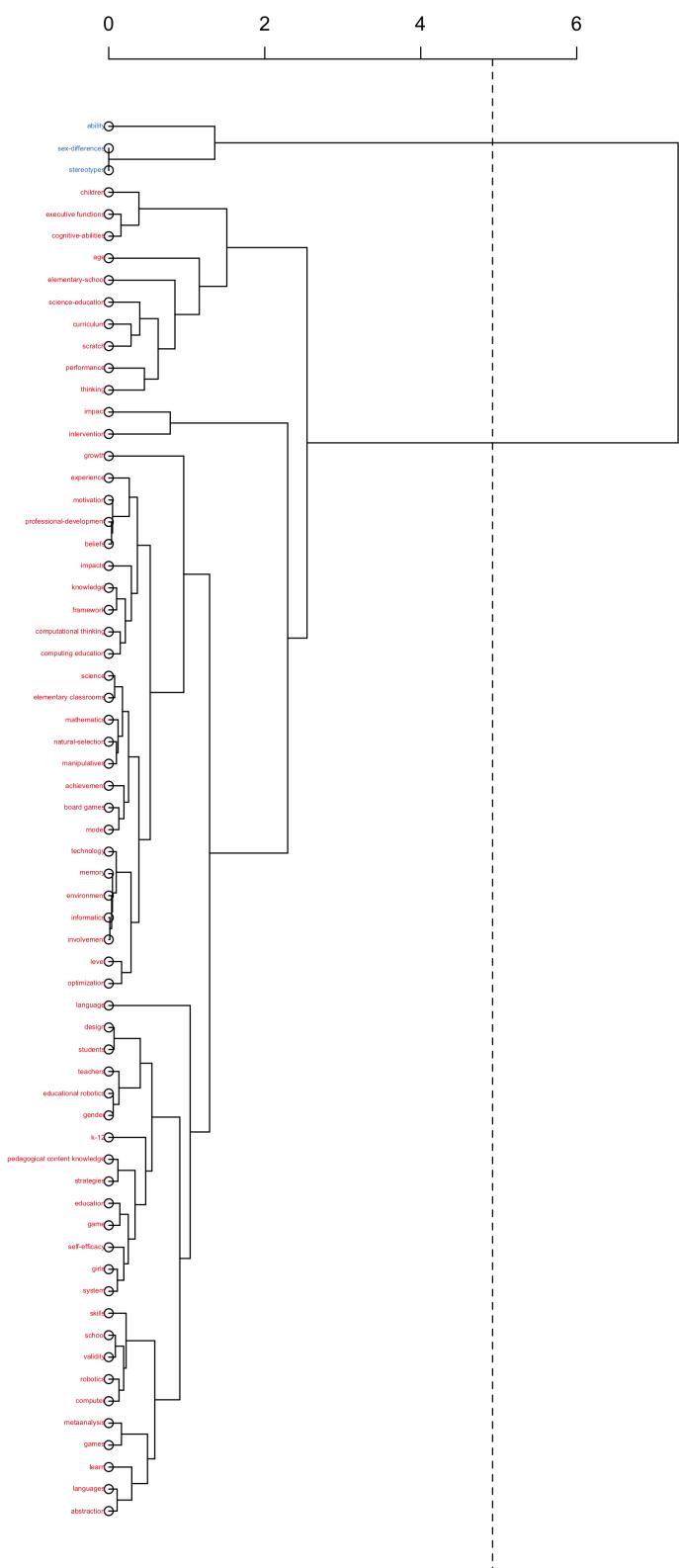


Figura 4.23: Dendograma das dimensões de variabilidade mais relevantes, nas palavras-chave do *dataset CD@drb*.

4.3.8 Estrutura Intelectual do Conhecimento

Redes de Co-citação

A rede de co-citação é uma técnica utilizada na análise bibliométrica para identificar relações entre autores, artigos ou fontes com base na frequência com que são citados em conjunto por outros trabalhos. Quando dois autores ou documentos são citados simultaneamente em diversas publicações, presume-se que compartilham uma conexão temática ou conceitual relevante.

Essa abordagem permite mapear a estrutura intelectual de um campo de estudo, revelando os principais núcleos teóricos e influências acadêmicas. No contexto da computação desplugada, a análise de co-citação é útil para identificar os pesquisadores mais influentes, os artigos de maior impacto e as correntes teóricas que sustentam o desenvolvimento dessa área no ensino de computação.

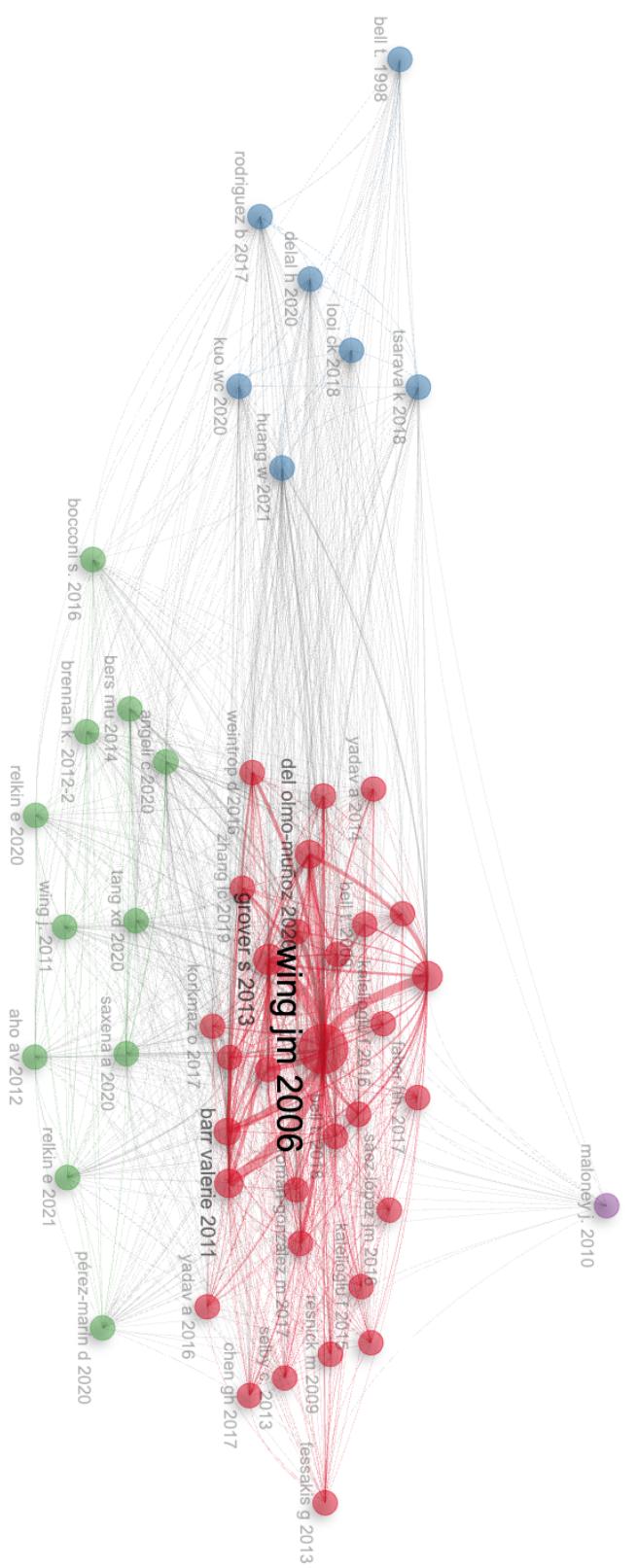


Figura 4.24: Rede de cocitação entre as 50 referências mais presentes no *dataset* CD@drb.

A Figura 4.24 apresenta a rede de co-citação do *dataset* CD@drb. Essa rede evidencia, de maneira visual, as co-citações entre as referências presentes no *dataset*. Analisando o gráfico da figura, é possível observar que Jeannette Wing se destaca, por conta de seu artigo de 2006. Como já visto anteriormente, esse documento é importante no contexto do ensino de pensamento computacional, tornando-se um alicerce nos artigos que tratam de métodos de ensino de computação, incluindo métodos de ensino desplugado. No cluster verde, Angeli C., do ano de 2020, também trata de pensamento computacional, demonstrando a importância desse assunto dentro do *dataset*.

Já no cluster azul, o artigo de Bell et al., do ano de 1998, se destaca como sendo o documento mais importante para a área de computação desplugada, sendo a base para o tema e, até os dias de hoje, utilizado como referência em diversos estudos.

Historiografia

A historiografia em uma análise bibliométrica se refere à compreensão da evolução histórica de um campo de pesquisa ou disciplina, a partir da análise das publicações científicas em um determinado período de tempo. É uma forma de investigar como o conhecimento em uma área se desenvolveu ao longo do tempo, quais foram os principais temas, autores e instituições envolvidas, e como as teorias e conceitos foram sendo modificados ou atualizados. Essa abordagem pode ser útil para entender a dinâmica do desenvolvimento de um campo de pesquisa, as influências que moldaram seu desenvolvimento e as implicações que isso teve para a sociedade em geral. Além disso, pode ajudar a identificar áreas de pesquisa que precisam ser mais exploradas ou que apresentam um potencial significativo para o futuro.

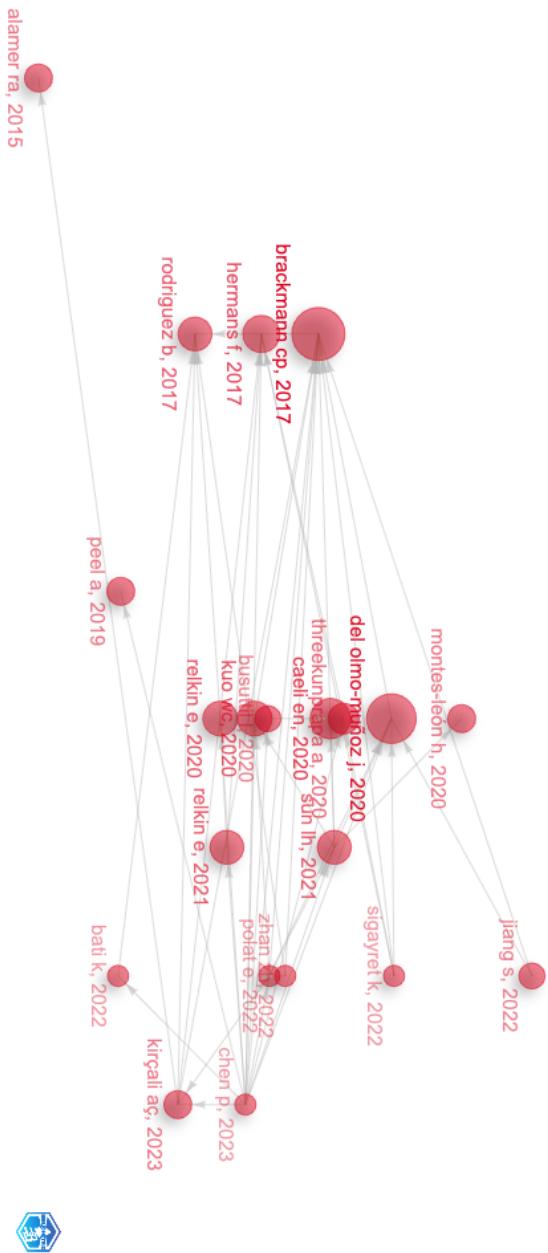


Figura 4.25: Mapa histórico das citações diretas entre os documentos mais evidentes no dataset CD@drb.

A Figura 4.25 apresenta a historiografia do *dataset* CD@drb, evidenciando a evolução temporal e a influência dos documentos mais citados entre si ao longo dos anos. Em 2015, o trabalho de *alamer ra*(ALAMER et al., 2015) aparece como um dos documentos mais antigos do conjunto, ainda com pouca conexão direta com os principais núcleos posteriores, indicando uma contribuição inicial ou paralela ao desenvolvimento do campo.

Já em 2017, destaca-se o artigo de *brackmann cp*(BRACKMANN et al., 2017-11-08), que figura como o documento mais influente da rede. Esse trabalho trata diretamente da aplicação da computação desplugada no ensino fundamental, propondo atividades baseadas em metodologias ativas que não dependem do uso de computadores. Outros trabalhos do mesmo ano, como os de *hermans f*(HERMANS; AIVALOGLOU, 2017) e *rodriguez b*(RODRIGUEZ et al., 2017-03-08), também compõem esse momento inicial de consolidação, discutindo abordagens pedagógicas e o impacto no pensamento computacional.

Em 2019, o trabalho de *peel a*(PEEL; SADLER; FRIEDRICHSEN, 2019-09) aparece como uma ponte entre os estudos anteriores e os que viriam a seguir, possivelmente atuando como revisão ou consolidação de práticas emergentes.

O ano de 2020 marca um pico de produção relevante com forte co-citação, evidenciado por autores como *del olmo-muñoz j*(OLMO-MUÑOZ; CÓZAR-GUTIÉRREZ; GONZÁLEZ-CALERO, 2020-06), *montes-león h*(MONTES-LEÓN et al., 2020), *busutil l*(BUSUTTIL; FORMOSA, 2020) e *kuo wc*(KUO; HSU, 2020). Esses trabalhos refletem um período de maturação do campo, apresentando estudos de caso, análises empíricas e modelos didáticos que integram a computação desplugada de forma estruturada ao currículo escolar. O autor *del olmo-muñoz j*(OLMO-MUÑOZ; CÓZAR-GUTIÉRREZ; GONZÁLEZ-CALERO, 2020-06), em especial, tem destaque central na rede, o que indica que seu trabalho se tornou uma referência para diversos estudos subsequentes.

Nos anos 2021 a 2023, observa-se uma ampliação da discussão, com novos autores como *suh lh, relkin e*(RELIKIN; RUITER; BERS, 2021), *zhan s*(ZHAN et al.,), *polat e*(POLAT; YILMAZ, 2022), *chen p*(CHEN et al., 2023) e *kircali aç*(KIRÇALI; ÖZDENER, 2023) explorando o uso da computação desplugada em diferentes contextos e níveis de ensino. Esses documentos mantêm o foco na eficácia pedagógica da abordagem, abordando temas como inclusão digital, desenvolvimento do pensamento lógico e comparação com métodos tradicionais de ensino.

4.3.9 Estrutura Social do Conhecimento

Rede de Colaboração

As redes de colaboração são ferramentas importantes dentro de uma análise bibliométrica, pois permitem visualizar as conexões entre autores, instituições ou países que trabalham juntos em publicações científicas. Cada nó da rede representa um autor (ou instituição), e as conexões entre eles indicam a existência de ao menos uma publicação em coautoria. Dessa forma, é possível observar quais pesquisadores costumam colaborar entre si e quais são os centros de produção mais relevantes dentro da temática analisada. Esse

tipo de visualização vai além da contagem de publicações, pois evidencia a dinâmica da construção coletiva do conhecimento.

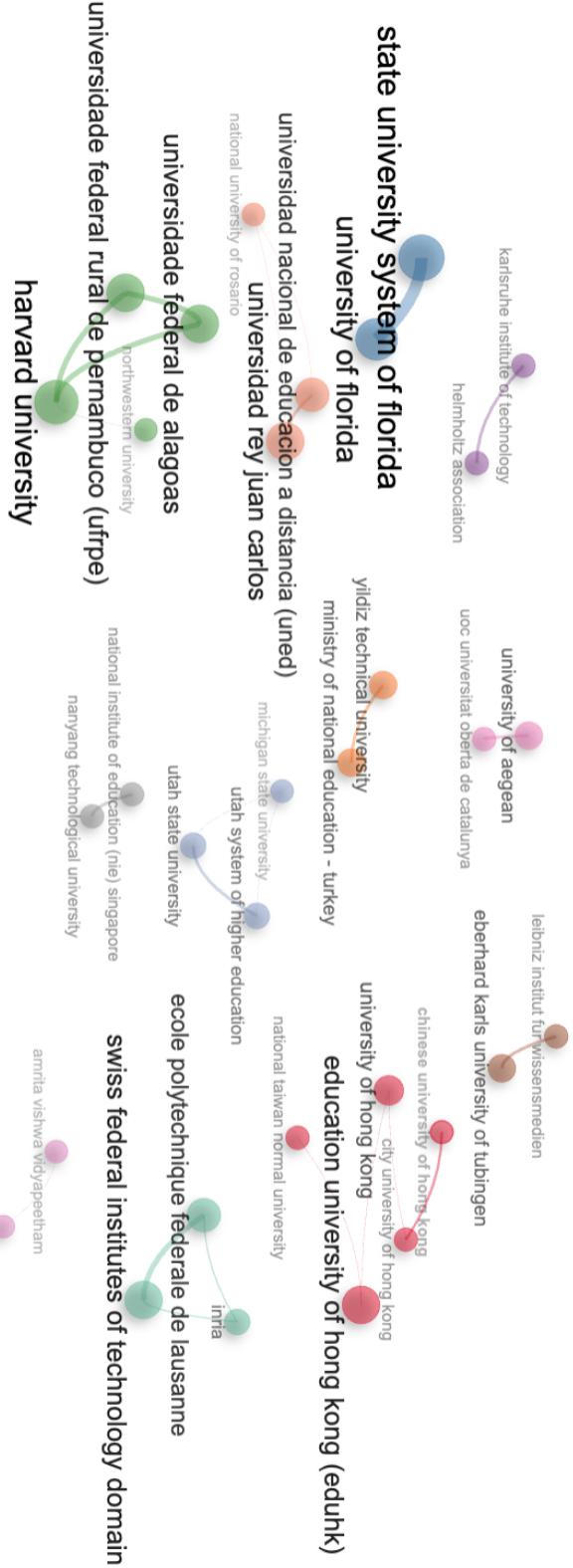


Figura 4.26: Rede de colaboração entre as 50 instituições mais evidentes, no *dataset* CD@drb.

A Figura 4.26 apresenta a rede referente a colaboração entre as universidades. Analisando esta rede infere-se que os clusters formados são separados por instituições que estão presente no mesmo país ou território. Esse fato demonstra que as relações de colaboração entre instituições do mesmo país são muito mais comuns do que relações internacionais.

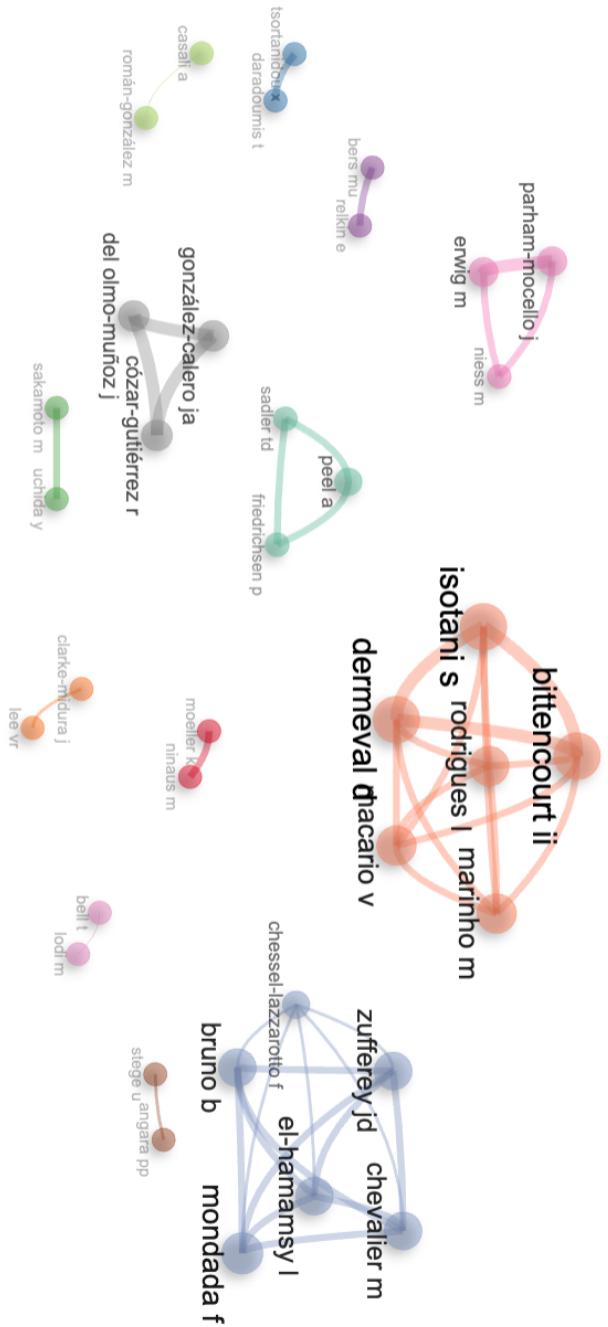


Figura 4.27: Rede de colaboração entre os 50 autores mais evidentes, no *dataset CD@drb*.

A Figura 4.27 apresenta a rede referente a colaboração entre os autores dos artigos presentes no *dataset* CD@drb. Analisando esta rede e julgando pelo sobrenome dos autores infere-se que os cluster formados são separados por autores que estão presentes no mesmo país ou território, reforçando o que demonstrou a figura 4.26 e dmostrando que as relações de colaboração entre os autores tem relação direta com a rede de colaboração entre instituições apresentadas.

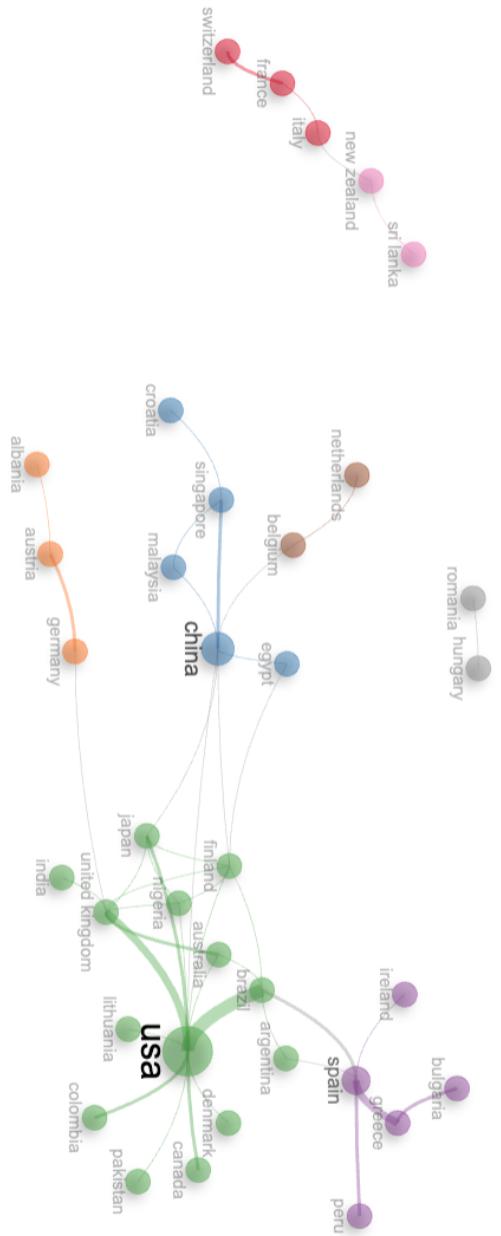


Figura 4.28: Rede de colaboração entre os 50 países evidentes, no *dataset* CD@drb.

A Figura 4.28 apresenta a rede de colaboração entre países no dataset CD@drb.

De maneira geral, é possível perceber uma forte presença de colaborações internacionais formando uma rede mais colaborativa do que a evidenciada nas figuras 4.26 e 4.27.

Um país que mais se destaca é os Estados Unidos. Sua posição central na rede, bem como o número expressivo de conexões com outros países, evidencia um possível papel de liderança e articulação global no desenvolvimento de estudos sobre o tema. Os Estados Unidos mantêm colaborações relevantes com países como Reino Unido, Brasil, Finlândia, Austrália, Nigéria, Japão e Índia.

A China também ocupa uma posição importante na rede, especialmente em sua região. Sua atuação está concentrada em colaborações com países asiáticos, como Malásia, Singapura e Japão, além de outros países como Egito e Croácia.

Outro agrupamento de países é liderado pela Espanha, que mantém colaborações com Grécia, Irlanda, Bulgária e Peru. Esse cluster revela a presença de uma rede europeia e latino-americana articulada em torno de interesses comuns na área, ainda que com menor volume de conexões em comparação aos Estados Unidos.

Há também pequenos núcleos regionais relativamente isolados. França, Suíça e Itália, por exemplo, apresentam colaborações entre si, mas estão desconectadas da rede principal. O mesmo ocorre com Alemanha, Áustria e Albânia, que formam um agrupamento à parte. Países como Romênia e Hungria aparecem de forma isolada, sem vínculos evidentes com os demais países representados na visualização.

No que diz respeito ao Brasil, observa-se uma participação relevante por meio de sua conexão com os Estados Unidos. Essa ligação sugere que parte da produção científica brasileira sobre computação desplugada tem ocorrido em parceria com centros de pesquisa norte-americanos, o que pode indicar tanto uma busca por visibilidade internacional quanto um esforço de cooperação para o fortalecimento da área no país.

4.3.10 WorldMap de Colaboração

Um *WorldMap* de colaboração fornece uma representação visual da distribuição e extensão das colaborações de pesquisa em um campo específico e pode ajudar os pesquisadores a identificar novas oportunidades de colaboração e parceria. O *WorldMap* permite assim visualizar a distribuição geográfica de colaborações entre pesquisadores ou instituições em um determinado campo de estudo. O mapa utiliza de uma abordagem visual para facilitar a localização de pesquisadores ou instituições e as conexões entre eles, com base na coautoria de publicações ou outras formas de colaboração.

Country Collaboration Map

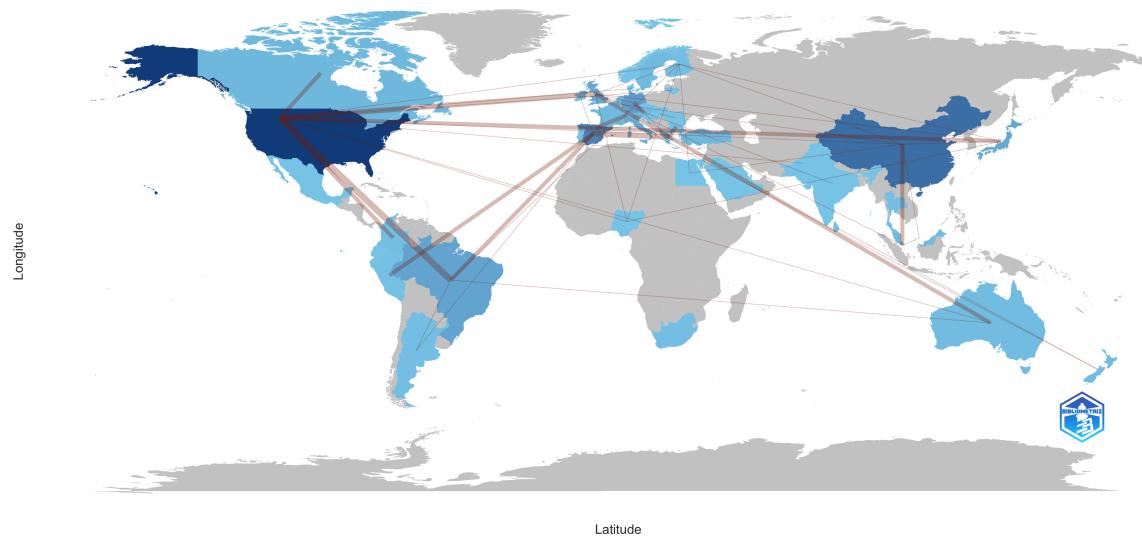


Figura 4.29: Rede de colaboração entre os países mais evidentes, no *dataset* CD@drb.

A Figura 4.29 apresenta o WorldMap de Colaboração entre países do *dataset*. Essa visualização complementa de maneira eficaz a rede de colaboração anteriormente discutida, uma vez que oferece uma perspectiva espacial das conexões observadas.

Nota-se, novamente, o papel central dos Estados Unidos na rede global de colaboração. Representado com tonalidade mais escura no mapa, o país demonstra um alto nível de atividade colaborativa, conectando-se com diversos outros países em praticamente todos os continentes. Suas parcerias são particularmente intensas com países da Europa Ocidental (como Reino Unido, França e Alemanha), da América Latina (com destaque para o Brasil), da Ásia (como China e Índia) e da Oceania (Austrália), o que reforça sua posição de liderança e influência no campo.

A China também aparece como um polo importante de colaboração, com destaque para suas conexões com países asiáticos e europeus, além de sua articulação com os Estados Unidos. Essa posição revela a crescente inserção da China no cenário global da pesquisa em educação computacional, confirmando o que já havia sido identificado na rede de colaboração por grafos.

Outro ponto que chama a atenção é a participação de países latino-americanos, especialmente o Brasil, que figura como um dos principais parceiros em colaborações internacionais. As conexões do Brasil com os Estados Unidos, Europa e Ásia reforçam seu engajamento com a comunidade científica global, mesmo diante das limitações estruturais comumente enfrentadas por países em desenvolvimento.

O mapa também evidencia uma presença significativa de países europeus ocidentais e do norte, como Reino Unido, Alemanha, França e Países Baixos, os quais apresentam múltiplas conexões entre si e com outros continentes. Esses países constituem um núcleo importante de produção científica que se comunicaativamente com diferentes regiões do mundo.

Capítulo 5

Interpretação dos Resultados

O presente capítulo tem como objetivo buscar as interpretações dos dados que foram realizadas no decorrer do Capítulo 4 com o objetivo de responder às questões definidas na Subseção 3.1.3.

5.1 Pergunta 1 — Termos e conceitos mais frequentes

- ”Quais são os principais termos e conceitos abordados na pesquisa sobre materiais desplugados na educação em computação?”

A árvore de co-ocorrência e o *treemap* (Figuras 4.10–4.11) sugerem que seis palavras sustentam o debate sobre materiais desplugados: ***computational thinking, unplugged activities, K-12, robotics, education e skills***. A seguir, cada termo é analisado separadamente.

Computational thinking.

Nos artigos examinados, o termo aparece junto de verbos como “abstrair”, “testar” e “depurar”, o que coloca o alvo pedagógico, na maior parte dos casos, nos níveis *Aplicar* e *Analistar* da Taxonomia de Bloom. Ao focar em lógica antes de código, esses estudos reforçam o eixo de *Pensamento Computacional*, mostrando que o aluno pode chegar a um algoritmo funcional mesmo sem tocar em um teclado. Para isso, muitos autores recorrem a materiais didáticos lúdicos e baratos como cartas numeradas, peças de montar e fichas coloridas que permitem repetir a atividade em várias turmas e contextos.

Unplugged activities.

Esta expressão designa jogos, dramatizações ou desafios de mesa que ensinam conceitos de computação sem o uso de máquinas. O valor principal do formato é a possibilidade de “ver” o algoritmo acontecendo no espaço da sala: os alunos movem fichas ou caminham sobre um tabuleiro, tornando visíveis as etapas de execução. Além de apoiar o raciocínio lógico (eixo *PC*), esse tipo de tarefa convida à conversa sobre regras, cooperação e responsabilidade, pontos centrais do eixo *Cultura Digital*. Quando a turma é chamada a ajustar as regras do jogo para torná-lo mais justo ou eficiente, o trabalho já alcança o nível *Aplicar* de Bloom, pois exige modificar o procedimento e testar a nova versão.

K-12.

A sigla indica que o conteúdo foi pensado para todo o percurso escolar, do jardim de infância ao fim do ensino médio. Nos anos iniciais, predominam ações motoras simples, andar sobre setas, ordenar cartões por cor, metas alinhadas aos níveis *Entender* e *Aplicar*. Mais adiante, os mesmos alunos lidam com problemas maiores, como otimizar rotas ou combinar estruturas de decisão, chegando a *Analizar* ou *Avaliar*. A presença recorrente desse marcador sugere preocupação em adaptar o grau de desafio sem mudar, a cada série, o material didático básico: um tapete quadriculado pode servir tanto para contagem em fileira quanto para buscar o caminho mais curto.

Robotics.

Sempre que esta palavra surge, ela sinaliza a transição do plano simbólico para o físico: o algoritmo passa a controlar motores, luzes ou sensores. O aluno vê a sequência de comandos transformada em ações concretas, construindo a ponte para o eixo *Mundo Digital*. Muitas descrições de aula relatam comparações entre duas ou três programações do mesmo robô — “qual gasta menos bateria?”, “qual faz menos curvas?” — exercícios típicos do nível *Avaliar*. Os kits citados nos artigos são quase sempre de baixo custo ou construídos com peças reaproveitadas, reforçando a ideia de material didático acessível.

Education.

Embora pareça genérico, o termo surge ligado a expressões como “inclusive education” ou “basic education”, destacando a intenção de que o ensino de computação chegue a todas as camadas da escola. Nos relatos, são comuns menções a turmas multisseriadas ou a contextos com poucos recursos tecnológicos; nesse cenário, a atividade desplugada serve como primeiro passo para que cada aluno possa participar. A palavra, portanto, aponta

para o eixo *Cultura Digital*, lembrando que aprender algoritmos também envolve aprender a conviver, compartilhar materiais e respeitar ritmos diferentes de aprendizagem.

Skills.

Quase nunca aparece sozinha. Costuma vir em combinações como “*problem-solving skills*”, “*executive skills*” ou “*collaboration skills*”, indicando que a computação, mesmo sem computador, é vista como meio para desenvolver capacidades que extrapolam a disciplina. As atividades mencionadas pedem diálogo, negociação de regras ou análise de estratégias, mobilizando níveis *Aplicar* e *Analisar* de Bloom. Em termos de material didático, os autores valorizam recursos que possam ser manipulados por grupos como cartas, blocos e tabuleiros fomentando a prática coletiva dessas habilidades.

As seis palavras mais citadas constroem, juntas, um caminho pedagógico coerente: começar pelo raciocínio algorítmico (*computational thinking*), vivenciar a lógica em jogos físicos (*unplugged activities*), ajustar a dificuldade ao longo de toda a vida escolar (*K-12*), transformar idéias em dispositivos reais (*robotics*) e, nesse processo, cultivar atitudes acadêmicas e sociais (*education, skills*). Cada passo se apoia em materiais simples, fáceis de replicar, e dialoga com os eixos da SBC, avançando gradualmente nos níveis da Taxonomia de Bloom do *Entender* ao *Avaliar*.

5.2 Pergunta 2 — Evolução temporal das publicações

- ”Qual é a evolução das publicações científicas relacionadas aos materiais desplugados no ensino de computação ao longo do tempo?”

A curva apresentada na Figura 4.1 reúne, ano a ano, a quantidade de estudos sobre atividades desplugadas publicados entre 2006 e 2024. Quando olhamos com atenção, o gráfico se organiza em quatro momentos, cada qual revelando como as pesquisas foram ampliando foco e profundidade cognitiva.

2006–2011 — primeiros passos.

Os artigos desta fase são poucos e se concentram em introduzir o conceito de algoritmo através de sequências simples. O objetivo pedagógico declarado costuma ficar nos níveis *Lembrar* e *Entender* da Taxonomia de Bloom: alunos recitam passos ou identificam padrões visuais. A ênfase está quase exclusivamente no eixo de *Pensamento Computacional*, pois o desafio maior era explicar “o que é algoritmo” em linguagem acessível.

2012–2016 — crescimento constante.

Com a adoção de conteúdos de computação em alguns currículos estrangeiros, o número de publicações aumenta de forma estável. Autores passam a relatar o uso de dramatizações e jogos de cartas para envolver turmas completas, sinalizando a entrada mais clara do eixo *Cultura Digital*. As metas de aprendizagem começam a alcançar o nível *Aplicar* de Bloom: alunos executam instruções em grupo, testam variações e refletem sobre o resultado.

2017–2020 — salto curricular.

O interesse dá um pulo quando diretrizes nacionais e internacionais oficializam o pensamento computacional na educação básica. No Brasil, cresce a procura por estratégias viáveis em escolas sem laboratórios robustos. Publicações desta fase descrevem sequências didáticas que ligam lógica a temas de convivência, reforçando ainda mais a dimensão social do eixo *Cultura Digital*. Surgem também os primeiros relatos de pequenos robôs ou circuitos de papel, introduzindo o eixo *Mundo Digital*. Muitos trabalhos chegam ao nível *Analisar*: alunos comparam soluções ou discutem eficiência de um procedimento.

2021–2024 — consolidação prática.

A pandemia acelera a busca por atividades off-line, enquanto novas políticas públicas confirmam o ensino de computação. O volume de estudos permanece alto mesmo após a volta das aulas presenciais, indicando interesse consolidado. Relatos descrevem turmas que programam protótipos simples, avaliam consumo de energia ou ajustam sensores, atingindo o nível *Avaliar* e, às vezes, *Criar* na Taxonomia. Aqui, a integração dos três eixos fica evidente: lógica (PC) conduzida em grupo e com discussão ética (CD), finalizando em experimentos que mostram como o algoritmo controla um dispositivo real (MD). As atividades continuam baseadas em materiais de baixo custo.

O trajeto de 2006 a 2024 narra uma história de expansão gradual, guiada por demandas curriculares e pela necessidade de soluções acessíveis. Os estudos começaram apresentando algoritmos, passaram a praticá-los em grupo, exploraram a dimensão social do uso da tecnologia e, finalmente, transformaram ideias em protótipos físicos. Essa sequência repete, no plano da pesquisa, o mesmo caminho que os autores sugerem para a sala de aula: introduzir, praticar, discutir, construir, sempre com o uso de máterias de baixo custo e acessíveis a maioria das escolas.

5.3 Pergunta 3 — Áreas e abordagens educacionais

- ”Quais são as principais áreas e abordagens educacionais em que os materiais desplugados têm sido aplicados?”

Percebe-se que os estudos sobre atividades desplugadas distribuem-se, de modo consistente, em três grandes cenários de aplicação: **Educação Infantil e Anos Iniciais**, **Anos Finais e Ensino Médio** e **Formação Docente**. Isso é evidenciado pela presença recorrente de termos como *elementary-school*, *students*, *teachers*, *curriculum* e *learning* nas análises de palavras-chave (Figura 4.10) e no mapa de análise de correspondência múltipla (Figura 4.22). Além disso, o dendrograma de tópicos (Figura 4.23) reforça essa tendência, agrupando termos que remetem diretamente à prática docente, ao processo de aprendizagem e ao desenvolvimento de habilidades cognitivas, como *executive-functions* e *cognitive-abilities*. A seguir, cada cenário é descrito em detalhes, destacando a forma como se liga aos eixos sugeridos pela SBC (*Pensamento Computacional*, *Cultura Digital*, *Mundo Digital*), aos níveis da Taxonomia de Bloom, e ao uso de materiais didáticos simples e reutilizáveis.

Educação Infantil e Anos Iniciais.

Nos primeiros anos escolares, a literatura privilegia jogos corporais, tapetes quadriculados e cartões ilustrados. O ponto de partida é tornar visível a ideia de sequência: crianças caminham sobre setas, trocam lugares numa fila para simular ordenação ou contam passos para ilustrar repetição. Essas tarefas situam-se nos níveis *Entender* e *Aplicar* de Bloom, pois pedem que o aluno reconheça e execute passos lógicos. A ligação com o eixo de *Pensamento Computacional* é direta; já o eixo de *Cultura Digital* aparece quando os jogos envolvem tomada de decisão em grupo, promovendo respeito a regras e cooperação.

Anos Finais e Ensino Médio.

Com alunos mais velhos, os autores começam a combinar o desplugado com programação visual ou pequenos robôs de baixo custo. Um exemplo recorrente é a sequência didática em que a turma, primeiro, encena um algoritmo de busca em papel e, depois, transforma essa lógica em blocos de código que controlam um carrinho. Aqui, o trabalho avança para os níveis *Analizar* e *Avaliar*: os estudantes compararam duas rotas ou medem o tempo gasto por diferentes soluções. O eixo de *Mundo Digital* ganha força, pois o algoritmo passa a conversar com sensores, atuadores e dados coletados pelo próprio aparelho.

Formação Docente.

Quase um em cada seis artigos tem como foco professores em serviço ou em formação inicial. As abordagens mais citadas são oficinas de design de jogos desplugados e *micro-teaching* (ensinar uma pequena lição para colegas). O objetivo é aumentar a autoconfiança de docentes que não têm formação em computação, mostrando que é possível ensinar algoritmos com recursos cotidianos. Nas descrições, os participantes revisam as próprias criações, atingindo o nível *Avaliar* e, em alguns casos, *Criar*. Esse processo reforça os eixos de *Pensamento Computacional* (ao planejar a lógica de cada jogo) e de *Cultura Digital* (ao refletir sobre inclusão e linguagem acessível).

Os três cenários revelam um percurso pedagógico que se ajusta à idade e à experiência do público:

1. nos anos iniciais, atividades físicas concretas introduzem a lógica;
2. nos anos finais, a mesma lógica é transferida para dispositivos simples, exigindo análise e avaliação;
3. para os professores, oficinas mostram como planejar e refinar essas práticas de forma autônoma.

Ao longo desse percurso, o trabalho desloca-se do eixo de *Pensamento Computacional* para incorporar, primeiro, valores de *Cultura Digital* e, depois, aspectos do *Mundo Digital*, sempre usando materiais didáticos acessíveis que podem ser reutilizados em diferentes contextos escolares.

5.4 Pergunta 4 — Quem produz, com quem colabora e qual o impacto dos estudos?

- ”Qual é a estrutura social da comunidade acadêmica que investiga o uso de materiais desplugados no ensino de computação?”

Os quadros de autoria, institucionalidade e internacionalização apresentados nas Seções 4.3.4–4.3.10 revelam que a literatura sobre material didático desplugado segue a dinâmica típica descrita pela Bibliometria, uma produção altamente concentrada em poucos atores de grande visibilidade, conforme previsto pela Lei de Lotka. A seguir, destaca-se três camadas dessa estrutura (autores, instituições e países) e sua relação com os eixos sugeridos pela SBC.

Autores

A Tabela 4.2 mostra que *Yang WP*, *Bers MU* e *Bittencourt II* reúnem, juntos, 12 publicações e somam mais de 240 citações globais. O padrão “*poucos publicam muito*” enquadra-se na distribuição $1/n^2$ postulada por Lotka, sinalizando um núcleo de especialistas que impulsiona o campo.

Instituições

A Figura 4.5 indica que o *Swiss Federal Institutes of Technology Domain* lidera com 13 artigos, seguido por *Eberhard Karls Universität Tübingen* e *École Polytechnique Fédérale de Lausanne*, ambas com 11. Essas universidades europeias formam um cluster de alta densidade que articula pesquisa em *computação desplugada* a projetos de robótica de baixo custo. A centralidade institucional reforça a importância de ambientes com infraestrutura mínima, mas forte tradição em colaboração interdisciplinar — requisito apontado pelos padrões ISTE para educadores.

Países — um mapa de parcerias Norte–Sul.

O WorldMap de colaboração (Figura 4.28) confirma a hegemonia dos Estados Unidos (111 publicações), mas expõe uma rede cada vez mais policêntrica: China (78) e Espanha (46) despontam como hubs asiático e europeu, enquanto o Brasil ocupa a quarta posição (35) e se conecta a parceiros de todos os continentes. Essa malha ilustra o eixo *Cultura Digital*: produzir ciência em diálogo global e, ao mesmo tempo, adaptar materiais a realidades locais.

A análise de citações (Tabela 4.7) reforça o argumento: embora os EUA concentrem o maior volume absoluto (662), países como Turquia exibem a maior média de citações por artigo (20,5), evidenciando a qualidade de estudos que partem de contextos periféricos, mas dialogam com questões de inclusão e acessibilidade, temas centrais quando se fala em levar computação a escolas com recursos limitados.

Portanto sobre a estrutura social e acadêmica podemos destacar três pontos:

1. Um grupo enxuto de autores de alta produtividade, responsável por legitimar metodologias e instrumentos — fenômeno previsto pela teoria bibliométrica.
2. Poucas, porém robustas, instituições europeias que funcionam como polos de pesquisa aplicada, conectando *Pensamento Computacional* a artefatos do *Mundo Digital*.

3. Uma rede internacional que troca boas práticas e responde às demandas da *Cultura Digital* escolar, equilibrando volume (EUA, China) e impacto (Turquia, Dinamarca).

Ao articular esses achados com os fundamentos teóricos, eixos da SBC, competências de pensamento computacional, leis bibliométricas e padrões de formação docente, conclui-se que a pesquisa em materiais desplugados avança quando consegue *acoplar produção concentrada, colaboração distribuída e impacto educacional*, transformando resultados acadêmicos em práticas acessíveis para salas de aula ao redor do mundo.

Capítulo 6

Considerações Finais

Neste capítulo, serão abordadas as considerações finais que incluem a conclusão da pesquisa realizada, bem como recomendações para trabalhos futuros que podem ser realizados.

6.1 Conclusões

O desenvolvimento deste trabalho partiu de um interesse em compreender como o ensino de computação pode se adaptar a diferentes contextos, especialmente àqueles onde o acesso à tecnologia ainda é limitado. A ideia de ensinar computação sem o uso direto de computadores, por meio de materiais desplugados, sempre me pareceu uma proposta criativa, acessível e socialmente relevante. Foi esse interesse que me motivou a investigar, com mais profundidade, como essa abordagem vem sendo explorada na literatura científica.

Ao longo do processo, pude conhecer uma área de pesquisa que, embora ainda em desenvolvimento, já revela uma produção consistente e comprometida com a transformação educacional. Realizar uma análise bibliométrica foi, para mim, um desafio inédito. Nunca havia utilizado esse tipo de método, mas descobri nele uma ferramenta poderosa para entender a organização e a evolução de um campo de estudos. A bibliometria vai além de gráficos e números — ela nos mostra onde estão os esforços, os interesses, as conexões e, principalmente, as lacunas que ainda precisam ser preenchidas.

O que mais me marcou durante a realização deste trabalho foi perceber a força social da computação desplugada. Ela rompe com a ideia de que aprender computação exige, necessariamente, acesso a computadores. Essa constatação é fundamental em um país como o Brasil, e em tantos outros lugares do mundo onde a infraestrutura tecnológica ainda não alcança todas as escolas ou comunidades. A computação desplugada, ao utilizar materiais simples e estratégias acessíveis, permite que qualquer estudante, independentemente

mente de sua realidade socioeconômica, possa desenvolver o pensamento computacional, uma forma de pensar que favorece a resolução de problemas, a organização de ideias e a tomada de decisões de forma lógica e estruturada. Esse tipo de pensamento é valioso não apenas para futuros programadores, mas para qualquer cidadão.

Durante a análise, ficou evidente que pesquisadores de várias partes do mundo vêm se debruçando sobre o tema, buscando compreender e aprimorar formas de ensinar computação de maneira mais inclusiva. A rede de colaborações entre países, os principais termos pesquisados, os contextos de aplicação das atividades desplugadas, tudo isso reforça a ideia de que esse é um movimento global e necessário.

Naturalmente, o trabalho também enfrentou limitações. Esta foi minha primeira experiência com análise bibliométrica, e isso representou um desafio em diversos aspectos. Aprender a utilizar a ferramenta Biblioshiny, compreender os diferentes tipos de gráficos e suas interpretações, definir uma query de busca coerente e, principalmente, transformar as análises geradas em reflexões significativas foram etapas que exigiram tempo, esforço e aprendizado constante. Além disso, a base de dados utilizada, por mais rica que seja, está restrita aos artigos indexados na *Web of Science*, o que significa que parte da produção acadêmica — especialmente aquela publicada em periódicos locais, eventos regionais ou em outros idiomas — pode ter ficado de fora da análise. Ainda assim, acredito que os dados tratados oferecem uma visão bastante representativa da evolução e das tendências do campo.

Além de aprender mais sobre o tema, este trabalho representou para mim uma jornada de crescimento pessoal e acadêmico. Enfrentei dificuldades em muitos momentos, desde a criação da base de dados até a interpretação dos resultados mais técnicos, mas cada obstáculo vencido trouxe aprendizado e amadurecimento. A metodologia da análise bibliométrica, com suas ferramentas e gráficos, exigi paciência e atenção, mas revelou-se extremamente útil para mapear um campo que está em constante transformação.

6.2 Trabalhos Futuros

Um possível próximo passo seria o desenvolvimento de materiais desplugados que pudessem ser utilizados para o ensino de conceitos computacionais e para o desenvolvimento do pensamento computacional, voltados ao ensino de computação para alunos do ensino fundamental. A partir das análises realizadas neste trabalho, foram obtidas respostas e identificados documentos que podem contribuir para a construção desses materiais, de forma que sejam inclusivos, lúdicos e educativos.

Referências Bibliográficas

ALAMER, R. A. et al. Programming unplugged: Bridging CS unplugged activities gap for learning key programming concepts. In: *2015 Fifth International Conference on e-Learning (econf)*. Manama, Bahrain: IEEE, 2015. p. 97–103. ISBN 9781467394314. Acesso em: 29 mai. 2025. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/7478218/>>. 93

ANDERSON, L. W. *Rethinking Bloom's Taxonomy: Implications for Testing and Assessment*. Columbia, SC, USA, 1999. 25 p. Acesso em: 09 ago. 2025. Disponível em: <<https://eric.ed.gov/?id=ED435630>>. 9

ANDERSON, L. W. (Ed.). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Abridged ed., [nachdr.]. New York Munich: Longman, 2009. ISBN 978-0-321-08405-7 978-0-8013-1903-7. 7, 8, 9

BANKS, J. A. *An introduction to multicultural education*. 5. ed. ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education, 2014. ISBN 978-0-13-269633-3. 8

BARR, V.; STEPHENSON, C. Bringing computational thinking to k-12: What is involved and what is the role of the computer science education community? *ACM Inroads*, Association for Computing Machinery, v. 2, n. 1, p. 48–54, 2011. ISSN 2153-2184, 2153-2192. Acesso em: 07 ago. 2025. Disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/10.1145/1929887.1929905>>. 35

BATI, K. A systematic literature review regarding computational thinking and programming in early childhood education. *Education and Information Technologies*, v. 27, n. 2, p. 2059–2082, 2022. ISSN 1573-7608. Acesso em: 21 fev. 2025. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10639-021-10700-2>>. 45

BELL, T. et al. Computer science unplugged: school students doing real computing without computers. *The New Zealand Journal of Applied Computing and Information Technology*, v. 13, 2009. Acesso em: 07 ago. 2025. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/266882704>>. 1, 18, 36

BELL, T.; WITTEN, I. H.; FELLOWS, M. *Computer Science Unplugged: Off-line Activities and Games for All Ages*. Christchurch, New Zealand: University of Canterbury, 1998. v. 1. 18

BELL, T.; WITTEN, I. H.; FELLOWS, M. *Computer Science Unplugged: Off-line Activities and Games for All Ages*. 2. ed. Christchurch, New Zealand: Computer Science Unplugged Project, 2011. 18

BLOOM, B. S. *Taxonomy of Educational Objectives: Handbook I – Cognitive Domain*. New York: David McKay Company, 1956. 7, 8, 15

BORNMANN, L.; MARX, W. The proposal of a broadening of perspective in evaluative bibliometrics by complementing the times cited with a cited reference analysis. *Journal of Informetrics*, Elsevier, v. 7, n. 1, p. 84–88, 2013. ISSN 1751-1577. Acesso em: 08 ago. 2025. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.joi.2012.09.003>>. 49

BRACKMANN, C. P. et al. Development of computational thinking skills through unplugged activities in primary school. In: *Proceedings of the 12th Workshop on Primary and Secondary Computing Education*. Nijmegen Netherlands: ACM, 2017–11–08. p. 65–72. ISBN 9781450354288. Acesso em: 12 fev. 2025. Disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/10.1145/3137065.3137069>>. 36, 45, 94

BRAGA, J. C. *Objetos de Aprendizagem Volume 1 - Introdução e Fundamentos*. Santo André - SP: Editora da UFABC, 2014. v. 1. (Inteligência em Tecnologias Educacionais e Recursos Acessíveis, v. 1). ISBN 978-85-68576-03-8. 11

BRAGA, J. C. S. Objeto de aprendizagem: aspectos teóricos, metodológicos e tecnológicos. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 21, n. 1, p. 117–132, 2013. 11, 13

BRAGA, J. V. *Repositórios de objetos de aprendizagem para o ensino de ciências e mediação por tecnologias da informação e comunicação*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Estadual de Goiás, 2019. Acesso em: 30 jul. 2025. Disponível em: <<http://www.bdtd.ueg.br/handle/tede/110>>. 11

BRENNAN, K.; RESNICK, M. New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In: AMERICAN EDUCATIONAL RESEARCH ASSOCIATION. *Proceedings of the 2012 Annual Meeting of the American Educational Research Association*. Vancouver, 2012. v. 1, p. 1–25. 17

BRINT, S.; CANTWELL, A. M. Undergraduate time use and academic outcomes: Results from the university of california undergraduate experiences survey 2006. *Teachers College Record*, v. 112, n. 9, p. 2441–2470, 2010. ISSN 0161-4681. Acesso em: 05 ago. 2025. Disponível em: <<https://www.tcrecord.org/Content.asp?ContentId=16085>>. 44

BRUSILOVSKY, P.; MILLÁN, E. User models for adaptive hypermedia and adaptive educational systems. In: BRUSILOVSKY, P.; KOBSA, A.; NEJDL, W. (Ed.). *The Adaptive Web: Methods and Strategies of Web Personalization*. Berlin, Heidelberg: Springer, 2007, (Lecture Notes in Computer Science, v. 4321). p. 3–53. 16

BRÉZILLON, P. *Proceedings of the 14th annual ACM SIGCSE conference on Innovation and technology in computer science education*. New York, NY: ACM, 2009. (ACM Digital Library). ISBN 978-1-60558-381-5. 48

BUSUTTIL, L.; FORMOSA, M. Teaching computing without computers: Unplugged computing as a pedagogical strategy. *Informatics in Education*, Vilnius University, v. 19, n. 2, p. 189–204, 2020. Acesso em: 08 ago. 2025. Disponível em: <<https://doi.org/10.15388/infedu.2020.10>>. 94

CAELI, E. N.; YADAV, A. Unplugged approaches to computational thinking: a historical perspective. *TechTrends*, v. 64, n. 1, p. 29–36, 2020. ISSN 1559-7075. Acesso em: 21 fev. 2025. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11528-019-00410-5>>. 45

CHEN, P. et al. Fostering computational thinking through unplugged activities: A systematic literature review and meta-analysis. *International Journal of STEM Education*, v. 10, n. 1, p. 47, 2023. ISSN 2196-7822. Acesso em: 29 mai. 2025. Disponível em: <<https://stemeducationjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40594-023-00434-7>>. 94

CLARK, R. C.; MAYER, R. E. *E-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning*. Fourth. Hoboken, NJ, EUA: Wiley, 2016. 15

Computer Science Education Research Group. *Computer Science without a computer*. 2023. Acesso em: 08 ago. 2025. Disponível em: <<https://www.csunplugged.org/en/>>. 17

CROMPTON, H. *ISTE standards for educators: a guide for teachers and other professionals*. 1. edition. ed. Eugene, Oregon: International Society for Technology in Education, 2017. ISBN 978-1-56484-395-1. 5

DOWNES, S. Learning objects: Resources for distance education worldwide. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, Athabasca University Press, v. 2, n. 1, 2001. ISSN 1492-3831. Acesso em: 08 ago. 2025. Disponível em: <<https://doi.org/10.19173/irrodl.v2i1.32>>. 16

EL-HAMAMSY, L. et al. A computer science and robotics integration model for primary school: evaluation of a large-scale in-service k-4 teacher-training program. *Education and Information Technologies*, Dordrecht, Netherlands, v. 26, n. 3, p. 2445–2475, 2021. ISSN 1573-7608. Acesso em: 21 fev. 2025. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10639-020-10355-5>>. 47

FERRAZ, A. P. D. C. M.; BELHOT, R. V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. *Gestão & Produção*, São Carlos, Brazil, v. 17, n. 2, p. 421–431, 2010. ISSN 0104-530X. Acesso em: 23 nov. 2024. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0104-530X2010000200015>>. 7, 9

FERRETTI, R. P.; MACARTHUR, C. D.; OKOLO, C. M. Teaching for Historical Understanding in Inclusive Classrooms. *Learning Disability Quarterly*, Thousand Oaks, CA, USA, v. 24, n. 1, p. 59–71, fev. 2001. ISSN 0731-9487, 2168-376X. Acesso em: 24 nov. 2024. Disponível em: <<http://journals.sagepub.com/doi/10.2307/1511296>>. 8

FONSECA, E. N. D. *Bibliometria: Teoria E Pratica*. São Paulo, Brazil: Editora Cultrix, 1970. ISBN 978-85-316-0034-0. 2

FRIESEN, N. *Interoperability of Learning Objects: SCORM and Beyond*. Englewood, Colorado, USA: Educational Technology Publications, 2005. 16

GROVER, S.; PEA, R. Computational Thinking in K–12: A Review of the State of the Field. *Educational Researcher*, v. 42, n. 1, p. 38–43, jan. 2013. ISSN 0013-189X, 1935-102X. Acesso em: 09 dez. 2024. Disponível em: <<http://journals.sagepub.com/doi/10.3102/0013189X12463051>>. 17, 35

GUSKEY, T. R. Benjamin s. bloom's contributions to curriculum, instruction, and school learning. *Educational Researcher*, Washington, DC, USA, v. 30, n. 7, p. 4–9, 2001. Acesso em: 07 ago. 2025. Disponível em: <<https://doi.org/10.3102/0013189X030007004>>. 7

GUZDIAL, M. Education paving the way for computational thinking. *Communications of the ACM*, v. 51, n. 8, p. 25–27, ago. 2008. ISSN 0001-0782, 1557-7317. Acesso em: 09 dez. 2024. Disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/10.1145/1378704.1378713>>. 17

HANUS, M. D.; FOX, J. Assessing the effects of gamification in the classroom: A longitudinal study on intrinsic motivation, social comparison, satisfaction, effort, and academic performance. *Computers & Education*, v. 80, n. 1, p. 152–161, jan. 2015. ISSN 0360-1315. Acesso em: 09 fev. 2025. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360131514002000>>. 31

HERMANS, F.; AIVALOGLOU, E. To scratch or not to scratch?: A controlled experiment comparing plugged first and unplugged first programming lessons. In: *Proceedings of the 12th Workshop on Primary and Secondary Computing Education*. Nijmegen Netherlands: ACM, 2017. p. 49–56. ISBN 9781450354288. Acesso em: 29 mai. 2025. Disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/10.1145/3137065.3137072>>. 94

HSU, T.-C.; CHANG, S.-C.; HUNG, Y.-T. How to learn and how to teach computational thinking: Suggestions based on a review of the literature. *Computers & Education*, Amsterdam, Netherlands, v. 126, p. 296–310, 2018. ISSN 0360-1315. Acesso em: 12 fev. 2025. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.004>>. 35

HSU, T.-C.; LIANG, Y.-S. Simultaneously improving computational thinking and foreign language learning: Interdisciplinary media with plugged and unplugged approaches. *Journal of Educational Computing Research*, Thousand Oaks, CA, USA, v. 59, n. 6, p. 1184–1207, 2021. ISSN 0735-6331, 1541-4140. Acesso em: 21 fev. 2025. Disponível em: <<https://doi.org/10.1177/0735633121992480>>. 47

HUANG, W.; LOOI, C.-K. A critical review of literature on “unplugged” pedagogies in k-12 computer science and computational thinking education. *Computer Science Education*, v. 31, n. 1, p. 83–111, 2021. ISSN 0899-3408, 1744-5175. Acesso em: 07 ago. 2025. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/08993408.2020.1789411>>. 18

JIANG, S.; WONG, G. K. W. Exploring age and gender differences of computational thinkers in primary school: A developmental perspective. *Journal of Computer Assisted Learning*, v. 38, n. 1, p. 60–75, fev. 2022. ISSN 0266-4909, 1365-2729. Acesso em: 21 fev. 2025. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jcal.12591>>. 48

JOHNSON, S. *Digital tools for teaching: 30 e-tools for collaborating, creating, and publishing across the curriculum*. Gainesville, Fla: Maupin House Pub, 2011. ISBN 978-1-934338-84-1. 14

KELLY, B.; PHIPPS, L.; SWIFT, E. Developing a Holistic Approach for E-Learning Accessibility. *Canadian Journal of Learning and Technology / La revue canadienne de l'apprentissage et de la technologie*, v. 30, n. 3, out. 2004. ISSN 1499-6685, 1499-6677. Acesso em: 12 ago. 2025. Disponível em: <<http://www.cjlt.ca/index.php/cjlt/article/view/26513>>. 16

KIRÇALI, A. ; ÖZDENER, N. A comparison of plugged and unplugged tools in teaching algorithms at the k-12 level for computational thinking skills. *Technology, Knowledge and Learning*, Dordrecht, Netherlands, v. 28, n. 4, p. 1485–1513, 2023. ISSN 2211-1662, 2211-1670. Acesso em: 29 mai. 2025. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10758-021-09585-4>>. 94

KRASILCHIK, M. Inovação no ensino de ciências. In: GARCIA, W. E. (Ed.). *Inovação educacional no Brasil: problemas e perspectivas*. São Paulo, Brazil: Cortez, 1980. p. 164–180. 12

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino de ciências. *São Paulo em Perspectiva*, v. 14, n. 1, p. 85–93, 2000. 12

KRATHWOHL, D. R. A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. *Theory Into Practice*, New York, USA, v. 41, n. 4, p. 212–218, nov. 2002. ISSN 0040-5841, 1543-0421. Acesso em: 23 nov. 2024. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1207/s15430421tip4104_2>. 8, 9

KUO, W.-C.; HSU, T.-C. Learning computational thinking without a computer: How computational participation happens in a computational thinking board game. *The Asia-Pacific Education Researcher*, Singapore, v. 29, n. 1, p. 67–83, 2020. ISSN 2243-7908. Acesso em: 21 fev. 2025. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s40299-019-00479-9>>. 45, 94

LIMBACH, B.; WAUGH, W. Critical thinking framework for any discipline. *Inquiry: Critical Thinking Across the Disciplines*, Buffalo, NY, USA, v. 21, n. 1, p. 39–45, 2006. Acesso em: 07 ago. 2025. Disponível em: <<https://digitalcommons.buffalostate.edu/inquiry/vol21/iss1/4>>. 8

LUO, F.; ANTONENKO, P. D.; DAVIS, E. C. Exploring the evolution of two girls' conceptions and practices in computational thinking in science. *Computers & Education*, v. 146, p. 103759, 2020. ISSN 0360-1315. Acesso em: 21 fev. 2025. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131519303124>>. 45

LÉVY, P. *O que é o virtual?* São Paulo, Brazil: Editora 34, 1996. ISBN 978-85-7326-036-6. 12

MALONEY, J. et al. The scratch programming language and environment. *ACM Transactions on Computing Education*, v. 10, n. 4, p. 1–15, nov. 2010. ISSN 1946-6226. Acesso em: 09 dez. 2024. Disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/10.1145/1868358.1868363>>. 17

MARX, W. et al. Detecting the historical roots of research fields by reference publication year spectroscopy (rpys). *Journal of the Association for Information Science and Technology*, v. 65, n. 4, p. 751–764, 2014. ISSN 2330-1635, 2330-1643. Acesso em: 08 abr. 2025. Disponível em: <<https://asistd.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/asi.23089>>. 49

MENDES, R. M.; SOUZA, V. I.; CAREGNATO, S. E. A propriedade intelectual na elaboração de objetos de aprendizagem. In: *Anais do 5º Encontro Nacional de Ciência da Informação*. Salvador, Brasil: UFBA, 2004. Acesso em: 07 ago. 2025. Disponível em: <http://www.cinform.ufba.br/v_anais/artigos/rozimaramendes.html>. 15

MERRILL, M. D. First principles of instruction. *Educational Technology Research and Development*, v. 50, n. 3, p. 43–59, 2002–09. ISSN 1042-1629, 1556-6501. Acesso em: 08 ago. 2025. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/BF02505024>>. 15

MONTES-LEÓN, H. et al. Improving computational thinking in secondary students with unplugged tasks. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, v. 21, p. 12, 2020. ISSN 2444-8729. Acesso em: 29 mai. 2025. Disponível em: <<https://revistas.usal.es/index.php/eks/article/view/eks20202124>>. 94

MOSELEY, D. (Ed.). *Frameworks for thinking: a handbook for teaching and learning*. Cambridge, UK ; New York: Cambridge University Press, 2005. OCLC: ocm61702421. ISBN 978-0-521-84831-2 978-0-521-61284-5. 8

OLMO-MUÑOZ, J. D.; CÓZAR-GUTIÉRREZ, R.; GONZÁLEZ-CALERO, J. A. Computational thinking through unplugged activities in early years of primary education. *Computers & Education*, v. 150, p. 103832, 2020–06. ISSN 03601315. Acesso em: 12 fev. 2025. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360131520300348>>. 35, 44, 46, 94

OTTERBORN, A.; SCHÖNBORN, K. J.; HULTÉN, M. Investigating preschool educators' implementation of computer programming in their teaching practice. *Early Childhood Education Journal*, v. 48, n. 3, p. 253–262, 2020. ISSN 1573-1707. Acesso em: 21 fev. 2025. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10643-019-00976-y>>. 48

PEEL, A.; SADLER, T. D.; FRIEDRICHSEN, P. Learning natural selection through computational thinking: Unplugged design of algorithmic explanations. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 56, n. 7, p. 983–1007, 2019–09. ISSN 0022-4308, 1098-2736. Acesso em: 21 fev. 2025. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/tea.21545>>. 44, 46, 94

Ph.D. candidate, Institute for Innovative Learning, Mahidol University, Thailand, arin-chaya.thr@gmail.com et al. Unplugged coding using flowblocks for promoting computational thinking and programming among secondary school students. *International Journal of Instruction*, v. 13, n. 3, p. 207–222. ISSN 1694609X, 13081470. Acesso em: 21 fev. 2025. Disponível em: <http://www.e-iji.net/dosyalar/iji_2020_3_14.pdf>. 48

POLAT, E.; YILMAZ, R. M. Unplugged versus plugged-in: examining basic programming achievement and computational thinking of 6th-grade students. *Education*

and Information Technologies, v. 27, n. 7, p. 9145–9179, 2022. ISSN 1360-2357, 1573-7608. Acesso em: 29 mai. 2025. Disponível em: <<https://link.springer.com/10.1007/s10639-022-10992-y>>. 94

POLSANI, P. Use and abuse of reusable learning objects. *Journal of Digital Information*, v. 3, 2003. 16

RELKIN, E.; RUITER, L. de; BERS, M. U. TechCheck: Development and validation of an unplugged assessment of computational thinking in early childhood education. *Journal of Science Education and Technology*, v. 29, n. 4, p. 482–498, 2020. ISSN 1573-1839. Acesso em: 21 fev. 2025. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10956-020-09831-x>>. 45

RELKIN, E.; RUITER, L. E. de; BERS, M. U. Learning to code and the acquisition of computational thinking by young children. *Computers & Education*, v. 169, p. 104222, 2021. ISSN 0360-1315. Acesso em: 21 fev. 2025. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131521000993>>. 45, 94

RIBEIRO, L. Ensino de computação na educação básica: as diretrizes da sbc. *Computação Brasil*, n. 41, p. 6–9, 2019. ix, 4, 18

RICH, K. M.; YADAV, A.; LARIMORE, R. A. Teacher implementation profiles for integrating computational thinking into elementary mathematics and science instruction. *Education and Information Technologies*, v. 25, n. 4, p. 3161–3188, 2020–07–01. ISSN 1573-7608. Acesso em: 21 fev. 2025. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10639-020-10115-5>>. 44, 46

RODRIGUEZ, B. et al. Assessing computational thinking in CS unplugged activities. In: *Proceedings of the 2017 ACM SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2017–03–08. (SIGCSE '17), p. 501–506. ISBN 9781450346986. Acesso em: 20 fev. 2025. Disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/10.1145/3017680.3017779>>. 46, 94

SANTOS, A. J. D. O. S.; SANTANA, K. C.; PEREIRA, C. P. Computação divertida: o ensino da computação através das estratégias de computação desplugada para crianças do ensino fundamental. In: *Anais do XXXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2020)*. Brasil: Sociedade Brasileira de Computação. p. 1443–1452. Acesso em: 08 ago. 2025. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/sbie/article/view/12900>>. 18

SANTOS, W. O. d. et al. Computação desplugada: Um mapeamento sistemático da literatura nacional. *RENOTE*, v. 16, n. 2, p. 626–635. ISSN 1679-1916. Acesso em: 08 ago. 2025. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/89241>>. 18

SHUTE, V. J.; SUN, C.; ASBELL-CLARKE, J. Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*, v. 22, p. 142–158, 2017–11. ISSN 1747938X. Acesso em: 12 fev. 2025. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1747938X17300350>>. 35

SILVA, M. A. A fetichização do livro didático no brasil. *Educação & Realidade*, v. 37, n. 3, 2012. ISSN 2175-6236. Acesso em: 30 jul. 2025. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/index.php/educacaoerealidade/article/view/20373>>. 11

Sociedade Brasileira de Computação. *Computação na Educação Básica: fundamentos e orientações para a definição de políticas públicas*. Porto Alegre, 2017. Acesso em: 07 ago. 2025. Disponível em: <<https://www.sbc.org.br/images/ComputacaoEducacaoBasica-versaofinal-julho2017.pdf>>. 5, 6

SUN, D. et al. Comparing learners' knowledge, behaviors, and attitudes between two instructional modes of computer programming in secondary education. *International Journal of STEM Education*, v. 8, n. 1, p. 54. ISSN 2196-7822. Acesso em: 21 fev. 2025. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/s40594-021-00311-1>>. 47

SUN, L.; HU, L.; ZHOU, D. Improving 7th-graders' computational thinking skills through unplugged programming activities: A study on the influence of multiple factors. *Thinking Skills and Creativity*, v. 42, p. 100926. ISSN 1871-1871. Acesso em: 21 fev. 2025. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871187121001413>>. 46

TOFADE, T.; ELSNER, J.; HAINES, S. T. Best practice strategies for effective use of questions as a teaching tool. *American Journal of Pharmaceutical Education*, Bethesda, MD, USA, v. 77, n. 7, p. 155, set. 2013. ISSN 1553-6467. Acesso em: 07 ago. 2025. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0002945923029911>>. 8

TSARAVA, K. et al. Training computational thinking: Game-based unplugged and plugged-in activities in primary school. In: *11th European Conference on Game-Based Learning*. Graz, Austria: Academic Conferences and Publishing International, 2017. p. 687–695. ISBN 978-1-911218-57-9. Acesso em: 21 fev. 2025. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/320491120>>. 47

WILEY, D. A. Learning objects need instructional design theory. In: ROSSETT, A. (Ed.). *The ASTD E-Learning Handbook: Best Practices, Strategies and Case Studies for an Emerging Field*. New York, USA: McGraw-Hill, 2002. p. 115–126. 15, 16

WILEY, D. A.; Agency for Instructional Technology (Ed.). *The instructional use of learning objects*. Bloomington, Ind: Agency for Instructional Technology, 2002. 12

WING, J. M. Computational thinking. *Communications of the ACM*, New York, NY, USA, v. 49, n. 3, p. 33–35, 2006. ISSN 0001-0782, 1557-7317. Acesso em: 12 fev. 2025. Disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/10.1145/1118178.1118215>>. 2, 5, 17, 35

WING, J. M. Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, v. 366, n. 1881, p. 3717–3725, 2008–10–28. ISSN 1364-503X, 1471-2962. Acesso em: 12 fev. 2025. Disponível em: <<https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsta.2008.0118>>. 36

WOHL, B.; PORTER, B.; CLINCH, S. Teaching computer science to 5-7 year-olds: An initial study with scratch, cubelets and unplugged computing. In: *Proceedings of the*

Workshop in Primary and Secondary Computing Education. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2015. (WiPSCE '15), p. 55–60. ISBN 9781450337533. Acesso em: 20 fev. 2025. Disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/10.1145/2818314.2818340>>. 46

ZHAN, Z. et al. Effect of unplugged programming teaching aids on children's computational thinking and classroom interaction: with respect to piaget's four stages theory. *Journal of Educational Computing Research*, v. 60, n. 5, p. 1277–1300. ISSN 0735-6331, 1541-4140. Acesso em: 21 fev. 2025. Disponível em: <<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/07356331211057143>>. 47, 94