

O desenvolvimento do Pensamento Computacional além do ensino em ciências exatas: uma revisão da literatura

Fabiula F. de Souza¹, Ramon R. Leite¹, Cecy M. Martins Brito¹,
Maria Lúcia B. Villella², Caroline Q. Santos²

¹Programa de Pós-Graduação em Educação
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)
Rodovia MGT 367 n.º 5000 – Alto da Jacuba – 39.100-000 – Diamantina – MG – Brasil

²Departamento de Computação
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)
Rodovia MGT 367 n.º 5000 – Alto da Jacuba – 39.100-000 – Diamantina – MG – Brasil

{fabiula.fernandes,ramon.leite}@ufvjm.edu.br, cecymartins2004@hotmail.com,
{maria.villella,caroline.queiroz}@ufvjm.edu.br

Abstract. *There is much research related to the application of Computational Thinking (CP) in the most diverse levels of teaching. However, when analyzing works that have already reviewed the literature on this subject, it was first noticed that there is not a consistent number of papers that use the PC beyond the exact sciences. In this sense, the present work seeks to investigate in a more specific way how the teaching of the CP has been worked in disciplines that are not of exact, through a review of the literature. The results showed that the number of papers in Brazil in this cut is still incipient and that the teaching of the CP is still very focused on its application in the area of exact sciences, rather than being worked on a more interdisciplinary proposal.*

Resumo. *Há muitas pesquisas relacionadas à aplicação do Pensamento Computacional (PC) nos mais diversos níveis de ensino. Porém, ao analisar trabalhos que já fizeram revisão da literatura nessa temática, observou-se a princípio não haver um consistente número de trabalhos que empregam o PC além das ciências exatas. Nesse sentido, o presente trabalho busca investigar de maneira mais específica como o ensino do PC tem sido trabalhado em disciplinas que não sejam de exatas, através de uma revisão da literatura. Os resultados evidenciaram que o número de trabalhos no Brasil nesse recorte ainda é incipiente e que o ensino do PC ainda está muito voltado para sua aplicação na área de ciências exatas, ao invés de ser trabalhado numa proposta mais interdisciplinar.*

1. Introdução

O termo Pensamento Computacional (PC) foi definido por [Wing 2006], como envolvendo a “resolução de problemas, a capacidade de projetar sistemas e a compreensão do comportamento humano recorrendo aos conceitos fundamentais da Ciência da Computação”. A sua inserção no contexto educacional, em diferentes níveis do ensino, tem sido objeto de estudo em várias frentes.

As habilidades do PC contribuem para aprendizagem de resolução de problemas em diversas áreas do conhecimento, através de uma série de etapas: coleta de dados, análise de dados, representação de dados, decomposição de problema, abstração, algoritmos e simulação. A organização da resolução de problemas baseados nestes conceitos convida o estudante a desenvolver competências e estratégias mais eficientes [Conforto et al. 2018].

Para [Nascimento et al. 2018], os conceitos e habilidades do Pensamento Computacional devem ser utilizados no ensino de diversas disciplinas, não somente as áreas da computação e ciência exatas, com o intuito de ampliar o desempenho escolar desde a educação básica até o ensino superior. Uma das propostas difundidas é a tentativa de criar uma disciplina específica para desenvolvimento do PC. Outra abordagem defende o seu aspecto transdisciplinar, ou seja, que o modo de se pensar do PC seja empregado como metodologia de ensino das várias áreas do conhecimento.

Há muitas pesquisas relacionadas à aplicação do Pensamento Computacional nos mais diversos níveis de ensino. Porém, ao analisar trabalhos que já fizeram revisão da literatura nessa temática, observou-se que, a princípio, não parece haver um número expressivo de trabalhos que não sejam das áreas de ciências exatas que empregam o PC. Além disso, os próprios trabalhos de revisão da literatura encontrados possuem enfoques relacionados ao PC aplicado na Robótica, Programação, uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) e outras áreas das ciências exatas.

Nesse sentido, o presente trabalho busca investigar de maneira mais específica como o ensino do Pensamento Computacional tem sido trabalhado em disciplinas que não sejam das áreas de ciências exatas. Tal análise permitirá localizar possíveis tendências e lacunas que ainda existam nessa área, para que possam ser exploradas em futuras pesquisas, sobretudo no Brasil.

O restante do artigo está organizado da seguinte forma: na Seção 2 são apresentados os principais trabalhos relacionados que descrevem revisões sistemáticas de literatura sobre o desenvolvimento do pensamento computacional; na Seção 3 é apresentada a metodologia utilizada no presente trabalho; na Seção 4 são apresentados os resultados obtidos; na Seção 5 os resultados são analisados e, por fim, na Seção 6, são apresentadas as considerações finais.

2. Trabalhos Relacionados

Para verificar se a realização desta revisão da literatura apontaria informações até então desconhecidas sobre o desenvolvimento do Pensamento Computacional além do ensino em ciências exatas, foram analisadas revisões sistemáticas da literatura, que se caracterizam pelo seu caráter mais objetivo. Os trabalhos considerados investigaram questões relacionadas ao PC publicados no Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE).

[Barcelos et al. 2015] apresentam uma revisão sistemática da literatura para identificar como as relações entre a Matemática e o Pensamento Computacional foram demonstradas por meio do desenvolvimento de atividades didáticas descritas na literatura. Foram consultados artigos no período entre 2006 e 2014. Os autores observaram que, dentre diversos assuntos da matemática, há predomínio de álgebra, cálculo e habilidades cognitivas de alto nível e verificaram um aumento em experiências relacionadas ao pensamento computacional e matemática na educação básica.

[Araujo et al. 2016] realizaram um mapeamento sistemático sobre como o pensamento computacional é estimulado e avaliado no Brasil, cobrindo artigos de 2012 até julho de 2016. Os autores concluíram que as abordagens mais utilizadas para o estímulo do pensamento computacional são códigos, testes e programação.

[Zanetti et al. 2016] apresentam, por meio de um mapeamento sistemático, uma visão sobre a pesquisa relacionada ao Pensamento Computacional no Brasil no Ensino de Programação, cobrindo artigos publicados no período entre 2012 e 2015. Os resultados mostraram uma tendência dos artigos encontrados voltados para o ensino médio, técnico e fundamental. As práticas mais usadas nos estudos foram linguagem de programação virtual, Jogos digitais e computação desplugada.

[Avila et al. 2017a] realizaram uma revisão sistemática sobre o desenvolvimento de habilidades e competências do Pensamento Computacional em estudantes do ensino básico, utilizando a robótica educacional como estratégia fundamental. Foram analisados nesse estudo artigos entre os anos de 2013 a 2016. Os resultados apontaram que a maioria dos projetos de robótica utiliza kits da empresa LEGO, e propõe metodologias que trabalham com atividades práticas, em grupos e lúdicas.

[Avila et al. 2017b] realizaram uma revisão sistemática para identificar e analisar pesquisas relevantes que realizavam avaliação de habilidades ou dimensões do PC. Esta revisão buscou artigos no período entre 2011 e 2016 e apontou que a maioria dos artigos encontrados utiliza a intervenção com avaliação própria e intervenção com avaliação própria fundamentada em métodos existentes. Entretanto diversos estudos não citam de forma clara um fundamento teórico para suportar os instrumentos de avaliação e o processo avaliativo como um todo.

[Carvalho et al. 2017] realizaram um mapeamento sistemático com o objetivo de investigar quais os principais Objetos de Aprendizagem são utilizados para realizar as atividades embasadas pelo Pensamento Computacional, cobrindo artigos entre 2012 e 2017. Os resultados apontaram que os Objetos de Aprendizagem estimulam a aprendizagem e o interesse pelo conteúdo apresentado pelo professor. As práticas mais usadas são atividades lúdicas, compostas de jogos, softwares educativos, kits de robótica e ambientes de programação.

[Bordini et al. 2017] apresentam um mapeamento sistemático com o objetivo de expor o Pensamento Computacional em relação ao Ensino Fundamental e Médio, cobrindo artigos entre 2012 e agosto de 2016. Observou-se que as práticas pedagógicas mais utilizadas no ensino médio e fundamental são as aulas de programação, propostas através de projetos, abordagem *scaffolding*, habilidades de abstração e pensamento algorítmico.

[Nascimento et al. 2018] realizaram um mapeamento sistemático para investigar a contribuição do Pensamento Computacional para a aprendizagem de disciplinas da Educação Básica. Foram consultados artigos publicados no período entre 2012 e 2016. Esse estudo mostrou que na educação básica, tanto no Brasil quanto no mundo, existem trabalhos sendo desenvolvidos a fim de estimular o uso do pensamento computacional no ensino de diversas disciplinas. A maioria dos trabalhos tratava das áreas de exatas, mas foram identificados também nas áreas Artes, História e Geografia.

Os mapeamentos descritos acima abordam estudos do Pensamento Computacio-

nal, com foco em diferentes aspectos. No entanto, a revisão de literatura realizada neste trabalho se difere dos acima mencionados, pois pesquisa trabalhos nacionais e internacionais sobre o desenvolvimento do Pensamento Computacional com enfoque na sua aplicação em outras áreas do conhecimento, além das Ciências Exatas.

3. Metodologia

Para verificar como o ensino do Pensamento Computacional está sendo trabalhado em outras áreas do conhecimentos, além da Ciências Exatas, buscou-se fazer uma revisão da literatura de trabalhos produzidos nesse campo. Para tanto, foram pesquisadas quatro bases de dados que contêm trabalhos relacionados ao tema. São três bases nacionais, o Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE), Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (CSBS) e o Workshop de Informática na Escola (WIE), e uma base internacional, a *Association for Computing Machinery (ACM) Library*. Tais bases foram escolhidas dada a sua importância e relevância de pesquisas relacionadas ao tema. O período considerado para a busca compreende os anos de 2006, data em que o termo Pensamento Computacional surge no meio acadêmico, ao mês de abril de 2019.

Nas bases nacionais, os termos de busca foram “Pensamento Computacional e Ciências Humanas”, “Pensamento Computacional e Humanidades”, “Pensamento Computacional e Literatura” “Pensamento Computacional e Ciências”. Na base de dados internacional, os termos utilizados para a busca por artigos foram “Computational Thinking and Humanities”, “Computational Thinking and Human Sciences”, “Computational Thinking and Literature”, “Computational Thinking and Science”.

A princípio foram considerados tanto os trabalhos que aplicam o ensino do PC em sala de aula (abordagem prática), como também aqueles que propõem e/ou discutem o currículo e as práticas pedagógicas do PC nas áreas do conhecimento que não exclusivamente da área de exatas (abordagem teórica).

Foram descartados da análise trabalhos com alguns enfoques específicos, a saber: aqueles que trabalham o PC apenas com ciências exatas e no âmbito da computação; aqueles cujo principal objetivo é revisão da literatura; trabalhos que não estavam disponíveis na íntegra, ou que pela parte disponível não era possível bem compreender o escopo e resultado do mesmo; e artigos que publicam o mesmo trabalho realizado (nesse caso utilizou-se a publicação mais recente).

Uma vez selecionados os artigos, buscou-se melhor compreender a abordagem dada aos trabalhos a partir das seguintes perguntas de pesquisa: (P1) O trabalho tem enfoque em apenas uma área do conhecimento (ou uma disciplina)? Entre as áreas trabalhadas, encontra-se a área de exatas? Empregam o PC em outras áreas do conhecimento que não sejam ciências exatas? (P2) Há algum trabalho que apenas propôs um currículo ou uma metodologia e não a aplicou efetivamente? (P3) Dentre aqueles que efetivamente aplicaram, identificaram alguma mudança no desempenho e, ou motivação dos alunos? (P4) Qual o nível educacional para o qual foi direcionada a pesquisa (jardim de infância, ensino básico, ensino superior)?(P5) Há trabalhos no Brasil que desenvolvem o PC em outras áreas do conhecimento, além das ciências exatas?

4. Resultados Obtidos

A partir da pesquisa realizada, foram obtidos nove artigos na plataforma ACM Library. Nos anais dos eventos nacionais, foram obtidos um total de cinco artigos, sendo dois no CBIE, dois no CSBC e um no WIE. Selecionou-se, portanto, o total de 14 artigos, que se encontram listados na tabela 1. Para simplificar a menção dos artigos no texto, foi criada uma coluna ID, cuja numeração é utilizada como referência ao longo desse trabalho.

Tabela 1. Trabalhos Utilizados na Revisão Sistemática

ID	BASE	AUTOR	Nível de ensino	País
1	CSBC	[Soares de França et al.]	Geral	Brasil
2	WIE	[Ferreira et al. 2015]	Básico	Brasil
3	CBIE	[Kampff et al. 2016]	Superior	Brasil
4	CBIE	[de Souza et al. 2016]	Básico	Brasil
5	CSBC	[Santos et al.]	Básico	Brasil
6	ACM	[Lee et al. 2014]	Básico	Estados Unidos
7	ACM	[Panoff and Michael 2014]	Geral	Estados Unidos
8	ACM	[Bell et al. 2016]	Básico	Nova Zelândia
9	ACM	[Gourlet et al. 2017]	Básico	Estados Unidos
10	ACM	[Gaither et al. 2017]	Superior	Estados Unidos
11	ACM	[Buffum et al. 2018]	Básico	Estados Unidos
12	ACM	[Kong and Lao 2019]	Básico	China
13	ACM	[Pollock et al. 2019]	Superior	Estados Unidos
14	ACM	[Gautam et al. 2017]	Básico	Nepal

Com relação à pergunta de pesquisa número 1 (P1), que diz respeito às áreas de conhecimento em que os trabalhos foram aplicados, três artigos desenvolveram habilidades do PC integrando fundamentos da computação em uma única disciplina, o artigo de ID 9 teve enfoque em Ciências Biológicas, o ID 10 e ID 14 em Ciências. Dois artigos desenvolveram habilidades do PC em três áreas do conhecimento, sem o envolvimento com a área das ciências exatas: os de ID 3 e ID 7, que trabalharam os tópicos de Ciências Humanas, Ciências Biológicas e Artes.

De forma interdisciplinar, nove artigos trabalham os conceitos do pensamento computacional em diversas áreas do conhecimento, inclusive a matemática. São eles: ID 1 (Licenciatura em Computação, Pedagogia, Matemática, Biologia, História e Letras), ID 2 (Artes, Biologia, Química, Educação Física, Língua Portuguesa ou Redação, Matemática), ID 4 (Matemática, Linguagens, Ciências Humanas, Ciências da Natureza), ID 5 (Ciências, Filosofia, Matemática, Língua Portuguesa, Inglês, Biologia e História), ID 6 (História, Artes, Ciências e Física/Matemática), ID 8 (Educação Física, Alfabetização, Matemática, Escrita Criativa e Arte), ID 10 (Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática), ID 12 (Tecnologia da Informação, Matemática, Estudos Gerais, Inglês e Chinês), ID 13 (Sociologia, Matemática e Música).

Tratando-se da pergunta número 2 (P2), que distingue os trabalhos puramente teóricos daqueles que buscam uma intervenção prática, que os trabalhos de ID 7 e ID 10 apenas propuseram uma metodologia ou um currículo, ou mesmo apenas uma discussão sobre o tema, mas sem propor uma aplicação de forma concreta. Por outro lado, doze trabalhos se propuseram a aplicar o ensino do PC através de oficinas, entrevistas, seminários

ou cursos, sendo ID 1 (seminários e oficinas), ID 2 (oficinas), ID 3 (oficinas), ID 4 (cursos), ID 5 (oficinas e entrevistas), ID 8 (oficinas e entrevistas), ID 12 (cursos), ID 13 (cursos) e ID 14 (cursos). Por sua vez, o artigo ID 9, ID 6 e ID 11 utilizam um jogo para aplicar as habilidades do PC.

Em relação à pergunta número 3 (P3), que procura definir se a intervenção proposta logrou algum resultado concreto, considerando os trabalhos mencionados na pergunta anterior que fizeram alguma intervenção prática, os trabalhos de ID 1, ID 2, ID 4, ID 12, ID 14 notaram diferença nos participantes (alunos e, ou professores), com novas capacidades adquiridas ou melhoradas, o que foi constatado por diferentes maneiras. Uma delas foi pela observação dos próprios pesquisadores antes e após os trabalhos envolvendo o PC, como o trabalho de ID 1. A comparação entre o desempenho de dois diferentes grupos de alunos (ensino tradicional e mediante PC) também foi utilizado, como no trabalho de ID 4. Também foram utilizadas avaliações (ID 12 e ID 14) para identificar o progresso dos participantes após as intervenções. Ademais, foram empregadas entrevistas com os professores, que puderam relatar suas impressões de como o Pensamento Computacional proporcionou melhoria no desempenho dos estudantes.

Já os trabalhos ID 3, ID 5, ID 8, ID 11, e ID 13 evidenciam que os alunos e professores reconheceram a aplicabilidade do PC como uma metodologia de solução de problemas, ou seja, houve uma melhor conscientização do que é o PC e como ele pode ser utilizado. Os instrumentos para fazer essa constatação foram majoritariamente entrevistas e questionários, no intuito de coletar as impressões dos participantes, principalmente professores que participaram de cursos de capacitação e introdução ao PC. Os trabalhos ID 6, através de atividades como contagem de histórias, e ID 9, por meio de um jogo, também propuseram uma intervenção, mas não chegam a aplicá-la e, portanto, ainda não possuem resultados a serem analisados.

Tratando-se da pergunta número 4 (P4), que identifica o nível educacional ao qual as pesquisas foram destinadas, os seguintes trabalhos estudam o ensino do PC no ensino básico (fundamental e médio): ID 2 (alunos da disciplina de artes), ID 4 (alunos do ensino médio da escola SESI), ID 5 (alunos do ensino fundamental e médio de várias disciplinas), ID 6 (currículo do ensino fundamental), ID 8 (professores da escola primária), ID 12 (professores do nível básico), ID 9 (alunos do ensino básico), ID 11 (estudantes de ciências do ensino médio) e ID 14 (alunos do sétimo ano). Por sua vez, os artigos ID 3 (professores do ensino superior), ID 10 (alunos de graduação e pós graduação) e ID 13 (currículos para disciplinas da graduação) tiveram foco em alunos do ensino superior.

Há ainda aqueles trabalhos que envolvem os dois níveis de ensino ou tratam do PC de maneira genérica, sem enfatizar um determinado nível. É o caso dos trabalhos de ID 1 (alunos de graduação e professores do ensino básico), ID 7 (computação para ensino aprendizagem e compreensão do mundo). Tais trabalhos são mencionados na Tabela 1 como nível de ensino “geral”.

Com relação à pergunta número (P5), que trata da localização na qual se desenvolvem as pesquisas, do total de trabalhos analisados, há cinco cujos estudos foram conduzidos no Brasil (ID 1 ao ID 5). Outros 6 trabalhos foram conduzidos nos Estados Unidos (ID 6, 7, 9, 10, 11 e 13), um na Nova Zelândia (ID 8), um no Nepal (ID 14) e um na China (ID 12).

5. Análise dos Resultados

Ao se analisar os trabalhos obtidos a partir das perguntas de pesquisa, pode-se notar que, dentre os trabalhos que empregam o ensino do Pensamento Computacional em mais de uma área, a matemática é a disciplina que mais aparece em comum na maioria dos artigos encontrados. Pelo caráter restrito da pesquisa, muitos artigos foram excluídos por se tratar apenas de aplicações do PC em ciências exatas. Pode-se perceber que são poucos os trabalhos encontrados que aplicam as habilidades do PC somente em áreas do conhecimento diferentes das exatas. Entretanto, tendo em vista que os repositórios utilizados na pesquisa são mais voltados para a área das Ciências Exatas, isso pode ter influenciado o pequeno número de trabalhos encontrados, consistindo em uma limitação do presente estudo.

Outro achado é o fato de que não há muitos trabalhos que se empenham em apenas propor um currículo ou uma metodologia. Geralmente as propostas de abordagens são acompanhadas de estudos e intervenções práticas, de modo a testar e corroborar com o ponto de vista sustentado. Nesses trabalhos aplicados, foi possível verificar que o emprego do Pensamento Computacional em outras áreas que não fossem diretamente relacionados às ciências exatas tiveram uma avaliação positiva. Isso se deu tanto em relação ao desempenho auferido pelos pesquisadores nas atividades quanto pela impressão dos próprios participantes dos estudos.

Com relação ao nível educacional mais pesquisado pelos autores, percebe-se uma quantidade maior de trabalhos voltados para o ensino básico, embora se tenha encontrado trabalhos de desenvolvimento do PC com enfoques específicos no ensino superior.

6. Conclusão

O presente artigo buscou, através de uma revisão da literatura, investigar as pesquisas que empregam o Pensamento Computacional em diferentes áreas do conhecimento, que não seja em ciências exatas.

Os resultados evidenciaram que o número de trabalhos no Brasil nesse recorte ainda é incipiente. Notou-se também que a maioria dos trabalhos está direcionada ao ensino básico. Nas pesquisas conduzidas, observou-se um impacto positivo no ensino em relação ao estágio anterior, em que o Pensamento Computacional ainda não havia sido utilizado nos contextos estudados. Os trabalhos analisados, de modo geral, aprovam e incentivam o uso do PC e sugerem que ele seja utilizado para desenvolver habilidades nos currículos em diversas áreas do ensino.

Pode-se concluir que o ensino do Pensamento Computacional ainda está muito voltado para sua aplicação na área de ciências exatas, ao invés de ser trabalhado numa proposta mais interdisciplinar. É preciso despender esforços para que o PC seja visto como uma metodologia de ensino, uma proposta didática, ao invés de uma simples tecnologia como um corpo estranho às diversas áreas do conhecimento.

Referências

Araujo, A. L., Andrade, W., and Guerrero, D. (2016). Um Mapeamento Sistemático sobre a Avaliação do Pensamento Computacional no Brasil. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, volume 5, page 1147.

- Avila, C., Cavalheiro, S., Bordini, A., and Marques, M. (2017a). O Pensamento Computacional por meio da Robótica no Ensino Básico - Uma Revisão Sistemática. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE)*, volume 28, page 82.
- Avila, C., Cavalheiro, S., Bordini, A., Marques, M., Cardoso, M., and Feijo, G. (2017b). Metodologias de Avaliação do Pensamento Computacional: uma revisão sistemática. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE)*, volume 28, page 113.
- Barcelos, T., Muñoz, R., Acevedo, R. V., and Silveira, I. F. (2015). Relações entre o Pensamento Computacional e a Matemática: uma Revisão Sistemática da Literatura. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, volume 4, page 1369.
- Bell, T., Duncan, C., and Atlas, J. (2016). Teacher Feedback on Delivering Computational Thinking in Primary School. In *Proceedings of the 11th Workshop in Primary and Secondary Computing Education on ZZZ - WiPSCE '16*, pages 100–101, New York, New York, USA. ACM Press.
- Bordini, A., Avila, C., Marques, M., Foss, L., and Cavalheiro, S. (2017). Pensamento Computacional nos Ensinos Fundamental e Médio: uma revisão sistemática. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE)*, volume 28, page 123.
- Buffum, P. S., Ying, K. M., Zheng, X., Boyer, K. E., Wiebe, E. N., Mott, B. W., Blackburn, D. C., and Lester, J. C. (2018). Introducing the Computer Science Concept of Variables in Middle School Science Classrooms. In *Proceedings of the 49th ACM Technical Symposium on Computer Science Education - SIGCSE '18*, pages 906–911, New York, New York, USA. ACM Press.
- Carvalho, J., Netto, J. F., and Almeida, T. (2017). Revisão sistemática de literatura sobre pensamento computacional por meio de objetos de aprendizagem. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE)*, volume 28, page 223.
- Conforto, D., Cavedini, P., Miranda, R., and Caetano, S. (2018). Pensamento computacional na educação básica: interface tecnológica na construção de competências do século XXI. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, 1(1).
- de Souza, I. M. L., Rodrigues, R. D. S., and Andrade, W. (2016). Explorando Robótica com Pensamento Computacional no Ensino Médio: Um estudo sobre seus efeitos na educação. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE)*, volume 27, page 490.
- Ferreira, A. C., Melhor, A., Barreto, J., de Paiva, L. F., and Matos, E. (2015). Experiência Prática Interdisciplinar do Raciocínio Computacional em Atividades de Computação Desplugada na Educação Básica. In *Anais do Workshop de Informática na Escola*, volume 21, page 256.
- Gaither, K., Gomez, R., Akli, L., Mendenhall, R., Bland, M., Fratkin, S., Rivera, L., and DeStefano, L. (2017). Advanced Computing for Social Change. In *Proceedings of*

- the Practice and Experience in Advanced Research Computing 2017 on Sustainability, Success and Impact - PEARC17*, pages 1–4, New York, New York, USA. ACM Press.
- Gautam, A., Bortz, W. E. W., and Tatar, D. (2017). Case for Integrating Computational Thinking and Science in a Low-Resource Setting. In *Proceedings of the Ninth International Conference on Information and Communication Technologies and Development - ICTD '17*, pages 1–4, New York, New York, USA. ACM Press.
- Gourlet, P., Le Goc, M., and Follmer, S. (2017). Revisiting Turtles and Termites. In *Proceedings of the 2017 Conference on Interaction Design and Children - IDC '17*, pages 679–682, New York, New York, USA. ACM Press.
- Kampff, A. J. C., Lopes, T., Alves, I. M., de Souza, V. C., Rigo, S., and Marson, F. (2016). Pensamento Computacional no Ensino Superior: Relato de uma oficina com professores da Universidade do Vale do Rio dos Sinos. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, volume 5, page 1316.
- Kong, S.-C. and Lao, A. C.-C. (2019). Assessing In-service Teachers' Development of Computational Thinking Practices in Teacher Development Courses. In *Proceedings of the 50th ACM Technical Symposium on Computer Science Education - SIGCSE '19*, pages 976–982, New York, New York, USA. ACM Press.
- Lee, I., Martin, F., and Apone, K. (2014). Integrating computational thinking across the K–8 curriculum. *ACM Inroads*, 5(4):64–71.
- Nascimento, C., Santos, D. A., and Tanzi, A. (2018). Pensamento computacional e interdisciplinaridade na educação básica: um mapeamento sistemático. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, volume 7, page 709.
- Panoff, R. M. and Michael, R. (2014). Computational thinking for all. In *Proceedings of the 45th ACM technical symposium on Computer science education - SIGCSE '14*, pages 1–2, New York, New York, USA. ACM Press.
- Pollock, L., Mouza, C., Guidry, K. R., and Pusecker, K. (2019). Infusing Computational Thinking Across Disciplines. In *Proceedings of the 50th ACM Technical Symposium on Computer Science Education - SIGCSE '19*, pages 435–441, New York, New York, USA. ACM Press.
- Santos, E. S., Fabian, W., Vera, M., De, E., and Matos, S. A percepção dos professores sobre a prática da interdisciplinaridade no ensino de computação para escolares. Technical report.
- Soares de França, R., Afonso dos Santos Ferreira, V., Cardoso Ferro de Almeida, L., and José Costa do Amaral, H. A disseminação do pensamento computacional na educação básica: lições aprendidas com experiências de licenciandos em computação. Technical report.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3):33–35.
- Zanetti, H., Borges, M., and Ricarte, I. (2016). Pensamento Computacional no Ensino de Programação: Uma Revisão Sistemática da Literatura Brasileira. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE)*, volume 27, page 21.