

Análise e Aprimoramento de uma Ferramenta Robótica para a Introdução do Pensamento Computacional na Educação Básica

Giovanna de Oliveira Brogliato¹, Carla Lopes Rodriguez¹

¹Centro de Matemática, Computação e Cognição – Universidade Federal do ABC
Avenida dos Estados, 5001 - Bairro Santa Terezinha, Santo André, SP, Brazil - CEP:
09210-580

giovanna.brogliato@aluno.ufabc.edu.br, c.rodriguez@ufabc.edu.br

Abstract. *This article describes the pedagogical adaptation of a robotic tool, initially proposed for literacy, for teaching computational thinking in elementary school. The study details the adaptation process and its application with a group of students in the classroom, with the aim of evaluating its effectiveness in this context. As its main contribution, this work presents a low-cost solution to foster the development of computational thinking in basic education.*

Resumo. *Este artigo descreve a adaptação pedagógica de uma ferramenta robótica, inicialmente proposta para alfabetização, para o ensino do pensamento computacional no ensino básico. O estudo realizado detalha o processo de adaptação e sua aplicação com um grupo de estudantes em sala de aula, com o objetivo de avaliar sua eficácia nesse contexto. Como principal contribuição, este trabalho apresenta uma solução, de baixo custo, para fomentar o desenvolvimento do pensamento computacional na educação básica.*

1. Introdução

A evolução tecnológica e a crescente demanda da computação em diversos setores da sociedade têm levado à necessidade de incorporar habilidades computacionais nas escolas. Nesse cenário, o Ministério da Educação (MEC) homologou no dia 30 de setembro de 2022 as "Normas sobre Computação na Educação Básica – Complemento à BNCC", inserindo como disciplina obrigatória a Ciência da Computação na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) [BRASIL 2018]. Alinhado à proposta do MEC, o Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB) propõe um currículo de referência, organizado em três eixos principais: Pensamento Computacional, Mundo Digital e Cultura Digital [Raabe et al. 2018], o primeiro eixo é o foco deste estudo.

O pensamento computacional baseia-se no poder e limites de processos computacionais, sejam eles executados por um humano ou por uma máquina [Wing 2006]. A relevância do pensamento computacional transcende a formação de profissionais em Ciência da Computação, sendo considerado por Wing (2006) como uma habilidade essencial para todos, como a leitura, escrita ou aritmética. No entanto, a implementação desta disciplina em regiões do Brasil, especialmente nas mais carentes

de recursos, enfrenta desafios, como o alto custo da tecnologia [Filho *and* Gonçalves, 2008].

Nesse contexto, surgiram iniciativas como a Robótica Livre [Mill *and* César 2009], que visa democratizar o acesso à robótica educacional através do uso de sucatas e software livre. Com base em princípios semelhantes foi desenvolvida a ferramenta robótica TAAP [Ferreira et al. 2008], que trata-se de um tapete alfabético de baixo custo, que utiliza um microcontrolador Arduino e materiais acessíveis como papelão e alumínio, com uma interface de simples manuseio. Apesar de ter sido inicialmente desenvolvida para auxiliar professores da educação infantil no processo de alfabetização, uma das propostas de utilização dessa ferramenta é explorar a sua montagem para a introdução ao pensamento computacional para estudantes do ensino fundamental. Assim, o objetivo do presente trabalho é apresentar a exploração da ferramenta TAAP para o ensino do pensamento computacional. Para alcançar esse propósito foi necessário investigar a literatura científica sobre ensino do pensamento computacional envolvendo robótica, estudar o funcionamento da ferramenta original e alinhar a ferramenta com os conceitos da BNCC (a partir de uma sequência didática). Além disso, a ferramenta foi modificada e implementada em uma oficina com estudantes do ensino básico.

2 Fundamentação teórica

2.1. Pensamento computacional

Por meio de uma revisão da literatura, que contemplou estudos empíricos e de mapeamento sobre o desenvolvimento do pensamento computacional, foi possível identificar evidências da relevância de se incorporar ferramentas robóticas no âmbito educacional. Conforme evidenciado por autores como [Oliveira et al.. 2022] e [Lima et al.. 2022], esta abordagem revela-se particularmente pertinente ao contexto do ensino básico. Os achados destes estudos salientam uma tendência predominante de utilização de kits de robótica pré-fabricados.

A metodologia ativa é uma abordagem pedagógica que busca colocar o estudante no centro do processo de aprendizagem, incentivando uma participação mais engajada e ativa [Moran, 2018]. Esta abordagem é fundamental na formação de indivíduos mais autônomos e críticos, pois permite que eles explorem o conhecimento de maneira mais profunda, desenvolvendo não apenas habilidades acadêmicas, mas também competências socioemocionais. Nesse cenário, o TAAP mostra-se como uma ferramenta que proporciona uma abordagem mais ativa, principalmente quando comparado aos kits prontos de robótica, que podem vir a limitar o estudante nesse processo. Além disso, a perspectiva Maker na educação é destacada por teóricos, conforme relatado por [Gavassa, 2020], que a consideram uma metodologia que privilegia o protagonismo dos estudantes, incentivando a participação ativa e a aprendizagem através de descobertas, em contraste com a pedagogia tradicionalista.

No entanto, é crucial observar que, quando se recorre a materiais mais acessíveis para o desenvolvimento do pensamento computacional, frequentemente a abordagem adotada abrange o conceito de Computação Desplugada [Oliveira et al.. 2022]. Essa

constatação sugere a necessidade de explorar e expandir as metodologias e recursos disponíveis para uma educação em pensamento computacional mais abrangente e inclusiva.

De acordo como o estudo realizado, compreendeu-se que a ferramenta robótica TAAP consegue apoiar o desenvolvimento das habilidades do pensamento computacional, especificamente: i) abstração, ii) algoritmos, iii) decomposição e iv) reconhecimento de padrões. E, é possível alinhar essas habilidades com algumas das habilidades do 7º e 8º ano do ensino fundamental propostas no currículo de referência do CIEB (2021), apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Habilidades do CIEB e BNCC relacionadas a ferramenta

Conceito	Código CIEB	Descrição da Habilidade	Código BNCC
Abstração	PC08AB01	Interpretar um algoritmo em linguagem natural e convertê-lo em linguagem de programação	EF08MA04
Algoritmos	PC08AL01	Experenciar e construir algoritmos de média complexidade utilizando uma linguagem de programação	EF08MA09 EF08MA10
Decomposição	PC07DE01	Compreender que a automatização de um problema é composta pela definição dos dados e do processo (algoritmo)	EF07CI01 EF07CI06
Reconhecimento de Padrões	PC08RP01	Entender a importância da identificação de padrões para a compressão de dados	EF08MA06

Além disso, a ferramenta contempla potencialidades de aprendizado em outros eixos da Ciência da Computação propostos pelo CIEB, como Tecnologia Digital, abordando conceitos de hardware e software conforme proposto por [Raabe et al. 2018],

em em outras áreas, como em Física, explorando tópicos de capacitância e circuitos eletrônicos (Habilidade EF08CI02 da BNCC).

2.2. Contextualização da ferramenta original

A ferramenta TAAP foi projetada originalmente para auxiliar na alfabetização infantil. Ela é formada por dois componentes principais: um tapete com botões, feitos de papelão e alumínio, representando cada letra do alfabeto e um software próprio para interação com o computador. O hardware do projeto é constituído de materiais recicláveis e de baixo custo, com 26 sensores e dimensão de cada um dos botões de 3x3cm (Figura 1). Basicamente, a versão final seria um tapete alfabético grande que permitiria a criança pisar nos botões.

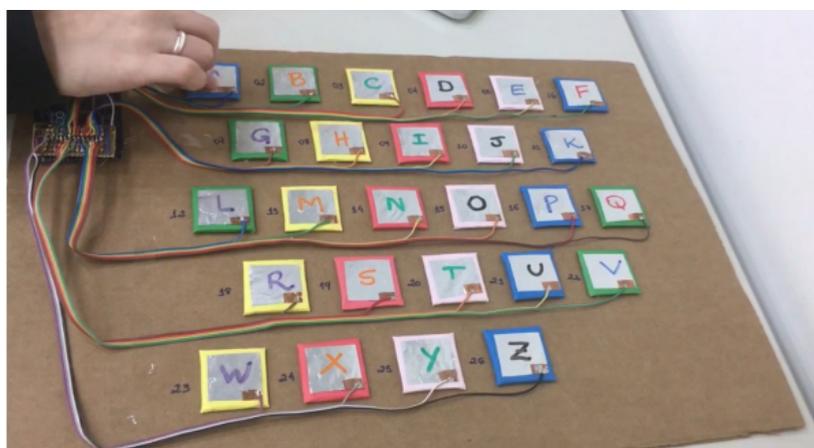


Figura 1. Protótipo original da ferramenta pedagógica

2. Metodologia

O presente estudo adota uma abordagem metodológica qualitativa, combinando técnicas bibliográficas e empíricas para investigar a eficácia da ferramenta robótica adaptada no ensino do pensamento computacional. A pesquisa é caracterizada como transversal, focando na análise de um objeto específico em um determinado ponto no tempo, alinhado ao conceito descrito por [Gomes *and* Gomes 2019]. A metodologia está estruturada em três etapas: i) revisão da literatura e reformulação; ii) pesquisa de campo; iii) análise dos dados e conclusão.

2.1. Revisão da Literatura e Reformulação

Em princípio foram analisados: o currículo de referência do CIEB, com alinhamento à BNCC (anos finais), e a proposta inicial de uso da ferramenta robótica, com o objetivo de elaborar uma nova proposta pedagógica. Paralelamente, foi realizada uma revisão da literatura sobre o desenvolvimento do pensamento computacional no ensino básico utilizando a robótica, para embasar o projeto. Nessa etapa a ferramenta também foi adaptada, com mudanças significativas em sua estrutura.

2.2. Pesquisa de Campo

Com a finalidade de testar a proposta pedagógica de aplicação prática da montagem da ferramenta pelos alunos, foi ofertada uma oficina presencial, com um grupo de seis estudantes do ensino básico, participantes voluntários do projeto de extensão MirTic@. Os tópicos de aprendizagem abordados na oficina envolvem as habilidades relacionadas ao desenvolvimento do pensamento computacional, como: decomposição, padrões, abstração e algoritmos.

2.3. Análise dos dados e Conclusão

Analisando os resultados das etapas anteriores, foram propostas melhorias, quanto ao uso da ferramenta e sua aplicação em sala de aula, e relatado os desafios encontrados no processo. Dessa forma, foi possível traçar uma avaliação quanto ao seu uso para apoiar o desenvolvimento do pensamento computacional.

3. Resultados

3.1. Reformulação da Ferramenta

Para a ferramenta TAAP ser usada para o ensino do pensamento computacional, a proposta pedagógica envolve a sua montagem. Nesse contexto, foi necessário algumas modificações, visando otimizar seu uso pedagógico e alinhá-lo às diretrizes curriculares da BNCC, resultando na criação de um novo protótipo (Figura 2).

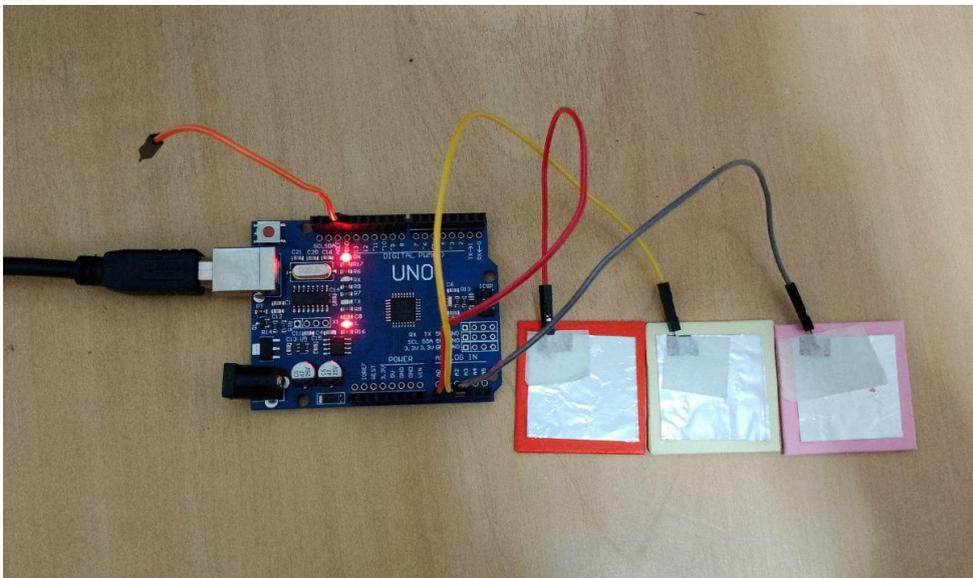


Figura 2. Novo Protótipo da ferramenta robótica, sem papelão ao fundo

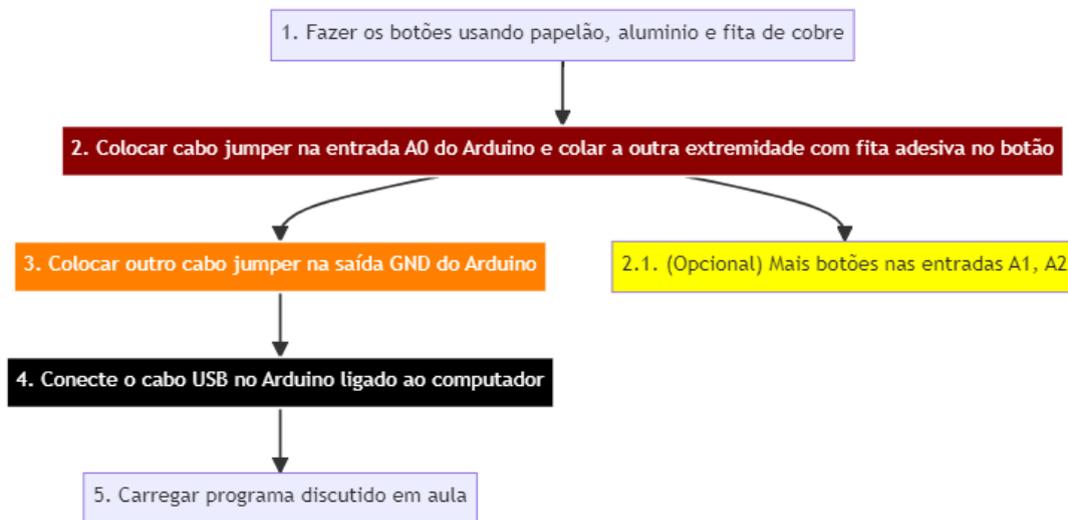


Figura 3. Esquema de montagem da ferramenta, colorido conforme os cabos da figura 2.

Primeiramente, foi identificada a necessidade de simplificar a interface da ferramenta. Assim, optou-se por reduzir o número de botões para apenas três, e os cabos utilizados para quatro. Esta decisão foi baseada na compreensão de que um excesso de botões e fios poderia sobrecarregar e confundir os estudantes, dificultando a assimilação do conteúdo a ser aprendido. A simplicidade, neste caso, visa facilitar o processo de aprendizado e compreensão.

Outra alteração significativa foi a eliminação do uso de solda na montagem. Em seu lugar, foram adotados cabos *jumper* e fita adesiva. Esta mudança não apenas simplifica o processo de montagem e desmontagem, mas também aumenta a segurança, especialmente quando consideramos que a ferramenta pode ser manuseada por estudantes jovens. Nesse sentido, a ausência de solda minimiza os riscos e torna a ferramenta mais acessível. A ferramenta também tornou-se mais acessível, foi utilizado um Arduino Uno ao invés de um Arduino Mega, sem comprometer a usabilidade.

Quanto ao software, houve a necessidade de revisão do algoritmo original. O código foi otimizado, resultando na redução no número de variáveis. Além disso, foi possível dispensar a utilização de bibliotecas externas, incorporando, em vez disso, funções que são essenciais para fomentar o desenvolvimento do pensamento computacional. Esta reformulação não apenas torna o código menor, mas também mais alinhado com as habilidades descritas no currículo de referência. Uma característica do software reformulado é sua flexibilidade. Executado através da IDE do Arduino, de código aberto, permitindo modificações e adaptações conforme a necessidade. Além disso, sua compatibilidade com computadores e dispositivos móveis amplia seu alcance e versatilidade. Anteriormente, a ferramenta possuía uma interface gráfica própria que,

no contexto de alfabetização, era adequada, mas, quanto ao aprendizado do pensamento computacional, seria dificilmente aplicável.

Por fim, é importante mencionar uma mudança no funcionamento da ferramenta. Ela funciona com base na capacitância do corpo humano. Isso significa que o usuário deve segurar um cabo *junper* conectado à placa com uma mão, enquanto utiliza a outra para pressionar o botão. Esta característica, embora possa parecer simples, é fundamental para o funcionamento da ferramenta.

Em resumo, as modificações implementadas visam tornar a ferramenta mais didática e segura. Estas mudanças refletem uma abordagem pedagógica que facilita o processo de aprender e torna a tecnologia mais acessível.

3.2. Oficina

A ferramenta robótica TAAP reformulada foi submetida a testes em uma oficina no laboratório de informática da Universidade Federal do ABC (UFABC) com a participação de seis alunos do projeto de extensão MirTic@¹, divididos em grupos de três, cujas idades variavam entre 11 e 16 anos. Inicialmente, os alunos foram introduzidos ao conceito de pensamento computacional por meio do uso de algoritmos em linguagem natural. Em seguida, foram apresentados aos fundamentos da robótica como uma abordagem para o ensino do pensamento computacional, juntamente com informações sobre a placa Arduino.

Durante a etapa inicial de decomposição, os estudantes se familiarizaram com os componentes da ferramenta, abrangendo o teclado, circuito eletrônico e o software. Com orientação, eles construíram o tapete a partir de papelão e alumínio, formando botões. Posteriormente, conectaram os cabos *junper* ao microcontrolador Arduino e ao tapete, fixando com fita adesiva. Por fim, ligaram o microcontrolador ao computador através de um cabo USB e tiveram seu primeiro contato com o software Arduino IDE.

Na fase de padronização, os estudantes aprenderam a utilizar o microcontrolador em diversas soluções, montando, inclusive, um circuito básico com LEDs. Além disso, foram apresentados a conceitos físicos, como capacitância, sendo empregados no circuito. Na fase de algoritmo, os estudantes conheceram a estrutura e lógica do código, explicado linha a linha. Foram introduzidos a conceitos específicos, como loops e estruturas condicionais. E, na etapa de abstração, eles exploraram a versatilidade da ferramenta, adaptando como um teclado, reconfigurando as teclas via software, inserindo números, letras e sílabas.

O sucesso observado na oficina com base nos registros de campo e avaliação dos alunos, com o uso da ferramenta pelos seis alunos participantes é um indicativo de seu potencial pedagógico. No entanto, como em qualquer abordagem educacional, há espaço para melhorias. Uma das considerações mais relevantes é a duração e estrutura das sessões de ensino-aprendizagem. Embora a oficina tenha proporcionado uma introdução à lógica de programação, a complexidade do assunto sugere que um

¹ O projeto MirTic@ é um projeto de extensão realizado na UFABC, desenvolvido em parceria com o Coletivo Mirtha Lina, e tem como objetivo o letramento digital de crianças e adolescentes que vivem em abrigos (https://lirte.pesquisa.ufabc.edu.br/coletivo_mina/mirtica/).

programa mais extenso, com mais aulas, poderia ser útil. Isso permitiria uma exploração mais aprofundada dos conceitos e uma progressão mais gradual das habilidades.

Além disso, a linguagem de programação apropriada é um fator importante nesse cenário. A linguagem C++ adaptada, embora poderosa e versátil, pode ser desafiadora para iniciantes, especialmente para aqueles sem experiência prévia em programação. Uma abordagem que poderia facilitar essa transição seria começar com o português estruturado e diagramas. Ao apresentar os conceitos fundamentais de programação em uma linguagem mais familiar e acessível, os alunos podem construir uma base sólida antes de se apropriar do código. Isso não apenas tornaria o processo de aprendizado mais intuitivo, mas também ajudaria a superar possíveis barreiras de entrada associadas à complexidade.

3.3. Feedback

A implementação da ferramenta robótica em sala de aula proporcionou uma série de percepções interessantes, tanto em termos de sua eficácia pedagógica quanto de sua aceitação pelos alunos. De maneira geral, a partir de uma avaliação com os alunos, foi expresso entusiasmo pela abordagem prática e interativa proporcionada pela ferramenta. Muitos destacaram a satisfação de “aprender fazendo”. Além disso, a ferramenta os ajudou a visualizar e compreender conceitos que anteriormente consideravam difíceis. Foi observado que a ferramenta também promoveu a interação entre os alunos. A dinâmica funcionou em grupos para discutir e explorar juntos, dessa forma a ferramenta facilitou o aprendizado individual, e também incentivou a colaboração e o trabalho em equipe.

No entanto, foi registrado em campo que alguns alunos apontaram desafios, como em relação à compreensão inicial de certos conceitos, como o funcionamento do Arduino. Além disso, em alguns momentos, os alunos hesitavam em explorar, possivelmente por medo de cometer erros ou quebrar a ferramenta. Contudo, com o encorajamento dos instrutores essa hesitação tendia a diminuir ao longo do tempo, contudo é um ponto que pode requerer atenção.

Os resultados obtidos indicam uma recepção positiva por parte dos alunos e sugerem caminhos para futuras pesquisas e aprimoramentos. Além disso, sugere que a ferramenta robótica, quando integrada à uma proposta pedagógica concreta, tem o potencial de melhorar significativamente o desenvolvimento do pensamento computacional.

4. Considerações Finais

Os resultados alcançados com a revisão da literatura e a realização da oficina, demonstram que com a ferramenta robótica TAAP adequada a apoiar o desenvolvimento do pensamento computacional, o aluno tem um papel mais ativo na construção do conhecimento. Trata-se de uma solução de baixo-custo para o desenvolvimento do pensamento computacional, que pode ser implementada em redes públicas de ensino, alinhada às habilidades da BNCC e ao currículo do CIEB.

A partir desse protótipo funcional, mesmo que testado com um grupo pequeno, de seis alunos, foi possível identificar o potencial da ferramenta para promover o acesso democrático à tecnologia na escola. É um dispositivo que pode ser explorado em trabalhos futuros, inclusive alinhado a outras propostas pedagógicas, já que possui versatilidade no hardware e software.

Apesar dos resultados promissores, a ferramenta ainda está em fase de desenvolvimento e aprimoramento. Nesse sentido, é desejável que a ferramenta seja estudada por outros pesquisadores, educadores e testada por grupos maiores de estudantes, com a finalidade de aprimoramento e disseminação.

Em conclusão, este estudo reforça a importância de explorar e adaptar recursos pedagógicos existentes para atender às necessidades atuais. A ferramenta robótica TAAP apresentada neste trabalho, embora ainda necessite ser aprimorada, representa um passo significativo na direção de apoiar o desenvolvimento do pensamento computacional mais inclusivo e democrático.

Agradecimentos

As autoras agradecem o apoio da Pró-Reitoria de Pesquisa (PROPES/UFABC) pelo auxílio financeiro concedido à estudante Giovanna no formato de bolsa de Iniciação Científica, do programa Pesquisando Desde o Primeiro Dia (PDPD).

Referências

- BRASIL (2018). Base nacional comum curricular. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acessado em junho de 2023.
- de Oliveira, M. C., de Souza Catojo, A. R., and Nunes, M. A. S. N. (2022). O Desenvolvimento do Pensamento Computacional em Alunos do Ensino Fundamental: Um Mapeamento Sistemático da Literatura. In Anais do XXXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (pp. 1324-1333). SBC.
- Ferreira, P., Cordeiro, A., Lira, T., Carlos, A., and Rodriguez, C. (2019). O uso da robótica como apoio à alfabetização e à introdução do pensamento computacional para crianças. In Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação (Vol. 8, No. 1, p. 238).
- Filho, D. M. and Gonçalves, P. (2008). Robótica Educacional de Baixo Custo: Uma Realidade para as Escolas Brasileiras. In: Anais do XXVIII Congresso da SBC - XIV Workshop de Informática na Escola, Belém, PA, Brasil.
- Gomes, A and Gomes, C. R. A. (2019). Classificação dos tipos de pesquisa em Informática na Educação. Jaques, Patrícia Augustin.
- Lima, A. A., de Oliveira, M. C., Siqueira, S. W. M. and Nunes, M. A. S. (2022). Avante! O uso de Métodos Estatísticos na Apresentação e Avaliação dos Resultados de Práticas do Pensamento Computacional no Brasil. In: Anais do XXXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (pp. 1233-1242). SBC.

- Mill, D and César, D. (2009). Robótica pedagógica livre: sobre inclusão sócio-digital e democratização do conhecimento. *Perspectiva*, v. 27, n. 1, p. 217-248.
- Raabe, A. L. A., Brackmann, C. P., and Campos, F. R. (2018). Currículo de referência em tecnologia e computação: da educação infantil ao ensino fundamental. São Paulo: CIEB.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3):33-35.