

***Design Thinking* e o Pensamento Computacional e suas articulações para o ensino de Robótica Educacional: uma revisão**

Design Thinking and Computational Thinking and their articulations for the Educational Robotics teaching: a review

Design Thinking y Computational Thinking y sus articulaciones para la enseñanza de la robótica educativa: una revisión

Recebido: 04/10/2020 | Revisado: 08/10/2020 | Aceito: 12/10/2020 | Publicado: 12/10/2020

Valdir Rosa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8766-8702>

Universidade Federal do Paraná, Brasil

E-mail: valdirrosa@ufpr.br

João Coelho Neto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6154-3266>

Universidade Estadual do Norte do Paraná, Brasil

E-mail: joacoelho@uenp.edu.br

Resumo

Este artigo examina o campo crescente da utilização do *design thinking* e do pensamento computacional para o ensino de robótica educacional por meio de um mapeamento baseado nas etapas de uma revisão sistemática da literatura. Este mapeamento buscou reunir evidências de como o ensino de robótica tornou-se uma ferramenta útil para o desenvolvimento de habilidades cognitivas como o pensamento computacional, sendo ainda potencializado pelo uso do *design thinking*. Nesse sentido, buscou-se na literatura conhecer como essas abordagens estão sendo realizadas, em quais níveis de escolaridades estão sendo efetuados os estudos na área, se há um currículo específico para esse fim, e quais resultados já foram alcançados. As conclusões deste estudo apontam para um uso cada vez maior da robótica educacional para o desenvolvimento do pensamento computacional, sendo realizada em todos os níveis de escolaridade do Ensino Básico. Não há um currículo totalmente definido e nem um padrão a ser seguido, mas há contribuições implícitas de *design thinking* nas atividades relatadas para o desenvolvimento do pensamento computacional.

Palavras-chave: *Design Thinking*; Pensamento Computacional; Robótica; Ensino; Revisão Sistemática de Literatura.

Abstract

This paper examines the growing field of using design thinking and computational thinking for teaching educational robotics through a mapping based in the systematic literature review steps. This mapping gathers evidence of how the robotics teaching has become a useful tool for the development of cognitive abilities, and such as computational thinking, being further enhanced by the use of design thinking. In this sense, it was sought in the literature to know how these approaches are being evaluated, at what levels of education are being carried out in this area of studies, if there is a curriculum formulated for this purpose, and what results have already been achieved. The consequences, study point to an increasing use of educational robotics for the development of computational thinking, being carried out at all levels of education in Basic Education. There isn't fully defined curriculum and nor a standard to be followed, but there are contributions implicit design thinking in the activities reported for the development of computational thinking.

Keywords: Design Thinking, Computational Thinking, Robotics, Teaching, Systematic Literature Review.

Resumén

Este artículo examina el creciente campo del uso del pensamiento de diseño y el pensamiento computacional para enseñar robótica educativa a través de un mapeo basado en los pasos de una revisión sistemática de la literatura. Este mapeo buscó recopilar evidencia de cómo la enseñanza de la robótica se convirtió en una herramienta útil para el desarrollo de habilidades cognitivas y cómo el pensamiento computacional, siendo mejorado aún más por el uso del pensamiento de diseño. En este sentido, se buscó en la literatura conocer cómo se están evaluando estos enfoques, en qué niveles de educación se están llevando a cabo en esta área de estudios, si existe un currículo formulado para tal fin, y qué resultados ya se han logrado. Las consecuencias, estudio apuntan a un uso creciente de la robótica educativa para el desarrollo del pensamiento computacional, que se está llevando a cabo en todos los niveles de la educación en Educación Básica. No existe un plan de estudios completamente definido ni un estándar a seguir, pero hay aportes pensamiento de diseño implícito en las actividades reportadas para el desarrollo del pensamiento computacional.

Palabras clave: Design Thinking, Pensamiento Computacional, Robótica, Enseñanza, Revisión Sistemática de Literatura.

1. Introdução

As tecnologias digitais têm sido utilizadas nos mais diversos contextos educacionais, sendo instrumentos auxiliares para o processo de ensino e de aprendizagem. Entre as tecnologias, há um consenso cada vez maior entre os pesquisadores de que a robótica educacional é um dos recursos educacionais que incentiva os alunos a pensarem criativamente, possibilita a criação de oportunidades para analisar situações e aplicar o pensamento crítico e a solução de problemas do mundo real (Shute *et al.*, 2017; Bers *et al.*, 2014) e ainda, oferece oportunidades para lidar com as diferentes áreas do conhecimento.

A robótica, por estar intimamente ligada à programação, torna-se uma área próspera para a elaboração de atividades que desenvolvam habilidades do pensamento computacional (Shute, Sun & Asbell-Clarke, 2017). Estudos têm utilizado as ferramentas de programação e de robótica educacional para desenvolver habilidades do pensamento computacional nos mais diversos níveis de ensino, desde as séries iniciais até a graduação (Chalmers, 2018; Shute *et al.*, 2017; Atmatzidou & Demetriadis, 2016). Este tipo de pensamento envolve projetar sistemas, empregar abstração, sequenciamento, generalização, pensamento algoritmo e habilidades na resolução de problemas (Chalmers, 2018).

Aliado ao pensamento computacional está o *design thinking*, estratégia que está emergindo para contribuir com o desenvolvimento de habilidades e competências, permitindo aos alunos aprenderem de forma colaborativa para resolver problemas do mundo real com eficiência, por meio de soluções inovadoras. Dá mesma forma que o pensamento computacional, o *design thinking* também se concentra na resolução de problemas. Mas, o aluno como *designer* busca entender melhor o projeto que está desenvolvendo, reflete não só nos detalhes técnicos para resolver um determinado problema, mas também como seu projeto poderá realmente ajudar as pessoas.

Nesse sentido, a robótica educacional torna-se também um campo fértil para o desenvolvimento de atividades orientadas pelo *design thinking* que por sua vez, associado ao pensamento computacional pode potencializar a aprendizagem. Além disso, adquire possibilidades para desenvolver novas habilidades e dar novas oportunidades aos alunos para

experimentar, criar e prototipar modelos, além de obter *feedbacks* sobre o que construiu e, ainda, refletir e redesenhar o modelo para se chegar a um resultado mais satisfatório.

Assim com atividades de robótica educacional bem planejadas, os alunos aprendem não somente a construir um robô com o propósito de resolverem um problema, mas planejam suas ações, realizam testes, trabalham em colaboração uns com os outros, bem como desenvolvem habilidades de ordem superior (Bers *et al.*, 2014). O trabalho do *designer* possibilita-os a se aprofundarem no problema, testar hipóteses, experimentá-las e refletir sobre os resultados (Tosca & Ejsing-Duun, 2017).

Partindo desse pressuposto, buscou-se com este estudo, mapear por meio das etapas de uma revisão sistemática da literatura, a forma com que o *design thinking* e o pensamento computacional se relacionam para o ensino da robótica educacional. Para atender este fim, objetivos específicos emergiram a fim de complementar esta abordagem, no qual buscou-se saber em quais níveis de escolaridade estão sendo utilizados; verificar se há um currículo¹ específico a ser seguido; como o *design thinking* e o pensamento computacional estão sendo utilizados no ensino de robótica educacional e quais resultados estão sendo obtidos nesses estudos.

Por meio de uma revisão sistemática da literatura buscou-se, reunir evidências relevantes e apresentar alguns aspectos que os estudos mais recentes apresentam sobre a relação entre o *design thinking* e o pensamento computacional no ensino de robótica educacional na Educação Básica. Nesse sentido, buscou-se responder a seguinte questão de pesquisa: Como o *design thinking* e o pensamento computacional se relacionam e estão sendo utilizados para o ensino de robótica educacional na Educação Básica?

Esse artigo é um desdobramento de uma pesquisa de pós-doutoramento na área de Ensino, no qual aborda propostas de ações que utilizam o *design thinking* e o pensamento computacional para o ensino de robótica educacional na Educação Básica, no âmbito formal ou informal, para possibilitar novas propostas para atender a demanda em crescimento no contexto educacional vigente.

Desse modo, para atender a estrutura desse artigo, seções foram delineadas: a primeira, elenca-se os objetivos da pesquisa e se realiza uma breve introdução à abordagem

¹ O termo "currículo" utilizado neste artigo, remete às reflexões apresentadas por Rosa (2015), no qual orienta que as experiências de aprendizagem devem estar articuladas de acordo com o contexto, e não somente se reduzir a um conjunto de conteúdos estanques, mas como se relacionam dentro do universo escolar.

teórica. Na segunda, apresenta-se os percursos metodológicos; na terceira apresenta-se a análise dos resultados e suas articulações para o ensino de robótica educacional. E, na quarta e última seção, apresenta-se as considerações finais e os trabalhos futuros.

1.1 O Pensamento Computacional (PC)

Quando se ouve o termo “pensamento computacional” pela primeira vez, imagina-se que este tipo de pensamento está relacionado apenas para aqueles aos quais utilizam-se de computadores para realizarem determinadas tarefas. Mas, o pensamento computacional vai além dessa visão simplista pois, como ressalta Wing (2006), este tipo de pensamento é uma habilidade essencial que necessita ser adquirida por todos, e não somente pelos profissionais da computação. Isso se deve, segundo a autora, pela possibilidade de se desenvolver capacidades para “resolver problemas, projetar sistemas e entender o comportamento humano” (p.33).

Apesar de ainda não ser um termo claramente definido (Shute, Sun & Clarke, 2017; Weintrop *et al.*, 2016), o pensamento computacional está relacionado ao processo de pensamento envolvido tanto na formulação de problemas bem como em suas soluções e que possam ser realizado de modo efetivo por um agente processador de informações (Cuny *et al.*, 2010). Shute e colaboradores (2017, p. 144) apresentam o pensamento computacional como “a base conceitual necessária para resolver problemas de forma eficaz e eficiente (por exemplo, algorítmicamente, com ou sem a assistência de computadores) com soluções reutilizáveis em diferentes contextos” (tradução nossa).

De forma mais geral, o pensamento computacional vai além de compreender conceitos de programação mas inclui “habilidades e práticas mentais para: projetar cálculos que fazem os computadores; explicar e interpretar o mundo como um complexo de processos de informação” (Denning & Tedre, 2019, p. 4), ou seja, uma forma de pensar que possibilita a compreensão e resolução de problemas com ajuda ou não de uma máquina.

1.2 O *Design Thinking* (DC)

O estudo do *design thinking* na Educação não é algo novo, mas ainda há poucos trabalhos na área e que buscam por uma definição consistente (Lugmayr *et al.*, 2013; Georgiev, 2012). De acordo com Razzouk e Shute (2012), o *design thinking* é um processo de

pensamento que contribui para a busca de soluções ou respostas aos problemas humanos e, ao mesmo tempo, colabora com o desenvolvimento de habilidades de pensamento de ordem superior no sentido de fazer com que os alunos sejam capazes de analisarem problemas do mundo real, sintetizá-los e desenvolverem soluções inovadoras.

Nessa mesma linha, Goldman e Kabayadondo (2017) salientam que o *design thinking* nada mais é do que um método de solução de problemas a partir do desenvolvimento de habilidades mentais mais complexas que ajudam os indivíduos a alcançar soluções inovadoras em respostas a seus problemas. É um método interdisciplinar (Lugmayr *et al.*, 2013) e possibilita a criação de inovações baseadas nas demandas dos consumidores no campo de produtos, de serviços ou de materiais tangíveis. Nas palavras de Valadares (2020, p. 9), o “*design thinking* tem por objetivo final o desenvolvimento de projetos e produtos em três dimensões: atenção ao ser humano; atenção ao aspecto empreendedor e atenção ao uso das tecnologias”.

Nos estudos de Georgiev (2012), ao analisar três décadas de pesquisas sobre o *design thinking*, o autor elenca doze características que um *designer thinking* deve ter. Entre estas características, destacam-se: ter atenção para as partes do problema, utilizar o pensamento reflexivo, manter uma investigação periódica a tudo que se relaciona ao problema, manter um diálogo entre os pares e, ainda, realizar práticas e estratégias diversificadas. Ao buscar a solução de um problema, o *designer* precisa dar sequência a cinco estágios de ação ou modos de pensar, caracterizados como: Empatia, Definir, Idealizar, Prototipar e Testagem (Goldman & Kabayadondo, 2017).

A empatia se refere ao modo de se obter a informação clara do problema com a pessoa entrevistada (proponente), onde busca-se compreender as limitações, aprender a trabalhar em colaboração e, ainda, desenvolver habilidades de entrevista e sondagem que são aperfeiçoadas durante todo o processo. Em um segundo momento, o *designer* define a meta a ser desenvolvida do ponto de vista do proponente (Definir) para depois, desenvolver um protótipo rápido em colaboração com sua equipe (Idealizar) e compartilha-o com o proponente para ter a certeza de que está no caminho certo.

Em seguida, converte suas ideias em um artefato físico (Prototipar) que ajude o proponente a visualizar a solução. Por fim, o último estágio (Testagem) permite ao *designer* realizar testes, refletir e refinar sua solução. Caso forem constatadas deficiências ou falhas em

qualquer uma das fases, os alunos retornam a fase que está apresentando déficit e buscam diferentes abordagens com a intenção de resolver os problemas.

2. Metodologia

Para atender a abordagem dessa pesquisa, optou-se em utilizar etapas de uma Revisão Sistemática de Literatura que segundo Wohlin (2014) é a identificação das pesquisas relevantes da área pesquisada. Kitchenham (2004) também relata que a revisão sistemática é uma abordagem para identificar, avaliar e interpretar toda a pesquisa disponível relevante para uma questão de pesquisa específica, área de tópico ou fenômeno de interesse, por isso, muitas razões para desenvolver uma revisão são emergidas, principalmente a de identificar lacunas na pesquisa atual, a fim de sugerir áreas para uma investigação mais aprofundada.

Souza, Felizardo e Falbo (2017) também apontam que a revisão sistemática tem como proposta “[...] identificar, analisar e interpretar evidências disponíveis relacionadas com um particular tópico de pesquisa ou fenômeno de interesse” (p. 3). Dessa forma, as etapas para a construção dessa revisão foram evidenciadas em Kitchenham (2004), sendo estruturadas como em três principais etapas: Planejamento, Condução e Apresentação dos Resultados.

Para iniciar esta revisão, perguntas de pesquisas foram elencadas para responder à questão principal, a fim de proporcionar um melhor mapeamento da abordagem:

P1 – Quais níveis de escolaridade na Educação Básica estão sendo trabalhados o *design thinking* e o pensamento computacional para o ensino de robótica educacional?

P2 - Há um currículo específico sendo abordado nesse contexto?

P3 – De que forma estão sendo utilizados o *design thinking* e o pensamento computacional para o ensino de robótica educacional no contexto escolar?

P4 – Quais resultados estão sendo obtidos com o desenvolvimento de atividades que englobem o *design thinking* e o pensamento computacional para o ensino de robótica educacional?

Na busca de respostas as perguntas de pesquisas apontadas, *strings* foram formadas: (“*Design Thinking*” OR “*Computational Thinking*”) AND (“*Robotic*”) para algumas bases e, para outras, essa *string* foi desmembrada, gerando as seguintes combinações: (“*Design*

Thinking” AND “*Robotic*”) e (“*Computational Thinking*” AND “*Robotic*”), justifica-se a busca na língua inglesa, visto tentar alcançar o maior número de pesquisas envolvendo essas áreas de pesquisas.

Para mapear esses resultados, algumas bases de dados foram elencadas, evidenciando as seguintes fontes de dados:

- *IEEE Digital Library* (<http://ieeexplore.ieee.org>): É um banco de dados para acesso a artigos, periódicos, anais de conferência e materiais relacionados às áreas de engenharia e tecnologia. O banco de dados do IEEE possui mais de 2 milhões de registros.
- *Scopus* (<http://www.scopus.com>): Banco de dados de resumos e citações de artigos científicos que disponibiliza produção científica de mais de 5.000 editoras internacionais nas áreas de ciência, tecnologia entre outras.
- Periódicos CAPES (<https://periodicos.capes.gov.br>): Portal criado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, do Ministério da Educação, fornece acesso a diversos conteúdos em formato eletrônico de publicações em periódicos, nacionais e internacionais, teses e dissertações.
- *ACM Digital Library* (<http://portal.acm.org>): A *Association for Computing Machinery* é considerada o banco de dados mais abrangente do mundo em artigos completos nas áreas de Computação e Tecnologia da Informação.
- *Science Direct* (<http://www.sciencedirect.com>): É um portal de acesso para mais de 2.500 periódicos e contém quase 10 milhões de artigos. Entre as publicações estão as áreas de Ciências Físicas e Engenharia, Ciências Sociais e Humanas.

Como sendo uma área relativamente nova, não houve intervalos de buscas, o critério foi a busca pela combinação das *strings* nos títulos das pesquisas. A procura pelos estudos ocorreu durante os meses de junho e julho de 2020, podendo ter alterações nas replicações futuras dessa revisão.

Para a seleção dos estudos após a busca nas bases de dados, foram direcionados alguns critérios de seleção: (i) estudos focados no Ensino Básico; (ii) atividades realizadas com os alunos durante a aula ou no contra-turno e (iii) ensino de robótica em conexão com o desenvolvimento do pensamento computacional ou *design thinking*. Estudos que abordavam

somente robótica, ou somente o pensamento computacional ou somente o *design thinking*, como também formação de professores e ensino superior foram excluídos para esta pesquisa.

Assim, para responder as perguntas evidenciadas no protocolo dessa revisão, os dados foram extraídos das bases elencadas e foram analisadas qualitativamente, destarte, na tentativa de articular um elo entre as temáticas propostas neste trabalho.

3. Resultados e Discussões

Na tentativa de encontrar um elo entre o *design thinking*, o pensamento computacional e o ensino de robótica educacional, com ênfase na Educação Básica, a fim de articular os objetivos e as perguntas elencadas durante o estudo, o conjunto de dados foi pesquisado e filtrado pelos dois pesquisadores desta revisão, resultando em 12 estudos que correlacionam a robótica educacional com o pensamento computacional ou com o *design thinking*, como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Dados da pesquisa empírica

Base de dados	Encontrados	Selecionados
<i>IEEE Digital Library</i>	127	3
<i>Scopus</i>	0	0
<i>Periódicos da CAPES</i>	37	4
<i>ACM Digital Library</i>	12	1
<i>Science Direct</i>	102	4
Total	278	12

Fonte: Os autores.

Para as buscas nas bases *IEEE Digital Library* com a *string* (“*Design Thinking*” OR “*Computational Thinking*”) AND (“*Robotic*”)), foram encontrados 127 artigos na primeira busca, sendo selecionados apenas três após critérios de análise. Na base *Scopus*, utilizando a combinação (“*Design Thinking*” AND “*Robotic*”) e (“*Computational Thinking*” AND “*Robotic*”), não foram encontradas evidências sobre a temática.

Para a base Periódico CAPES, na busca avançada, busca “no título”, foram observadas para (“*Design Thinking*” AND “*Robotic*”) e (“*Computational Thinking*” AND “*Robotic*”), 1 (um) resultado cada. Para a busca avançada como “qualquer”, foram encontradas 37 evidências, sendo selecionadas para apenas quatro delas.

Na base da ACM, para (“*Design Thinking*” AND “*Robotic*”), foram encontradas cinco evidências e para (“*Computational Thinking*” AND “*Robotic*”), sete evidências, mas apenas uma delas foi selecionada. Na base da *Science Direct*, utilizando a *string* (“*Design Thinking*” AND “*Robotic*”) e (“*Computational Thinking*” AND “*Robotic*”) elencou-se 102 estudos, porém ao analisa-los de acordo com os critérios e inclusão estabelecidos, foram selecionados apenas quatro.

A Tabela 2 fornece os estudos selecionados a partir dos resultados das bases de dados, seus autores e onde foram encontrados. Os estudos resultantes foram lidos exaustivamente e de forma independente pelos dois autores deste artigo, com a perspectiva de identificar: (i) o nível de escolaridade que estão sendo ensinados conceitos de robótica e sua relação com o desenvolvimento do pensamento computacional ou com o *design thinking*, (ii) indícios sobre o currículo ou conteúdo abordado para esse ensino, (iii) como as atividades estão sendo implementadas e (iv) quais resultados estão sendo obtidos com as atividades. Em seguida, os autores discutiram e sintetizaram suas descobertas.

Tabela 2 - Estudos empíricos sobre Design Thinking e o Pensamento Computacional e suas articulações para o ensino de Robótica

ID	Título do estudo	Autores/ano	Base de dados
1	Understanding second grader's computational thinking skills in robotics through their individual traits	Youngkyun Baek; Dazhi Yang e Yibo Fan - 2019	CAPES
2	Developing Computational Thinking through a Virtual Robotics Programming Curriculum	Eben B. Witherspoon, Ross M. Higashi, Christian D. Schunn, Emily C. Baehr e Robin Shoop - 2017	ACM

3	Teaching Computational Thinking by Playing Games and Building Robots	Jonathan Francis Roscoe e Emma Posey - 2014	IEEE
4	Towards Playful Learning and Computational Thinking – Developing the Educational Robot BRICKO	Bjarke Kristian Maigaard Kjær Pedersen, Kamilla Egedal Andersen, Anders Jørgensen, Simon Kösllich, Fardin Sherzai e Jacob Nielsen - 2018	IEEE
5	The use of Different Kinds of Robots to Spark Student Interest in Learning Computational Thinking	Wei-Yeh Huang, Chiu-Fan Hu, Cheng-Chih Wu - 2018	IEEE
6	Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences	Soumela Atmatzidou, Stravos Demetriadis - 2016	SD
7	Assessing elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming	Guanhua Chen, Ji Shen, Lauren Barth-Cohen, Shiyan Jiang e Moataz Eltoukhy - 2017	SD
8	Coding games and robots to enhance computational thinking: How collaboration and engagement moderate children's attitudes?	K Sharma, S Papavlasopoulou, M Giannakos - 2019	SD
9	Developing young children's computational thinking with educational robotics: An interaction effect between gender and scaffolding strategy	Charoula Angeli e Nicos Valanides - 2019	SD
10	Computational Thinking, Programming Self-Efficacy, Problem Solving and Experiences in the Programming Process Conducted with Robotic Activities	Hatice Yildiz Durak, Fatma Gizem Karaoglan Yilmaz, Ramazan Yilmaz - 2019	CAPES
11	Using Robotics and Game Design to Enhance Children's Self-Efficacy, STEM Attitudes, and Computational Thinking Skills	Jacqueline Leonard, Alan Buss, Ruben Gamboa, Monica Mitchell, Olatokunbo S. Fashola, Tarcia Hubert e Sultan Almughyirah - 2016	CAPES
12	Computational Thinking Initiation. An experience with robots in Primary Education	José Miguel Merino-Armero ; José Antonio González-Calero ; Ramón Cózar-Gutiérrez e Rafael Villena-Taranilla - 2018	CAPES

CAPES: Base de Periódicos da CAPES; IEEE: IEEE Xplore; SD: ScienceDirect; ACM: ACM Digital Library

A seguir, analisa-se os 12 artigos na busca de identificar as questões apresentadas e fornecer informações sobre o atual estágio do conhecimento.

i. Os níveis de escolaridade dos estudos que utilizam o *Design Thinking* e o Pensamento Computacional para o ensino de Robótica Educacional

Em relação à escolaridade dos alunos que participaram das atividades de aprendizagem com o uso da robótica educacional e programação conforme os estudos identificados estão representados conforme Tabela 3.

Constata-se, de acordo com a Tabela 3, o maior número de estudos concentrados no Ensino Fundamental, sendo eles representando aproximadamente 58% dos trabalhos encontrados, contra um índice de apenas 17% no Ensino Médio e 8% na Educação Infantil. Ainda, verificou-se que 17 % foram estudos mistos, no qual foram realizadas atividades com alunos provenientes dos dois níveis de ensino e onde os trabalhos ocorreram fora do horário normal de aula.

Tabela 3 – Evidências de escolaridade

Nível de Ensino	ID do Estudo	Escolaridade
Ed. Infantil	9	Educação Infantil
EF Anos Iniciais	1, 4, 7 e 12	Primeiro, segundo, terceiro e quinto anos
EF Anos Finais	2, 5 e 10	Sexto, sétimo e oitavo anos
Ens. Médio	3 e 11	Primeiro, segundo e terceiros anos
EF e Ens. Médio	6 e 8	Oitavo e nono anos EF Anos Finais e Primeiro e segundo anos do Ens. Médio.

Fonte: Os autores.

O número expressivo de estudos realizados no Ensino Fundamental vai ao encontro de que aprender a programar e utilizar robôs tornou-se algo necessário e deve ser iniciado desde muito jovem (Ioannou & Makridou, 2018), pois além de se apresentar como um meio de motivação (Merino *et al.*, 2018; Roscoe *et al.*, 2014), tornou-se um dos principais preditores de desempenho em codificação e habilidades de pensamento computacional (Baek *et al.*, 2019). As crianças aprendem a pensar, a projetar, a criar e a manipular objetos enquanto refletem, ao mesmo tempo que colaboram entre si para a resolução de problemas.

Roscoe *et al.* (2014) argumentam que é preciso avançar de uma alfabetização digital básica para a aquisição de habilidades mais avançadas de computação. Isso significa planejar estudos mais avançados também para os alunos mais novos no sentido de beneficiá-los a adquirir e a aprimorar suas habilidades, e ao mesmo tempo também, cria-se uma oportunidade para incentivá-los nas áreas de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM) (Baek, Yang & Fan, 2019; Sharma *et al.*, 2019; Witherspoon *et al.*, 2017). Ademais, é função da escola preparar os alunos para lidar com o mundo emergente (Tosca & Ejsing-Duun, 2017) frente as inovações tecnológicas que aparecem constantemente.

ii. Currículo adotado que utiliza o *Design Thinking* e o Pensamento Computacional para o ensino de Robótica Educacional

O currículo surge como uma parte importante para o planejamento do ensino de robótica educacional, pois ele pode ser construído de forma a preparar a atual geração de alunos para requisitos da literacia científica e tecnológica da sociedade. Também, torna-se uma bússola que poderá orientar a utilização das tecnologias digitais da informação e comunicação como ferramentas de aprendizagem (Anagnostakis, 2018), possibilitando assim o desenvolvimento das habilidades necessárias dos alunos ao atual século.

Os currículos adotados nos estudos encontrados foram direcionados para o desenvolvimento de habilidades em pensamento computacional ou em *design thinking*, mas eles se diferenciam na quantidade dos conteúdos lecionados e no aprofundamento entre os níveis de escolaridade. Os principais temas e habilidades encontrados nos estudos foram: abstração, generalização, algoritmos, modularização e decomposição (Atmatzidou & Demetriadis, 2016; Witherspoon *et al.*, 2017; Huang *et al.*, 2018). Para Chalmers (2018), apesar dos resultados positivos que estão sendo alcançados, ainda há necessidade de mais pesquisas nessa área para descobrir como os professores podem introduzir o pensamento computacional em suas aulas e como as crianças estão aprendendo estas habilidades.

Os estudos analisados ainda sugerem que para um currículo realmente colaborar com a melhora do desempenho em programação ao mesmo tempo em que desenvolve o pensamento computacional, deverá promover a motivação intrínseca dos alunos, a autoeficácia de programação (Baek *et al.*, 2019; Durak *et al.*; 2019) e o pensamento reflexivo (Durak *et al.*, 2019). Ademais, os currículos de robótica educacional devem permitir introduzir os conceitos de computação nas diferentes séries para aprimorar as habilidades de

raciocínio e utilizar diferentes ferramentas para a resolução de problemas (Huang, Hu & Wu, 2018).

Nesta perspectiva, Witherspoon e colaboradores (2017) defendem que um currículo ideal deverá conter: introdução à programação, movimentos básicos do robô, sensores e fluxo de programação, e conceitos básicos de programação como sequências, condicionais e *loop*. Além disso, como enfatizaram Huang *et al.* (2018), há quatro conceitos indispensáveis do pensamento computacional que não podem faltar: decomposição, abstração, reconhecimento de padrões e *design* de algoritmos.

Na mesma linha, Chen e colaboradores (2017) denominam esses aspectos de conceitos chave e salientam sua relevância para o desenvolvimento cognitivo dos alunos. Para esses autores, além dos algoritmos, variáveis, condicionais e *loops*, o currículo ainda deve contemplar a execução serial e multitarefa. Para que sejam aprendidos pelos alunos do Ensino Fundamental, esses conceitos devem ser introduzidos conforme o andamento das aulas, durante o desenvolvimento de projetos que envolvam a programação de robôs que executam tarefas simples, direcionado ao uso da robótica no cotidiano.

No geral, os currículos adotados nos estudos analisados são bem semelhantes, variando mais para o currículo da Educação Infantil que introduz a programação e execução de funções mais simples, como tarefas que incluam aprender os movimentos para frente, para trás, para direita ou para esquerda; *loops* e o uso de sons. Já no Ensino Fundamental, o currículo inicia-se com introdução à programação, sensores e fluxo de programação, algoritmos, variáveis e condicional sendo também realizado no Ensino Médio, mas com um nível maior de exigência.

iii. Implementação das atividades

Buscou-se compreender como e quais ferramentas foram utilizadas no ensino de robótica educacional para o desenvolvimento do pensamento computacional e do uso do *design thinking*. Alguns dos estudos (Baek *et al.* 2019; Witherspoon *et al.*, 2017; Chen & Shen, 2017) salientam a necessidade de adoção do pensamento computacional e do uso do *design thinking* no próprio currículo da escola, e não somente lecioná-los em cursos extras. Ao introduzi-los no currículo, a escola permite criar uma cultura própria e explorar o pensamento computacional e o *design thinking* não apenas em uma disciplina, mas realizar

projetos interdisciplinares que integrem diferentes áreas para a resolução de um problema comum, que poderá assim, aumentar o interesse e a motivação pelos alunos em aprender.

A Tabela 4 apresenta algumas das principais ferramentas utilizadas nos estudos selecionados e indicam os respectivos estudos aos quais eles foram citados.

Tabela 4 – Ferramentas utilizadas no Ensino de Robótica Educacional

Ferramentas	ID do Estudo
<i>Scratch</i> ou <i>Scratch for Arduino</i>	3, 5, 8 e 10
<i>Kit LEGO</i>	1, 4, 5, 6 e 11
<i>ROBOTC Graphical</i>	2
<i>BRICKO</i>	4
<i>Dash & Dot</i>	5
<i>NAO</i>	7
<i>Bee-Botin</i>	9
<i>Ozobot</i>	12

Fonte: Os autores.

O uso do Kit LEGO e do *Scratch* são os que mais se destacam na Tabela 4. No trabalho de Merino-Armero *et al.* (2018), para realizar as atividades de robótica educacional e desenvolver o pensamento computacional, mas também abordando conteúdos de Matemática e Ciências Sociais, foi utilizado a programação em *Scratch* e o robô *Ozobot*. Para o desenvolvimento de diferentes habilidades em computação Roscoe *et al.* (2014), desenvolveu *workshops* com três tipos de atividades: a construção de miniaturas para impressão 3D, a utilização do *AppInventor* (um ambiente gráfico de programação para Android) e projeto de criação de robôs com Arduino e o *Scratch*.

Atmatzidou e Demetriadis (2016) buscaram promover o desenvolvimento de competências do pensamento computacional e o pensamento crítico organizando seminários

para o ensino de robótica educacional com os kits LEGO *Mindstorms* NXT 2.0 aliado ao ambiente de programação LEGO NXT-G. Sharma e colaboradores (2019), buscaram compreender como o envolvimento e a colaboração entre os alunos afetam suas atitudes em relação às atividades de codificação, utilizando para isso, a linguagem de programação *Scratch* for Arduino (S4A), para interação com robôs e criação de jogos com o *Scratch*.

Angeli e Valanides (2019) utilizaram o robô *Bee-Botin* para desenvolver o pensamento computacional em crianças entre cinco e seis anos, utilizando três cenários que eram apresentados como desafios a serem resolvidos. Cartões que representavam os comandos de movimento do robô eram oferecidos para as crianças, estas por sua vez, pensavam e montavam os comandos para se chegar de um ponto a outro. Após, a sequência de comandos era testada com o robô. Sequências simples incluíram tarefas que utilizavam as teclas “avançar” ou “retroceder” e “virar à direita” ou “virar à esquerda” em diferentes combinações.

Durak e colaboradores (2019) buscaram determinar os níveis de habilidades dos alunos em relação ao pensamento computacional, autoeficácia de programação e o pensamento reflexivo por meio de treinamento em programação de atividades robóticas com o *Scratch for Arduino*. As atividades foram realizadas em oficinas no qual os alunos trabalhavam em grupos de no máximo três.

Por sua vez, no estudo de Leonard *et al.* (2016) foi utilizado a robótica e *design* de jogos para desenvolver estratégias de pensamento computacional com alunos do ensino médio de escolas rurais e indígenas. As atividades de robótica se concentraram no robô LEGO *MINDSTORMS* EV3 e na criação de jogos por meio do *software Scalable Game Design*. O processo foi realizado por etapas no qual os alunos construíram um robô, para depois aprenderem a programá-lo utilizando inicialmente códigos simples e ir avançando etapas a cada entendimento dos comandos como, por exemplo, desviar obstáculos utilizando sensores, tocar música, mover objetos e atravessar obstáculos.

Durante a realização das atividades de robótica, os alunos são organizados em grupos para a realização de tarefas. Os grupos eram orientados discutir os desafios propostos, projetar e refletir sobre suas ideias e voltarem a discutir e modificar o projeto quando fosse necessário (Baek *et al.*, 2019), método utilizado também no *design thinking*. Já para Huang *et al.* (2018), os alunos projetavam em uma planilha e discutiam como resolver o problema, um trabalho

semelhante é apresentado por Merino-Armero *et al.* (2018) no qual os grupos se reuniam para discutir as tarefas e depois programar.

Os tipos de robôs e as plataformas de programação variam dependendo do nível de escolaridade dos alunos. Por exemplo, a utilização da linguagem de programação *Scratch* apareceu em cinco dos estudos selecionados (Roscoe *et al.*, 2014; Huang *et al.*, 2018; Sharma *et al.*, 2019; Durak *et al.*, 2019; Merino-Armero *et al.*, 2018) com ou sem o uso da placa de Arduino. No estudo de Witherspoon *et al.* (2017) foi utilizada a plataforma de linguagem de programação exclusiva denominada *ROBOTC Graphical* no qual os alunos programavam e testavam seus robôs virtualmente.

O robô LEGO *MINDSTORMS* nas versões EV3 ou NXT foi utilizado em três dos estudos selecionados (Huang *et al.*, 2018; Atmatzidou & Demetriadis, 2016; Leonard *et al.*, 2016). Há também a utilização do robô humanoide NAO (Chen *et al.*, 2017), do robô *Bee-Botin* (Angeli & Valanides, 2019), o robô *Ozobot* (Merino-Armero *et al.*, 2018). O protótipo robótico *BRICKO* (Pedersen *et al.* 2018) com programação baseada em LEGO no qual um conjunto de blocos de comando disponíveis incluem os movimentos para frente, para trás, vire à esquerda, vire à direita; efeitos sonoros e *loop*, também foi utilizado.

Além de apresentar o estudo sobre o robô *BRICKO* que tem finalidade de desenvolver o pensamento computacional a partir da “interação tangível, social e lúdica” (Pedersen *et al.*, 2018, p. 38), os autores citam alguns dos robôs educacionais mais utilizados na Dinamarca, entre eles estão: *Dash*, *KUBO*, *Blue Bot*, *Sphero*, *Cubelets*, *OzoBot* e *Mindstorms*.

iv. Resultados obtidos com o desenvolvimento de atividades que englobem o *Design Thinking* e o Pensamento Computacional para o ensino de Robótica

De acordo com os resultados dos estudos selecionados para essa revisão, as atividades a partir do uso da robótica educacional colaboram para o desenvolvimento do pensamento computacional e de outras habilidades cognitivas, mesmo nos primeiros anos de escolaridade. Eles ainda apontaram que a motivação intrínseca e a autoeficácia aumentaram de maneira significativa (Leonard *et al.*, 2016), considerados como sendo os principais preditores de codificação por serem capazes de possibilitar essa ação (Baek *et al.*, 2019).

A autoeficácia é por definição, um conceito relacionado a autoconfiança e refere-se à capacidade das pessoas a se organizarem e executarem ações para atingir determinados

objetivos (Maddux, 2012). Durak e colaboradores (2019), constataram ainda em seus estudos que a autoeficácia em programação se apresenta em maiores níveis nas meninas do que em meninos. Ainda em relação às diferenças de gênero, as meninas apresentaram níveis mais altos nas habilidades do pensamento computacional e pensamento reflexivo (Durak et al., 2019), e se beneficiaram mais das atividades de escritas colaborativas em relação aos meninos que se beneficiaram mais das atividades individuais, cinestésicas e manipulativas (Angeli & Valanides, 2019; Atmatzidou & Demetriadis, 2016).

Por outro lado, Atmatzidou e Demetriadis (2016) verificaram que as meninas parecem necessitar de um tempo maior de treinamento para desenvolver as mesmas habilidades alcançadas pelos meninos, mas ao final do curso, meninos e meninas atingem o mesmo nível de desenvolvimento. Merino-Armero e colaboradores (2018) também constaram algumas diferenças entre os gêneros ao observarem que os meninos estavam mais motivados e possuíam maior satisfação na realização das atividades do que as meninas.

Ganhos significativos de habilidades generalizáveis e aumento de desempenho na resolução de problemas, tanto de meninas como meninos, foram identificados por Witherspoon e colaboradores (2017) como estando diretamente relacionado ao desenvolvimento do pensamento computacional. Esses autores ainda relataram que o uso da robótica aumenta o envolvimento e a motivação dos alunos em aprender a programar, independente do gênero de cada um.

Sharma *et al.* (2019) chama a atenção para o fato de que atividades de codificação altamente envolventes e colaborativas possibilitam maior envolvimento dos alunos e, com isso, cria-se um ambiente que possibilita reforçar a aprendizagem e as habilidades de programação, do trabalho em grupo, de aprimorar habilidades de resolução de problemas, do pensamento crítico e da criatividade.

4. Considerações Finais

Com base na abordagem pesquisada acerca das relações entre o *design thinking*, o pensamento computacional e suas articulações para o ensino da robótica educacional, evidencia-se que ainda é uma temática relativamente nova. Porém, no contexto atual do ensino, mudanças estão a emergir e cria-se uma corrente de possibilidades e alternativas pedagógicas a serem inseridas no contexto escolar.

Para responder o objetivo geral, mapear por meio de uma revisão de que forma o *design thinking* se relaciona com o pensamento computacional para serem utilizados no ensino de robótica educacional, vislumbra-se em primeiro lugar, aspectos bem significativos para a aprendizagem de robótica e programação. Constatou-se que o ensino de robótica ocorre nos diferentes níveis de escolaridade, independente do gênero dos participantes, desfazendo-se também o mito de que crianças mais novas não possam desenvolver o pensamento computacional e de que as meninas possuem maiores dificuldades do que os meninos.

Para o desenvolvimento do pensamento computacional por meio do ensino de robótica educacional, constata-se que, cada vez mais um número maior de pesquisadores adotam alguns dos subsídios próprios do *design thinking* para desenvolver diferentes habilidades durante a realização de suas atividades pedagógicas de robótica educacional. Nesse sentido, acabam por obterem resultados cada vez mais significativos da aprendizagem e, ainda, propiciam a motivação e o interesse de ambos os sexos para a busca de uma formação em áreas científicas.

Para trabalhos futuros, pretende-se desenvolver um material instrucional na forma de um *e-book* gratuito, com um currículo próprio e que contenha atividades para o ensino da robótica educacional a luz do *design thinking* e que possa contribuir com o desenvolvimento do pensamento computacional. Porém, novas revisões acerca da abordagem analisada serão realizadas com diferentes *strings* já que a palavra robótica tem muitas variantes na língua inglesa, e que possivelmente outros estudos não foram contemplados pela busca realizada.

Por fim, salienta-se que o ensino de robótica educacional e programação combinada com o pensamento computacional e o *design thinking* traz uma nova perspectiva e uma forte contribuição para o fortalecimento da educação e à crescente alfabetização científica, tão necessária ao século XXI. Por isso, dada a sua evidente importância, mais estudos devem ser conduzidos para aprofundar a investigação desta relação, os impactos na aprendizagem e se este ensino poderá influenciar os alunos na escolha de sua futura profissão.

Agradecimento

Agradecimento especial ao Programa de Pós-Graduação em Ensino da Universidade Estadual do Norte do Paraná por possibilitar a realização do estágio de pós-doutoramento.

Referências

Anagnostakis, S. (2018). Research and planning: a framework for pre-service primary education teachers in the educational robotics. *Fourth International Conference Education Across Borders – Education in the 21st Century: Challenges and Perspectives*, Florina, Greece. 19-20.

Angelia, C. e Valanidesb, N. (2019). Developing young children's computational thinking with educational robotics: Aninter action effect between gender and scaffolding strategy. *Computers in Human Behavior*. Vol. 105. April. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.03.018>.

Atmatzidou S. e Demetriadis, S. (2016). Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 661-670. Retirado de [10.1016 / j.robot.2015.10.008](https://doi.org/10.1016/j.robot.2015.10.008)

Baek, Y.; Yang, D. e Fan, Y. (2019). Understanding second grader's computational thinking skills in robotics through their individual traits. *Information Discovery and Delivery*, 47(4), 218-228. <https://doi.org/10.1108/IDD-09-2019-0065>.

Bers, M. U.; Flannery, L.; Kazakoff, E. R. e Sullivan, A. (2019). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, 72, 145 –157.

Chalmers, C. (2018). Robotics and computational thinking in primary school. *International Journal of Child Computer Interaction*. 17(sep), 93-100.

Chen, G.; Shen, J.; Barth-Cohen, L.; Jiang, S.; Huang, X. e Eltoukhy, M. (2017). Assessing elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming. *Computers & Education*, 109(1), 162-175. Elsevier Ltd. Retrieved July 28, 2020 from <https://www.learntechlib.org/p/201645/>.

Kitchenham, B. (2004). *Procedures for Performing Systematic Reviews*. Join Technical Report. Austrália. Keele University Technical Report TR/SE-0401.

Cuny, J.; Snyder, L. e Wing, J. M. (2010). Demystifying Computational Thinking for Non Computer Scientists. Obtido em <http://www.citeulike.org/user/jehicken/article/13256108>

Denning, P. J. e TEDRE, Matti. (2019). *Computational Thinking*. Cambridge, MA: The MIT Press. 2019. ISBN 9780262536561.

Durak, H. Y.; Yilmaz F. G. K. e Yilmaz R. (2019). Computational Thinking, Programming Self-Efficacy, Problem Solving and Experiences in the Programming Process Conducted with Robotic Activities. *Contemporary Educational Technology*, 10 (2), 173-197. Obtido em: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1213657>

Goldman, S. e Kabayadondo, Z. (2017). *Talking design thinking to school: How the Technology of Design can transform teachers, learners, and classrooms*. Routledge. New York.

Huang, W. Y.; Hu, C. F. e Wu, C. C. (2018). The Use of Different Kinds of Robots to Spark Student Interest in Learning Computational Thinking. In Proceedings - 2018 6th *International Conference on Learning and Teaching in Computing and Engineering, LaTiCE*. 11-16. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. Obtido em: <https://doi.org/10.1109/LaTICE.2018.00-13>.

Ioannou, A. e Makridou, E. (2018). Exploring the potentials of educational robotics in the development of computational thinking: A summary of current research and practical proposal for future work. *Education and Information Technologies*. May, 2018. DOI: 10.1007/s10639-018-9729-z

McGinn, C.; Bourke, E.; Murtagh, A.; Lynch, P. Cullinan, M. e Kelly, K. (2020). Meet Stevie: a Socially Assistive Robot Developed Through Application of a ‘Design-Thinking’ Approach. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, Apr, 98(1), 39-58.

Leonard, J.; Buss, A.; Gamboa, R.; Mitchell, M.; Fashola, O. S.; Hubert, T. e Almughyirah, S. (2016). Using Robotics and Game Design to Enhance Children’s SelfEfficacy, STEM Attitudes, and Computational Thinking Skills. *Jornal Science Educational Technology*. 25:860–876.

Maddux, J. E. (2020). Self-efficacy. In M. R. Leary & J. P. Tangney (Eds.), *Handbook of self and identity*. The Guilford Press. 198–224.

Merino-Armero, J.M.; González-Calero, Cózar-Gutiérrez, J.A. e Villena-Taranilla, R. (2018). Computational Thinking Initiation. An experience with robots in Primary Education. *Journal of Research in Science, Mathematics and Technology Education*, 1(2), 181-206. DOI: 10.31756/jrsmte.124.

Pedersen, B. K. M. K.; Andersen, K. E.; Jorgensen A.; Kösllich, S.; Sherzai, F. e Nielsen, J. (2018). Towards playful learning and computational thinking — Developing the educational robot BRICKO. *IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC)*, Princeton, NJ, 37-44, DOI: 10.1109/ISECon.2018.8340502.

Rosa, V. (2015). Indagações e perspectivas de mudanças para um webcurrículo. *Inter-ação*, V.40, n.2, Goiânia. 405-417. Obtido em: <https://doi.org/10.5216/ia.v40i2.28771>

Roscoe, J.F.; Fearn S. e Posey, E. (2014). Teaching Computational Thinking by Playing Games and Building Robots, *International Conference on Interactive Technologies and Games*, Nottingham. 9-12, DOI: 10.1109/iTAG.2014.15.

Sharma K.; Papavlasopoulou S. e Giannakos M. (2019). Coding games and robots to enhance computational thinking: How collaboration and engagement moderate children's attitudes? *International Journal of Child-Computer Interaction*, (21), 65-76. Obtido em: <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2019.04.004>

Shute, V. J.; Sun, Chen e Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*. Elsevier. 22 (nov), 142-158. Obtido em: <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.09.003>

Souza, E.F.; Felizardo, K.R. e Falbo, R.A. Revisão Sistemática. In: Felizardo, K.R.; NAKAGAWA, E. Y.; FABBRI, S.C.P.F.; FERRARI, F.C. (2017). *Revisão sistemática da literatura em engenharia de software: teoria e prática*. – Rio de Janeiro: Elsevier.

Tosca, S.; Ejsing-Duun, S. (2017). *Design thinking and imitatio in an educational setting*. *Digital Creativity*, 28:3, 240-253. DOI: 10.1080/14626268.2017.1341929

Valadares, B. H. A. (2020). O design thinking como metodologia na educação jurídica contemporânea. *Research, Society and Development*, 9(9) DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7292>

Weintrop, D.; Beheshti, E.; Horn, M.; Orton, K.; Jona, K.; Troulle, L. e Wilensky, U. (2016). Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms. *Jornal Science Educational Technology*. 25, 127-147.

Wing, J.M. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*. March, Vol. 49 (3).

Wing, J.M. (2014). *Computational thinking benefits society*. 40th Anniversary Blog of Social Issues in Computing. New York: Academic Press.

Witherspoon, E.B.; Higashi, R.M.; Schunn, C.D.; Baehr, E.C. e Shoop, R. (2017). Developing Computational Thinking through a Virtual Robotics Programming Curriculum. *ACM Transactions on Computing Education*. October. Article No.: 4. Obtido em: <https://doi.org/10.1145/3104982>.

Wohlin, C. (2014). Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering. In: *EASE '14: Proceedings of the 18th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*. May 2014, article no. 38, 1-10. Obtido em: <https://doi.org/10.1145/2601248.2601268>.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Valdir Rosa – 55%

João Coelho Neto – 45%