

Intervenções pedagógicas para o desenvolvimento do Pensamento Computacional com auxílio da Robótica Educativa: uma revisão sistemática

Pedagogical interventions for the development of Computational Thinking with the help of Educational Robotics: a systematic review

Sandro José Ribeiro da Silva¹

Instituto Federal do Rio Grande do Sul

sandro.silva@canoas.ifrs.edu.br

Gabriela Trindade Perry²

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

gabriela.perry@ufrgs.br

Carla Odete Balestro Silva³

Instituto Federal do Rio Grande do Sul

carla.silva@canoas.ifrs.edu.br

Resumo: O desenvolvimento das habilidades do Pensamento Computacional (PC) nas instituições de ensino é, atualmente, uma preocupação em diversos países. Reconhecidamente se desenvolve a concepção de que a habilidade em se pensar como um cientista da Computação possui benefícios educacionais – capacidade de reflexão, resolução de problemas e o entendimento de que tudo ao nosso redor esta intrinsecamente ligado a tecnologia digital – e econômicos com profissionais capacitados. O objetivo desta Revisão Sistemática de Literatura (RSL) foi o de identificar quais intervenções pedagógicas vem sendo utilizadas no desenvolvimento do PC com o auxílio da Robótica Educativa (RE) utilizando Kits RE LEGO Mindstorm junto a discentes do equivalente ao Ensino Fundamental II e Ensino Médio, com objetivo de constituir bases que permitam elaborar uma intervenção pedagógica em uma escola de ensino médio integrado ao ensino

¹ Instituto Federal do Rio Grande do Sul, Canoas, Rio Grande do Sul, Brasil.

² Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

³ Instituto Federal do Rio Grande do Sul, Canoas, Rio Grande do Sul, Brasil.

profissional, cujos estudantes estão nestes níveis educacionais. Embora as pesquisas sejam promissoras no uso da RE para o desenvolvimento do PC, ainda existem lacunas a serem exploradas, visto que nenhuma das pesquisas aborda discentes da educação profissional. Recentes pesquisas realizadas na área da Tecnologia da Informação (TI) nos trazem que em um período de cinco anos serão criadas aproximadamente 800 mil novas oportunidades na área, entretanto, no Brasil, formam-se pouco mais de 53 mil profissionais de tecnologia por ano. Tal constatação emerge discussão acerca de que o desenvolvimento do PC é imprescindível na formação de profissionais de TI demanda cada vez maior em nossa sociedade.

Palavras-chave: robótica educativa; pensamento computacional; LEGO Mindstorm; ensino médio; ensino profissionalizante.

Abstract: The development of Computational Thinking (CT) skills in educational institutions is currently a concern in several countries. Admittedly, the concept has developed that the ability to think like a Computer Scientist has educational benefits – capacity for reflection, problem solving and the understanding that everything around us is intrinsically linked to digital technology – and economic benefits with trained professionals. The objective of this systematic review of research (SRR) was to identify which pedagogical interventions have been used in the development of the CT with the help of Educational Robotics (ER) using ER Kits LEGO Mindstorm together with students of the equivalent of elementary school and high school, with the objective of constituting bases that allow the elaboration of a pedagogical intervention in a vocational high school, whose students are at these educational levels. Although the researches are promising in the use of ER for the development of CT, there are still gaps to be explored, since none of the researches addresses students of professional education. Recent research carried out in the area of Information Technology (IT) shows that in a period of five years approximately 800 thousand new opportunities will be created in the area, however, in Brazil, just over 53 thousand technology professionals are trained per year. This finding emerges from a discussion about the fact that the development of the CT is essential in the training of IT professionals, which is in increasing demand in our society.

Keywords: educational robotics; computational thinking; LEGO Mindstorm; high school; vocational education.

Introdução

Em um mundo digital interconectado em constante transformação, reconhecidamente a habilidade na resolução de problemas e o desenvolvimento do Pensamento Computacional (PC) se tornaram indispensáveis. De acordo com Wing (2017), o PC será uma habilidade fundamental a ser utilizada por todos no século XXI, assim como ler, escrever e calcular. Brackmann (2017) corrobora este pensamento quando traz que o PC é uma distinta capacidade criativa, crítica e estratégica de saber utilizar os fundamentos da computação nas mais diversas áreas do conhecimento com a finalidade de identificar e resolver problemas, de maneira individual ou colaborativa, através de passos claros, de tal forma que uma pessoa ou uma máquina possam executá-los eficazmente.

Uma das estratégias pedagógicas que vem sendo utilizadas para o desenvolvimento das competências e habilidades exigidas para o século XXI está a Robótica Educativa (RE) (TOH et al., 2016). O uso da RE, além de estimular as habilidades na resolução de problemas e o PC, também estimula o desenvolvimento de habilidades sociais, cognitivas, linguísticas e conceituais nos discentes, promovendo a criatividade, trabalho em equipe, a comunicação e o aprender fazendo. Sendo considerada, dessa forma, uma metodologia atraente para melhorar a motivação e a participação dos discentes, possibilitando a realização de dinâmicas que exploram a criatividade e estimulam a inovação (TOH et al., 2016). Para Papert (1980), o desenvolvimento dos mecanismos cognitivos privilegia situações em que o sujeito esteja conscientemente envolvido na construção de alguma coisa utilizando, para tanto, “objetos para pensar com”.

Nos últimos anos, o uso da RE nas instituições de ensino tem se tornado um tópico frequente. Entretanto, de acordo com a pesquisa apresentada por Karabak e Günes (2013), estes programas se mostram insuficientes para atender às expectativas da atual geração de discentes, chamados de geração Z. Para os autores, a geração Z pode ser percebida como o grupo de indivíduos que nasceram entre o início dos anos 1990 até o final da primeira década do século XXI considerados “nativos digitais”. Os programas de ensino precisam ser adequados às necessidades desta geração, sendo essencial trazer metodologias interativas, aprimorar e incentivar a comunicação colocando o discente como protagonista da própria história (KARABAK; GÜNEŞ, 2013).

Um dos kits de RE utilizados na construção de robôs educativos é o LEGO Mindstorm EV3 que oferece uma estrutura que protege as partes eletrônicas e a padronização de suas conexões, proporcionando, desta forma, uma construção amigável. A redução no número de cabos de interconexão é um aspecto importante a se considerar, pois esta é uma fonte de erros; uma conexão incorreta pode gerar um mau funcionamento do robô ou danificá-lo. Problemas estruturais na montagem do robô geram insegurança aos discentes, pois estes acabam por não ter certeza se determinado erro é causado por um problema na programação ou por uma má montagem dos componentes (LEGO, 2019).

O desenvolvimento construtivo de robôs possui a capacidade de transformar o método de aprendizagem tornando as disciplinas mais atrativas, da mesma forma que possibilita o despertar do PC, oferecendo uma ampla gama de desafios e oportunidades para que os discentes desenvolvam pensamentos que rompam a atual condição acadêmica defasada em relação às suas necessidades, estimulando o desenvolvimento de ideias inovadoras e outras habilidades de aprendizagem necessárias dentro e fora das salas de aula.

No decorrer da última década, iniciativas vêm sendo implementadas em vários países de forma a integralizar o PC como componente curricular obrigatório. De acordo com Lorenceau; Marec e Mostafa (2019), ainda no ano de 2021, o PC foi incorporado ao módulo matemático da avaliação padronizada do Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA). Duas propensões básicas para esta mudança foram identificadas em uma revisão sobre as políticas educacionais na Europa por Bocconi et al. (2016): em um primeiro momento, o acréscimo do PC como uma habilidade geral de resolução de problemas em um mundo cada vez mais moldado pela tecnologia; em um segundo momento, a possibilidade de crescimento econômico decorrente da motivação de crianças e adolescentes às carreiras relacionadas à tecnologia.

No Brasil é possível observar diversas ações realizadas em diferentes níveis de ensino com publicações que vão desde anais de eventos, workshops sobre educação até periódicos com internacionais. Além disso, as “Diretrizes para Ensino de Computação na Educação Básica” propostas pela Sociedade Brasileira de

Computação (SBC, 2019) definem as competências e habilidades que abrangem desde a Educação Infantil até o Ensino Médio. Há ainda a proposta elaborada pelo Centro de Inovação para a Educação Brasileira intitulada “Currículo de Referência em Tecnologia e Computação” (CIEB, 2018) que define diretrizes e orientações de apoio às instituições de ensino da Educação Infantil e o Ensino Fundamental. Na forma das políticas públicas, embora ainda frágil, teve-se a inserção do PC na nova Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018) no componente da área da Matemática. Embora isto seja bem-vindo, ainda restam muitas dúvidas sobre como este conceito será desenvolvido junto aos alunos (BARBOSA, 2019). Em 2022, através do complemento à BNCC – Parecer CNE/CEB 2/2022 – instituiu-se normas para o ensino de Computação na educação básica de todo o país, cabendo aos Estados, Municípios e ao Distrito Federal estabelecerem os parâmetros e as abordagens pedagógicas de sua implementação considerando 2023 como ano inicial.

Desta feita, a fim de identificar quais intervenções pedagógicas vem sendo utilizadas no desenvolvimento do PC com o auxílio da RE através do uso de kits LEGO Mindstorm EV3 junto a discentes do equivalente a educação básica brasileira foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), que será apresentada neste artigo que está estruturado da seguinte maneira: o capítulo 2 apresenta a metodologia empregada na construção da RSL; o capítulo 3 mostra os resultados quantitativos e qualitativos da RSL e o capítulo 4 exhibe as conclusões.

Metodologia da Revisão Sistemática da Literatura (RSL)

A RSL é a etapa que antecede qualquer pesquisa, pois é por meio do exame da produção científica publicada em periódicos que podemos identificar formas de contribuir e expandir o conhecimento. Uma RSL se apresenta como um termo genérico, que abrange todas as pesquisas publicadas que propõem uma avaliação, compreendendo assuntos específicos (GALVÃO; RICARTE, 2019). Contudo, o aumento acelerado na quantidade de periódicos dificulta o uso de métodos puramente qualitativos ou manuais. Por este motivo, métodos parcialmente quantitativos, como revisões e mapeamentos sistemáticos ou baseados em bibliometria vêm se tornando cada vez mais usados. Como benefício adicional, tais métodos – que são baseados na inspeção das bases de dados de indexadores de periódicos, como a Scopus, permitem reduzir os vieses durante a busca, o que aumenta a confiabilidade, ou seja, a capacidade do método gerar o mesmo resultado, caso executado por terceiros. De acordo com Elsevier (2022), Scopus é a maior base de dados de resumos e citações de literatura revisada por pares, com ferramentas bibliométricas para acompanhar, analisar e visualizar a pesquisa, com mais de 22.000 títulos de mais de 5.000 editores em todo o mundo, abrangendo as áreas de ciência, tecnologia, medicina, ciências sociais e artes e humanidades.

O objetivo da RSL aqui apresentada era identificar quais intervenções pedagógicas vem sendo utilizadas no desenvolvimento do PC com o auxílio da RE junto a discentes do equivalente ao Ensino Fundamental II e Ensino Médio brasileiro de forma a constituir bases que permitam elaborar uma intervenção pedagógica em uma escola de ensino médio integrado ao ensino profissional, cujos estudantes estão nestes níveis educacionais. Cabe destacar que, apesar do PC ser reconhecido e trabalhado de diversas maneiras no ensino da computação e de outras áreas há algum tempo, esta RSL se limitou a selecionar pesquisas publicadas a partir de 2010 e analisar os trabalhos que especificaram o uso da RE para desenvolver o PC de forma explícita.

A base de dados indexada escolhida foi a Scopus em que títulos, resumos ou parte do trabalho atendessem a seguinte estratégia de busca (palavras-chave): ("computational thinking" OR "algorithmic thinking") AND ("educational robotics" OR "robotics") AND ("elementary school" OR "middle school" OR "secondary school" OR "high school"). Uma estratégia de busca sistemática deve definir cadeias de palavras-chave e fontes de pesquisa, para serem usadas como entradas em bancos de dados bibliográficos e outras fontes eletrônicas (DYBÅ; DINGSØYR; HANSSEN, 2007).

Restringiu-se o tipo de produção para artigos, pois se entende que capítulos de livros e estudos publicados em anais de congressos, muitas vezes, não contêm os resultados de pesquisa concluída ou podem ser redigidos por convite.

Após a consulta à base de dados, que retornou 138 (centro e trinta e oito) artigos, foi realizada a leitura de seus resumos aplicando-se os seguintes critérios de exclusão:

- ✓ estudos puramente teóricos, não envolvendo práticas;
- ✓ estudos que não apresentavam aderência ao escopo da RSL, como estudos realizados com ensino superior, pais ou professores.

Após a aplicação dos critérios de exclusão, foram descartados 84 (oitenta e quatro) artigos. Os restantes – 54 (cinquenta e quatro) – foram lidos na íntegra. Foi realizada uma análise quantitativa dos elementos presentes nos 54 artigos selecionados, como por exemplo: faixa etária e nível de escolaridade dos participantes, formas de agrupamento e número de participantes, tipos de kits de RE utilizados, conhecimentos trabalhados e formas de intervenção pedagógica, etc.

A fim de promover uma análise qualitativa nas pesquisas encontradas, optou-se por realizar uma nova seleção entre os 54 (cinquenta e quatro) artigos usando os seguintes critérios de inclusão:

- ✓ intervenções promovidas em forma de oficinas, pois foi a forma de intervenção mais adotada (52%);
- ✓ intervenções aplicadas no nível de ensino equivalente ao ensino fundamental II e ensino médio brasileiro, pois este é o público atendido na unidade educacional onde será feita a intervenção pedagógica, além de ser o mais utilizado nas intervenções (35%);
- ✓ intervenções que adotaram os kits de RE LEGO Mindstorm, pois são o modelo que a instituição dispõe.

Deste processo, resultaram 11 (onze) artigos que foram explorados de forma qualitativa. O capítulo a seguir explora os resultados das análises realizadas.

Resultados da Revisão Sistemática

Neste capítulo são explorados os resultados da análise quantitativa dos 54 (cinquenta e quatro) artigos e da análise qualitativa realizada nos 11 (onze) artigos.

Análise dos aspectos quantitativos das pesquisas

Em relação a faixa etária, os participantes das pesquisas tinham idades entre 6 e 17 anos, conforme apresentado pela Figura 1. Dos 43% das pesquisas que informaram a idade dos participantes, observa-se que

18% dos participantes tinham idade entre 10 e 13 anos e 21% eram maiores de 14 anos. Os outros 57% das pesquisas não informaram a faixa etária dos participantes.

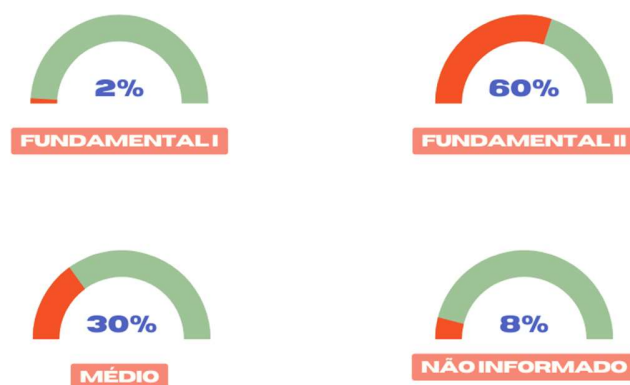
Figura 1: Faixa etária



Fonte: Elaborado pelos autores

Em relação ao nível de escolaridade dos participantes, a Figura 2 demonstra que os grupos amostrais foram: 60% de alunos do equivalente ao ensino fundamental II seguido por 30% de alunos do equivalente ao ensino médio.

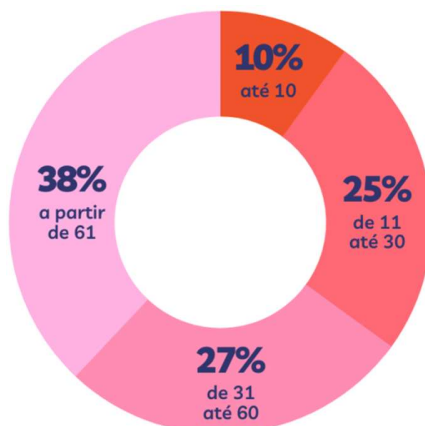
Figura 2: Nível de escolaridade



Fonte: Elaborado pelos autores

Em relação ao número de participantes nas pesquisas, apresentados pela Figura 3, 35% das pesquisas recrutaram até 30 participantes.

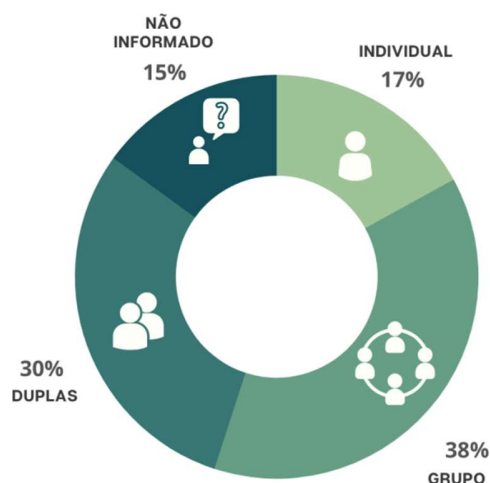
Figura 3: Número de participantes



Fonte: Elaborado pelos autores

Em relação a forma de agrupamento dos participantes, apresentados pela Figura 4, observa-se que a maioria – 68% – das pesquisas optou por não trabalhar individualmente.

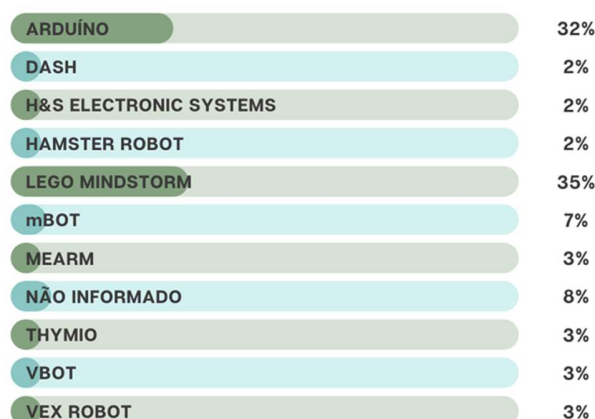
Figura 4: Forma de agrupamentos



Fonte: Elaborado pelos autores

Em relação aos kits de RE utilizados nas pesquisas, conforme observado na Figura 5, os kits LEGO Mindstorms e Arduino são a maioria, somando 67%.

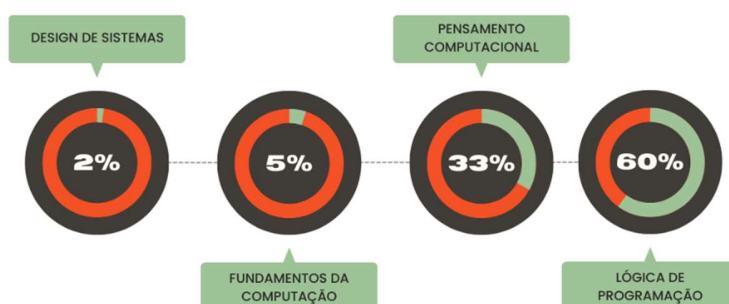
Figura 5: Kits de robótica educativa



Fonte: Elaborado pelos autores

Em relação aos conhecimentos trabalhados junto aos participantes, representados pela Figura 6, observou-se que 93% dos conhecimentos trabalhados se deu nos conceitos de PC e LP.

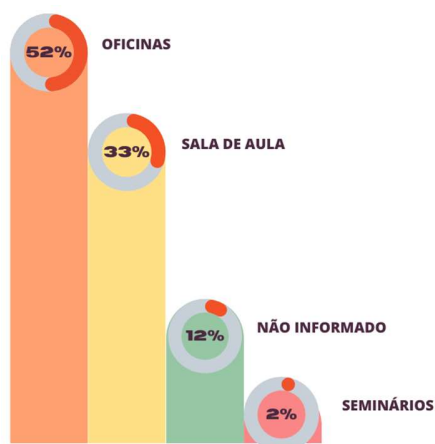
Figura 6: Conhecimento trabalhados



Fonte: Elaborado pelos autores

Em relação às intervenções pedagógicas, três formas emergiram dos 54 artigos, conforme apresentado pela Figura 7: 52% das pesquisas foram realizadas em formato de oficinas, sendo que 17% destas foram realizadas nos chamados acampamentos de verão.

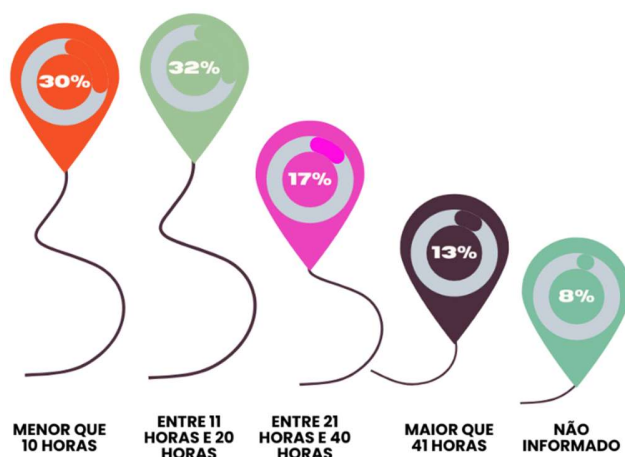
Figura 7: Formas de intervenção pedagógica



Fonte: Elaborado pelos autores

Em relação a duração das intervenções pedagógicas, conforme ilustrado pela Figura 8, verificou-se que 62% foi realizada em até 20 horas de duração.

Figura 8: Duração das intervenções pedagógicas (em horas)



Fonte: Elaborado pelos autores

Em relação a classificação das pesquisas, conforme apresentado na Figura 9, pode-se inferir que 82% das mesmas foi considerada estudo experimental.

Figura 9: Classificação das pesquisas



Fonte: Elaborado pelos autores

Em relação às técnicas de coleta de dados utilizadas para avaliar o desempenho dos participantes, conforme representado pela Figura 10, se percebeu que 45% destas empregou a técnica do pré-teste e pós-teste na coleta de informações.

Figura 10: Técnicas de coleta de dados para avaliar o desempenho



Fonte: Elaborado pelos autores

O presente subcapítulo apresentou os aspectos quantitativos das pesquisas selecionadas. A seguir apresenta-se a análise qualitativa das pesquisas que guardam relação mais aproximada com o proposto.

Análise dos aspectos qualitativos das pesquisas

Nesta seção explora-se os 11 (onze) artigos em que as intervenções foram realizadas com a utilização do kit de RE LEGO Mindstorms EV3. O Quadro 1 mostra detalhes dos 11 (onze) artigos analisados.

Quadro 1: Detalhamento dos artigos analisados

AUTOR	TÍTULO	ANO
Touretzky, David S. Marghitu, Daniela Ludi, Stephanie Bernstein, Debra Ni, Lijun	Accelerating k-12 computational thinking using scaffolding, staging, and abstraction	2013
Larkins, D Brian Moore, J Christopher Rubbo, Louis J Covington, Laura R	Application of the Cognitive Apprenticeship Framework to a Middle School Robotics Camp Categories and Subject Descriptors	2013
Liu, Allison S. Schunn, Christian D. Flot, Jesse Shoop, Robin	The role of physicality in rich programming environments	2013
Durães, Dalila Alves	Gaming and Robotics to Transforming Learning	2015
Enriquez, Carlos Aguilar, Omar Domínguez, F.	Using robot to motivate computational thinking in high school students	2016
Papadakis, Stamations Orfanakis, Vasileios	The Combined Use of Lego Mindstorms NXT and App Inventor for Teaching Novice Programmers	2017
Merkouris, Alexandros Chorianopoulos, Konstantinos	Programming touch and full-body interaction with a remotely controlled robot in a secondary education STEM course	2018
Matyushchenko, Igor Zvereva, Elena Lavina, Tatiana	Development of Algorithmic Thinking by Means of Lego Mindstorms Ev3 on Robotics	2020
Ardito, Gerald Czerkawski, Betül Scollins, Lauren	Learning Computational Thinking Together: Effects of Gender Differences in Collaborative Middle School Robotics Program	2020
Kert, Serhat Bahadır Erkoç, Mehmet Fatih Yeni, Sabiha	The effect of robotics on six graders' academic achievement, computational thinking skills and conceptual knowledge levels	2020

Fonte: Elaborado pelos autores

Na pesquisa conduzida por Touretzky *et al.* (2013), os autores realizaram um projeto piloto com o uso dos ambientes de programação Microsoft Kodu e Alice juntamente com o kit LEGO Mindstorms NTX-G. A pesquisa foi realizada em um acampamento de verão de 5 dias com carga horária diária de 7 horas, com a participação de 31 participantes – com idades entre 10 e 17 anos – do equivalente ao ensino fundamental II e ensino médio brasileiro. Os autores propuseram o ensino de diversos conteúdos envolvendo a LP, entre eles, conceito de objetos, variáveis, condicionais, paralelismo, repetições, entre outros. Neste piloto, os autores aplicaram o que chamaram de modelo de três etapas de ensino da LP: os primeiros dois dias, chamados de primeira etapa, foram dedicados ao Microsoft Kodu; os dois dias seguintes, chamados de segunda etapa, foram dedicados ao Alice e o último dia, a terceira etapa, foram dedicados ao kit LEGO Mindstorms NXT-G. A partir disto, foi aplicada uma avaliação com foco em duas áreas: desenvolvimento do aprendizado e motivação. O desenvolvimento do aprendizado foi mensurado através de duas pesquisas

curtas e uma tarefa de programação. Os autores puderam concluir que o trabalho com RE é empolgante para os participantes e seu entusiasmo se refletiu nas respostas fornecidas. Com base nestas respostas, também observaram que para os participantes iniciantes, o ambiente de programação Alice se mostrou intimidante devido a quantidade razoável de codificação linear se comparado ao Microsoft Kodu. Em relação a interface do ambiente de programação do kit de RE LEGO Mindstorms NXT-G, os participantes apontaram que havia uma grande semelhança ao ambiente de programação Alice. Por fim, concluíram que apresentar aos alunos a programação de robôs com estas ferramentas se mostra uma excelente proposta. Porém, no ensino dos alunos do equivalente ao ensino médio brasileiro, a utilização de kits RE mais complexos se mostraria mais eficiente.

Na pesquisa conduzida por Larkins *et al.* (2013), os autores descrevem a aplicação do modelo chamado Cognitive Apprenticeship (CA) – baseada em modelos construtivistas – em um programa de RE intitulado “Robocamp”. A pesquisa foi realizada em um acampamento de verão de 2 semanas com 27 participantes do equivalente ao ensino médio brasileiro divididos em grupos de dois a três participantes. A pesquisa visou o desenvolvimento dos alunos em três aspectos: a) melhorar seu entendimento nas ciências e tecnologia; b) desenvolver habilidades de raciocínio lógico e c) incentivá-los às carreiras relacionadas a ciência e tecnologia. Na pesquisa, os participantes foram apresentados a um currículo de robótica que utiliza os kits LEGO Mindstorms EV3 em conjunto com o currículo da Carnegie Mellon University Robotics Academy para motivar a aplicação de ideias e tarefas. Como metodologia, ao longo do acampamento, os participantes construíram uma variedade de robôs para resolver problemas relacionados à terraformação de planetas distantes, fornecendo como pano de fundo ao ensino do raciocínio científico e PC, um conjunto de técnicas e atividades. Na sequência foi realizada uma avaliação com métodos mistos. Ao final do acampamento, houve uma cerimônia de formatura onde os participantes demonstraram suas atividades aos pais. O objetivo, tal como acontece com o trabalho em grupo, era incentivar cada participante a explicar seu entendimento e raciocínio aos outros, permitindo-lhes reformular e generalizar seu conhecimento para um público diferente. De acordo com os autores, esta pesquisa trouxe as seguintes contribuições: primeiro, descrever como a CA pode ser aplicada no desenvolvimento do PC e, em segundo, fornece um conjunto de técnicas e atividades que podem ser usadas em conjunto com esta abordagem. Além disso, os participantes melhoraram sua percepção sobre ciências, matemática e tecnologia, bem como, sobre seguir uma carreira relacionada às áreas.

Na pesquisa conduzida por Liu *et al.* (2013), os autores apresentam a comparação de oficinas de RE para aquisição de conhecimento em LP realizadas em uma plataforma de RE virtual – utilizando ROBOTC, uma linguagem de programação de robôs baseada em C – com a realizada em uma RE física – utilizando os kits LEGO e VEX TETRIS. A pesquisa foi composta por 9 oficinas. Cada oficina incluía material em vídeo, atividades práticas, avaliações online e desafios usando a RE virtual ou RE física para trabalhar noções básicas de programação em RE e conceitos de programação avançados. A pesquisa foi dividida em duas etapas: na primeira com 46 participantes do equivalente ao ensino médio brasileiro e a segunda com 26 participantes da mesma etapa de ensino. Na primeira etapa, os autores avaliaram se a plataforma RE virtual permitia que os participantes aprendessem programação de robôs. Para tal, implementaram oficinas virtuais em três categorias: uma utilizando tanto RE física quanto RE virtual, e duas usando apenas RE virtual. Os resultados indicaram que as oficinas com RE virtual se mostraram eficientes em ensinar conceitos, porém, apenas a oficina com RE física apresentou um aprendizado consistente. Na segunda etapa, os autores

avaliaram se a RE física fornecia contribuições únicas ao aprendizado. Os participantes foram divididos em duas oficinas, uma trabalhando apenas no RE virtual e outra no RE físico. Ao contrário do esperado, os resultados demonstraram que as oficinas com RE física levaram muito mais tempo para serem concluídas e não apresentaram ganhos significativos. Por fim, os autores concluíram que uma diferença maior no desenvolvimento da LP é observada ao se combinar a RE virtual com a RE física, em oposição a RE exclusivamente virtual ou RE exclusivamente física.

Na pesquisa conduzida por Durães (2015), a pesquisadora descreve uma atividade extracurricular de 30 horas intitulada “Robotics Club”. A pesquisa teve uma abordagem construtivista envolvendo jogos com temáticas sobre programação, construção e programação de robôs. Na metodologia, uma introdução foi apresentada aos participantes seguida por atividades práticas onde os mesmos deveriam registrar todos os passos de sua evolução em um caderno. Na maioria das atividades envolvendo a RE os participantes trabalhavam em pares ou em grupos de três ou quatro, nos desafios mais complexos. Nas primeiras dez sessões, cada grupo realizou a programação de tarefas simples, utilizando o ambiente Microsoft Code Studio; nas quinze sessões seguintes, cada grupo construiu e programou um robô utilizando o kit LEGO Mindstorms EV3 e, nas últimas cinco sessões, os participantes se familiarizaram com a plataforma de simulação de robôs, RoboMind. O estudo contou com aplicação de um pré-teste e um pós-teste para mensurar o aprendizado dos participantes. A autora concluiu que o experimento possibilitou uma melhora no aprendizado das disciplinas que envolviam ciências e tecnologia em 40% dos participantes da faixa etária de 6 a 9 anos; 20% em participantes da faixa etária de 10 a 12 anos; e 30% em participantes de 12 a 15 anos. Na disciplina de Matemática os professores observaram melhora na motivação dos participantes.

Na pesquisa conduzida por Enriquez; Aguilar e Domínguez (2016), os autores apresentam a utilização da RE para motivar o processo de desenvolvimento do PC. Foram realizadas oficinas de 120 horas com 90 participantes do equivalente ao ensino médio brasileiro. Para a realização desta pesquisa, o kit LEGO Mindstorm NXT foi utilizado juntamente com a linguagem de programação Java. Ao final da pesquisa, os participantes responderam a um questionário onde avaliaram os seguintes pontos: utilidade, conhecimento, interesse e tempo de utilização do kit; motivação da utilização do kit como ferramenta pedagógica. Os resultados demonstraram que os participantes concordam quanto à utilidade do kit como meio de tornar tangível o conceito de programação. No que tange à utilidade, os autores observaram que alguns participantes consideraram que a ferramenta é aceitável para o processo da aprendizagem. No quesito conhecimento e interesse, os participantes concordam que usar o kit é proveitoso como uma variante do processo de ensino de programação. No quesito tempo de utilização, houve algumas discordâncias, principalmente pelo fato de a utilização do robô ter durado apenas 120 horas. Os autores concluem que a motivação para o uso do kit no processo de aprendizagem da programação mostrou-se positiva em sala de aula, houve uma mudança da atitude dos alunos face à aprendizagem da LP proposta e melhores resultados na avaliação curricular.

Na pesquisa conduzida por Papadakis e Orfanakis (2017), os autores apresentam um projeto piloto que utiliza o kit LEGO Mindstorms EV3 e o ambiente de programação em blocos App Inventor, permitindo aos alunos visualizarem de forma prática o funcionamento de um robô, interagir com ele e verificar os resultados das entradas de dados de teste. O objetivo da pesquisa foi a utilização da RE como forma de despertar a aprendizagem, criando mecanismos de incentivo e motivação para uma compreensão eficaz das estruturas básicas da LP. A pesquisa contou com a participação de 24 alunos entre 15 e 16 anos em 5 oficinas de duas horas com a utilização de um caderno de registro de todo o processo. Com base nas respostas dos

participantes os autores puderam concluir que o entendimento sobre variáveis e funções, no que diz respeito ao aprendizado das estruturas básicas da LP, apresentou progressos significativos. Da mesma forma, seus conhecimentos sobre os tipos de dados revelou um grau impressionante de melhoria. A maioria dos participantes demonstrou grande interesse nas atividades, bem como, aprenderam em ambos os contextos fora do ambiente formal da sala de aula, experienciando atividades para além do material didático padrão.

Na pesquisa conduzida por Merkouris e Chorianopoulos (2018), os autores apresentaram um experimento de ensino de programação para o desenvolvimento do PC com auxílio da RE que explora a utilização do toque ou os gestos do corpo como alternativa de interação com o robô. A pesquisa contou com 26 participantes do equivalente ao ensino médio brasileiro, na faixa etária dos 14 aos 15 anos, com pouca ou nenhuma experiência em programação, agrupados em duplas. A metodologia adotada foi a de oficinas divididas em quatro sessões: na primeira sessão, de 45 minutos, com a utilização do ambiente de programação em blocos App Inventor, os participantes foram auxiliados a implementar uma interface de toque para o controle do robô; na segunda sessão, também de 45 minutos, com a utilização do ambiente de programação em blocos ScratchX 2 e com o auxílio de um sensor Kinect, os participantes foram auxiliados a implementarem uma interface que utilizava o corpo para controle do robô; na terceira sessão, de 45 minutos, os participantes foram auxiliados no aprimoramento das interfaces anteriormente desenvolvidas para a inclusão da Inteligência Artificial (IA), de forma que seu robô tivesse um comportamento mais autônomo; na última sessão, que durou de 45 a 90 minutos, com a utilização do kit LEGO Mindstorms EV3, além dos ambientes de programação anteriores, os participantes foram desafiados a implementar uma interface – utilizando toque ou movimentos do corpo – que permitisse que o robô andasse em linha reta para atingir um objeto colocado em um local predefinido. Esta atividade não foi auxiliada pelos professores. Os experimentos foram avaliados com base em um questionário validado, utilizado para experimentos com jogos. Esta avaliação foi customizada para se adequar às características específicas do experimento. Os autores concluíram que os participantes, não apenas escolheram interfaces que eram atraentes para eles, mas também interfaces que mais se adequavam às tarefas solicitadas. Ainda para os autores, a descoberta mais significativa foi a correlação entre os tipos de interação e o desenvolvimento do PC. As análises demonstraram que os participantes que utilizaram interfaces de toque ou interfaces com auxílio da IA, produziram interações mais complexas, mas, por outro lado, os participantes que utilizaram interfaces de movimento do corpo, produziram interações menos sofisticadas. Os autores acreditam que as descobertas desta pesquisa podem beneficiar os professores, auxiliando-os na criação de intervenções pedagógicas eficazes com uma perspectiva de aprendizagem integrada.

Na pesquisa conduzida por Matyushchenko; Zvereva e Lavina (2020) foi possível perceber o desenvolvimento eficaz do PC em ingressantes de um curso de engenharia russo através da inclusão da RE com a utilização do kit LEGO Mindstorms EV3 em seu currículo escolar. De acordo com os autores, ao programar robôs, os participantes desenvolvem diversas habilidades lógicas manipulando e integrando blocos, sensores e motores em uma sequência de ações que resultou na obtenção de conceitos de algoritmos e suas estruturas. Na linguagem simples de blocos, os participantes aprenderam as questões básicas da lógica, o que lhes permitiria o aprendizado de outras linguagens de programação mais complexas. O objetivo da pesquisa relatada era verificar se a aplicação de oficinas de RE extraclasse contribuíam para o desenvolvimento do PC dos participantes. O experimento envolveu 120 adolescentes de 10 turmas, divididos em grupo de controle e grupo experimental. A metodologia contou com testagens iniciais e finais indicando

a eficácia das oficinas extraclasse de RE no desenvolvimento do PC. Os autores concluíram que houve diferenças significativas no nível de desenvolvimento do PC entre os participantes dos grupos experimental e controle, sendo o do grupo experimental significativamente superior, confirmando a validade e eficácia da introdução de oficinas de RE com o LEGO Mindstorms EV3.

Na pesquisa conduzida por Ardito; Czerkawski e Scollins (2020), os autores buscaram entender como a participação em uma oficina colaborativa de robótica afeta o desenvolvimento do PC em alunos do equivalente ao ensino fundamental II brasileiro e se há diferenças determinadas pelo gênero dos participantes. A oficina utilizou o kit LEGO Mindstorms EV3 e seu aplicativo proprietário que utiliza programação baseada em blocos. A oficina foi organizada em um conjunto de três desafios: o primeiro, a construção de barcos; o segundo, a construção e programação de um robô que se movimentava por um longo corredor; e o terceiro, a criação e programação de um robô para realizar uma dança coreografada. Com base nas avaliações, os autores concluíram que cada participante conseguiu adquirir habilidades nos quatro critérios da avaliação: engenharia e design, codificação, resolução de problemas e trabalho em equipe. O relato dos participantes na forma de diários, mantidos ao longo das oficinas, forneceu outra perspectiva para examinar o desenvolvimento das habilidades de PC e o efeito do trabalho em equipe. A análise do conteúdo dos diários ilustra o papel que o trabalho em equipe pode ter no desenvolvimento do PC. No que tange as questões de gênero, os autores afirmam que as meninas tinham muito mais a dizer sobre trabalho em equipe do que os meninos e possuíam um discurso mais robusto e reflexivo.

Nesta pesquisa conduzida por Kert; Erkoç e Yeni (2020), os autores realizaram oficinas extraclasse para comparação do aprendizado em LP e o desenvolvimento do PC com uso da RE em 63 alunos sem experiência prévia em LP, na faixa etária dos 11 e 12 anos, do equivalente ao ensino fundamental II brasileiro. Como metodologia, os participantes foram divididos, de acordo com suas preferências, em dois grupos: 26 para o grupo experimental com a utilização do kit LEGO Mindstorms EV3 e 37 para o grupo de controle com a utilização do ambiente de programação Scratch. O conteúdo ministrado aos dois grupos foi o mesmo, durante 10 semanas, e consistia em: conceitos básicos em LP; conceitos teóricos e práticas em LP sequencial; conceitos teóricos e práticas em estruturas de decisão e suas funções; conceitos teóricos e práticas em estruturas de repetição e suas funções; e depuração dos algoritmos desenvolvidos nas diferentes estruturas. Durante as oficinas, três testes foram aplicados aos participantes em dois momentos distintos para verificar: o desenvolvimento de conhecimentos conceituais, o desenvolvimento das habilidades em programação e o desenvolvimento do PC. Após a análises destes resultados, os autores concluíram que o uso do kit de RE LEGO desenvolveu as conexões entre conceitos, habilidades de programação e competências do PC de forma mais eficaz do que o ambiente de programação baseado em blocos Scratch.

O presente subcapítulo apresentou a análise quantitativa e qualitativa dos artigos encontrados na RSL. A seguir, construiu-se um retrospecto das questões mais relevantes da RSL.

Considerações Finais

O desenvolvimento das habilidades do PC nas instituições de ensino é, atualmente, uma preocupação em diversos países. Reconhecidamente, se desenvolve a concepção de que a habilidade em se pensar como um cientista da Computação possui benefícios educacionais – capacidade de reflexão, resolução de problemas e o entendimento de que tudo ao nosso redor está intrinsicamente ligado a tecnologia digital – e econômicos com profissionais capacitados.

Sendo o objetivo da RSL identificar quais intervenções pedagógicas vem sendo utilizadas no desenvolvimento do PC com o auxílio da RE junto a discentes do equivalente ao Ensino Fundamental II e Ensino Médio brasileiro, verificou-se que 52% das pesquisas estruturaram as experiências com RE para desenvolver o PC em formato de oficinas durante o período letivo (17%) e fora do período letivo (35%) nos chamados acampamentos de verão.

Esta RSL forneceu evidências sobre a utilização da RE no desenvolvimento das habilidades do PC. As pesquisas supracitadas demonstraram que o uso da RE promoveu melhoras no aprendizado das disciplinas que envolviam ciências, matemática e tecnologia, assim como uma ampliação do interesse em carreiras relacionadas a estas áreas. Além disso, sinalizaram que o uso de kits de RE desenvolve conexões entre os conceitos, as habilidades de programação e as competências do PC do que outras estratégias.

Demonstram, ainda, que quando utilizados grupos de controle nas pesquisas, os participantes se desenvolveram de forma superior a partir das intervenções de RE. Sobre os aspectos motivacionais, as pesquisas demonstraram que os participantes têm grande interesse nas atividades realizadas fora do ambiente formal da sala de aula utilizando materiais didáticos diferenciados e a motivação desencadeada pelo uso dos kits mostra-se positiva, contribuindo para a aprendizagem, inclusive promovendo resultados melhores na avaliação curricular.

Outros aspectos relevantes das pesquisas são as afirmações sobre a importância do trabalho em equipe para a aquisição de habilidades de codificação e resolução de problemas e a afirmação de que a junção das experiências com RE virtual e RE física demonstram mais resultados do que quando se usa apenas uma das versões.

Fica evidente que pesquisas do tipo contribuem para a criação de intervenções pedagógicas que promovam a aprendizagem integrada.

Vale ressaltar que 37% das pesquisas selecionadas apontam que o desenvolvimento do PC pode ser implementado de forma lúdica com utilização da RE por meio de uso do kit LEGO Mindstorms EV3, especificamente o público entre 13 e 15 anos com o qual foi obtido o maior número de resultados positivos com a realização de intervenções capazes de atrair a atenção e motivação, por serem estes mais curiosos e entusiasmados. Adolescentes a partir de 16 anos já possuem interesses específicos mais desenvolvidos, tornando as intervenções de RE com foco no desenvolvimento do PC menos interessantes.

Embora as pesquisas sejam promissoras no uso da RE para o desenvolvimento do PC, ainda existem lacunas a serem exploradas. Nenhuma das pesquisas aborda discentes da educação profissional, trabalhando apenas com o equivalente ao Ensino Fundamental II e Ensino Médio Brasileiro. De acordo com a BRASSCOM (2021), em um período de cinco anos serão criadas aproximadamente 800 mil novas oportunidades na área de Tecnologia da Informação (TI), entretanto, no Brasil, formam-se pouco mais de 53

mil discentes de tecnologia por ano, o que ocasionará uma insuficiência de 532 mil profissionais. Há de se destacar, que a base pesquisada apresentou apenas três pesquisas conduzidas no Brasil, provando que ainda existe necessidade de mais estudos empíricos sobre esse assunto.

Como parte do esforço de explorar e pesquisar mais sobre o uso da RE no desenvolvimento do PC, os autores deste artigo realizaram pesquisa junto aos discentes de um curso técnico de Desenvolvimento de Sistemas integrado ao Ensino Médio utilizando intervenção pedagógica em formato de oficina com o uso dos kits de RE Lego *Mindstorm* no intuito de desenvolver o PC como auxílio ao ensino e aprendizagem da lógica de programação (LP). Os resultados dessa intervenção são objeto de tese de doutoramento já defendida e em fase de publicação.

Referências

- ARDITO, Gerald; CZERKAWSKI, Betül; COLLINS, Lauren. Learning Computational Thinking Together: Effects of Gender Differences in Collaborative Middle School Robotics Program. *TechTrends*, [s. l.], v. 64, n. 3, p. 373–387, 2020.
- BARBOSA, Luciana. A inserção do Pensamento Computacional na Base Nacional Comum Curricular: reflexões acerca das implicações para a formação inicial dos professores de matemática. In: 2019, Anais... [s.l: s.n.]
- BOCCONI, Stefania et al. Developing Computational Thinking : Approaches and Orientations in K-12 Education. *Proceedings EdMedia 2016*, [s. l.], n. June, 2016.
- BRACKMANN, Christian Puhmann. Desenvolvimento do Pensamento Computacional através de Atividades Desplgadas na Educação Básica. 2017. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, [s. l.], 2017.
- BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: Ministério da Educação, 2018.
- BRASSCOM, Associação das Empresas de Tecnologia da Informação e Comunicação e de Tecnologias Digitais. Estudo da Brasscom aponta demanda de 797 mil profissionais de tecnologia até 2025. 2021. Disponível em: <<https://brasscom.org.br/estudo-da-brasscom-aponta-demanda-de-797-mil-profissionais-de-tecnologia-ate-2025/>>. Acesso em: 5 jan. 2023.
- CIEB. Currículo de Referência em Tecnologia e Computação. 2018. Disponível em: <<https://curriculo.cieb.net.br>>. Acesso em: 28 set. 2021.
- DURÃES, Dalila Alves. Gaming and Robotics to Transforming Learning. Cham: Springer International Publishing, 2015. v. 374 Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-19632-9>>
- DYBÅ, Tore; DINGSØYR, Torgeir; HANSEN, Geir K. Applying systematic reviews to diverse study types: An experience report. In: PROCEEDINGS - 1ST INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON EMPIRICAL SOFTWARE ENGINEERING AND MEASUREMENT, ESEM 2007 2007, Anais... [s.l: s.n.]
- ELSEVIER. Scopus - O maior banco de dados da literatura revisada por pares. 2022. Disponível em: <<https://www.elsevier.com/pt-br/solutions/scopus>>. Acesso em: 4 dez. 2022.
- ENRIQUEZ, Carlos; AGUILAR, Omar; DOMÍNGUEZ, F. Using robot to motivate computational thinking in high school students. *IEEE Latin America Transactions*, [s. l.], v. 14, n. 11, p. 4620–4625, 2016.
- GALVÃO, Maria Cristiane Barbosa; RICARTE, Ivan Luiz Marques. Revisão Sistemática da Literatura: Conceituação, Produção e Publicação. Logeion: Filosofia da Informação, [s. l.], v. 6, n. 1, 2019.
- KARABAK, Derya; GÜNEŞ, Ali. Curriculum Proposal for first class secondary School students in the field

of Software Development. Journal of Research in Education and Teaching, [s. l.], v. 2, n. 3, p. 163–169, 2013.

KERT, Serhat Bahadır; ERKOÇ, Mehmet Fatih; YENİ, Sabiha. The effect of robotics on six graders' academic achievement, computational thinking skills and conceptual knowledge levels. Thinking Skills and Creativity, [s. l.], v. 38, n. August, p. 100714, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100714>>

LARKINS, D. Brian et al. Application of the Cognitive Apprenticeship Framework to a Middle School Robotics Camp Categories and Subject Descriptors. Sigcse '13, [s. l.], p. 89–94, 2013.

LEGO. EV3Storm. 2019. Disponível em: <https://lc-imageresizer-live-s.legocdn.com/resize/?width=1600&imageUrl=https%3A%2F%2Fwww.lego.com%2Fr%2Fwww%2Fr%2Fportals%2F%2Fmedia%2Fcampaigns%2Fkids%2Fmindstorms%2Fproduct_ev3erstorm_square.png%3Fl.r%3D984682879>.

LIU, Allison S. et al. The role of physicality in rich programming environments. Computer Science Education, [s. l.], v. 23, n. 4, p. 315–331, 2013.

LORENCEAU, Adrien; MAREC, Camille; MOSTAFA, Tarek. Upgrading the ICT Questionnaire Items in PISA 2021. OECD Education Working Papers, No. 202. OECD Publishing, [s. l.], n. 202, 2019.

MATYUSHCHENKO, Igor; ZVEREVA, Elena; LAVINA, Tatiana. Development of Algorithmic Thinking by Means of Lego Mindstorms Ev3 on Robotics. Proceedings - 2020 Ural Symposium on Biomedical Engineering, Radioelectronics and Information Technology, USBEREIT 2020, [s. l.], p. 444–447, 2020.

MERKOURIS, Alexandros; CHORIANOPOULOS, Konstantinos. Programming touch and full-body interaction with a remotely controlled robot in a secondary education STEM course. ACM International Conference Proceeding Series, [s. l.], n. November 2018, p. 225–228, 2018.

PAPADAKIS, Stamations; ORFANAKIS, Vasileios. The Combined Use of Lego Mindstorms NXT and App Inventor for Teaching Novice Programmers. Educational Robotics in the Makers Era, [s. l.], v. 560, p. 12, 2017. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-55553-9>>

PAPERT, Seymour. Mindstorms Children, Computers, and Powerful Ideas (Second edition). [s.l: s.n.]. v. 1 SBC. Diretrizes para ensino de Computação na Educação Básica. Porto Alegre. Disponível em: <<https://www.sbc.org.br/documentos-da-sbc/summary/203-educacao-basica/1220-bncc-em-itinerario-informativo-computacao-2>>. Acesso em: 28 set. 2021.

TOH, Lai Poh Emily et al. A review on the use of robots in education and young children Educational Technology and Society, 2016.

TOURETZKY, David S. et al. Accelerating k-12 computational thinking using scaffolding, staging, and abstraction. SIGCSE 2013 - Proceedings of the 44th ACM Technical Symposium on Computer Science Education, [s. l.], p. 609–614, 2013.

WING, Jeannette M. Computational thinking's influence on research and education for all Influenza del pensiero computazionale nella ricerca e nell'educazione per tutti. Italian Journal of Educational Technology, [s. l.], v. 25, n. 2, p. 7–14, 2017.

Submetido: 31/03/2023

Aceito: 11/12/2023