

Robótica Educacional no contexto do Novo Ensino Médio: uma aplicação de código de aberto

Robótica Educativa en el contexto de la Nueva Escuela Secundaria: una aplicación de código abierto

Recebido: 01/11/2023 | Aceito: 03/12/2023 | Publicado: 05/12/2023

Ana Carolina Carius

Universidade Católica de Petrópolis, Brasil

Felipe de Oliveira Baldner

Universidade Católica de Petrópolis, Brasil

André Probst Maiworm

Universidade Católica de Petrópolis, Brasil

E-mail: ana.carius@ucp.br

RESUMO

A Base Nacional Comum Curricular prevê o desenvolvimento de habilidades como o Pensamento Computacional nos estudantes de Ensino Médio. Esse trabalho apresenta uma proposta pedagógica direcionada ao Itinerário Formativo na área de Matemática e suas Tecnologias, sob a perspectiva ativa, na qual se utiliza a Robótica Educacional como motivadora do desenvolvimento de conhecimentos na área de modelagem 3D, programação e eletrônica, a partir do projeto aberto OTTO DIY. Conclui-se que a adoção de uma proposta em código aberto dá autonomia ao docente executor desta, além de contribuir para o desenvolvimento criativo dos estudantes.

Palavras-chave: Pensamento Computacional; Modelagem 3D; Itinerários Formativos.

RESUMEN

La Base Curricular Común Nacional prevé el desarrollo de habilidades como el Pensamiento Computacional en estudiantes de secundaria. Este trabajo presenta una propuesta pedagógica dirigida al Itinerario Formativo en el área de la Matemática y sus Tecnologías, desde una perspectiva activa, en la que se utiliza la Robótica Educativa como motivador para el desarrollo del conocimiento en el área del modelado 3D, programación y electrónica, basado en el proyecto open OTTO DIY. Se concluye que la adopción de una propuesta de código abierto otorga autonomía al docente que la ejecuta, además de contribuir al desarrollo creativo de los estudiantes.

Palabras clave: Pensamiento Computacional; Modelado 3D; Itinerarios Formativos.

INTRODUÇÃO

A proposta do Novo Ensino Médio, aprovada em 2017 (Brasil, 2017), modifica substancialmente a estrutura do Ensino Médio brasileiro, ao proporcionar a oportunidade de escolha de conteúdos específicos por área de conhecimentos, a partir da 2ª série. Nesse sentido, estudantes com interesse em seguir carreiras na área de Ciências Exatas podem escolher, no âmbito dos chamados Itinerários Formativos, disciplinas que agreguem conhecimentos específicos para áreas como Matemática, Física, Química e Engenharias.

Apesar de muito criticada por pesquisadores na área de Educação, a proposta passou a ser executada em 2022, estando em 2023, no momento que este trabalho está sendo produzido, em Consulta Pública pelo governo federal brasileiro. Ao considerar-se a Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018), é possível observar muitas semelhanças entre o Novo Ensino Médio e as habilidades e competências que se pretendem desenvolver para os jovens no contexto na Base Nacional Comum Curricular.

A preocupação dos legisladores com um Ensino Médio integrado às tecnologias digitais é observada explicitamente na Base Nacional Comum Curricular

Essa constante transformação ocasionada pelas tecnologias, bem como sua repercussão na forma como as pessoas se comunicam, impacta diretamente no funcionamento da sociedade e, portanto, no mundo do trabalho. A dinamicidade e a fluidez das relações sociais – seja em nível interpessoal, seja em nível planetário – têm impactos na formação das novas gerações. É preciso garantir aos jovens aprendizagens para atuar em uma sociedade em constante mudança, prepará-los para profissões que ainda não existem, para usar tecnologias que ainda não foram inventadas e para resolver problemas que ainda não conhecemos. Certamente, grande parte das futuras profissões envolverá, direta ou indiretamente, computação e tecnologias digitais (Brasil, 2018, p.473).

Em consonância com os anseios da sociedade, além da legítima preocupação de formação dos jovens para um mercado de trabalho cada vez mais alinhado com as tecnologias digitais, a Base Nacional Comum Curricular (2018) prevê, para o estudante de ensino médio, o desenvolvimento de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores em três perspectivas: pensamento computacional, que prevê o desenvolvimento de atividades que proporcionem a sistematização da resolução de problemas, de forma algorítmica; mundo digital, a qual se relaciona à obtenção, interpretação, validação e replicação de informações de forma segura e confiável, visando o combate à desinformação, muito presente nas redes sociais; cultura digital, que visa a formação de uma consciência crítica por parte dos jovens sobre o uso consciente das tecnologias digitais, cada vez mais simbióticas com o cotidiano dos indivíduos.

Nesse contexto de valorização da computação na educação básica, sob o recorte do ensino médio que o presente estudo se coloca. O termo robótica tem sido utilizado com frequência para se referir a atividades, na educação básica, que visam demonstrar ao estudante estruturas automatizadas e sua presença, cada vez mais relevante, no dia a dia. Na Base Nacional Comum Curricular, o termo “robótica” aparece uma única vez, ao se referir aos Itinerários Formativos na área de matemática e suas tecnologias:

II – matemática e suas tecnologias: aprofundamento de conhecimentos estruturantes para aplicação de diferentes conceitos matemáticos em contextos sociais e de trabalho, estruturando arranjos curriculares que permitam estudos em resolução de problemas e análises complexas, funcionais e não-lineares, análise de dados estatísticos e probabilidade, geometria e topologia, robótica, automação, inteligência artificial, programação, jogos digitais, sistemas dinâmicos, dentre outros, considerando o contexto local e as possibilidades de oferta pelos sistemas de ensino; (Brasil, 2018, p.477)

Considerando a orientação anterior, o presente trabalho se debruçou sobre a seguinte pergunta de pesquisa: “É possível viabilizar atividades em robótica através de projetos abertos, de modo a estimular o pensamento criativo do estudante, da mesma forma que se oferece autonomia ao docente na construção de trilhas de aprendizagem neste campo do conhecimento?”

A fim de responder à pergunta de pesquisa descrita, elenca-se como objetivo geral avaliar a viabilidade de implementação de um projeto de robótica educacional open source em Itinerários Formativos para o ensino médio. Como objetivos específicos, apresentam-se: justificar satisfatoriamente a escolha por um projeto open source, discriminando as vantagens dessa escolha; realizar a montagem de um protótipo a partir do projeto escolhido e avaliar a viabilidade do protótipo sob os aspectos financeiros e de construção de conhecimentos, sob o recorte do Itinerário Formativo para a 2ª série do ensino médio.

ROBÓTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: PENSANDO, CRIANDO E INOVANDO COMO CAMINHO PARA A UNIVERSIDADE

Construindo um arcabouço pedagógico

Considerando a necessidade de viabilizar o protagonismo dos estudantes nas práticas pedagógicas cotidianas, uma das metodologias ativas interessantes é a Aprendizagem Baseada em Projetos (Moran e Bacich, 2018). Podemos defini-la como uma metodologia de aprendizagem em que os alunos se envolvem com tarefas e desafios

para resolver um problema ou desenvolver um projeto que tenha ligação com a sua vida fora da sala de aula. No processo, eles lidam com questões interdisciplinares, tomam decisões e agem sozinhos, assim como em equipe (Filatro e Cavalcanti, 2018).

A proposta das atividades de um projeto de robótica na educação básica se coloca na perspectiva de uma componente projeto, ou seja, o desenvolvimento das atividades ocorre de maneira independente das disciplinas, apresentando-se como uma atividade acadêmica não articulada com nenhuma disciplina específica, mas transitando e interagindo com diferentes áreas do conhecimento. Nesse modelo tem-se os chamados Itinerários Formativos.

Do ponto de vista do projeto em si, as atividades em robótica se colocam como projeto construtivo, isto é, projetos cuja finalidade é construir algo novo, criativo, no processo e/ou no resultado (Moran e Bacich, 2018).

A Base Nacional Comum Curricular e a visão articuladora desta com o cotidiano dos estudantes tem conduzido educadores e gestores educacionais na direção do alinhamento da escola às necessidades dos estudantes, de suas famílias e de sua comunidade. A Escola Nova, na figura de John Dewey, concebeu uma escola na qual os alunos validariam seus conhecimentos através de atividades, com o que ele chamou de “aprender fazendo”. Nesse sentido, realizar atividades que promovam momentos de prática se tornam significativas na aprendizagem dos estudantes (Filatro & Cavalcanti, 2018).

A materialização do movimento maker nas unidades escolares se dá, de forma mais comum, a partir da criação e uso de *Fab Labs* (*fabrication laboratory*). Um *Fab Lab* é um espaço para prototipagem de objetos físicos e que pode, ou não, fazer parte de uma rede de laboratórios distribuídos em todo o mundo. Conta com equipamentos específicos (de relativo baixo custo), como máquina de corte a laser, impressoras 3D, placas eletrônicas, sucatas de motores. É nesse contexto que a Robótica Educacional se fortalece. Pensar uma solução para um problema do cotidiano, montar um protótipo, testar e verificar a validade da solução é um processo de criatividade, que desperta interesse e que pode agregar valores a diferentes áreas do conhecimento (Filatro e Cavalcanti, 2018).

Uma visão geral sobre projetos educacionais em código aberto

Com o passar dos anos, as práticas pedagógicas precisaram ser adaptadas para atender às novas gerações. Da estrutura tradicional do ensino passivo às metodologias

ativas, os educadores precisaram se adequar não mais somente nas suas áreas específicas, mas também no uso de ferramentas tecnológicas que trarão maior eficiência no ensino.

O ensino de robótica e pensamento computacional, como nova premissa do ensino do século XXI, permite tecer laços inter, multi e transdisciplinares, não mantendo conteúdos como algo separado, mas sim como parte de um todo que é o aluno. Esta nova modalidade, enquanto tem forte base na matemática e física, bases do construtivismo, pode ser aplicada em conjunto com disciplinas como idiomas, história, filosofia, dentre outros, como abordado por Ruzzenente et al. (2012).

Para alcançar os objetivos pretendidos nas disciplinas, existem diversas tecnologias e projetos que podem ser utilizadas, desde as comerciais até àquelas denominadas de código aberto. Os projetos comerciais tipicamente são representados por kits que dão direito à construção de objetos específicos. Em contrapartida, os projetos em código aberto, enquanto tem um objetivo inicial bem definido, permite sua modificação para resolver problemas específicos, desde que continue atendendo às especificidades da licença utilizada, tipicamente, garantindo o direito de liberdade na utilização, redistribuição e modificação (O'Hara e Kay, 2003).

De forma geral, um projeto aberto de robótica tem duas vertentes: o software e o hardware, que por sua vez teria duas ramificações: a eletrônica e a mecânica. O projeto *FOSSBot*, como apresentado no trabalho de Chronis e Varlamis (2022) abrange estas três áreas de maneira aberta. O trabalho de Junior et al. (2013) apresenta um projeto cujo foco central é o Arduino, uma placa eletrônica de fácil utilização em projetos deste tipo. O principal foco deste projeto são o baixo custo, o apelo aos estudantes e a simplicidade na montagem, operação, manutenção e compreensão, sendo um projeto também totalmente aberto.

Com a mesma filosofia dos projetos anteriores, o Otto DIY tem um foco maior em estudantes dos níveis fundamental e médio. A NASA desenvolveu o *JPL Open Source Rover* também com especificações técnicas completas disponíveis abertamente, para estudantes de ensino médio. Os pesquisadores Montenegro et al. (2021) utilizaram estas duas plataformas como base de seu projeto *AIR4Children*, que não somente viabiliza a robótica e pensamento computacional para jovens estudantes, mas também os introduz a conceitos de inteligência artificial.

Enquanto um projeto pode ser completamente em código aberto, é possível utilizar kits comercialmente disponíveis, como o LEGO® *MindStorms*TM e utilizar opções em código aberto para substituir seu software. Este kit é composto por peças tradicionais

LEGO e um módulo programável. O'Hara e Kay (2003) abordam diferentes maneiras de se programar este módulo, utilizando diferentes linguagens de programação, fornecendo ao educador o controle na necessidade de conhecimento anterior em programação.

Uma opção às soluções físicas são os simuladores. Sua maior vantagem está no fato de não haver necessidade de comprar ou fabricar peças ou adquirir componentes eletrônicos. Tselegkaridis e Sapounidis (2021) mencionam como principal vantagem a portabilidade dos simuladores, em contrapartida dos projetos físicos, sendo necessário apenas um computador. Estes autores, em seu trabalho, fornecem uma visão geral de mais de uma dezena de simuladores, classificando-os em fatores como faixa etária e nível de experiência do usuário, bem como a linguagem de programação utilizada. Os projetos abordados podem ser usados tanto por estudantes do ensino fundamental até o superior de maneira educacional, pesquisa ou até mesmo para competições.

O projeto Otto DIY

De forma a cumprir as demandas do DCNEM/2018 [Brasil, 2018] em relação à Robótica no Ensino Médio, esta proposta utiliza o projeto Otto DIY. Este projeto foi criado em 2016 para tornar disponível a todo o público a robótica e a mentalidade “faça você mesmo” (*Do It Yourself*, DIY). É um projeto aberto (*Open Source*), o que significa, em um primeiro momento, que todo material, tanto físico (*hardware*, eletrônica e mecânica) quanto eletrônico (*software*) estão disponíveis livremente na internet. Isto permitiu que este projeto alcançasse tanto a comunidade *maker* quanto a comunidade escolar, bastando para isso, possuir uma impressora 3D e acesso a componentes eletrônicos também de código aberto, como Arduino e outros (Otto DIY, 2023).

O Otto, na sua forma mais simples, é um robô composto por um corpo e um par de pernas, quatro servomotores, um sensor ultrassônico, e um Arduino nano com uma placa para interligação de todos os componentes, como pode ser visto na Figura 1. Esta figura mostra o kit da forma como ele é comercializado para aqueles que apenas desejam montar e não tem acesso a uma impressora 3D e fornecedores de sensores e placas microcontroladas.

Dentre as possibilidades de novos módulos, sugere-se uma versão com rodas, seguidora de linha, com telas no lugar dos olhos e bocas, para dar emoções ao robô, braços e o que mais a imaginação e o conhecimento técnico permitirem, como mostra a Figura 2.

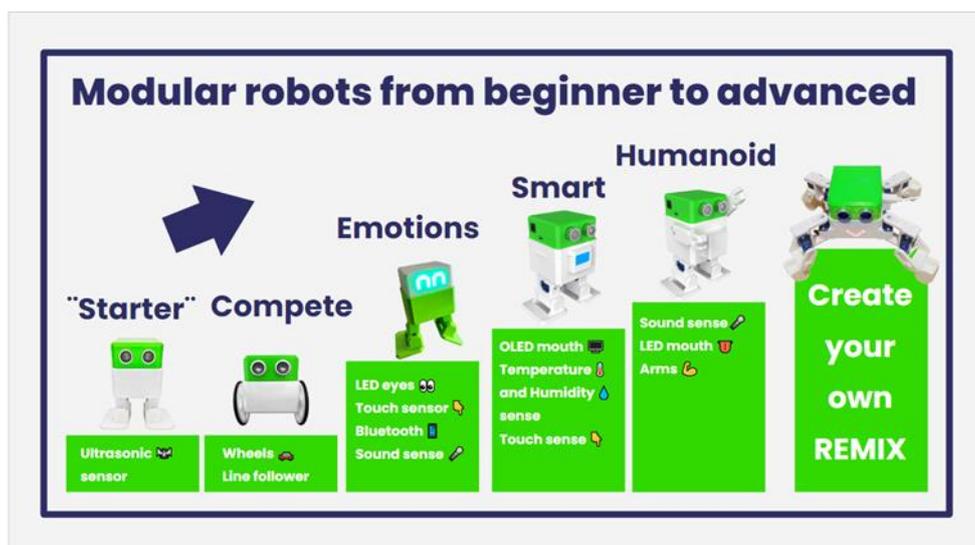
Figura 1 – Kit básico do Otto



Fonte: <https://www.ottodiy.com/about> (2023)

Escolheu-se, portanto, para iniciar o projeto com o *Otto Starter*, o qual utiliza o sensor ultrassônico para detectar obstáculos no caminho, servos motores que promovem os movimentos de suas pernas, considerando-se que para confeccionar o corpo do Otto foi utilizada a impressão 3D. Portanto, a escolha por um projeto *Open Source* foi determinante ao permitir que se pudesse elaborar um roteiro de atividades que culminasse no desenvolvimento do Otto Starter na disciplina do Itinerário Formativo proposta para a 2ª série do ensino médio.

Figura 2 – Níveis de modularidade sugeridos para o Otto



Fonte: Fonte: Getting started with Otto DIY robots (2023)

PERCURSO METODOLÓGICO

A partir da escolha pela proposta de um projeto *Open Source* o qual pudesse alinhar três vertentes: modelagem 3D, programação e eletrônica em um único produto, do ponto de vista da pesquisa em Robótica Educacional se procurou estabelecer uma relação entre atividades de pesquisa e o produto escolhido.

A fim de responder à pergunta de pesquisa proposta, em consonância com os objetivos geral e específicos, escolheu-se uma pesquisa documental, de caráter exploratório, uma vez que pouco se tinha de conhecimento acerca da utilização do Otto DIY no ambiente escolar brasileiro, em função das poucas

Portanto, quanto ao objetivo geral, a pesquisa se caracteriza por ser uma pesquisa de *design*. Para Wazlawick (2009), pesquisas de *design* ou de projeto são uma tentativa de se determinar como as coisas poderiam ser. O pesquisador está preocupado em obter a ferramenta ideal para resolver um determinado problema, mesmo que esta ferramenta ainda não exista.

Considerando a pesquisa de *design* como norteadora do projeto, se realizou a prototipação do robô Otto DIY Starter, a fim atender aos objetivos específicos propostos por essa pesquisa. Nesse sentido, esta pesquisa se classifica como uma pesquisa de caráter qualitativo, uma vez que procurou avaliar a viabilidade da utilização do robô Otto no contexto de um Itinerário Formativo para a 2ª série do ensino médio.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Revisão de literatura

A partir da necessidade de utilização do Otto DIY Starter como projeto inicial para o desenvolvimento de um Itinerário Formativo para a 2ª série do ensino médio, se procurou, primeiramente, relacionar trabalhos acadêmicos que buscavam alinhar o Otto DIY Starter com atividades na educação básica, sob o recorte do ensino médio.

Utilizou-se, para a revisão de literatura, a plataforma Google Acadêmico com as seguintes palavras-chave: “OTTO DIY” AND “Robótica” AND “Ensino Médio”, nos devolvendo apenas 2 trabalhos. No artigo de Boechat et al. (2020), o robô Otto é utilizado no auxílio à reabilitação de pessoa com deficiência, sendo considerado um brinquedo auxiliar ao tratamento destas pessoas. Já no trabalho de Rebouças et al. (2023) o robô Otto é utilizado para o tratamento de crianças com o Transtorno do Espectro Autista

(TEA). Nessa proposta, o robô Otto é projetado como um robô terapêutico. Nos dois casos fica clara a importância do robô Otto ser *Open Source* e o uso desse projeto aberto com propósitos específicos e de interesse social.

Considerando as palavras-chave “OTTO DIY” AND “Robotics” AND “education” foram encontrados três trabalhos. O artigo de Kalaitzidou e Pachidis (2023) analisa diversos robôs utilizados em educação, de projetos comerciais àqueles abertos, para diversas faixas etárias. Em seguida, analisa as linguagens de programação utilizadas para controlar os robôs. As classifica principalmente como linguagens tradicionais e linguagens visuais. Neste contexto, o Otto DIY foi considerado como tendo um dos menores custos iniciais para implementação, podendo ser programado com tanto com linguagens tradicionais (C/C++ do Arduino) quanto visuais (*Otto Blockly*, uma variação do *Scratch*).

Montenegro et al (2021) desenvolveram um projeto para ensino de robótica e inteligência artificial para crianças de até 11 anos de idade. Utilizando não somente projetos abertos, como o Otto DIY, os materiais educacionais também foram desenvolvidos de forma aberta. Em seguida, os mesmos autores, no trabalho de Badillo-Perez et al. (2022) descrevem como este projeto foi utilizado em um curso de Robótica e Inteligência Artificial para crianças em torno dos 7 anos. Este curso utilizou recursos para promover diversidade e inclusão nestas áreas. Inicialmente, utilizando projetos abertos, em seguida, desenhando o curso para que seja personalizado a seu público garantindo a participação de todos, em uma estrutura ativa.

Petrovic e Vasko (2020) descrevem seu trabalho em projetar um curso de 5 dias para crianças entre 11 e 15 anos de idade. Este curso tinha como principais objetivos o aprendizado prático, onde as crianças tiveram a oportunidade de experimentar todas as tecnologias da robótica na prática. O processo iniciaria na idealização, passando pela modelagem, fabricação e geração de um produto na qual as crianças poderiam levar para casa. Com isso, não somente foram utilizados os conceitos de modelagem 3D no projeto base do Otto DIY, mas também de programação em Arduino e funcionamento de sensores e atuadores eletrônicos.

Otto Starter e o Itinerário Formativo

Considerando os resultados exitosos em projetos envolvendo o OTTO DIY, realizou-se a montagem de um protótipo do Otto Starter, registrando-se as dificuldades

encontradas e organizando um material didático envolvendo as três áreas: modelagem 3D, programação e eletrônica.

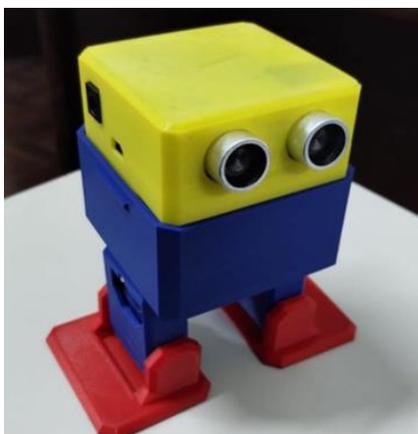
Na primeira etapa se utilizou o Blender, que é um software gratuito, para a modelagem do corpo do robô. A seguir, este foi impresso na impressora 3D Ender 3.

Após esta etapa se trabalhou em paralelo com a organização e especificação das funções que o robô assume ao andar a partir do código aberto disponibilizado no repositório GitHub do Otto DIY (Otto DIY, 2022). A ideia desta etapa é oferecer os princípios básicos de programação, trabalhando com o pensamento computacional e o desenvolvimento algorítmico, além de oferecer conhecimentos básicos em alguma linguagem. Pode-se utilizar, além do C/C++ do Arduino, a linguagem Otto Blockly, uma variante do Scratch, que é lúdico, para tornar essa etapa mais envolvente e interessante.

Por fim, a etapa de eletrônica é a concretização do “faça você mesmo”: a partir do código estudado e adaptado à proposta, é possível desenvolver conhecimentos práticos associados à física e à matemática, integrando o conhecimento teórico com o evento prático, que é a proposta do Itinerário Formativo no contexto da BNCC.

O primeiro protótipo desenvolvido apresentou problemas relacionados ao tipo de bateria utilizada, que conduziram à não execução de algumas atividades que se pretendia que o robô fizesse, como andar até um obstáculo e recuar (a partir do sensor de ultrassom), sem desequilibrar. Observando que isso não acontecia, retornou-se à fase inicial e se modelou um corpo maior, suficiente para a utilização de uma bateria de 3,7 V. Com essa nova fonte de alimentação, o novo protótipo realizou todos os movimentos pretendidos. O modelo final, gerado para se desenvolver o Itinerário Formativo, pode ser visto na Figura 3.

Figura 3 - Protótipo Otto Starter desenvolvido para o Itinerário Formativo



Fonte: Os autores (2023).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho procurou, através da montagem de um protótipo do robô Otto Starter responder à seguinte pergunta de pesquisa: “É possível viabilizar atividades em robótica através de projetos abertos, de modo a estimular o pensamento criativo do estudante, da mesma forma que se oferece autonomia ao docente na construção de trilhas de aprendizagem neste campo do conhecimento?”

A partir da experiência de analisar e desenvolver de uma trilha de aprendizagem no contexto dos Itinerários Formativos para a 2ª série do ensino médio, foi possível avaliar a importância de um projeto multidisciplinar, o qual reúna conhecimentos de diferentes áreas e no qual o estudante participe, ativamente, do processo. Sendo assim, conclui-se que é possível adaptar um projeto de código aberto no contexto de atividades envolvendo robótica educacional no ensino médio.

No entanto, cabe-nos descrever algumas ressalvas importantes no que se refere à utilização desta proposta. Um dos aspectos relevantes é o custo operacional da implementação deste projeto. Impressora 3D, notebooks que suportem os softwares de modelagem 3D, como é o caso Tinkercad, que é gratuito e funciona no ambiente *on-line*. Além disso, baterias e servomotores utilizados também possuem um custo, a ser observado antes da implementação do projeto.

Sob o ponto de vista pedagógico, entende-se que ainda se tem muitas dificuldades em se conciliar, no ambiente escolar, profissionais que tenham conhecimentos de modelagem 3D, programação e eletrônica, o que dificulta a implementação de uma proposta como esta, apesar de estar embasada em produtos gratuitos e de código aberto.

Como trabalhos futuros sugere-se a implementação efetiva do referido projeto no âmbito dos Itinerários Formativos para a 2ª série do ensino médio, verificando-se as principais dificuldades, o caráter multidisciplinar da proposta e o conjunto de conhecimentos adquiridos pelos estudantes através de uma visão ativa da aprendizagem.

REFERÊNCIAS

BADILLO-PEREZ, Antonio et al. Piloting Diversity and Inclusion Workshops in Artificial Intelligence and Robotics for Children. **arXiv preprint arXiv:2203.03204**, 2022.

BOECHAT, Jonas et al. Guidelines para Engenharia de um Brinquedo Robô Personalizado para Reabilitação de Pessoa com Deficiência. In: **Anais do V Workshop sobre Aspectos Sociais, Humanos e Econômicos de Software**. SBC, 2020. p. 101-105.

BRASIL. Lei 13415 de 16 de fevereiro de 2017. In **Presidência da República, Secretaria Geral, Subchefia para Assuntos Jurídicos** (p. 6), 2017.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**, 2018.
http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/

CHRONIS, Christos; VARLAMIS, Iraklis. FOSSBot: An Open Source and Open Design Educational Robot. **Electronics**, v. 11, n. 16, p. 2606, 2022.

FILATRO, A.; CAVALCANTI, C. C. **Metodologias Inov-ativas na educação presencial, a distância e corporativa. 1ª edição**. Saraiva Educação, São Paulo, 2018.

JUNIOR, Luiz A. et al. A low-cost and simple arduino-based educational robotics kit. **Cyber Journals: Multidisciplinary Journals in Science and Technology, Journal of Selected Areas in Robotics and Control (JSRC), December edition**, v. 3, n. 12, p. 1-7, 2013.

KALAITZIDOU, Magdalini; PACHIDIS, Theodore P. Recent Robots in STEAM Education. **Education Sciences**, v. 13, n. 3, p. 272, 2023.

MONTENEGRO, Rocio et al. AIR4Children: Artificial Intelligence and Robotics for Children. **arXiv preprint arXiv:2103.07637**, 2021.

MORAN, J.; BACICH, L. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática. 1ª edição**. Penso, Porto Alegre, 2018.

O'HARA, Keith J.; KAY, Jennifer S. Investigating open source software and educational robotics. **Journal of Computing Sciences in Colleges**, v. 18, n. 3, p. 8-16, 2003.

OTTO DIY (2023). **Otto DIY Mission**, <https://www.ottodiy.com/about>.

PETROVIČ, Pavel; VAŠKO, Jozef. An Open Solution for a Low-Cost Educational Toy. In: **Robotics in Education: Current Research and Innovations 10**. Springer International Publishing, 2020. p. 196-208.

DE SOUSA REBOUÇAS, Gabriel RB et al. O potencial da robótica no tratamento terapêutico de crianças com Transtorno do Espectro Autista. In: **Anais do IV Workshop sobre as Implicações da Computação na Sociedade**. SBC, 2023. p. 173-183.

RUZZENENTE, Marco et al. A review of robotics kits for tertiary education. In: **Proceedings of International Workshop Teaching Robotics Teaching with Robotics: Integrating Robotics in School Curriculum**. 2012. p. 153-162.

SMITH, A.; JONES, B. On the complexity of computing. In: **Advances in Computer Science**, pages 555–566. Publishing Press, 1999.

TSELEGKARIDIS, Sokratis; SAPOUNIDIS, Theodosios. Simulators in educational robotics: A review. **Education Sciences**, v. 11, n. 1, p. 11, 2021.

WAZLAWICK, Raul Sidnei. **Metodologia de pesquisa para ciência da computação**. Elsevier, 2009.