

**CENTRO UNIVERSITÁRIO INTERNACIONAL UNINTER
MESTRADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO E NOVAS
TECNOLOGIAS**

WINSTON SEN LUN FUNG

**PROTÓTIPO DE UM KIT DE ROBÓTICA EDUCACIONAL PARA
CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES**

CURITIBA

2023

**CENTRO UNIVERSITÁRIO INTERNACIONAL UNINTER
MESTRADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO E NOVAS TECNOLOGIAS**

WINSTON SEN LUN FUNG

**PROTÓTIPO DE UM KIT DE ROBÓTICA EDUCACIONAL PARA CURSO DE
FORMAÇÃO DE PROFESSORES**

CURITIBA

2023

WINSTON SEN LUN FUNG

**PROTÓTIPO DE UM KIT DE ROBÓTICA EDUCACIONAL PARA CURSO DE
FORMAÇÃO DE PROFESSORES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação – Mestrado Profissional em Educação e Novas Tecnologias como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Mestre em Educação e Novas Tecnologias.

Área de Concentração: Educação

Orientador: Prof. Dr. Luciano Frontino de Medeiros

CURITIBA

2023

F981p Fung, Winston Sen Lun
Protótipo de um kit de robótica educacional para
curso de formação de professores / Winston Sen Lun
Fung. – Curitiba, 2023.
66 f. : il. (algumas color.)
Orientador: Prof. Dr. Luciano Frontino de Medeiros
Dissertação (Mestrado Profissional em Educação e Novas
Tecnologias) – Centro Universitário Internacional
1. Robótica. 2. Robótica – Estudo e ensino. 3. Professores
- Formação. 4. Inovações educacionais. 5. Tecnologia
educacional. 6. Prática de ensino. 7. Ensino – Metodologia. I.
Título.

CDD 371.334

Catlogação na fonte: Vanda Fattori Dias - CRB-9/547

CENTRO UNIVERSITÁRIO INTERNACIONAL UNINTER
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E EXTENSÃO-PGPE
PROGRAMA DE MESTRADO E DOUTORADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO E NOVAS TECNOLOGIAS
Secretaria do Mestrado e Doutorado Profissional em Educação e Novas Tecnologias

Defesa Nº 031/2022

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO PARA CONCESSÃO DO GRAU DE MESTRE EM
EDUCAÇÃO E NOVAS TECNOLOGIAS

No dia 16 de dezembro de 2022, às 9h, reuniu-se via web conferência a Banca Examinadora designada pelo Programa de Mestrado e Doutorado Profissional em Educação e Novas Tecnologias, composta pelos professores doutores: Luciano Frontino de Medeiros (Presidente-Orientador-PPGENT/UNINTER), Álvaro Martins Fernandes Junior (Integrante Externo/ UENP), Luana Priscila Wunsch (Integrante Interno Titular - PPGENT/UNINTER), Siderly do Carmo Dahle de Almeida Suplente - PPGENT/UNINTER), para julgamento da dissertação: “PROTÓTIPO DE UM KIT DE ROBÓTICA EDUCACIONAL PARA CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES”, do mestrando Winston Sen Lun Fung. O presidente abriu a sessão apresentando os professores membros da banca, passando a palavra em seguida ao mestrando, lembrando-lhe de que teria até vinte minutos para expor oralmente o seu trabalho. Concluída a exposição, o candidato foi arguido oralmente pelos membros da banca.

Concluída a arguição, a Banca Examinadora reuniu-se e comunicou o Parecer Final de que o mestrando foi:

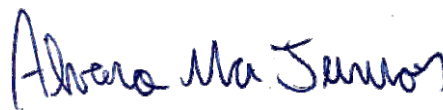
- () APROVADO, devendo o candidato entregar a versão final no prazo máximo de 60 dias.
- (X) APROVADO somente após satisfazer as exigências e, ou, recomendações propostas pela banca, no prazo fixado de 60 dias.
- () REPROVADO.

O Presidente da Banca Examinadora declarou que o candidato foi aprovado e cumpriu todos os requisitos para obtenção do título de Mestre em Educação e Novas Tecnologias, devendo encaminhar à Coordenação, em até 60 dias, a contar desta data, a versão final da dissertação devidamente aprovada pelo professor orientador, no formato impresso e PDF, conforme procedimentos que serão encaminhados pela secretaria do Programa. Encerrada a sessão, lavrou-se a presente ata que vai assinada pela Banca Examinadora.

Recomendações: Adequar o texto conforme as sugestões dadas pelos professores, verificar as citações conforme a ABNT e dar uma roupagem ao produto.



Dr. Luciano Frontino de Medeiros
Presidente da Banca

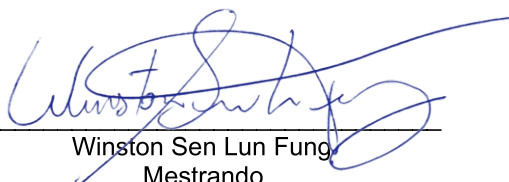


Dr. Álvaro Martins Fernandes Junior
Integrante Externo



Dra. Luana Priscila Wunsch
Integrante Interno Titular

Dra. Siderly do Carmo Dahle de Almeida
Integrante Interno Suplente



Winston Sen Lun Fung
Mestrando

AGRADECIMENTOS

Agradecer e reconhecer as pessoas que permitiram o sucesso é uma das tarefas mais difíceis. Muitos foram importantes nessa jornada e todos merecem os meus agradecimentos.

Inicialmente, agradeço a Deus pelas oportunidades e por todas as pessoas que Ele me permitiu conhecer e reconhecer como importantes.

Aos meus familiares, meu pai, Fung Kin Shing, minha mãe, Elizabeth Morawski Fung, que sempre se esforçaram para que a educação fosse primordial no meu desenvolvimento. Agradeço também aos meus irmãos pelo incentivo contínuo nessa jornada.

Aos amigos, em especial ao Professor Carlos Alberto Dabul Jamil, pelas palavras de incentivo e motivação.

Aos professores e toda a equipe do Programa de Mestrado em Educação e Novas Tecnologias da Uninter, agradeço o entusiasmo e dedicação. Especialmente à Professora Dra. Luana Wunsch, pelos ensinamentos, orientações e apontamentos nesse trabalho.

Meu agradecimento especial, impossível de traduzir em palavras, vai para o meu Orientador, o professor Dr. Luciano Frontino de Medeiros. Agradeço a sua orientação, incentivo e paciência durante esta jornada. Certamente, sem a sua dedicação, ajuda, confiança e orientação, este trabalho não seria concluído.

RESUMO

Este trabalho aborda o uso da robótica educacional como uma ferramenta para inovar a prática pedagógica, especialmente no contexto da metodologia STEAM. Este trabalho discute a importância da capacitação pedagógica dos professores e a necessidade de fornecer componentes e recursos adequados para o desenvolvimento e a formação de professores e a aplicação em projetos com os alunos. Além disso, destaca a relevância da formação continuada dos professores, conforme preconizado pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), e apresenta o programa de Pós-Graduação em Robótica Educacional oferecido pelo Centro Universitário Internacional Uninter. A pesquisa destaca a necessidade a proposta de um kit de robótica educacional com aplicação multidisciplinar, considerando as limitações existentes e a falta de especificações adequadas de componentes. O autor, um pesquisador com formação técnica e experiência em educação, descreve seu envolvimento no desenvolvimento de um curso de robótica para crianças, ressaltando a importância da aprendizagem colaborativa e multidisciplinar. No final, é destacado o produto desta pesquisa, a proposta de um kit de robótica educacional, e a relevância de investir na formação de professores e no fornecimento de recursos adequados para promover a efetiva integração da robótica educacional na educação.

Palavras-chave: robótica educacional, formação de professores, STEAM, metodologia, aprendizagem colaborativa, multidisciplinaridade, capacitação pedagógica, kit de robótica.

ABSTRACT

This study examines the use of educational robotics as a tool to innovate pedagogical practice, particularly within the context of the STEAM methodology. The dissertation discusses the significance of pedagogical training for academics and the need to provide suitable components and resources for their professional development, as well as their application in projects involving students. Additionally, it emphasizes the importance of continuous education for academics, as proposed by the Brazilian National Common Curricular Base – Base Nacional Comum Curricular brasileira (BNCC), and presents the Postgraduate Program in Educational Robotics offered by Centro Universitário Internacional Uninter. The research highlights the necessity of proposing a multidisciplinary educational robotics kit, taking into account the existing limitations and the lack of adequate component specifications. The author, a researcher with a technical background and experience in education, describes their involvement in developing a robotics course for children, emphasizing the significance of collaborative and multidisciplinary learning. Lastly, the dissertation emphasizes the outcome of this research, which is the proposal of an educational robotics kit, and underscores the importance of investing in the training of academics and providing appropriate resources to effectively integrate educational robotics into the field of education.

Keywords: Educational robotics, academics training, STEAM, methodology, collaborative learning, multidisciplinary, pedagogical training, robotics kit.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Atividade de robótica com as crianças do curso de Engenharia do Brinquedo	9
Figura 2 – Atividade de robótica desenvolvida na disciplina Fundamentos de Programação	10
Figura 3 – Dados da pesquisa “Educação não pode esperar”	16
Figura 4 – Pilares do pensamento computacional.....	25
Figura 5 – Papert e o robô-tartaruga	26
Figura 6 – <i>Kits</i> de robótica educacional da empresa Arduino, classificados conforme a formação e idade de alunos	30
Figura 7 – Placa Arduino Uno R3.....	33
Figura 8 – Exemplos de sensores que podem ser utilizados para projetos de robótica educacional.....	35
Figura 9 – Exemplos de atuadores para serem utilizados em projetos de robótica educacional.....	36
Figura 10 – Exemplos de componentes classificados como de uso geral	37
Figura 11 - Foto do kit proposto nominado de Robótica Criativa – produto da dissertação.....	47
Figura 12 - <i>Kit</i> Robótica Criativa e alguns de seus componentes.....	48

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Foco e proposta pedagógica dos <i>kits</i> de robótica educacional	29
Quadro 2 – Componentes do <i>kit</i> didático de robótica	45
Quadro 3 – Sugestões de uso dos componentes do <i>kit</i> didático de robótica, por disciplina	46
Quadro 4 – Sugestões de atividades práticas utilizando o <i>kit</i> didático de robótica ...	46
Quadro 5 – Análise dos <i>kits</i> , considerando os aspectos de estrutura.....	51
Quadro 6 – Análise dos <i>kits</i> , considerando os aspectos de ambiente de programação e interface	51
Quadro 7 – Pontos fracos e pontos fortes dos kits de Robótica selecionados.....	52

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
1.1	CENÁRIO DA EDUCAÇÃO BRASILEIRA	11
1.2	EDUCAÇÃO EM MEIO À PANDEMIA	15
1.3	CRIAR E INOVAR	17
2	FORMAÇÃO DOCENTE	19
2.1	AMBIENTE DE APRENDIZAGEM	21
2.2	ENCONTRO DE GERAÇÕES	22
3	PENSAMENTO COMPUTACIONAL	24
3.1	ROBÓTICA PEDAGÓGICA	25
4	<i>KIT</i> DIDÁTICO DE ROBÓTICA	29
4.1	EXPERIÊNCIA DE ROBÓTICA EDUCACIONAL	30
4.2	PRODUTO EDUCACIONAL	31
4.2.1	Microcontrolador	32
4.2.2	Sensores	33
4.2.3	Atuadores	35
4.2.4	Componentes de uso geral	36
4.2.5	Software	37
4.2.6	Guias e manuais	38
4.3	<i>KITS</i> DE ROBÓTICA EDUCACIONAL COMERCIAIS	38
4.3.1	Lego	39
4.3.2	Ludobot	40
4.3.3	RoboCore	41
4.3.4	Microbit	42
4.3.5	Arduino	43
4.4	PRODUTO DE APLICABILIDADE PEDAGÓGICA: PROTÓTIPO DE <i>KIT</i> DE ROBÓTICA EDUCACIONAL	44
4.5	ANÁLISE COMPARATIVA DE <i>KITS</i> DE ROBÓTICA EDUCACIONAL	49
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
	REFERÊNCIAS	57

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Papert e Solomon (1971), quando as pessoas falam sobre computadores na educação, nem todas têm a mesma imagem em mente. Algumas pensam em usar o computador para programar a criança, enquanto outras pensam em usar a criança para programar o computador.

Este trabalho propõe uma reflexão sobre o uso da robótica aplicada à educação e seu reflexo no desempenho para os cursos de formação de professores brasileiros, tendo em vista que a aprendizagem e a tecnologia podem transformar a prática pedagógica dos professores. Um exemplo de prática pedagógica inovadora é a metodologia STEAM, proveniente de ciência, tecnologia, engenharia, artes e matemática (*Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics*). Essa prática possibilita desenvolver os estudos multidisciplinares na sala de aula, com o professor estimulando atividades colaborativas e reflexivas, concentrando o tempo de aula na realização de atividades, e não mais na apresentação de conteúdos, oportunizando uma nova maneira de aprendizagem.

A robótica educacional é uma ferramenta que pode ser aplicada na metodologia STEAM em sala de aula. No entanto, para a realização de atividades em aulas com o uso de tecnologias, o professor precisa ser capacitado pedagogicamente, conhecer adequadamente a tecnologia e dispor de componentes para o desenvolvimento de projetos com os alunos. Assim, o aprimoramento do processo de ensino mostra-se necessário, para que o docente se torne o agente necessário no processo de inovar, utilizando novas propostas pedagógicas.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) destaca a importância da formação continuada e do aperfeiçoamento dos professores como uma das formas de garantir a qualidade da educação. Nesse sentido, o Centro Universitário Internacional Uninter oferece a Pós-Graduação *Lato Sensu* em Robótica Educacional, em que são estudados diversos aspectos da aprendizagem, da física e das questões tecnológicas. Ao final, o aluno deve desenvolver um projeto de aplicação da robótica educacional, o qual pode ser feito fisicamente ou em uma plataforma de simulação. Quando da opção pelo trabalho físico, é responsabilidade do aluno a aquisição dos componentes e

todo o material necessário, o que, muitas vezes, traz dificuldades, devido à localização geográfica, insegurança na escolha de componentes e pouco conhecimento técnico sobre itens tecnológicos. Em contrapartida, quando desenvolvido em ambiente de simulação, o projeto sujeita-se à utilização dos itens disponíveis no simulador.

Visto que são impostas algumas limitações para o desenvolvimento dos projetos, a inclusão de um *kit* de robótica que permita experiências multidisciplinares mostra-se necessária, sendo item diferencial para a instituição na oferta dessa formação. Ademais, diante da lacuna no tocante às especificações de componentes elétricos/eletrônicos para o desenvolvimento das atividades práticas relacionadas à robótica educacional, a elaboração da proposta de um *kit* de robótica educacional com aplicação multidisciplinar torna-se significativa.

A formação do pesquisador como técnico em Eletrônica, engenheiro de computação, pós-graduado em Formação Docente para EaD e mestrando em Educação e Novas Tecnologias o capacita para a especificação dos componentes para o *kit* de robótica educacional para o referido curso de pós-graduação. Além disso, o pesquisador desenvolveu um curso de robótica para crianças em parceria com o Instituto de Engenharia do Paraná¹, denominado Engenharia do Brinquedo (Figura 1). O curso, ofertado a crianças a partir de 11 anos, contemplou cinco dias de atividades, destinadas a comprovar conceitos simples, como condução elétrica em diversos materiais, até atividades de montagem e programação de robôs, de forma a apresentar os conceitos básicos de robótica, eletricidade, eletrônica, pensamento computacional e lógica computacional. As atividades e a evolução do curso foram desenvolvidas em conjunto com uma pedagoga e uma psicóloga, formando uma equipe multidisciplinar, tendo sido necessário compreender diversos aspectos do pensamento computacional, gamificação, pedagogia e especificação de um *kit* para as atividades junto às crianças, mantendo o foco em aprendizagem colaborativa e multidisciplinar.

¹ Disponível em: <https://www.iep.org.br/engenharia-do-brinquedo/>.

Figura 1 – Atividade de robótica com as crianças do curso de Engenharia do Brinquedo



Fonte: O autor (2017).

Foram desenvolvidos diversos *kits* para as atividades, de modo que, a cada dia, a criança recebia um novo com os componentes necessários para a atividade. Com as diversas turmas, foi possível refinar as atividades e os *kits* utilizados pelas crianças.

O pesquisador também atuou junto ao ensino técnico e ensino superior em diversas instituições de ensino e utilizou a robótica educacional como parte de atividade para o ensino de disciplinas ligadas aos cursos de computação. Destacam-se a montagem e programação de robôs, com o objetivo de seguir linha nas disciplinas Desenvolvimento de Algoritmos e Fundamentos de Programação (Figura 2), e o uso de robôs para comprovar aprendizagem de máquina nas aulas de Inteligência Artificial. Nessa disciplina, os robôs deveriam aprender a sair de forma autônoma de um labirinto simples.

Figura 2 – Atividade de robótica desenvolvida na disciplina Fundamentos de Programação



Fonte: O autor (2015).

A formação do pesquisador e sua experiência na oferta de curso de robótica para crianças e uso da robótica no ensino técnico e superior permitem oferecer, de forma fundamentada, a proposta de um *kit* de robótica educacional para a utilização na formação de professores. Posto isso, foi definido o seguinte objetivo geral: elaborar o protótipo de um *kit* de robótica educacional livre que atenda às necessidades pedagógicas, contribuindo para a formação de professores. Para seu alcance, foram propostos como objetivos específicos:

- a) Analisar *kits* de robótica educacional disponíveis para a formação de professores.
- b) Levantar e estudar atividades possíveis para a formação de professores.
- c) Elaborar a proposta de um *kit* de robótica educacional.

Aspectos adicionais em relação à utilização da tecnologia na educação e aos novos desafios impostos pelos eventos atuais da sociedade com reflexo na educação devem ser observados com atenção. Para essa reflexão, serão apresentados diversos aspectos da educação brasileira, com foco em programas nacionais e do estado do Paraná para o desenvolvimento da educação, assim como os desafios na educação impostos pela pandemia de Covid-19 e a necessidade de inovar diante dessa situação.

1.1 CENÁRIO DA EDUCAÇÃO BRASILEIRA

No estado do Paraná, as Diretrizes Curriculares Estaduais para o Ensino Médio (DCE-EM), em consonância com as legislações federais, permitem à escola ampla liberdade de desenvolvimento científico e tecnológico e, com base nas Diretrizes Curriculares Nacionais, reiteram que cabe ao professor decidir as estratégias mais adequadas a ser utilizadas em sala de aula. Por sua vez, a BNCC define um conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da educação básica, sugerindo compreender, utilizar e criar tecnologias digitais com o objetivo de exercer o protagonismo do aluno e a sua autonomia na vida pessoal e coletiva (PISCINATO; DIAS, 2018).

Na BNCC, a robótica educacional é citada uma única vez, na seção de Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), como uma possibilidade para o desenvolvimento de habilidades e competências nesse campo:

Desenvolver habilidades e competências para o uso crítico, criativo e reflexivo da tecnologia, das mídias e da informação, utilizando recursos tecnológicos, como computadores, dispositivos móveis, sistemas e aplicativos, robótica educacional, entre outros, para acessar, produzir, tratar, analisar, publicar e compartilhar informações e conhecimentos de forma ética e responsável (BRASIL, 2018).

O pensamento computacional também é citado na BNCC, destacando a importância da compreensão da tecnologia da informação e sua aplicação na resolução de problemas, bem como a capacidade de usar a programação para criar soluções computacionais. A referência ao pensamento computacional é feita especificamente no componente curricular de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, em que aparece como uma habilidade transversal a ser desenvolvida pelos estudantes em todas as etapas da educação básica. A BNCC enfatiza a importância de aprender a pensar de forma lógica e sistemática para resolver problemas usando tecnologia da informação.

No Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) para o Ensino Médio, há, inclusive, obras didáticas que contemplam o uso de tecnologias por meio dos Objetos Educacionais Digitais (OEDs), que são conteúdos multimídias que acompanham o livro didático, podendo ser apresentados como “categorias:

audiovisuais, jogo eletrônico educativo, simulador e infográfico animado” (BRASIL, 2011 p. 2), incluindo pequenos conteúdos de acesso rápido. A incorporação dos OEDs às coleções didáticas surgiu no segundo edital do PNLD, de 2014, e, ainda que não fossem obrigatórias as aplicações e uso de meios tecnológicos, o Guia de Avaliação das Obras, disponibilizado aos professores da rede pública de ensino, continha indicações para sua análise.

Acompanhando as normatizações e orientações mencionadas, vários projetos de incentivo ao uso de tecnologias na educação foram desenvolvidos e financiados pelo Ministério da Educação, entre eles:

- a) Programa Nacional de Tecnologia Educacional (Proinfo): de 2007, foi desenvolvido para levar às escolas públicas computadores, recursos digitais e educacionais; em contrapartida, os estados e municípios deveriam garantir a estrutura adequada para uso destes. Portanto, o programa difere o acesso a esses recursos de acordo com a região, sendo ela urbana ou rural. Para fazer parte do Proinfo Urbano e/ou Rural, o município deve seguir três passos: a adesão, o cadastro e a seleção das escolas. A adesão é o compromisso do município com as diretrizes do programa, imprescindível para o recebimento dos laboratórios. Após essa etapa, deve ser feito o cadastro do prefeito no sistema, permitindo o próximo passo: a inclusão das escolas no Proinfo. Só haverá, porém, uso efetivo dessa tecnologia na escola se professores, alunos, diretores, pais de alunos, fornecedores de *hardware* e *software*, prestadores de serviços, professores e pesquisadores universitários e governantes compreenderem os seus benefícios potenciais, mas também suas limitações (BRASIL, 1997).
- b) Programa Banda Larga nas Escolas (PBLE): de 2008, nasceu com o objetivo de conectar todas as escolas públicas urbanas à internet, por meio de tecnologias que propiciem qualidade. Promovido pelo Ministério da Educação a partir do Decreto nº 6.424/2008, abrangeu o serviço de telefonia fixa e, pelo Plano Geral de Metas de Universalização, permitiu a troca dos serviços de telefonia pública, os popularmente chamados orelhões, por infraestrutura de rede para suporte à conexão à internet de qualidade com velocidade para todo o território nacional. Neste programa, o Ministério da Educação trabalha

em parceria com a Agência Nacional de Telecomunicações, em contato direto com estados e municípios.

- c) Programa Um Computador por Aluno (PROUCA): de 2010, permite que os municípios comprem, com recursos próprios ou com o financiamento pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, computadores portáteis para fins educacionais. O equipamento adquirido contém sistema operacional específico e características físicas que facilitam o uso e garantem a segurança dos estudantes e foi desenvolvido especialmente para uso no ambiente escolar. O Fundo Nacional do Desenvolvimento da Educação facilita a aquisição desses equipamentos, de acordo com a Lei nº 12.249/2010, fazendo parte do Proinfo.
- d) MECFLIX: em maio de 2016, o Ministério da Educação, inspirado na americana provedora global de filmes e séries em *streaming*², a Netflix, lançou sua versão educacional. Voltada para alunos do Ensino Médio com foco no Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) e suas áreas do conhecimento, a plataforma de estudos *on-line*, também transmitida pela TV Escola e 40 emissoras parceiras do ministério, disponibiliza, de forma gratuita, cerca de 500 vídeos que explicam os conteúdos de maneira criativa, além de fornecer para alunos concluintes do Ensino Médio simulados.

Chamam atenção as iniciativas do governo com o objetivo de incorporar as inovações tecnológicas à educação, possibilitando aos estudantes o acesso a esses recursos. Além disso, a produção de conhecimento com o uso de tecnologias, no contexto educacional, permite ao professor desenvolver metodologias que visam à construção da formação do ser humano, em uma visão de mundo e sociedade de acordo com o seu tempo.

Na escola, a defesa para o uso das tecnologias aliadas aos processos de ensino e aprendizagem está se expandindo. “O *tablet*, o *smartphone* e *notebook* convivem com papel. Nossa realidade é híbrida”, relata Emerson Bento Pereira, diretor de Tecnologia do Colégio Bandeirante, em entrevista à *Revista Educação* (2018, p. 49). O diretor também cita a convivência com a

² Tecnologia que permite acessar a transmissão de conteúdo, por meio da internet, sem a necessidade de efetuar o descarregamento prévio do material.

tecnologia como cultura integrada à escola, sendo o papel da tecnologia no ensino híbrido o de promover a aprendizagem e a inclusão de seus alunos na cultura digital, a qual contribui para o desenvolvimento de futuros profissionais aptos a trabalhar em um novo modo de produção.

Nas últimas décadas, tem sido crescente o número de pesquisas em educação, sobretudo na educação em ciências, desenvolvidas sob uma nova perspectiva tecnológica, em que há uma reflexão mais profunda sobre o uso de recursos tecnológicos. Igualmente, na sociedade, aumenta o uso de dispositivos como computadores, *tablets* e *smartphones*, cuja incorporação às estratégias didáticas convencionais e ao desenvolvimento de propostas didáticas inovadoras, alinhados a relatos de experiências nas mais diversas áreas do conhecimento, tem sido incentivada no contexto educacional.

No Portal Interactive Simulations (PhET)³, estão disponíveis simulações virtuais em diversidade, não somente na área de exatas (Matemática, Física, Química), mas também Biologia e Ciências da Terra, apresentando graduação da dificuldade. O objetivo principal é despertar interesse discente, para que possa interagir em sala de aula (SOUZA, 2012). Para o grupo de pesquisadores que desenvolveu o PhET, o uso das simulações pelos professores permite variações, como aulas expositivas, atividades em grupos na sala de aula, tarefas em casa ou no laboratório (ARANTES; MIRANDA; STUART, 2010).

As simulações computacionais proporcionam aos alunos um ambiente interativo e construtor do conhecimento, que é muito valioso para o estudo da Física. De acordo com Toniato *et al.* (2006) o computador é uma ferramenta no processo de ensino-aprendizagem e, em conjunto com as simulações computacionais, assume papel de um laboratório. O computador em si responde a comandos executados pelo estudante mediante simulações, enquanto o aluno visualiza com seus comandos a reação ou simulação de uma situação ou fenômeno equacionado pelo modelo representado pela simulação computacional.

Tavares (2008) destaca a melhoria do ensino de Física ao facilitar a animação de sistemas dinâmicos, que, em geral, é feita a partir de diagrama

³ Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt BR/>.

estatístico. Lopes e Feitosa (2009, p. 1-12) também citam algumas vantagens do uso do computador como ferramenta de ensino e comentam que uma simulação bem utilizada pelo professor pode promover o entusiasmo dos alunos para a aula.

No que se refere às ações dos professores, o educando deve ser seduzido e/ou convencido de que valerá a pena se deter, envolvendo-se na atividade e percebendo que ali há realmente um problema a ser resolvido, ou seja, “que há uma distância entre o que sabemos e o que queremos saber, e que essa distância merece o esforço de ser percorrida” (POZO, 1998, p. 159). Assim, o reconhecimento ou não de uma tarefa como problema não depende unicamente do aluno, sendo decisivas também as formas e o tipo de atividade apresentados a ele. Nesse sentido, a dinâmica de resolução de problemas pode se desenvolver tanto a partir de uma atividade de lápis e papel quanto de uma atividade com uso de experimento. Além disso, quando são apresentados problemas que envolvem situações vivenciais e/ou que possuam maior abertura, a resolução acaba exigindo mais do solucionador, exigindo tanto a mobilização de conhecimentos já construídos quanto a aprendizagem de outros novos, ambos necessários para o encaminhamento do processo de construção da resolução esperada. Com isso, o aluno torna-se agente ativo do processo de aprendizagem.

1.2 EDUCAÇÃO EM MEIO À PANDEMIA

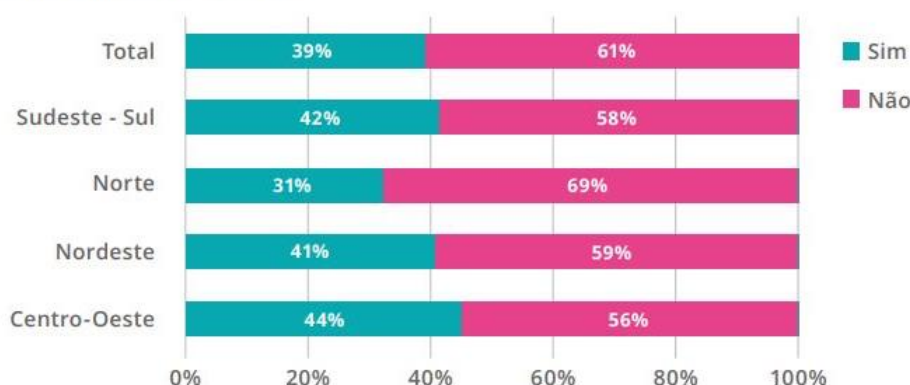
Em 2020, a comunidade escolar sofreu impacto da pandemia mundial de Covid-19, que levou as escolas a buscar novas formas de atender aos alunos. As escolas públicas, sem recursos adequados e pouco familiarizadas ao ensino virtual e uso da tecnologia, demonstraram-se despreparadas para essa nova demanda, tendo sido o impacto sentido principalmente pelos estudantes de classe média-baixa e baixa.

A pandemia trouxe à tona o despreparo das escolas com ensino a distância. Na Figura 3, verifica-se como foi destoante a formação dos professores para esse novo panorama de utilização da tecnologia no ensino.

Figura 3 – Dados da pesquisa “Educação não pode esperar”

GRÁFICO 8 . RESPOSTAS DAS REDES MUNICIPAIS À QUESTÃO:

“Estão ocorrendo formações para os profissionais da rede para desenvolverem as atividades a distância com os estudantes?”



Base total de respondentes: 232 redes municipais, sendo Centro-Oeste: 34, Nordeste: 88, Norte: 67; Sudeste-Sul: 43

Fonte: IEDE, IRB e 26 Tribunal de Conta (2020, disponível em <https://cenpec.org.br>).

No estado do Paraná, por meio da Deliberação nº 01/2020, em regime específico para o desenvolvimento das atividades escolares, indicou-se a aplicação de recursos e meios tecnológicos com o objetivo de mitigar os impactos do afastamento dos alunos da sala de aula e migração momentânea para o ensino a distância. Essa ação também foi sugerida pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), em sua Nota Técnica nº 88/2020, como alternativa complementar para o processo de ensino-aprendizagem. Por outro lado, as escolas particulares avançaram as suas atividades de ensino a distância com uso de metodologias ativas e ambientes virtuais de ensino, além de capacitar seus profissionais (ARAÚJO, 2021).

Outras dificuldades para o processo de aprendizagem foram evidenciadas, como a falta de estrutura nas residências, a falta de *smartphones* e computadores, além de dificuldade de acesso adequado à internet. Nas residências, diversas famílias, com vários filhos, não dispunham de local físico para o estudo de todos de forma simultânea. Da mesma forma, o computador era utilizado de forma compartilhada e o acesso à internet mostrou-se precário devido à velocidade limitada ou indisponibilidade (IPEA, 2020, p.15)

Nas considerações finais da Nota Técnica nº 88/2020, destaca-se

a dificuldade em estudar durante o período da pandemia pode ser uma fonte de ampliação da desigualdade no futuro. Estudantes que não puderam estudar durante esse período estariam em desvantagem em relação àqueles que puderam ter acesso ao ensino

remoto. As consequências negativas do afastamento das escolas podem ser ampliadas uma vez que, os estudantes mais afetados são aqueles que já se encontram em desvantagens de oportunidades por conta de condições econômicas e sociais piores do que as de alunos com acesso ao ensino remoto (IPEA, 2020, p. 16).

1.3 CRIAR E INOVAR

O professor, no papel de mediador, atua auxiliando o aluno a analisar as fontes de informação diante de uma situação ou problema, contribuindo para oferecer uma possível solução utilizando a tecnologia, relacionada às diversas áreas do conhecimento. Nesse contexto, a teoria do construtivismo propôs uma nova dialética, que busca desenvolver conhecimento a partir de ações, atividades, experimentação e reflexão, visando à criação de produtos palpáveis pelo aluno, orientada pelo professor. “Esse conhecimento é gerado através da prática e de resultados reais. Os alunos precisam gerar e trabalhar em colaboração, ter autonomia por fim gerar produtos criativos, relacionado com os conteúdos de aprendizagem” (SOUZA *et al.*, 2021, p. 2).

A robótica educacional é uma ciência multidisciplinar que apresenta muitas vantagens para a aprendizagem, consistindo “em construir um conjunto de materiais e ferramentas que podem ser manejadas e manipuladas. Talvez, em essência, se trate de um processo de trabalhar com o que se tem” (MCCRAW, 1994, p. 21) Apesar de ser citada somente uma vez na BNCC, deve-se compreender que a robótica educacional pode ser utilizada para além de “robózinhas”, ou seja, ela pode ser aplicada de forma multidisciplinar, buscando novas formas de desenvolver o estudo de vários tópicos das disciplinas. Por exemplo, na disciplina Ciências, a experiência de cultivo do feijão no algodão pode receber um sensor de umidade para informar que o algodão deve ser umedecido. Outra aplicação possível seria a criação de um teremim, na disciplina Artes; nesse instrumento, a aproximação das mãos faz a alteração da frequência dos sons emitidos. Esses exemplos podem parecer específicos das disciplinas citadas, mas podem ser trabalhados de maneira multidisciplinar, explicando outros fatores do funcionamento do projeto.

A aplicação desse tipo de projeto pode se dar de forma colaborativa entre os estudantes, promovendo a inclusão e fomentando o trabalho em grupo. Ainda, os projetos de robótica educacional, aplicados de diversas

formas nas aulas como proposta direta do professor ou como resultado para resolução de problemas, leva ao desenvolvimento do pensamento computacional, sendo essa habilidade desenvolvida em conjunto com outras.

Para sua aplicação de maneira multidisciplinar, faz-se necessário um conjunto de peças, componentes e acessórios, definido como *kit* de robótica. Objetivando o sucesso dessa iniciativa, é necessário capacitar os professores e oferecer ferramentas adequadas para o desenvolvimento dessas atividades. Nesse contexto, o Centro Universitário Internacional Uninter oferece Pós-Graduação em Robótica Educacional, na qual a inclusão de um *kit* de robótica educacional mostra-se complementar para a prática dos conhecimentos obtidos.

2 FORMAÇÃO DOCENTE

Pesquisas acerca da formação inicial incluem estudos sobre o curso Normal (40%), os cursos de licenciatura (22,5%) e a Pedagogia (9%), além de três estudos comparados. O conteúdo mais enfatizado nesses trabalhos é a avaliação do curso de formação, seja em termos de seu funcionamento, seja em termos do papel de alguma disciplina do curso. Outro conteúdo priorizado é o professor, incluindo suas representações, seu método e práticas (ANDRÉ *et al.*, 1999).

Por sua vez, os estudos sobre formação continuada analisam propostas de governo ou de Secretarias de Educação (43%), programas ou cursos de formação (21%), processos de formação em serviço (21%) e questões da prática pedagógica (14%). Embora o número de estudos sobre formação continuada seja relativamente pequeno, abrangendo 14,8% do total de trabalhos sobre formação docente, os aspectos focalizados são bastante variados, incluindo diferentes níveis de ensino (infantil, fundamental, adultos), contextos diversos (rural, noturno, a distância, especial), meios e materiais diversificados (rádio, televisão, textos pedagógicos, módulos, informática), revelando dimensões bastante ricas e significativas dessa modalidade de formação (ANDRÉ *et al.*, 1999).

De forma geral, a formação docente exige a criação de espaços formativos e de capacitação docente nos quais os professores possam desenvolver as competências necessárias para capacitar os alunos para atuar no mundo atual (KURU *et al.*, 2013). Observando esse contexto do exercício da função na formação das gerações futuras, os professores precisam desenvolver competências que possibilitem aos alunos oportunidades de aprendizagem, a partir do uso das TICs, considerando, por exemplo:

- a) STEAM: conecta artes e ciências, para professores e alunos se envolverem em trabalhos que integram disciplinas. Explora como o *design thinking* fornece uma estrutura que os professores podem usar em seu próprio projeto curricular. Inclui estudos de caso, lições aprendidas, exemplos testados em sala de aula e dicas práticas (KHINE; AREEPATTAMANNIL, 2019).

- b) Gamificação: potencializa o engajamento dos alunos com as atividades escolares de maneira bastante eficaz pela característica dos jogos, pois trazem narrativas imersivas, desafios e foco em colaboração, sendo um conjunto interessante para o desenvolvimento. O uso de jogos em sala de aula, desde os eletrônicos até os de tabuleiro, assim como a confecção do seu próprio jogo, incentiva o desenvolvimento de estratégias, o acompanhamento de regras e a colaboração (LEFFA; VETROMILLE-CASTRO, 2019).
- c) Sala de aula invertida: também chamada *flipped classroom*, é aplicada atualmente na rede particular de ensino do Paraná, estando presente em grandes propagandas que exaltam o protagonismo do aluno. Este método tem por objetivo substituir a maioria das aulas expositivas por conteúdos virtuais. Nela, o aluno possui acesso aos conteúdos *on-line*, para que o tempo em sala seja otimizado, estimulando um conhecimento prévio, apenas tirando dúvidas com os professores, e a interação com os colegas para fazer projetos, resolver problemas ou analisar estudos de caso (SOUSA, 2021). A iniciativa pode incentivar o interesse das turmas nas aulas, fazendo com que a classe se torne mais participativa.
- d) Robótica educacional: pode ser aplicada de forma multidisciplinar nas escolas, em atividades curriculares ou extracurriculares.

A robótica pode, então, ser entendida como um meio para ensinar e aprender computação ('programação') e também como ferramenta auxiliar para enriquecer e para diversificar a forma como se ensinam os conceitos em diversas disciplinas curriculares (SANTOS, 2022, p. 2)

- e) Aprendizagem baseada em problemas: é uma abordagem centrada no aluno, que envolve a resolução de problemas reais e significativos como ponto de partida para o aprendizado. Nesta metodologia, o professor age como facilitador, orientando o grupo de alunos na busca por soluções e na aplicação de conceitos e habilidades.

Os professores podem utilizar os recursos citados para realizar o planejamento de aulas, com a aplicação de recursos variados, como vídeos,

imagens, textos e robótica. Dessa forma, é possível melhorar a concentração e dedicação dos alunos, utilizando a tecnologia como aliada.

O Centro Universitário Internacional Uninter oferta diversos cursos de pós-graduação para o desenvolvimento das competências dos professores, com destaque para Educação e Novas Tecnologias, Formação Docente para EaD, Games e Gamificação na Educação e Robótica Educacional. Também conta com o Grupo de Pesquisa em Simuladores Computacionais e Robótica Educacional⁴, que

contempla a criação, o desenvolvimento e a aplicação de simuladores de software e hardware em propostas de metodologias ativas para o ensino híbrido, bem como a criação e o estudo de modelos em *machine learning*. O uso de simuladores na área educacional apresenta potencial para a adoção de ferramentas que possam complementar os processos de ensino e aprendizagem em diferentes modalidades de ensino. O projeto prevê a construção de simuladores com inteligência artificial embutida para proporcionar uma melhor interação com os aprendizes dos conteúdos, tais como assistentes pessoais e de conhecimento desenvolvido em projetos anteriores. A simulação em hardware prevê a robótica educacional considerada a partir de propostas modulares de baixo custo, com o uso de materiais recicláveis e reutilizáveis, assim como peças e componentes construídos em impressoras 3D, alinhado com a proposta do movimento *maker* (UNINTER, 2023).

2.1 AMBIENTE DE APRENDIZAGEM

O desenvolvimento do ambiente de aprendizagem vem se moldando por várias relevantes influências nos últimos anos. Muitos estudos foram realizados para examinar a influência que o ambiente teria, por exemplo, sobre a fixação de metas (MAEHR; MIDGLEY, 1991), estratégias de ensino (VARUGHESE; FEHRING, 2009), características de aprendizagem em grupos, classes e ambientes escolares. Assim, constitui um ambiente eficazmente dinâmico de aprendizagem em que há um nítido desenvolvimento da interação de forma mais ativa e participativa dos alunos no encadeamento da condução da aula, oportunizando a gestão de espaços de ensino benéficos à aprendizagem (SILVA, 2020).

Espaços dedicados ao desenvolvimento dessas atividades, denominados espaços *maker*, podem ser adequados para esse processo.

⁴ Disponível em: <http://professorfrontino.com.br/wp/home/>.

Um espaço *maker*, como se propõe o POALab, são espaços destinados a convivência e trocas de experiências. Idealizar, tentar fazer, acertar ou errar, aprender com os outros e com os seus próprios erros e acertos, durante uma vivência prática de robótica educacional, é o aprender pela ação e são essas que formam o sujeito em sua plenitude (BORGES *et al.*, 2015, p. 2)

2.2 ENCONTRO DE GERAÇÕES

Quando comparadas a preparação e aplicação de aula de décadas passadas aos tempos atuais, é visível uma mudança radical. A memorização e a repetição, que antigamente regiam as escolas, já não possuem a mesma importância; a partir do início do século XX, o desenvolvimento tecnológico passou a valorizar a busca pela informação, com o conhecimento adquirido não se limitando mais a materiais didáticos (OLIVEIRA, 2018).

Conjuntamente, o fenômeno da globalização não se restringe ao campo econômico, ao surgimento de um “sistema de mundo”, mas abrange novos modos de socialização, o que resultou em uma nova concepção de tempo e espaço de interação entre os sujeitos (FLACH, 2012), colocando dentro da sala de aula duas gerações distintas, o que requer da parte docente criatividade e inovação. Aliado a isso, os avanços tecnológicos que ocorreram nas últimas décadas transformaram a sociedade, inicialmente baseada na produção industrial e agrícola, em uma sociedade na qual o conhecimento e a comunicação são fontes de riqueza (SOUZA, 2009).

No dinamismo mostrado atualmente pela disponibilização de tecnologia às novas gerações, é preciso estar preparado para oferecer ambientes que ofereçam maneiras de desenvolver o conhecimento de outras maneiras. Disponibilizar um ambiente em que alunos e professores possam atuar de modo multidisciplinar, com flexibilidade, criatividade e integração, é a demanda deste século.

Os cenários educacionais do século XXI, nos exigem oportunizar, espaços, metodologias e propostas de ensino que sejam alinhadas com a educação para a vida, soluções de problemas, autogestão da educação, construção do conhecimento, protagonismo do aluno, relação horizontal entre estudantes e docentes e tantas outras possibilidades para uma aprendizagem significativa. É neste contexto que a proposta da Educação *Maker* pode contribuir para os propósitos de tal concepção. A adoção de atividades *Maker* (ou mão na massa) na Educação tem se tornado uma tendência em diferentes países e no Brasil. Multiplicam-se projetos experimentais

para levar atividades de curta ou média duração para escolas (BETTIO *et al.*, 2021, p. 2).

É preciso compreender a nova leva de estudantes, que são nativos digitais⁵, acostumados a ter acesso facilitado à internet e familiaridade com o uso de *smartphones*, computadores e itens de tecnologia.

No entanto, pais e educadores parecem encontrar dificuldades para entender isso e sempre se surpreendem com o quanto é fácil para seus filhos e alunos usarem a tecnologia – e todos os dispositivos eletrônicos em paralelo – em suas tarefas diárias, quer isso signifique fazer o tema ou alguma tarefa para a escola, ou participar de um jogo online com múltiplos jogadores de diversos lugares do mundo, ou simplesmente para se comunicar com seus amigos (PESCADOR, 2010, p. 3).

⁵ Termo criado pelo educador e pesquisador Marc Presky, em 2001.

3 PENSAMENTO COMPUTACIONAL

Wing, J. (2016, p. 4) define o pensamento computacional como

uma forma que humanos, não computadores, pensam. Pensamento computacional é uma forma para seres humanos resolverem problemas; não é tentar fazer com que seres humanos pensem como computadores. Computadores são tediosos e enfadonhos; humanos são espertos e imaginativos. Nós humanos tornamos a computação empolgante. Equipados com aparelhos computacionais, usamos nossa inteligência para resolver problemas que não ousaríamos sequer tentar antes da era da computação e construir sistemas com funcionalidades limitadas apenas pela nossa imaginação.

A autora argumenta que o pensamento computacional é uma habilidade importante que permite aos indivíduos compreender e resolver problemas de forma eficiente e efetiva, usando computadores e tecnologia como ferramentas. De acordo com ela, o ensino de pensamento computacional ajuda a desenvolver habilidades valiosas, como resolução de problemas, pensamento crítico e colaboração, além de preparar os estudantes para um futuro no qual a tecnologia é cada vez mais presente (WING, 2016).

O pensamento computacional não se restringe à operação e programação de computadores ou ao raciocínio lógico aplicado à computação. Está relacionado à capacidade de descrever de forma sintética e assertiva os passos para execução de uma tarefa, o que ocorre baseado em três pilares: abstração, automação e análise. Na visão educacional, o pensamento computacional se relaciona à dialética de como modelar o pensamento do aluno na resolução de problemas, considerando seus pilares (Figura 4):

- a) Abstração: compreende a capacidade de mentalizar todos os processos, de forma ordenada, para resolver um problema.
- b) Análise: relaciona-se com verificar os processos e elaborar correções e ajustes sob os diferentes aspectos relativos ao problema.
- c) Automação: diz respeito à apresentação da solução, montagem de um protótipo que permite, ou ajuda, a solução do problema.

Figura 4 – Pilares do pensamento computacional



Fonte: Ribeiro, Foss e Cavalheiro (2017, p. 2)

Com base nos aspectos apresentados na figura, a robótica educacional apoia o desenvolvimento do pensamento computacional. Seu processo pode ser dividido em dois parâmetros: o primeiro totalmente mental, ou seja, o programa computacional, e o segundo físico, compreendendo a montagem física do projeto. A programação desenvolve a abstração do ponto que deverá ser capaz de ordenar a execução das tarefas computacionais para obter o funcionamento correto, devendo o aluno elaborar o algoritmo do programa e desenvolver seu raciocínio lógico. No tocante à parte física, é necessário imaginar como será a montagem. Já a análise compreende rever o algoritmo e a montagem, corrigindo os erros e aprimorando o projeto, enquanto a automação consiste na junção efetiva do programa com a parte física, mostrando uma solução para o problema apresentado.

Assim, a construção de algoritmos envolve raciocínio lógico, socialização e resolução de problemas, com estudos revelando a melhoria efetiva da formação de professores (KAZIMOGLU *et al.*, 2012).

3.1 ROBÓTICA PEDAGÓGICA

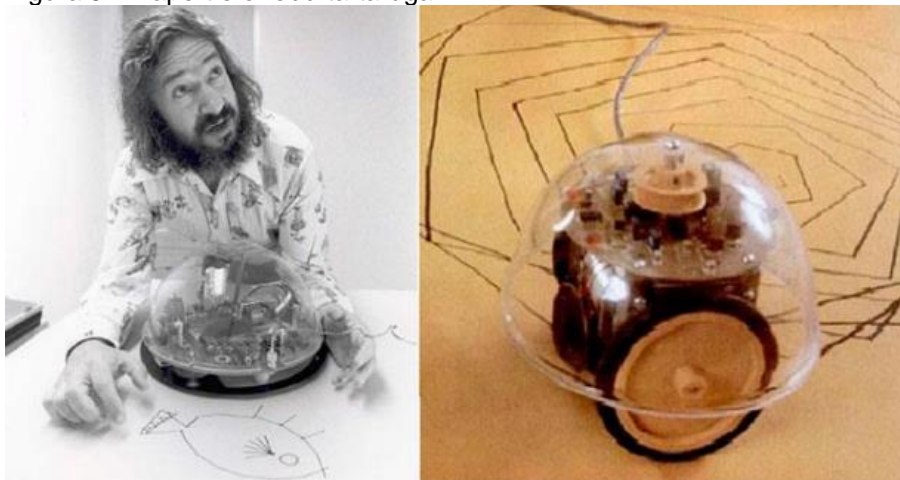
Assim como ler e escrever, usando diagramas para colocar ideias no papel, representando a inteligência de forma material e entendendo a lógica, é possível desenvolver algoritmos e tecnologias, criando outra forma de explorar

o mundo e de aprender. Pela leitura, desenvolve-se a possibilidade de aprender a partir dos livros, da poesia, de informação textual, oportunizando o desenvolvimento de algoritmos e pequenos programas (MEDEIROS; WUNSCH, 2019), para testar hipóteses em muitas direções.

Analisando estudos publicados nesse domínio, documentos governamentais e diretrizes orientadoras que alicerçam essa área de formação na Europa e, em particular, em Portugal, Wunsch (2013) informa que a robótica pedagógica baseia a formação inicial de professores do ensino básico e secundário, sendo transformada em uma maneira de explorar o mundo, de aprender (PAPERT, 1993), que permite ao educando aprender sobre o mundo, uma vez que a educação deve ser emancipadora e colocar o discente na situação de sobrepujar as dificuldades vividas e participar efetivamente da sociedade. Estando esta cada vez mais dependente de computadores, existe a necessidade do desenvolvimento de habilidades e competências para utilizá-los.

Na Figura 5, é apresentado Seymour Papert com seu robô-tartaruga de solo, que pode ser programado por crianças, com o objetivo de cumprir um desafio proposto. Os comandos criados permitem ao aluno o desenvolvimento do seu raciocínio lógico a partir de pensamento computacional, na construção de estruturas mentais por controle, manipulação e depuração das ações do robô para resolver situações propostas.

Figura 5 – Papert e o robô-tartaruga



Fonte: Papert (1994, p. 206)

O pensamento computacional, conforme Wing (2016), está fortemente relacionado à robótica pedagógica, a qual oportuniza aos estudantes aplicar os conceitos de pensamento computacional em situações reais, ajudando-os a desenvolver habilidades práticas na área. Algumas formas pelas quais a robótica pedagógica pode ajudar a desenvolver o pensamento computacional incluem:

- a) Resolução de problemas: a robótica fornece aos estudantes desafios reais e complexos para resolver, o que incentiva a utilização de habilidades de pensamento computacional, como decomposição e generalização.
- b) Criação de algoritmos: a programação de robôs exige que os estudantes criem algoritmos, sequência ordenada de tarefas e ações para controlar o comportamento dos robôs, o que ajuda a desenvolver habilidades em análise algorítmica e síntese.
- c) Abstração: a robótica pedagógica também pode ajudar a desenvolver habilidades de abstração ao exigir que os estudantes simplifiquem complexos problemas mecânicos e eletrônicos, para que possam ser resolvidos de forma eficiente.
- d) Conhecimento computacional: a robótica pedagógica fornece aos estudantes uma compreensão profunda dos conceitos computacionais, como a lógica de programação e as características de sistemas computacionais.

Portanto, a robótica educacional oferece uma oportunidade para os estudantes desenvolverem habilidades de pensamento computacional de forma divertida e envolvente, de maneira multidisciplinar e integrada ao desenvolvimento em grupo.

Papert (1993) e Wing (2016) relacionam a robótica pedagógica e o pensamento computacional, pois entendem esses conceitos como ferramentas poderosas para a aprendizagem em geral.

Papert (1993), um dos fundadores da robótica educacional, acredita que se trata de uma ferramenta importante para o desenvolvimento da inteligência dos estudantes, ajudando-os a aprender conceitos matemáticos e científicos. Ele defende que a robótica deve ser integrada ao ensino tradicional, para

melhorar a compreensão dos conceitos e incentivar a criatividade e a resolução de problemas.

Wing (2016) compartilha de sua visão sobre o papel da robótica educacional e acredita que ela pode ser uma forma eficaz de ensinar pensamento computacional aos estudantes. Defende que a robótica deve ser utilizada como uma forma de apoiar a aprendizagem, tornando a compreensão dos conceitos mais concreta e fácil.

Em suma, esses autores acreditam que a robótica pedagógica é uma ferramenta valiosa para que o aluno desenvolva a aprendizagem com estímulos à sistematização e depuração do pensamento, para confirmar ou refutar hipóteses e desenvolver o pensamento computacional, bem como para apoiar a aprendizagem de diversos conceitos, de maneira participativa e multidisciplinar.

4 KIT DIDÁTICO DE ROBÓTICA

Os *kits* de robótica educacional têm como principal objetivo utilizar a robótica como meio para fomentar o ensino e promover a aprendizagem dos conteúdos curriculares, sendo estimuladas a criatividade, a análise crítica, a análise sistêmica e a experimentação com o uso da tecnologia.

A robótica educacional promove a democratização no acesso à tecnologia, dinamização dos conteúdos curriculares, fortalecimento na relação teoria-prática e debate de ideias. Assim, para as diferentes fases da educação, os *kits* possuem variados focos, conforme Quadro 1.

Quadro 1 – Foco e proposta pedagógica dos *kits* de robótica educacional

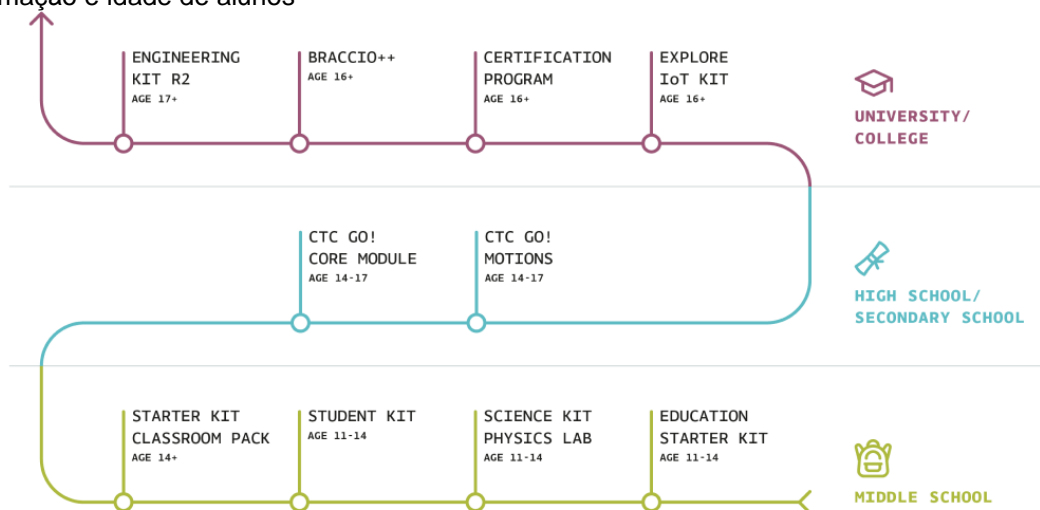
Fase	Foco	Proposta pedagógica
Educação Infantil	Construção de modelos mecânicos	Forma lúdica com que a criança se apropria do conhecimento.
Ensino Fundamental (anos iniciais)	Movimento aos protótipos – cotidiano social	Resolução de problemas por meio da construção de modelos mecânicos e motorizados.
Ensino Fundamental (anos finais)	Iniciação à programação	Desenvolvimento da lógica de programação.
Ensino Médio	Programação e automação	O potencial do arsenal tecnológico disponível na sociedade atual

Fonte: FNDE (2017 p. 28).

O quadro mostra que diferentes fases da educação necessitam de *kits* de robótica para desenvolver habilidades específicas. Na Educação Infantil, a criança tem como foco produzir e reproduzir modelos já conhecidos. Comumente, crianças nessa idade reproduzem as ruas e ambientes de sua convivência, sendo o aspecto psicomotor desenvolvido e afinado nessas reproduções. Já no Ensino Fundamental, o foco se altera e começa o desenvolvimento de modelos mecânicos motorizados, que apresentam um leve grau de automação e evoluem para a inserção de programação. É nesse momento que o pensamento algorítmico pode ser desenvolvido; isso porque a compreensão da lógica é possível, assim como o pensamento computacional, abordando os aspectos de análise, desenvolvimento algorítmico e depuração. Por fim, para o Ensino Médio, os problemas de robótica podem incluir trabalhos com programação e automação de projetos; a visualização de um produto ao final torna-se um desafio e o aperfeiçoamento das habilidades e competências do aluno deve ser estimulado, devendo o *kit* de robótica permitir essa evolução.

A empresa Arduino possui vários *kits* de robótica educacional, contemplando dez produtos diferentes para serem utilizados durante variadas fases do aprendizado, de modo a desenvolver competências e habilidades específicas, conforme a formação e idade dos alunos (Figura 6).

Figura 6 – *Kits* de robótica educacional da empresa Arduino, classificados conforme a formação e idade de alunos



Fonte: Arduino (2023).

Esses *kits*, infelizmente, não estão disponíveis para aquisição no mercado brasileiro – até o momento, não há representantes nacionais na parte de educação e a aquisição via internet não é permitida para o mercado brasileiro.

4.1 EXPERIÊNCIA DE ROBÓTICA EDUCACIONAL

A robótica na educação, como uma premissa do desenvolvimento cognitivo, considerando o construcionismo, é uma ação desenvolvida com atuação do aluno e orientação do professor em todas as etapas de um projeto, desde os pontos iniciais de *design*, montagem, programação e experimentação. O aluno desenvolve a aprendizagem fazendo um produto palpável. Assim, a construção das etapas de um projeto pressupõe um objetivo bem definido, que permite ao professor desenvolver competências e habilidades dos alunos, sendo o projeto um guia eficaz na concepção de tarefas para atingir um objetivo funcional.

Com a robótica na educação, é possível trabalhar de forma transversal diversas disciplinas, agregando vários aspectos do aprendizado em um conjunto de ensino-aprendizagem com a experimentação, permitindo avaliar o projeto desenvolvido, impondo sua depuração, análise e possíveis ajustes. Isso leva os alunos a utilizar a criatividade, flexibilidade e iniciativa para resolver um problema.

Quando trabalhada em equipes, a robótica possibilita que os alunos transfiram aprendizagens e formem novos conceitos com base em aprendizagens anteriores dos componentes da equipe, além de promover o debate de ideias, conscientização e sensibilidade na resolução de um problema proposto pelo professor, impactando na relação com os colegas e oportunizando a interação, com sua inserção social.

4.2 PRODUTO EDUCACIONAL

Os *kits* de robótica educacional são conjuntos de peças e componentes que permitem tornar o processo de ensino-aprendizagem mais concreto e relevante, possibilitando aos alunos e professores criar e experimentar diferentes soluções de forma criativa e participativa, desenvolvendo o pensamento computacional e diversas competências e habilidades.

O conteúdo de um *kit* de robótica educacional multidisciplinar pode variar de acordo com a finalidade e o público-alvo, mas alguns componentes comuns incluem:

- a) Microcontroladores: dispositivos de processamento que servem como o “cérebro” dos robôs, permitindo-lhes receber entradas, executar tarefas e enviar saídas.
- b) Sensores: componentes que permitem ao robô coletar dados do ambiente, como luz, temperatura, distância, entre outros.
- c) Atuadores: componentes que permitem ao robô interagir com o ambiente, como motores, servomotores, luzes, alto-falantes, entre outros.
- d) Componentes de construção: peças para montar o robô, como plataformas, eixos, parafusos, conectores, entre outros.

- e) Ferramentas: itens necessários para montar e programar o robô, como chaves de fenda, fios, ferro de solda, entre outros.
- f) *Software*: programas para controlar o robô, como linguagens de programação, aplicativos para dispositivos móveis, entre outros.
- g) Guias e manuais: documentos que ajudam a compreender o funcionamento do robô e orientam na construção e programação.
- h) Acessórios: itens adicionais que podem ser usados para ampliar a funcionalidade do robô, como câmeras, baterias, *display*, entre outros.
- i) Projetos e desafios: atividades que ajudam a aprender e desenvolver habilidades, como desafios de programação, projetos de robôs para solução de problemas, entre outros.

Dessa forma, um *kit* de robótica educacional multidisciplinar precisa ser cuidadosamente planejado para atender a diferentes níveis de habilidade e interesse e para oferecer uma experiência de aprendizado enriquecedora e divertida.

Em seguida, serão explicados com mais detalhes os itens de um *kit* de robótica educacional, alguns dos quais serão agrupados, pois possuem conceituação correlata.

4.2.1 Microcontrolador

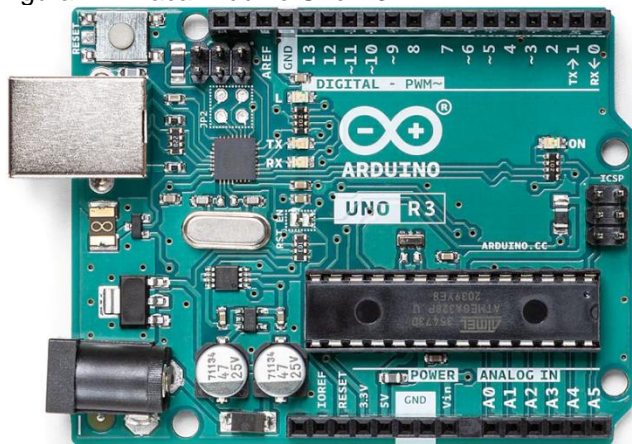
O microcontrolador é o “cérebro” das montagens. Neste dispositivo, é armazenado o programa que comanda o projeto, fazendo a leitura de sensores e operando junto aos atuadores.

Destaca-se o Arduino⁶, modelo Uno R3, para o *kit* didático de robótica. A placa, amplamente utilizada e de baixo custo, foi criada em 2005 em licença de código aberto, permitindo que ela seja replicada por quem desejar. Pode ser programada de diversas maneiras e está difundida na cultura *maker*, “hobista” e faça você mesmo. Esta placa, apresentada na Figura 7, possui diversas

⁶ A placa Arduino é uma plataforma de baixo custo e fácil de usar para o ensino de eletrônica e programação, utilizada em todo o mundo para a criação de projetos criativos e diversas aplicações. A placa possui seu projeto liberado sob a licença de *software* livre GPL e a licença de *hardware* livre *Creative Commons Attribution Share-Alike*. Isso significa que qualquer pessoa pode usar, copiar, modificar e distribuir tanto o *hardware* quanto o *software* do Arduino, desde que os trabalhos derivados também sejam liberados sob as mesmas licenças, o que permite a colaboração e o desenvolvimento contínuo da plataforma por uma comunidade global de entusiastas da tecnologia e desenvolvedores. Mais informações estão disponíveis em <https://www.arduino.cc/>.

possibilidades de interligação com sensores, atuadores e placas adicionais para o desenvolvimento de inúmeros projetos.

Figura 7 – Placa Arduino Uno R3.



Fonte: Arduino (2023).

As placas Arduino são utilizadas para a prototipação e prova de conceito de projetos profissionais com aplicações para indústria, agricultura e outras áreas. Além disso, outras placas de prototipação estão disponíveis no mercado. A empresa Raspberry Pi Foundation⁷ possui algumas para o desenvolvimento de projetos, como a placa Raspberry Pi Pico e Raspberry Pi 4 Model B, que pode ser utilizada como um computador. As placas da Raspberry Pi estão disponíveis no mercado brasileiro, mas possuem valores superiores à placa Arduino.

Outra placa, disponível no Brasil, é a Micro:bit, de tamanho pequeno e que vem com vários recursos para robótica. A placa está começando a ser comercializada no país e possui valor alto para aquisição. Já no mercado internacional, destaca-se o Makeblock, que possui a capacidade de desenvolvimento de vários projetos.

4.2.2 Sensores

Sensores são transdutores que efetuam a conversão de uma grandeza física para um valor elétrico. É o dispositivo que obtém informações do meio e converte essa medida em valores elétricos, possibilitando que eles sejam tratados pelo microcontrolador. Os sinais medidos podem ser convertidos em

⁷ Disponível em: <https://www.raspberrypi.org/>.

sinais elétricos do tipo analógico, que necessitam ser convertidos em uma representação digital, ou, ainda, podem fornecer a medida diretamente em valores digitais.

Os sinais analógicos podem assumir infinitos valores em determinado intervalo de tempo, como, por exemplo, a temperatura ao longo do dia e a velocidade de um veículo em uma viagem. Por sua vez, os sinais digitais são amostras em determinado instante. Dessa forma, são disponibilizadas várias medidas sobre um evento ao longo do tempo, entre valores padronizados.

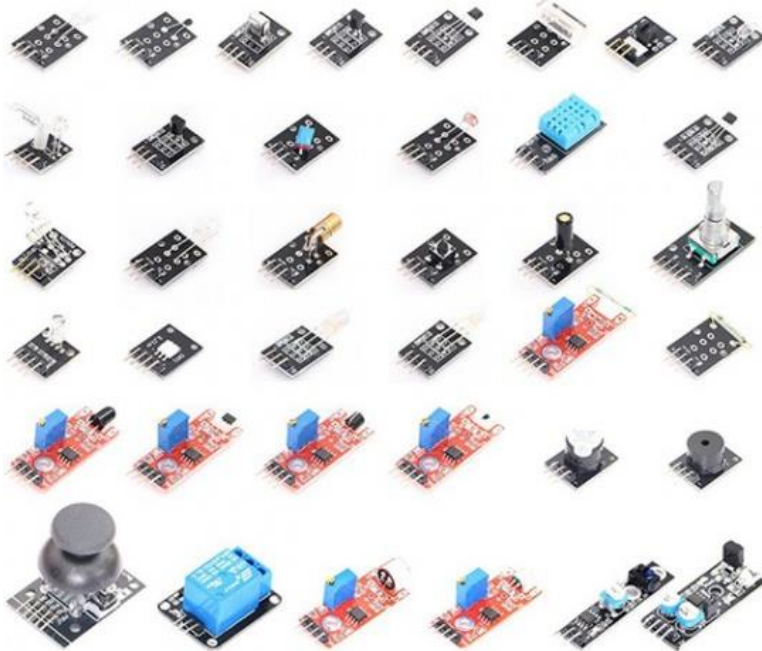
Existem diversos sensores que podem ser utilizados na robótica educacional, tais como:

- a) Sensores de luz: medem a quantidade de luz ambiente e são usados para fazer os robôs seguirem fontes de luz ou evitar obstáculos.
- b) Sensores de toque: detectam quando o robô entra em contato com alguma superfície e são usados para fazer com que o robô evite obstáculos ou interaja com o ambiente.
- c) Sensores de distância: medem a distância até um objeto e são usados para evitar obstáculos ou fazer com que o robô siga objetos.
- d) Sensores de movimento: detectam movimento e são usados para fazer com que o robô siga objetos em movimento ou evite obstáculos.
- e) Sensores de temperatura: medem a temperatura ambiente e são usados para controlar o comportamento do robô com base nas condições climáticas.
- f) Sensores de umidade: medem a umidade relativa e são usados para controlar o comportamento do robô com base nas condições climáticas.
- g) Sensores de infravermelho: detectam obstáculos usando sinais infravermelhos e são usados para fazer com que o robô evite obstáculos.

Vários outros sensores podem ser utilizados para projetos específicos, mas os tipos apresentados são os mais comuns a ser disponibilizados para um *kit* de robótica educacional multidisciplinar.

Na Figura 8, são apresentados alguns sensores que podem ser utilizados em projetos de robótica educacional.

Figura 8 – Exemplos de sensores que podem ser utilizados para projetos de robótica educacional



Fonte: https://tienda.bricogeeek.com/5085-thickbox_default/kit-de-37-sensores-compatible-arduino.jpg

4.2.3 Atuadores

Atuadores são elementos capazes de interagir com o meio. Por meio deles, pode-se alterar alguma grandeza no meio que estão inseridos.

Seguem alguns dos atuadores que podem ser usados na robótica educacional:

- a) Motores: permitem que o robô se mova e se desloque. Existem vários tipos de motor, incluindo motores de corrente contínua, motores de passo e servomotores.
- b) Luzes: podem ser usadas para indicar alguma sinalização ou para fornecer iluminação.
- c) Alto-falantes: podem ser usados para fornecer som ou alerta sonoro.
- d) *Display*: podem ser usados para exibir informações ou para fornecer uma interface de usuário.
- e) Válvulas: podem ser usadas para controlar o fluxo de líquidos ou gases.

Em projetos específicos, podem ser empregados outros tipos de atuador, como relés e solenoides, mas devem ser determinados conforme a necessidade e objetivo do projeto de robótica.

Na Figura 9, são apresentados alguns exemplos de atuadores que podem ser utilizados em projetos de robótica educacional.

Figura 9 – Exemplos de atuadores para serem utilizados em projetos de robótica educacional



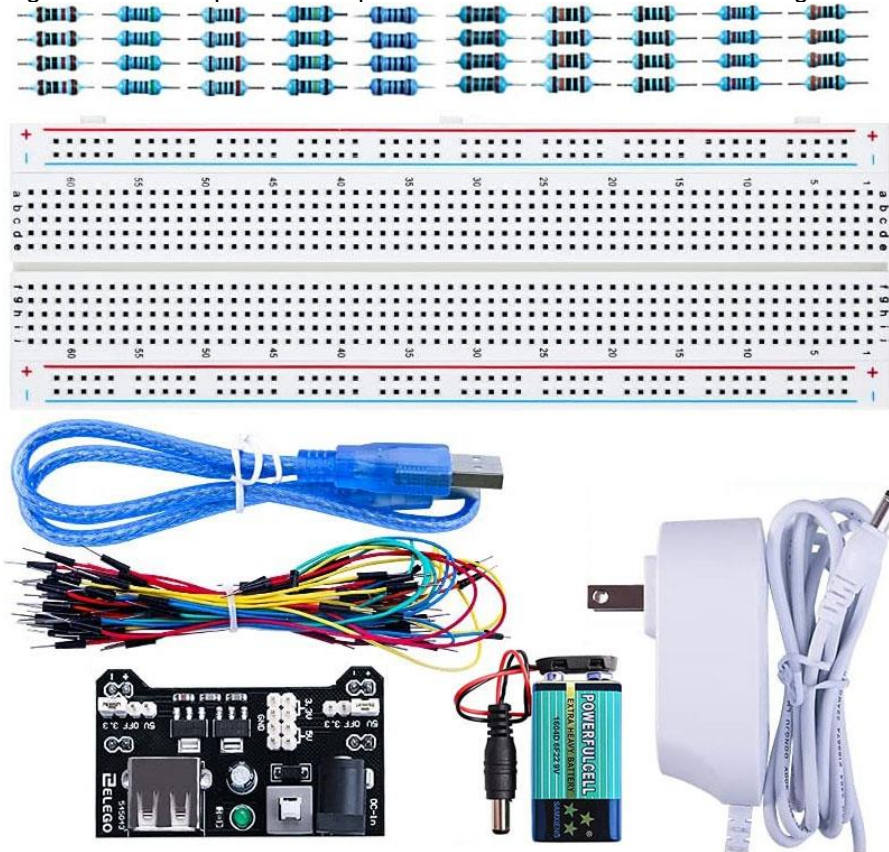
Fonte: O autor (2022).

4.2.4 Componentes de uso geral

Classificaram-se como componentes de uso geral todos os componentes do *kit* que auxiliam na montagem de circuitos que serão utilizados nas experiências. Estão compreendidos nesta classificação: os *protoboards*, que são placas para auxílio na montagem de circuitos; os *jumpers*, que de forma geral são fios para conexões elétricas; suporte para pilhas e bateria para a alimentação elétrica dos circuitos; resistores para limitar a corrente elétrica em um componente; módulo ponte H para a ligação de motores DC; e rodízio giratório para montagem de carrinhos. Em alguns casos, podem ser incluídas ferramentas, componentes de construção e alguns itens acessórios para o desenvolvimento de um projeto.

Na Figura 10, são apresentados alguns exemplos de componentes de uso geral.

Figura 10 – Exemplos de componentes classificados como de uso geral



Fonte: O autor (2022).

4.2.5 Software

O Arduino pode ser programado de forma textual em linguagem Arduino, baseada na linguagem C++, tendo importado a estrutura, funções e regras desta. Ele dispõe de ambiente de desenvolvimento próprio, a Arduino IDE, distribuída pelo *site*⁸ e disponível para os principais sistemas operacionais.

Pode-se programar o Arduino de forma gráfica via Scratch⁹, que é uma linguagem visual com blocos que devem ser encaixados em determinada ordem para a execução de tarefas. A linguagem Scratch foi criada pelo *Media Lab*. do *Massachusetts Institute of Technology*, em 2007, com o objetivo de ser uma programação simples e para todos.

O Arduino ainda pode ser programado em outras linguagens, como Python e outras via módulos auxiliares a ser instalados nos ambientes de programação.

⁸ Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/software>.

⁹ Disponível em: <http://s4a.cat/>.

Nos *kits* da série MindStorms da Lego, a própria fabricante disponibiliza ambiente para programação, que pode ser obtido pelo *site* da empresa¹⁰. O ambiente de desenvolvimento disponibiliza uma linguagem própria, visual, baseada no encaixe de blocos para a criação de tarefas.

4.2.6 Guias e manuais

Para facilitar o uso dos *kits* de robótica educacional, são necessários guias e manuais para a sua instalação e utilização. Neste aspecto, a Lego oferece manuais de instalação e utilização dos seus *kits* com grande riqueza visual, incluindo representações gráficas muito bem elaboradas. Da mesma forma, possui guias de atividades que são graficamente bem produzidos e permitem que o usuário do seu *kit* reproduza diversas atividades.

Os *kits* que se baseiam em Arduino possuem manual de instalação disponibilizado pela empresa e o seu ambiente de desenvolvimento disponibiliza vários programas de exemplo. Destaca-se que, na parte de educação do *site*, há matérias educacionais para atividades. Quando utilizado o Scratch em conjunto com o Arduino, o *site* da Scratch fornece o *software* para a instalação, além de inúmeros exemplos de atividades desenvolvidos usando essa placa.

Para um *kit* generalista de robótica educacional, estão disponíveis no fabricante da placa os *softwares* básicos para o uso dos dispositivos. Assim, cabe ao professor o desenvolvimento de guias de tarefa e projetos para o uso em sala de aula.

4.3 KITS DE ROBÓTICA EDUCACIONAL COMERCIAIS

No mercado, estão disponíveis diversos *kits* de robótica educacional, na maioria importados. Muitos foram desenvolvidos para o mercado de brinquedos, mas podem ser utilizados no ambiente educacional.

Utilizando o Google, foi feita uma pesquisa desses *kits*, descartando os anúncios iniciais, ofertas de magazines e *sites* de vendas. Dos resultados, foram escolhidos os produtos que possuem informações completas, permitindo a sua análise e comparação, a saber:

¹⁰ Disponível em: <https://www.lego.com/pt-br/themes/mindstorms/downloads>.

- a) Lego MindStorms¹¹: produzido pela empresa dinamarquesa Lego, este produto, criado como brinquedo, oferece ferramentas e componentes adequados para o uso na robótica educacional, podendo ser encontrado com facilidade em lojas físicas e na internet.
 - b) Ludobot: comercializado pela Microduino¹², este *kit* foi escolhido pela Prefeitura Municipal de Curitiba para uso com alunos de 7 a 12 anos.
 - c) RoboCore¹³: desenvolvidos e produzidos pela empresa brasileira RoboCore, estão disponíveis no seu *site*, começando com *kits* simples, somente com componentes eletrônicos, até *kits* com carros e braços robóticos.
 - d) Microbit: projeto adquirido pela Microsoft, possui vários componentes intercambiáveis e possibilita a programação em ambiente virtual. Recentemente, foi disponibilizado no mercado brasileiro; possui poucos módulos disponíveis para aquisição e pouco material em língua portuguesa.
 - e) Arduino: a empresa possui vários *kits* educacionais disponibilizados pela sua loja *on-line*; infelizmente, não estão disponíveis para brasileiros. Entre os diversos *kits*, foram selecionados os da subdivisão *Classroom*, pois são orientados para uso em sala de aula.
- A seguir, serão apresentados os *kits* selecionados, com sua análise.

4.3.1 Lego

O *kit* Lego MindStorms foi lançado em 1998 pela Lego, em parceria com o Media Lab do Massachusetts Institute of Technology. O *kit* é composto por uma unidade de processamento, sensores, atuadores e peças de construção e acompanha a qualidade de produtos da empresa, reportando-se na internet a grande durabilidade, qualidade e grande aplicabilidade.

Destaca-se que este *kit* pode ser expandido com outros produtos da Lego e outros *kits* da série MindStorms. O *kit* mais simples possui poucos sensores e atuadores, sendo possível adquirir novos componentes, como sensores e atuadores ou peças de construção. Em uma pesquisa de preços na

¹¹ Disponível em: <https://www.lego.com/pt-br/themes/mindstorms/>.

¹² Disponível em: <https://loja.microduino.com.br/>.

¹³ Disponível em: <https://www.robocore.net/>.

internet, nas diversas lojas de brinquedos, o *kit* mais simples tem o valor médio de R\$ 2.800,00 (valores pesquisados em setembro de 2022).

Os *kits* da Lego são muito bem acondicionados; em sua caixa, são encontradas as peças, CD/DVD com os *softwares* de instalação, manuais digitais, materiais digitais com sugestão de montagens e encarte impresso com montagens básicas que podem ser feitas com o *kit*. Os materiais impressos e digitais são muito bem elaborados, permitindo que as crianças consigam interpretar e reproduzir as montagens com sucesso.

Os *kits* da Lego podem ser programados por microcomputadores, *tablets* ou diretamente em algumas unidades de processamento, porém não suportam programação via *smartphones* até o momento. A programação é desenvolvida em linguagem de blocos, de forma intuitiva, em um ambiente de fácil utilização.

No *site* da empresa, são disponibilizados vários materiais adicionais para a utilização dos *kits*. Para o uso educacional, a Lego possui um *site*¹⁴ específico, com diversos materiais para auxiliar os professores no desenvolvimento de atividades educacionais.

4.3.2 Ludobot

Comercializado pela Microduino, possui o *kit* Ludobot Itty Bitty Buggy + *kit* de expansão Smart Home como produto mais completo. Os *kits* da Ludobot demonstram compatibilidade de encaixe com os blocos de Lego e estão sendo ofertados por R\$ 1.299,00 no *site* (valores pesquisados em setembro de 2022).

Os *kits* citados possuem somente três sensores, motor acoplado à unidade de processamento, um motor de corrente contínua e um servomotor, cabos para conexão e peças de construção, totalizando 104 peças. É possível adquirir mais componentes para a expansão do *kit*, implicando aumento do investimento. O *kit* Itty Bitty Buggy + *kit* de expansão Smart Home foram selecionados pela Prefeitura Municipal de Curitiba para uso nas escolas municipais.

Os *kits* Ludobot podem ser programados por computador e *smartphone*, em linguagem visual de blocos, semelhante ao Scratch.

¹⁴ Disponível em: <https://education.lego.com/pt-br/>.

Outro *kit* disponível no *site* da Microduino é o *Kit Robótica Educacional – Microduino + Upload*, com 21 peças, baseado em peças da Makeblock, da série mBot. O *kit* está sendo ofertado pelo valor de R\$ 399,00 (valores pesquisados em setembro de 2022).

No *site* da Microduino¹⁵, estão disponíveis orientações para algumas atividades que podem ser desenvolvidas com os *kits*.

4.3.3 RoboCore

A RoboCore, empresa brasileira, disponibiliza no mercado diversos *kits* de robótica, que seguem a linha *maker*, mas podem ser utilizados para a robótica educacional. Foram selecionados quatro *kits* para análise, entre os 13 disponíveis no *site*, quais sejam:

- a) *Kit Iniciante V8 para Arduino*: com recomendação para maiores de 12 anos com a supervisão de um adulto, é composto por 98 peças, incluindo componentes eletrônicos que necessitam de habilidades e conhecimento adequado para a sua utilização. Este *kit* possui uma placa Arduino compatível, produzida pela RoboCore, e pode ser programado por microcomputador, utilizando o ambiente disponibilizado pela Arduino de forma textual ou a linguagem visual Scratch. Acompanha CD com manual para instalação e documentos digitais com as informações dos componentes. No *site*, é disponibilizado o manual *on-line* com algumas atividades. Não possui peças de construção semelhantes aos *kits* da Lego ou Ludobot. É comercializado por R\$ 299,00 (valores pesquisados em setembro de 2022).
- b) *Kit Discovery com Raspberry Pi 3 + Acessórios*: apesar de não possuir a orientação no *site*, este *kit* possui componentes eletrônicos pequenos e não deve ser utilizado por menores de 12 anos. Conta com 83 peças que necessitam de habilidade e conhecimento adequado de eletrônica para a sua utilização. A unidade de processamento é um Raspberry Pi 3, que pode operar como um computador, permitindo que seja programado em diversas linguagens

¹⁵ Disponível em: <https://www.microduino.com.br/conteudos>.

e ambientes de programação. Não se destina a usuários iniciantes. No *site*, é disponibilizado o manual *on-line* com algumas atividades. Entre os diversos componentes, destacam-se o microfone e uma câmera, que permitem o desenvolvimento de projetos sofisticados. Não possui peças de construção semelhantes aos *kits* da Lego ou Ludobot. É comercializado por R\$ 799,00 (valores pesquisados em setembro de 2022).

- c) AI Robot Kit com Raspberry Pi 4 4GB: é um robô em formato de “carrinho” equipado com uma unidade de processamento extremamente potente, que pode ser utilizado em diversos estudos, inclusive de inteligência artificial. Este *kit* não se destina a usuários iniciantes e pode ser programado em diversas linguagens de programação; sua unidade de processamento suporta que seja carregado um sistema operacional para a sua utilização. No *site*, é disponibilizado o manual *on-line*. É comercializado pelo valor de R\$ 1.999,90 (valores pesquisados em setembro de 2022).
- d) Cyber Aranha: é um robô “aranha”, com seis patas. Possui motores e pilhas incluídos, mas não está inclusa uma unidade processamento, que deve ser adquirida separadamente. A RoboCore sugere o uso de placa Vespa neste projeto. Tem aplicação limitada, mas oferece versatilidade na sua programação. No *site*, é disponibilizado o manual *on-line*. É comercializado pelo valor de R\$ 149,00 e a placa Vespa, por R\$ 169,00, totalizando R\$ 318,00 (valores pesquisados em setembro de 2022).

4.3.4 Microbit

A empresa foi adquirida pela Microsoft e, no Brasil, é representada pela Positivo Informática. Oferece vários *kits* modulares que podem fazer interface com diversos componentes disponíveis no mercado. No Brasil, encontra-se, no momento, somente um *kit* básico para aquisição.

O *kit* disponibilizado no *site* é composto por uma placa com unidade de processamento e, em conjunto, uma matriz de 25 *leds*, dois botões, sensores de luz, temperatura, acelerômetro e magnetômetro. Também estão inclusos um

conector para pilhas e manual de instrução. O *kit* é programado em linguagem visual e o *site* oficial da Microbit¹⁶ oferece diversos materiais e projetos que podem ser desenvolvidos, além de contar com orientações para o uso a partir dos 7 anos de idade.

O *kit* não possui peças de construção semelhantes aos *kits* da Lego ou Ludobot e é comercializado pelo valor de R\$ 399,00 (valores pesquisados em setembro de 2022).

4.3.5 Arduino

A Arduino é uma das empresas mais significativas para o desenvolvimento atual da robótica, da cultura *maker* e faça você mesmo. As placas desenvolvidas pela empresa permitem o desenvolvimento de diversos tipos de projeto.

Os *kits* comercializados possuem valor em dólar americano; a taxa média de conversão de dólar para real, em setembro de 2022, era de US\$ 1,00 equivalente a R\$ 5,3940, segundo informações do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada¹⁷. O valor anunciado no *site*, sem frete, é de US\$ 564,00 ou R\$ 3.042,22.

Entre os diversos *kits* disponibilizados, foi selecionado o *kit* que a Arduino indica para o uso em sala de aula, o Arduino Starter Kit Classroom Pack, composto por 264 peças e um livro de projetos contendo as instruções para o desenvolvimento de 15 atividades. O *kit* é recomendado para que seja utilizado a partir do *middle school* norte-americano, equivalente à faixa etária de 13 a 14 anos no Brasil.

Equipado com uma placa Arduino Uno R3, sensores, atuadores e diversos componentes eletrônicos, o *kit* pode ser programado em linguagem textual utilizando o ambiente de desenvolvimento da Arduino ou em linguagem visual Scratch. A programação pode ser feita utilizando microcomputador, *smartphones* ou *tablets*.

¹⁶ Disponível em: <https://microbit.org/pt-br/>.

¹⁷ Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/ExibeSerie.aspx?serid=38590&module=M>.

4.4 PRODUTO DE APLICABILIDADE PEDAGÓGICA: PROTÓTIPO DE *KIT* DE ROBÓTICA EDUCACIONAL

A proposta de *kit* didático de robótica foca-se na sua capacidade de oferecer meios para o desenvolvimento de estudos e experimentos de forma que possa ser utilizado em diversas disciplinas. Baseado na metodologia STEAM, no pensamento computacional e na BNCC, especificamente na seção TICs, o *kit* proposto neste estudo visa a auxiliar no desenvolvimento dos alunos nas diversas disciplinas, oferecendo ao professor ferramentas para a aplicação de novas estratégias de ensino.

Os componentes foram escolhidos objetivando atender às experiências nas disciplinas Artes, Biologia, Física, Geografia, Matemática, Música, Química e no eixo de Tecnologia e Inovação. Isso foi possível após a análise dos *kits* disponíveis no mercado brasileiro, tendo-se identificado que o da Lego mostrasse adequado para o uso educacional, mas possui valor elevado. Em contrapartida, os outros *kits* oferecem valores menores, mas possuem poucas peças, o que requer, para uso multidisciplinar, a aquisição de diversas peças adicionais.

Para unidade de processamento, selecionou-se o Arduino, modelo Uno R3, placa que pode ser encontrada com muita facilidade no mercado e possui valor modesto. Junto à plataforma Arduino, foram desenvolvidas diversas placas adicionais, chamadas *shield*, permitindo interligar o projeto em rede de dados, além de ligar diversos sensores e motores. Ainda, foram desenvolvidos diversos sensores e atuadores com custo modesto, a fim de criar projetos com baixo investimento. Já a programação do Arduino pode ser feita por microcomputador, *smartphone* ou *tablete*, utilizando a linguagem Scratch de forma visual ou de forma textual, em linguagem C ou MicroPython.

Dessa forma, o *kit* didático de robótica proposto foi formado por 140 peças, incluindo uma placa de prototipação Arduino Uno R3, 73 componentes de uso geral, 52 atuadores e 14 sensores, conforme Quadro 2.

Quadro 2 – Componentes do *kit* didático de robótica

Componente	Quantidade	Descrição
Microcontrolador	1	Placa Arduino Uno R3
Uso geral	1	<i>Proto</i> board 170 furos
	1	<i>Proto</i> board 830 furos
	30	<i>Jumpers</i> (fios)
	1	Suporte para pilhas AA
	1	Suporte para bateria 9V
	1	Resistor 330 Ω $\frac{1}{4}$ W
	1	Resistor 10 k Ω $\frac{1}{4}$ W
	1	Rodízio giratório (roda boba)
	1	Módulo ponte H L298
Atuadores	10	<i>Led</i> amarelo 5 mm
	10	<i>Led</i> verde 5 mm
	10	<i>Led</i> vermelho 5 mm
	5	<i>Led</i> RGB 5 mm
	2	Motor DC
	6	Motor servo 9 g
	2	Roda com pneu 65 mm
	2	<i>Display</i> de 7 segmentos
	1	<i>Buzzer</i> piezoelétrico
Sensores	2	Potenciômetro linear 10 k Ω
	3	Módulo chave tátil
	1	Sensor de distância ultrassônico
	5	Sensor de luminosidade LDR
	1	Sensor de umidade do solo
	1	Sensor de temperatura LM35
	1	Sensor de umidade/temperatura ambiente DHT-11

Fonte: O autor (2022).

Com os componentes selecionados, é possível desenvolver diversas atividades com diferencial ao ensino convencional, oportunizando ao professor oferecer novas maneiras para o processo de aprendizado.

O *kit* proposto possui o valor médio de R\$ 660,00 (valores pesquisados em setembro de 2022), para cujo cálculo foram pesquisados diversos fornecedores da internet, adicionando o frete para Curitiba, e feita a média aritmética dos valores totais de cada fornecedor.

No Quadro 3, são apresentadas as sugestões de uso dos componentes do *kit* didático de robótica, conforme as disciplinas Artes, Biologia, Física, Geografia, Matemática, Música, Química e Tecnologia e Inovação.

Quadro 3 – Sugestões de uso dos componentes do *kit* didático de robótica, por disciplina

Componente	Artes	Biologia	Física	Geografia	Matemática	Música	Química	Tecnologia e Inovação
Placa Arduino Uno R3	*	*	*	*	*	*	*	*
Protoboard 170 furos	*	*	*	*	*	*	*	*
Protoboard 830 furos	*	*	*	*	*	*	*	*
Jumpers (fios)	*	*	*	*	*	*	*	*
Suporte para pilhas AA	*	*	*	*	*	*	*	*
Suporte para bateria 9V	*	*	*	*	*	*	*	*
Resistor 330 Ω $\frac{1}{4}$ W	*	*	*	*	*	*	*	*
Resistor 10 k Ω $\frac{1}{4}$ W	*	*	*	*	*	*	*	*
Rodízio giratório (roda boba)			*		*			*
Módulo ponte H L298			*		*			*
Led amarelo 5 mm	*	*	*	*	*	*	*	*
Led verde 5 mm	*	*	*	*	*	*	*	*
Led vermelho 5 mm	*	*	*	*	*	*	*	*
Led RGB 5 mm	*	*	*	*	*	*	*	*
Motor DC			*		*			*
Motor servo 9 g			*					*
Roda com pneu 65 mm			*		*			*
Display de 7 segmentos			*		*			*
Buzzer piezoelétrico	*	*	*	*	*	*	*	*
Potenciômetro linear 10 k Ω	*		*		*	*		*
Módulo chave tátil	*	*	*	*	*	*	*	*
Sensor de distância ultrassônico	*	*	*		*	*		*
Sensor de luminosidade LDR	*	*	*		*	*	*	*
Sensor de umidade do solo		*						*
Sensor de temperatura LM35		*	*	*			*	*
Sensor de umidade/temperatura ambiente DHT-11		*	*	*			*	*

Fonte: O autor (2022).

O professor pode utilizar o quadro como uma orientação para o desenvolvimento de atividades práticas, funcionando como um ponto de partida para o uso do *kit* de robótica educacional.

No Quadro 4, são listadas algumas atividades que podem ser desenvolvidas nas disciplinas, seja como reforço, seja como comprovação de um conceito ou para orientar os alunos no desenvolvimento de um projeto.

Quadro 4 – Sugestões de atividades práticas utilizando o *kit* didático de robótica

Disciplina	Atividade Prática
Artes	Robô artista (motor excêntrico vibrando).
	Espelho infinito, ativado pela aproximação do observador.
Biologia	Sistema de aviso para irrigação de plantas.
	Termostato para um aquário.
Física	Medição de tempo, velocidade e aceleração (MRU e MRUV).
	Trena digital por ultrassom.

Geografia	Indicação de latitudes e longitudes em um mapa.
	Verificação de umidade e temperaturas durante as estações do ano.
Matemática	Estudo do sistema binário de numeração.
	Estudo de lógica matemática.
Música	Construção de um teremim óptico.
	Indicador VU com relação à frequência da música.
Química	Medida de temperatura de reações exotérmicas.
	Monitoramento de temperatura de congelamento de uma solução.
Tecnologia e Inovação	Braço robótico.
	Carro seguidor de linha.
	Sistema de semáforos.
	Cubo 3D.
	Jogo da memória (Genius).

Fonte: O autor (2022).

As atividades desenvolvidas podem ser multidisciplinares; assim, professores de diferentes disciplinas podem criar um projeto e comprovar vários conceitos em conjunto, como, por exemplo, o monitoramento do cultivo de alimentos em uma estufa, em que podem serão estudados e comprovados conceitos de Biologia, Física, Matemática e Tecnologia e Inovação.

Na figura 11 é apresentado o *kit* didático de robótica – produto da dissertação. O *kit* é acondicionado em caixa plástica de forma que todos os componentes possam ser armazenados e transportados de forma facilitada. São apresentados em conjunto exemplo de roteiro de atividade e exemplo de manual explicativo do *kit* proposto. Na figura 12 é apresentado o *kit* e alguns de seus componentes de forma ilustrativa.

Figura 11 - Foto do kit proposto nominado de Robótica Criativa – produto da dissertação.



Fonte: O autor (2022).

Figura 12 - *Kit Robótica Criativa* e alguns de seus componentes.



Fonte: O autor (2022).

4.5 ANÁLISE COMPARATIVA DE *KITS* DE ROBÓTICA EDUCACIONAL

Silva (2011) sugere que os *kits* sejam analisados com relação aos seguintes aspectos: tipo de arquitetura, *open source*, interface com o computador, uso de microcontrolador, programação icônica, funcionamento autônomo, utilização de sucata e uso de sensores. Em complemento, Hilal, Wagdy e Khamis (2007) indicam a análise dos seguintes aspectos: quantidade de peças, microcontrolador, *software*, tempo para montagem, peças de reposição, disponibilização de sensores, acessórios, multifuncionalidade, reusabilidade e modularidade.

Com base nesses aspectos, foram feitas algumas adequações e os itens descritos foram agrupados em dois conjuntos: (i) estrutura; (ii) programação e interface.

No primeiro, foram analisados os seguintes aspectos:

- a) Manual para instalar: o *kit* possui manual para instalação do ambiente de programação.
- b) Exemplos de aplicabilidade: o *kit* possui material exemplificando projetos que podem ser desenvolvidos.
- c) Integração com outros *kits*: permite que seja adquirido *kit* de outro fabricante para que sejam utilizados em conjunto para o desenvolvimento de um projeto.
- d) Interface intuitiva: o *kit* possui as peças sinalizadas, que podem ser identificadas com facilidade.
- e) Módulos: possui módulos adicionais que podem ser adquiridos para aperfeiçoar ou implementar novas funções.
- f) Possibilidade com materiais reciclados: verifica se é possível integrar o uso de materiais reciclados com o *kit* original.
- g) Reusabilidade: os componentes do *kit* podem ser utilizados para outro projeto futuramente.

No segundo conjunto, houve a análise de ambientes de programação e suas interfaces com o usuário, incluindo:

- a) Linguagens de programação: linguagens de programação suportadas pelo microcontrolador.

- b) Local de programação: indica se a programação pode ser feita em microcomputador, *tablet*, *smartphone* ou diretamente no microcontrolador, sem a necessidade de interligá-lo a um dispositivo.
- c) Tipo de linguagem: pode ser textual, sendo necessário um editor e utilizar um conjunto de símbolos, palavras e estruturas sintáticas para expressar uma solução computacional; ou gráfica/icônica, que utiliza elementos visuais, como ícones, imagens e diagramas, para representar comandos e instruções, podendo-se arrastar e soltar blocos gráficos para criar programas, sem precisar digitar código.

Para a análise comparativa (Quadros 5 e 6), foram considerados os *kits* comerciais citados, assim como o *kit* proposto, os quais foram numerados como segue: 1 - Lego MindStorms; 2 - Microduino Ludobot; 3 - Kit Robótica Educacional - Microduino + Upload; 4 - RoboCore Kit Iniciante V8 para Arduino; 5 - RoboCore Kit Discovery com Raspberry Pi 3 + Acessórios; 6 - RoboCore AI Robot Kit com Raspberry Pi 4 4GB; 7 - RoboCore Cyber Aranha; 8 - Microbit Kit BBC micro:bit V2; 9 - Arduino Starter Kit Classroom Pack; 10 - protótipo de *kit* de robótica educacional.

Quadro 5 – Análise dos *kits*, considerando os aspectos de estrutura

<i>Kit</i>	Manual para instalar	Exemplos de aplicabilidade	Integração com outros <i>kits</i>	Interface intuitiva	Módulos	Possibilidade com materiais reciclados	Reusabilidade	Valor
1	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	R\$ 2.800,00
2	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	R\$ 1.299,00
3	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	R\$ 399,00
4	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	R\$ 299,00
5	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	R\$ 799,00
6	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	R\$ 1.990,90
7	Sim	Não	Não	Sim	Não	Sim	Sim	R\$ 318,00
8	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	R\$ 399,00
9	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	R\$ 3.042,22
10	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	R\$ 660,00

Fonte: O autor (2022).

Quadro 6 – Análise dos *kits*, considerando os aspectos de ambiente de programação e interface

<i>Kit</i>	Ambientes de programação							Interface intuitiva
	Linguagens de programação	Microcomputador	Tablet	Smartphone	Local	Textual	Gráfica	
1	EV3*, C++, Python, Java	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Sim
2	C/C++, Scratch, microPython	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
3	mBlock	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim
4	C/C++, Scratch, microPython	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
5	Diversas**	Sim	Sim	Sim	Sim***	Sim	Sim	Sim
6	Diversas**	Sim	Sim	Sim	Sim***	Sim	Sim	Sim
7	C/C++, Scratch, microPython	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
8	MakeCode, Scratch, Python	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
9	C/C++, Scratch, microPython	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
10	C/C++, Scratch, microPython	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim

Fonte: O autor (2022).

Notas: * Utiliza o *software* Lego MindStorms EV3 e a programação tem interface gráfica de programação baseada em blocos, desenvolvida pela Lego. ** Os *kits* equipados com placas Raspberry Pi 3 ou 4 suportam a instalação de sistema operacional e podem ser programados em diversas linguagens de programação. *** Os *kits* equipados com placas Raspberry Pi 3 ou 4 possuem interface para monitor, teclado e *mouse*, permitindo que sejam programados diretamente na placa microcontroladora.

Os dados permitem que seja feita uma análise para determinar quais *kits* podem atender aos requisitos para aplicação na formação de professores, permitindo o desenvolvimento de atividades multidisciplinares. Assim, inicialmente, podem ser descartados os *kits* da RoboCore, que são destinados ao público *maker* e necessitariam de aquisição de diversas peças para o seu uso multidisciplinar, além do *kit* da Arduino, que, apesar de ser pensado para sala de aula, não é comercializado para o mercado brasileiro e possui valor bem elevado.

O Kit Robótica Educacional – Microduino + Upload, comercializado pela Microduino, e o Microbit Kit BBC micro:bit V2 possuem valores para aquisição semelhantes e contam com poucos componentes. Para uso multidisciplinar, seria necessária a aquisição de módulos e componentes adicionais, implicando a elevação do custo.

Com isso, restam três *kits* para aplicação educacional e multidisciplinar: Lego MindStorms, Microduino Ludobot e protótipo de *kit* de robótica educacional. O Quadro 7 traz os pontos fracos e fortes deles, para adotá-los para uso no curso de formação de professores.

Quadro 7 – Pontos fracos e pontos fortes dos kits de Robótica selecionados

Kit	Pontos fracos	Pontos fortes
Lego MindStorms	<ol style="list-style-type: none"> 1. Poucos sensores. 2. Poucos atuadores. 3. Suporta somente EV3 para programação. 4. Valor elevado para aquisição. 5. Valor elevado para aquisição de módulos de expansão. 6. Valor elevado para aquisição de <i>kits</i> de expansão. 7. Valor elevado para a substituição de peças do <i>kit</i> original. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fácil utilização. 2. Possui módulos de expansão. 3. Possui <i>kits</i> de expansão. 4. Durabilidade.
Microduino Ludobot	<ol style="list-style-type: none"> 1. Poucos sensores. 2. Poucos atuadores. 3. Valor elevado para aquisição. 4. Valor elevado para aquisição de módulos de expansão. 5. Valor elevado para a substituição de peças do <i>kit</i> original. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fácil utilização. 2. Possui <i>kits</i> de expansão 3. Possui módulos de expansão.
Protótipo de <i>kit</i> de robótica educacional	<ol style="list-style-type: none"> 1. Não possui peças de construção. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Valor aceitável para aquisição do <i>kit</i>. 2. Valor baixo para a substituição de peças do <i>kit</i> original. 2. Variedade de sensores. 3. Variedade de atuadores. 4. Pode utilizar diversos tipos de sensor. 5. Pode utilizar diversos tipos de atuador. 6. Utiliza Arduino, que é uma plataforma <i>open source</i>.

Fonte: O autor (2022).

O protótipo de *kit* de robótica educacional, quando comparado com os outros *kits* disponíveis no mercado, mostra-se adequado para ser utilizado no curso de formação de professores do Centro Universitário Internacional Uninter. Apesar de não possuir peças de construção, ele pode ser utilizado com modelos de acrílico ou MDF disponíveis para aquisição, integrado com peças de Lego ou utilizado com materiais recicláveis nos seus projetos. Ainda, a diversidade de componentes selecionados para o protótipo permite que professores de diferentes áreas desenvolvam diversas atividades para aperfeiçoar o processo de ensino-aprendizagem em sala de aula.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo foi desenvolvido em cinco capítulos. No primeiro, foram visitados os aspectos da educação no Brasil, com foco no estado do Paraná; em seguida, no segundo capítulo, foi discutida a formação docente e apresentados alguns pontos de dificuldade no processo de ensino-aprendizagem, sendo discutido o uso de metodologias e tecnologias no processo educacional. No terceiro capítulo, foi estudado o pensamento computacional, que pode ser desenvolvido com o auxílio da robótica educacional, em conjunto com metodologias modernas de ensino. No capítulo seguinte, houve uma revisão e análise de *kits* didáticos de robótica educacional disponíveis no mercado e foi apresentada a proposta de um *kit* de robótica educacional, de uso multidisciplinar, que pode ser aplicado no curso de Robótica Educacional do Centro Universitário Internacional Uninter, destacando-se a comparação dos *kits* comerciais com o *kit* proposto, Robótica Criativa, a indicação dos pontos fortes e fracos e a justificativa para o *kit* proposto. Finalmente, neste capítulo, são apresentadas as considerações finais.

A simples disponibilização de meios tecnológicos não indica que os professores são capazes de compreendê-los e utilizá-los no processo educacional, ou seja, a disponibilização de computadores, *tablets* e *smartphones* não é útil se não há um propósito definido para o seu uso e se os professores não possuem formação adequada para a sua utilização. Nesse sentido, a formação continuada é abordada na BNCC, contemplando o desenvolvimento do pensamento computacional e uso da robótica na educação.

Logo, a busca por metodologias que possam ser aplicadas em sala de aula mostra-se necessária. A metodologia STEAM, por exemplo, que agrega o estudo de ciências, tecnologia, engenharia, artes e matemática, pode ser utilizada em conjunto com o método de aprendizado baseado em problemas, de forma que o estudante desenvolva habilidades e competências a partir de atividades práticas multidisciplinares, com o professor orientando e estimulando esse processo. Alia-se o uso de metodologias como a gamificação e sala de aula invertida, para que esse processo de ensino-aprendizagem obtenha sucesso. Assim, capacitar o professor é o ponto de partida para o uso da tecnologia em sua prática.

Nesse foco, o Centro Universitário Internacional Uninter oferta o curso de Pós-Graduação em Robótica Educacional, na modalidade a distância, em que são

apresentados diversos aspectos da robótica e sua aplicação educacional. Ao final do curso, os alunos devem desenvolver um projeto de robótica educacional funcional, podendo fazê-lo com a montagem física ou com o uso de simuladores. Nesse aspecto, foi visualizada uma oportunidade de aprimorar a formação, que se tornou o foco de estudo desta pesquisa. Isso porque o professor-aluno, após cursar as disciplinas, obtém o conhecimento, mas faltam a ele as ferramentas para que possa experimentar os estudos, comprovar o aprendizado e iniciar a sua aplicação em sala de aula. Diante disso, a proposta de um *kit* de robótica educacional, com aplicação multidisciplinar, foi justificada.

O curso de Robótica Educacional é ofertado na modalidade a distância e pode ser cursado em todo o Brasil, mas nem todas as localidades possuem a facilidade para a compra e recebimento de materiais para experiências práticas. Nesse sentido, destaca-se o *know-how* do Centro Universitário Internacional Uninter, que utiliza o conceito de laboratório portátil individual em alguns cursos, o qual permite aos alunos desenvolver as mais diversas atividades práticas em qualquer local. Assim, foi necessário indicar o que o *kit* deve conter, comparando com outros *kits* de robótica disponíveis no mercado.

Para compreender como a robótica educacional pode ser utilizada em sala de aula, é necessário o estudo do pensamento computacional, compreendendo a forma de resolver problemas, com destaque aos pilares da abstração, análise e automação. Nesses pilares, o pensamento algorítmico para a busca da solução de um problema é desenvolvido, seguido da análise desse algoritmo, verificando se estão ordenadas as tarefas e se todas foram levantadas, corrigidas, melhoradas e, por fim, aplicadas, demonstrando a solução para o problema estudado.

Em um mundo de nativos digitais, o professor tem a necessidade de desenvolver novas habilidades e competências, a exemplo da robótica, em conjunto com as metodologias STEAM, gamificação, aprendizagem baseada em problemas, sala de aula invertida, tornando o professor um agente ativo no processo de ensino-aprendizagem. No caso dos *kits* de robótica educacional, é preciso ter em mente que eles têm demandas diferentes na Educação Infantil, no Ensino Fundamental, no Ensino Médio e no ensino superior, mas requerem alguns grupos de componentes comuns, a saber: unidade de processamento ou microcontrolador, sensores, atuadores, componentes de uso geral e ambiente de programação.

Posto isso, foram analisados alguns *kits* que podem ser adquiridos no mercado brasileiro, quais sejam: Lego MindStorms, Ludobot, RoboCore, Microbit, Arduino e o *kit* proposto neste estudo, apresentando a quantidade de peças, capacidade de expansão, aplicabilidade, ambiente de programação e valor para a aquisição. Destaca-se que, para a especificação do *kit* proposto, o pesquisador utilizou o conhecimento adquirido em suas formações, experiência no uso da robótica educacional no ensino superior e a experiência adquirida na oferta de curso de robótica para crianças. O *kit* proposto, produto da dissertação, possui 140 peças, sendo composto por uma placa de prototipação Arduino Uno R3, 73 componentes de uso geral, 52 atuadores e 14 sensores, permitindo que sejam desenvolvidas diversas atividades práticas multidisciplinares.

Os *kits* foram analisados considerando dois conjuntos de quesitos (estrutura e programação e interface), além de seus pontos fortes e fracos. Durante a análise, foi observado que o *kit* Lego MindStorms possui diversas vantagens, mas seu custo é elevado. Por sua vez, os *kits* da RoboCore foram desenvolvidos para o público “hobista” e faça você mesmo, necessitando de adequações para uso em sala de aula. O *kit* proposto mostrou-se adequado para aplicação na formação de professores, apesar da ausência de peças de montagem.

Como passos futuros, o *kit* proposto, Robótica Criativa, requer o desenvolvimento de um manual específico para seu uso, indicando como proceder à instalação e explicando o uso dos sensores e atuadores, assim como de um caderno de atividades que podem ser realizadas com o *kit*, servindo de sugestão para sua aplicação educacional.

REFERÊNCIAS

- ANDRÉ, M. *et al.* Estado da arte da formação de professores no Brasil. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 20, p. 301-309, 1999.
- ARANTES, A. R.; MIRANDA, M. S.; STUDART, N. Objetos de aprendizagem no ensino de física: usando simulações do Phet. **Física na Escola**, [s.l.], v. 11, n. 1, p. 27-31, 2010.
- ARAÚJO, A. L. Pandemia acentua déficit educacional e exige ações do poder público. **Agência Senado**, 2021. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/infomaterias/2021/07/pandemia-acentua-deficit-educacional-e-exige-acoes-do-poder-publico>. Acesso em: 10 fev. 2023.
- ARDUINO. **Empower scientists and artists of the future**. Disponível em: <https://www.arduino.cc/education>. Acesso em: 10 fev. 2023.
- BETTIO, F. *et al.* Maker movement: Contributions to learning in 21st century educational scenarios. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 15., 2021, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: PUCPress, 2021.
- BORGES, K. *et al.* Possibilidades e desafios de um espaço maker com objetivos educacionais. **Tecnologia Educacional**, [s.l.], v. 1, p. 22-32, 2015.
- BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros curriculares nacionais do ensino médio – PCN. Brasília: 1997.
- BRASIL. Ministério da Educação. Edital de convocação para o processo de inscrição e avaliação de coleções didáticas para o Programa Nacional do Livro Didático PNLD 2011. Brasília: MEC/FNDE/SEB, 2011. Disponível em: <http://www.fnde.gov.br/programas/livro-didatico/livro-didatico-editais/item/3963-pnld-2014-anos-finais-do-ensino-fundamental>. Acesso em: 8 maio 2014.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**: educação é a base. Brasília, DF: MEC, 2018.
- CENTRO UNIVERSITÁRIO INTERNACIONAL UNINTER. **Linha de pesquisa**. <https://www.uninter.com/mestrado/linhas-e-grupos-de-pesquisa/>. Acesso em: 10 fev. 2023.
- FNDE, A. Fnde educa. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação, 2017. Citado na página 28.
- FLACH, S. F. Contribuições para a compreensão sobre qualidade social da educação. **Revista Contexto & Educação**, [s.l.], v. 27, n. 87, p. 4-25, 2012.
- HILAL, A.; WAGDY, K.; KHAMIS, A. A survey on commercial starter kits for building real robots. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELECTRICAL ENGINEERING, 2007, Lahore. **Proceedings [...]**. [S.l.: s.n.], 2007.

KAZIMOGLU, C. *et al.* Learning programming at the computational thinking level via digital game-play. **Procedia Computer Science**, [s.l.], v. 9, p. 522-531, 2012.

KHINE, M.; AREEPATTAMANNIL, S. **STEAM education**. [S.l.]: Springer, 2019. v. 10.

KURU, T. H. *et al.* Definitions of terms, processes and a minimum dataset for transperineal prostate biopsies: a standardization approach of the ginsburg study group for enhanced prostate diagnostics. **BJU International**, [s.l.], v. 112, n. 5, p. 568-577, 2013.

LEFFA, V. J.; VETROMILLE-CASTRO, R. Gamificação. **Revista Linguagem & Ensino**, [s.l.], v. 22, n. 4, p. 975-981, 2019.

LOPES, R.; FEITOSA, E. Applets como Recursos Pedagógicos no Ensino de Física – Aplicação em Cinemática. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18, 2009, Vitória. Anais... São Paulo: SBF, 2009, p. 1-12.

MAEHR, M. L.; MIDGLEY, C. Enhancing student motivation: a schoolwide approach. **Educational Psychologist**, [s.l.], v. 26, n. 3-4, p. 399-427, 1991.

MCCRAW, P. The educational computing backlash. In: SOCIETY FOR INFORMATION TECHNOLOGY & TEACHER EDUCATION INTERNATIONAL CONFERENCE, 1994, San Antonio. **Proceedings [...]**. [S.l.: s.n.], 1994. p. 107-110.

MEDEIROS, L. F.; WUNSCH, L. P. Ensino de programação em robótica com Arduino para alunos do Ensino Fundamental: relato de experiência. **Revista Espaço Pedagógico**, [s.l.], v. 26, n. 2, p. 456-480, 2019.

OLIVEIRA, M. H. L. Desenvolvimento e aplicação de uma tabela periódica interativa como ferramenta de apoio ao ensino. In: SEMANA ACADÊMICA DO CURSO DE CIÊNCIAS EXATAS, 2., 2018, [s.l.]. **Caderno de resumos**. [S.l.: s.n.], 2018.

PAPERT, S. **The children's machine: rethinking school in the age of the computer**. [S.l.]: Basic Books, 1993.

PAPERT, Seymour. A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática. Tradução de Sandra Costa. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

PAPERT, S.; SOLOMON, C. **Twenty things to do with a computer**. Massachusetts: MIT, 1971.

PESCADOR, C. M. Tecnologias digitais e ações de aprendizagem dos nativos digitais. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE FILOSOFIA E EDUCAÇÃO, 5., 2010, Caxias do Sul. **Anais [...]**. [S.l.: s.n.], 2010.

PISCINATO, M. T.; DIAS, C. S. S. Educação territorial. **Revista de Pós-Graduação Multidisciplinar**, [s.l.], v. 1, n. 3, p. 259-270, 2018.

POZO, J. I. **A solução de problemas**: aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

Revista Bras. Ens. Ci. Tecnol., Ponta Grossa, v. 11, n. 2, p. 1-17, mai./ago. 2018.

RIBEIRO, L.; FOSS, L.; CAVALHEIRO, S. **Entendendo o pensamento computacional**. [S.l.: s.n.], 2017.

SOUSA, R. M. S. Metodologias ativas para o ensino-aprendizagem de língua portuguesa: Proposta para os anos finais do ensino fundamental. 2021. Citado na página 19.

SANTOS, R. C. **O guia do planejamento de projetos com robótica e STEAM**. Vitória da Conquista: [s.n.], 2022.

SILVA, M. D. S. Implicações do ambiente físico de aprendizagem na formação de mestres profissionais em administração. **Revista Brasileira de Política e Administração da Educação**, [s.n.], v. 36, n. 2, p. 692-705, 2020.

SILVA, S. R. X. Análise comparativa de kits de robótica educativa. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 39., 2011, [s.n.]. **Anais [...]**. [S.l.: s.n.], 2011.

SOUZA, L. S. *et al.* **A cultura maker na educação**: perspectivas para o ensino e a aprendizagem de matemática. Goiânia: IFGO, 2021.

SOUZA, M. P. R. Psicologia escolar e educacional em busca de novas perspectivas. **Psicologia Escolar e Educacional**, [s.l.], v. 13, p. 179-182, 2009.

SOUSA, D. A. Universidade de Brasília. [S.l.]: Brasília, 2018.

SOUSA, R. M. S. Metodologias ativas para o ensino-aprendizagem de língua portuguesa: Proposta para os anos finais do ensino fundamental. 2021.

TAVARES, R. Animações interativas e mapas conceituais: uma proposta para facilitar a aprendizagem significativa em ciências. *Revista online Ciência & Cognição*, v. 13, n. 2, p. 99-108, 2008.

TONIATO, D. J.; FERREIRA, B. L.; FERRACIOLI, L. Tecnologia no ensino de física: uma revisão do XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física. *In*: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 10, 2006, Londrina. Anais... São Paulo: SBF, 2006, p. 1-11.

VARUGHESE, V. K.; FEHRING, H. Effects of students' approaches to learning on performance in two pedagogical environments. **International Education Studies**, [s.l.], v. 2, n. 4, p. 10-14, 2009.

WING, J. Pensamento computacional – um conjunto de atitudes e habilidades que todos, não só cientistas da computação, ficaram ansiosos para aprender e usar. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, [s.l.], v. 9, n. 2, 2016.

WUNSCH, L. P. **Formação inicial de professores do ensino básico e secundário**: integração das tecnologias da informação e comunicação nos mestrados em ensino. 2013. Tese (Doutorado) – Universidade de Lisboa, Lisboa, 2013.