



BEMO e o Currículo: mapeamento das habilidades da BNCC para a robótica educacional open-source

Bruno Alves Pesse Libardi, Instituto Federal Fluminense - Campus Bom Jesus do Itabapoana, brunoaplibardi@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0008-6664-7655>

Maurício dos Santos Passoni, Instituto Federal Fluminense – Campus Bom Jesus do Itabapoana, mauriciopassoni56@gmail.com, <http://orcid.org/0009-0009-4937-6176>

Ianne Lima Nogueira, Instituto Federal Fluminense - Campus Bom Jesus do Itabapoana, ianne.nogueira@iff.edu.br, <https://orcid.org/0009-0001-0480-7309>

Anderson de Souza Lima, Instituto Federal Fluminense - Campus Bom Jesus do Itabapoana, anderson.lima@iff.edu.br, <https://orcid.org/0009-0007-1109-7118>

Resumo: A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) estabelece competências digitais e de pensamento computacional que ainda encontram barreiras concretas de implementação na educação básica pública, tanto pelo alto custo de kits comerciais quanto pela ausência de referenciais que orientem professores na articulação dessas tecnologias ao currículo. Este artigo apresenta a articulação curricular do BEMO (Bloco Educacional Modular Open-Source), um robô educacional modular, *open-source* e de baixo custo, com habilidades específicas da BNCC organizadas por área do conhecimento. Fundamentado no construcionismo e na abordagem STEAM, o estudo identifica correspondências entre os quatro módulos da plataforma e habilidades de Matemática, Ciências da Natureza, Ciências Humanas e Linguagens, articuladas às Competências Gerais 2, 5 e 10. Oficinas realizadas com 15 profissionais da educação e 10 estudantes do Ensino Médio Integrado, com questionários pré e pós-teste analisados por teste t pareado, indicaram ganhos estatisticamente significativos em aplicabilidade didática e familiaridade com programação. Conclui-se que o alinhamento curricular explícito é condição relevante para que soluções abertas de robótica sejam incorporadas com intencionalidade pedagógica ao currículo da educação básica.

Palavras-chave: robótica educacional; bncc; currículo; pensamento computacional; *open-source*

BEMO and the Curriculum: mapping BNCC skills for open-source educational robotics

Abstract: The Brazilian National Common Curriculum Framework (BNCC) establishes digital and computational thinking competencies that still face concrete implementation barriers in public basic education, both due to the high cost of commercial kits and the absence of references to guide teachers in articulating these technologies with the curriculum. This article presents the curricular articulation of BEMO (Open-Source Modular Educational Block), a modular, open-source, low-cost educational robot, with specific BNCC skills organized by knowledge area. Grounded in constructionism and the STEAM approach, the study identifies correspondences between the platform's four modules and skills in Mathematics, Natural Sciences, Human Sciences, and Languages, articulated with General Competencies 2, 5, and 10. Workshops conducted with 15 education professionals and 10 upper secondary technical education students, using pre- and post-test questionnaires analyzed by paired t-test, indicated statistically significant gains in pedagogical applicability and programming familiarity. It is concluded that explicit curricular alignment is a relevant condition for open robotics solutions to be incorporated with pedagogical intentionality into the basic education curriculum.

Keywords: educational robotics; bncc; curriculum; computational thinking; open-source.

1. Introdução

O desempenho do Brasil no PISA 2022, abaixo da média da OCDE em Matemática, Leitura e Ciências, evidencia lacunas estruturais que ultrapassam a insuficiência de conteúdos curriculares e revelam a necessidade de metodologias capazes de tornar a aprendizagem mais



significativa, prática e contextualizada (OCDE, 2023). Em resposta a esse cenário, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) incorporou competências relacionadas ao pensamento computacional e à cultura digital como dimensões transversais da formação básica, especialmente por meio das Competências Gerais 2, 5 e 10, voltadas ao pensamento científico e criativo, ao uso crítico e ético das tecnologias digitais e à responsabilidade cidadã (Brasil, 2018).

Nesse contexto, a robótica educacional apresenta-se como uma estratégia promissora para operacionalizar tais princípios em sala de aula (Fernandes; Zanon, 2022). Fundamentada no construcionismo de Papert (1994), ela favorece processos de aprendizagem baseados na criação de artefatos tecnológicos significativos, aproximando teoria e prática em experiências interdisciplinares. Entretanto, a implementação dessas práticas em escolas públicas ainda enfrenta barreiras importantes, sobretudo devido ao alto custo de kits proprietários, como LEGO Education, VEX IQ e Fischertechnik, frequentemente incompatíveis com a realidade orçamentária da educação pública brasileira (Macêdo; Faria, 2021). A esses obstáculos econômicos somam-se barreiras de natureza pedagógica: mesmo quando recursos tecnológicos estão disponíveis, muitos professores encontram dificuldades para relacionar atividades de robótica às habilidades específicas previstas na BNCC, o que frequentemente reduz seu uso a experiências pontuais, desarticuladas do currículo (Fernandes Júnior; Almeida; Almeida, 2022).

Diante desse cenário, foi desenvolvido o BEMO (Bloco Educacional Modular Open-Source), um robô educacional modular, de baixo custo e *open-source*, baseado em Arduino, impressão 3D e programação visual em blocos via mBlock. Trabalhos anteriores relacionados ao projeto estabeleceram a arquitetura técnica da plataforma e produziram evidências iniciais de sua viabilidade pedagógica por meio de oficinas com docentes e estudantes (Passoni *et al.*, 2026a; Passoni *et al.*, 2026b). O presente artigo avança em direção distinta: ao invés de descrever a plataforma ou validar seu uso em termos de engajamento e usabilidade, propõe e discute a articulação curricular do BEMO com as habilidades e competências da BNCC, oferecendo ao professor um referencial explícito para planejar atividades de robótica com intencionalidade pedagógica.

A questão que orienta esta pesquisa é: como o BEMO pode ser articulado ao currículo da educação básica e quais habilidades da BNCC podem ser potencialmente desenvolvidas a partir de seus módulos e atividades pedagógicas?

Assim, este artigo possui dois objetivos centrais: (i) sistematizar o alinhamento curricular do BEMO às áreas do conhecimento e às habilidades específicas da BNCC; e (ii) discutir evidências empíricas obtidas em oficinas pedagógicas que indicam o potencial da plataforma para apoiar práticas interdisciplinares e o desenvolvimento do pensamento computacional. Argumenta-se que a explicitação dessas articulações curriculares constitui condição fundamental para que professores de diferentes áreas consigam incorporar a robótica educacional de maneira planejada e intencional — pois um professor tende a adotar uma tecnologia de forma consistente não apenas quando ela é acessível, mas quando consegue enxergar com clareza quais objetivos de aprendizagem ela ajuda a atingir (Mishra; Koehler, 2006). Sem esse alinhamento explícito, mesmo soluções abertas e de baixo custo correm o risco de permanecer como atividades tecnológicas extracurriculares, sem inserção real no planejamento pedagógico.

2. Referencial Teórico

2.1. Construcionismo, cultura *maker* e STEAM

O construcionismo de Papert (1980; 1994) defende que a aprendizagem se aprofunda quando estudantes constroem artefatos significativos, combinando ação, reflexão e criação.



Esse princípio fundamenta tanto a cultura *maker*, marcada pela prática colaborativa de criação e iteração, quanto a abordagem STEAM, que integra ciência, tecnologia, engenharia, artes e matemática em experiências interdisciplinares (Martinez; Stager, 2013; Amanova *et al.*, 2025).

A robótica educacional emerge nesse cruzamento como estratégia privilegiada: ao construir e programar dispositivos reais, os estudantes tornam concretos conceitos abstratos de múltiplas disciplinas. Pesquisas demonstram que essa abordagem favorece engajamento, autoria e aprendizagem ativa, além de estimular criatividade e resolução de problemas (Bers *et al.*, 2014; Chatzopoulos *et al.*, 2022).

2.2. Pensamento computacional e BNCC

O pensamento computacional, sistematizado por Wing (2006), envolve habilidades de abstração, reconhecimento de padrões, decomposição e elaboração de algoritmos. A BNCC incorpora essas competências ao reconhecer a cultura digital como dimensão formativa indispensável, articulando-as ao protagonismo estudantil e à cidadania crítica (Brasil, 2018).

Nesse quadro, a Competência Geral 5 da BNCC representa um dos eixos mais diretamente mobilizados pela robótica educacional, ao prever que os estudantes sejam capazes de compreender, criar e utilizar tecnologias digitais de forma crítica, significativa e ética, e não apenas consumi-las (Brasil, 2018). A proposta modular do BEMO dialoga com esse princípio ao permitir que os estudantes montem, reconfigurem e programem o robô, compreendendo a relação entre hardware, software e comportamento do sistema. Nesse processo, o estudante assume papel de autor tecnológico, e não apenas de usuário, aproximando-se de práticas de experimentação, criação e resolução de problemas alinhadas à cultura digital e ao pensamento computacional.

Como analisam Lima e Lastória (2024), a BNCC busca superar abordagens instrumentais ao direcionar a educação digital para uma perspectiva crítica e contextualizada. Entretanto, Fernandes Júnior, Almeida e Almeida (2022) apontam que persistem lacunas entre as orientações normativas e a prática pedagógica, especialmente em razão da falta de formação docente e de soluções tecnológicas acessíveis que sirvam de ponte entre o prescrito e o vivido em sala de aula.

Além das limitações estruturais e formativas, persistem dificuldades relacionadas à integração curricular dessas tecnologias, já que muitos docentes encontram obstáculos para relacionar atividades de robótica às habilidades específicas previstas na BNCC. Torna-se relevante, portanto, desenvolver instrumentos e estratégias que aproximem práticas tecnológicas das demandas curriculares da educação básica. Dessa forma, soluções abertas e de baixo custo tornam-se estratégias para viabilizar práticas de cultura digital e pensamento computacional em contextos escolares marcados por restrições orçamentárias.

2.3. Soluções *open-source* na educação brasileira

Iniciativas como RoboFácil (Miranda; Sampaio; Borges, 2010), GoGoBoard (Medeiros Filho; Gonçalves, 2008) e Praxedes (Silva; Scherer, 2013; Scherer; Silva; Oliveira, 2020) demonstraram que soluções nacionais de baixo custo são viáveis e pedagogicamente eficazes. Em comum, elas adotam hardware aberto, materiais de fácil acesso e documentação pública. O avanço da impressão 3D ampliou essas possibilidades ao permitir a fabricação local de componentes mecânicos, eliminando a dependência de fornecedores externos (Jesus; Peres, 2021).

O BEMO insere-se nessa tradição ao incorporar programação visual via mBlock e uma arquitetura modular que favorece diferentes possibilidades de uso pedagógico, incluindo práticas interdisciplinares articuladas ao currículo da educação básica.



3. O BEMO: Plataforma e Módulos

O BEMO é um robô educacional modular, *open-source* e de baixo custo, desenvolvido para apoiar práticas de robótica educacional articuladas ao currículo da educação básica. A plataforma combina impressão 3D, microcontroladores compatíveis com Arduino e programação visual em blocos via mBlock, priorizando acessibilidade, replicabilidade e flexibilidade pedagógica. Detalhes técnicos completos sobre os componentes eletrônicos, o processo de prototipagem e os testes funcionais encontram-se descritos em trabalho anterior (Passoni *et al.*, 2026a).

A Tabela 1 apresenta uma comparação de custos entre o BEMO e kits comerciais amplamente utilizados em contextos educacionais. O custo aproximado de R\$ 202,00 evidencia o potencial da plataforma como alternativa acessível para escolas públicas e projetos de inclusão tecnológica.

Tabela 1 - Comparação de custos entre o BEMO e kits comerciais.

Plataforma	Tipo	Custo aproximado (BRL)
BEMO (proposta <i>open-source</i>)	Aberto, impresso em 3D	~R\$ 202,00
LEGO® Education SPIKE Prime / EV3	Proprietário	~R\$ 3.500 – 6.000
VEX IQ Education Kit	Proprietário	~R\$ 4.000 – 6.000
Fischertechnik Robotics	Proprietário	~R\$ 5.000 – 7.000

Fonte: Cotação em plataformas de comércio eletrônico no Brasil (agosto de 2025).

A modularidade constitui a principal característica pedagógica da plataforma, permitindo diferentes configurações de uso sem necessidade de modificações estruturais complexas. Os quatro módulos desenvolvidos favorecem abordagens interdisciplinares e diferentes possibilidades de articulação curricular:

- **Módulo Básico:** voltado a atividades introdutórias de programação e lógica de movimentação;
- **Módulo Sumô:** direcionado a desafios envolvendo estratégia, força, atrito e resolução de problemas;
- **Módulo LEGO:** compatível com peças LEGO, ampliando possibilidades de prototipagem e construção criativa;
- **Módulo Plotter:** transforma o robô em desenhista programável, permitindo integrar programação, Artes e Matemática.

O ambiente de programação adotado é o mBlock, baseado em Scratch, que possibilita uma entrada acessível pela programação visual em blocos e progressão gradual para código textual, favorecendo o desenvolvimento do pensamento computacional. Toda a documentação técnica da plataforma, incluindo arquivos de impressão 3D, esquemas eletrônicos e exemplos de código, encontra-se disponível publicamente em <https://guia-robo.vercel.app/>, reforçando o caráter aberto e replicável da proposta.

4. Mapeamento das Competências da BNCC

O mapeamento proposto articula os módulos e atividades do BEMO a habilidades específicas da BNCC para o Ensino Fundamental (anos finais), bem como às Competências Gerais 2 (pensamento científico, crítico e criativo), 5 (cultura digital) e 10 (responsabilidade e



cidadania). A construção desse mapeamento tomou como base: (i) a estrutura modular do BEMO e seus usos pedagógicos; (ii) as habilidades da BNCC organizadas por área do conhecimento e componente curricular; e (iii) os relatos de docentes de diferentes disciplinas obtidos nas oficinas de validação descritas na seção seguinte.

A Tabela 2 sistematiza o alinhamento curricular proposto, relacionando os diferentes módulos do BEMO a habilidades específicas da BNCC organizadas por área do conhecimento. Diferentemente de estudos anteriores voltados à arquitetura técnica da plataforma ou à sua validação pedagógica em oficinas (Passoni *et al.*, 2026a; Passoni *et al.*, 2026b), o foco desta seção está na explicitação das possibilidades de articulação curricular da robótica educacional, oferecendo ao professor um referencial prático para planejamento de atividades alinhadas à BNCC.

Tabela 2 - Habilidades da BNCC desenvolvidas com o uso do BEMO por área do conhecimento.

Área	Componente	Atividade	Habilidade BNCC
Matemática	Geometria	Módulo Plotter: programar o robô para traçar figuras planas	EF06MA16 – Associar pares ordenados a pontos do plano cartesiano
Matemática	Álgebra	Uso de laços de repetição e condicionais no mBlock	EF07MA15 – Utilizar simbologia algébrica para expressar regularidades em sequências
Ciências da Natureza	Física	Módulo Sumô: investigar força, atrito e torque	EF07CI01 – Discutir o uso de máquinas simples e propor invenções para tarefas cotidianas
Ciências da Natureza	Tecnologia	Sensores de distância e linha para desvio de obstáculos e seguidor de linha	EF07CI06 – Avaliar mudanças sociais e culturais decorrentes da automação
Ciências Humanas	Geografia	Programar rotas em mapas ou maquetes com o seguidor de linha	EF07GE09 – Elaborar e interpretar mapas temáticos utilizando tecnologias digitais
Linguagens	Artes	Módulo Plotter: criar desenhos artísticos algoritmicamente	EF69AR35 – Manipular tecnologias digitais para produzir repertórios artísticos
Linguagens	Língua Portuguesa	Produzir “diário de bordo” com base nas experimentações	EF69LP36 – Produzir textos de divulgação científica e relatos de experimento
Interdisciplinar	Projetos (ABP)	Desenvolver projetos com o robô (resgate em labirinto, coletor de lixo)	Competências Gerais 2, 5 e 10 – Pensamento científico, cultura digital e cidadania

A diversidade de habilidades mapeadas evidencia que o BEMO não se restringe a aulas de Computação ou Robótica, podendo apoiar práticas interdisciplinares em diferentes áreas do conhecimento. Em Matemática, o Módulo Plotter permite explorar conceitos relacionados ao plano cartesiano e à representação geométrica, enquanto o uso de laços de repetição e condicionais favorece discussões sobre padrões e regularidades algébricas. Em Ciências da



Natureza, o Módulo Sumô possibilita investigações envolvendo força, atrito e torque, ao passo que sensores de linha e distância favorecem reflexões sobre automação e seus impactos sociais.

Em Ciências Humanas, atividades com o seguidor de linha podem ser articuladas ao desenvolvimento de raciocínio espacial e interpretação de mapas digitais. Em Linguagens, o Módulo Plotter favorece articulações com Artes por meio da produção de desenhos gerados algoritmicamente, enquanto os registros escritos das atividades contribuem para práticas de divulgação científica e relato de experimentos. Em perspectiva interdisciplinar, projetos baseados em Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) (Bender, 2014), como robôs coletores de lixo ou de resgate, permitem mobilizar simultaneamente competências relacionadas ao pensamento científico, à cultura digital e à cidadania. Todas as atividades articulam-se às Competências Gerais 2 e 5 da BNCC; atividades envolvendo automação, cidadania e projetos interdisciplinares mobilizam também a Competência Geral 10.

Esse mapeamento responde a uma lacuna identificada por Fernandes Júnior, Almeida e Almeida (2022): a ausência de instrumentos que traduzam as diretrizes normativas da BNCC em práticas pedagógicas concretas e acessíveis. Ao oferecer correspondências explícitas entre atividades do BEMO e habilidades codificadas na BNCC, o mapeamento proposto pode contribuir como instrumento de planejamento curricular para diferentes áreas do conhecimento, reduzindo barreiras para a integração da robótica educacional ao currículo da educação básica.

5. Metodologia

Esta pesquisa caracteriza-se como aplicada, de natureza exploratória, com delineamento quase-experimental pré-teste/pós-teste e abordagem mista (Gil, 2019; Creswell, 2010). A intervenção buscou avaliar o impacto pedagógico do BEMO em dimensões articuladas ao referencial teórico, como motivação, autonomia, compreensão de conceitos de programação e pensamento computacional, usabilidade e confiança docente para integração curricular. O estudo observou os princípios éticos aplicáveis às pesquisas em Ciências Humanas e Sociais, conforme a Resolução CNS nº 510/2016 (Brasil, 2016), assegurando participação voluntária, consentimento informado, possibilidade de desistência, anonimização dos dados e ausência de impacto nas avaliações escolares regulares.

5.1. Participantes

A validação envolveu dois grupos. O primeiro foi composto por 15 profissionais da educação, sendo 12 docentes de diferentes áreas do conhecimento (Computação, Matemática, Ciências da Natureza, Linguagens e Ciências Humanas), dois pedagogos e um técnico em assuntos educacionais, selecionados intencionalmente para garantir diversidade disciplinar. O segundo grupo reuniu 10 estudantes do Ensino Médio Integrado dos cursos técnicos em Informática e Meio Ambiente. A composição multidisciplinar do grupo docente contribuiu para avaliar o potencial de articulação curricular do BEMO em diferentes componentes curriculares. Embora as oficinas tenham sido realizadas com estudantes do Ensino Médio Integrado, o mapeamento curricular foi elaborado para os anos finais do Ensino Fundamental, por corresponderem ao público-alvo originalmente concebido para a utilização do BEMO em atividades introdutórias de robótica e pensamento computacional.

5.2. Procedimentos

As oficinas ocorreram no Laboratório Maker da instituição, equipado com computadores, kits de prototipagem e impressoras 3D, com duração de 120 minutos cada. A sequência didática envolveu: (i) contextualização inicial sobre cultura digital, STEAM e BNCC; (ii) montagem e exploração do BEMO; (iii) programação visual em blocos no mBlock;



e (iv) desenvolvimento de desafios colaborativos utilizando os diferentes módulos da plataforma, estruturados segundo os princípios da ABP (Bender, 2014). Para reduzir a sobrecarga cognitiva, as atividades foram organizadas de forma progressiva, iniciando com exploração guiada da plataforma e avançando gradualmente para desafios colaborativos, com mediação contínua da equipe responsável.

As atividades foram estruturadas segundo princípios da cultura *maker* e do construcionismo, priorizando experimentação, resolução de problemas e ciclos iterativos de construir–testar–refazer. Entre os desafios propostos estavam atividades com seguidor de linha e produção de desenhos programáveis com o Módulo Plotter, buscando explorar possibilidades de articulação interdisciplinar e desenvolvimento do pensamento computacional.

5.3. Instrumentos e análise

A coleta de dados combinou questionários on-line (Google Forms) aplicados antes e após as oficinas, compostos por itens em escala Likert (1 a 5) e questões abertas, além de registros observacionais realizados durante as atividades. Os instrumentos buscaram avaliar dimensões relacionadas à motivação, autonomia, usabilidade, pensamento computacional e percepção de aplicabilidade curricular da plataforma.

Para a análise quantitativa, foram comparadas respostas equivalentes dos questionários pré e pós-oficina, por meio do teste t pareado, com nível de significância de 5%. A análise qualitativa baseou-se em análise temática de conteúdo (Bardin, 2016), considerando categorias relacionadas às dimensões pedagógicas discutidas no referencial teórico.

6. Resultados e Discussão

6.1. Perfil inicial e barreiras de entrada

Os dados de pré-teste revelaram baixa familiaridade técnica de ambos os grupos com robótica educacional, sensores e programação. Entre os profissionais da educação, a média inicial na dimensão experiência e percepção sobre programação foi de 2,87 (escala de 1 a 5), indicando distanciamento entre o uso pedagógico da tecnologia e a prática cotidiana escolar. Entre os discentes, o contato prévio com robôs e microcontroladores era reduzido, com média de 2,0 em familiaridade com Arduino.

Apesar desse cenário, destacou-se o alto interesse inicial de ambos os grupos. Profissionais relataram motivação para conhecer e aplicar novas ferramentas, enquanto estudantes demonstraram entusiasmo com a possibilidade de construir e programar dispositivos funcionais. Esse contraste entre baixa familiaridade técnica e elevada disposição para aprendizagem reforça o potencial de abordagens acessíveis e mediadas por práticas *maker* no contexto da educação básica.

6.2. Evidências quantitativas de aplicabilidade pedagógica

A Tabela 3 sintetiza os resultados quantitativos obtidos a partir da comparação entre os questionários pré e pós-oficina.



Tabela 3 - Resultados do teste t pareado: comparação pré e pós-teste por dimensão.

Dimensão avaliada	Pré-teste (média)	Pós-teste (média)	p-valor	Sig. estatística
Aplicabilidade didática (docentes)	3,07	4,07	0,022	Sim
Experiência/percepção sobre programação (docentes)	2,87	4,47	0,001	Sim
Autoconfiança e motivação pedagógica (docentes)	3,60	4,13	> 0,05	Não
Familiaridade com Arduino (discentes)	2,00	4,40	0,001	Sim
Experiência com programação visual (discentes)	3,00	4,60	0,016	Sim

Os resultados indicam avanços significativos sobretudo entre os profissionais da educação nas dimensões relacionadas à experiência com programação e à percepção de aplicabilidade didática da plataforma. O aumento de 2,87 para 4,47 em experiência/percepção sobre programação ($p = 0,001$) sugere que a combinação entre robótica modular e programação visual em blocos contribuiu para reduzir barreiras iniciais de apropriação tecnológica. Da mesma forma, o crescimento de 3,07 para 4,07 em aplicabilidade didática ($p = 0,022$) indica que os participantes passaram a visualizar possibilidades concretas de integração curricular da plataforma em suas práticas pedagógicas.

Entre os discentes, os ganhos mais expressivos ocorreram em familiaridade com Arduino (de 2,0 para 4,4; $p = 0,001$) e experiência com programação visual (de 3,0 para 4,6; $p = 0,016$), indicando que o contato prático com o BEMO e o mBlock favoreceu a apropriação de conceitos de pensamento computacional de forma tangível. A leve redução em facilidade percebida, sem significância estatística, pode ser interpretada como reflexo de uma compreensão mais realista das complexidades envolvidas no processo de programação e prototipagem.

Os resultados observados convergem com estudos nacionais sobre robótica educacional de baixo custo, que destacam acessibilidade, facilidade de uso e engajamento como fatores relevantes para adoção pedagógica (Miranda; Sampaio; Borges, 2010; Medeiros Filho; Gonçalves, 2008; Silva; Scherer, 2013; Scherer; Silva; Oliveira, 2020). No contexto deste trabalho, os dados quantitativos reforçam especialmente o potencial da plataforma para apoiar práticas interdisciplinares articuladas à BNCC.

6.3. Articulação curricular e percepção docente

A análise qualitativa das respostas abertas dos profissionais revelou percepções que ampliam o mapeamento curricular proposto na seção 4. Docentes de diferentes disciplinas identificaram, de forma espontânea, possibilidades de articulação entre o BEMO e seus componentes curriculares:

"Se encaixa perfeitamente em disciplinas de introdução à programação." (docente de Informática)

"Na área de Física é interessante utilizar sensores para experimentos." (docente de Ciências da Natureza)

"A oficina mostrou como é possível ensinar pensamento computacional de forma acessível." (pedagoga)



Essas falas convergem com o mapeamento sistematizado na Tabela 2 e reforçam que a interdisciplinaridade não se restringe ao plano teórico, sendo reconhecida pelos próprios participantes durante a experiência prática com a plataforma. O comentário da pedagoga é particularmente relevante, pois sugere que o BEMO foi percebido não apenas como ferramenta de instrução técnica, mas também como recurso potencial para formação docente e desenvolvimento de práticas interdisciplinares alinhadas às Competências Gerais da BNCC.

Destaca-se também a percepção de viabilidade de replicação: itens relacionados à possibilidade de reproduzir o projeto em contextos escolares reais obtiveram médias elevadas no pós-teste, sugerindo que o custo acessível e a documentação aberta influenciam positivamente a intenção de adoção. Esse achado reforça o argumento de que soluções *open-source* tendem a produzir maior impacto educacional quando acompanhadas de documentação pedagógica capaz de traduzir a ferramenta em possibilidades concretas de integração curricular.

Em termos de implicações pedagógicas, os resultados sugerem que o alinhamento curricular explícito cumpre função que ultrapassa a organização didática das atividades. Quando professores identificam correspondências diretas entre práticas com robótica educacional e habilidades específicas da BNCC, a tecnologia deixa de ser percebida como atividade extracurricular ou experimental e passa a adquirir legitimidade curricular. Nesse sentido, o mapeamento proposto pode contribuir para ampliar a adoção sustentável da robótica educacional em contextos escolares marcados por restrições estruturais e necessidade de alinhamento às diretrizes curriculares oficiais.

6.4. Limitações e agenda de pesquisa

Este estudo apresenta limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados. A amostra reduzida (15 profissionais e 10 estudantes) e o contexto de uma única instituição restringem a generalização dos achados. A ausência de grupo de controle impede inferências causais mais robustas, e medidas de tamanho de efeito não foram incorporadas à análise quantitativa.

Além disso, o mapeamento curricular apresentado não pretende esgotar as possibilidades pedagógicas do BEMO, mas oferecer um referencial inicial de articulação entre robótica educacional e habilidades da BNCC, passível de ampliação em diferentes contextos e componentes curriculares.

Como agenda de pesquisa, recomenda-se: (i) realização de estudos longitudinais com amostras diversificadas, incluindo turmas do Ensino Fundamental; (ii) incorporação de grupos de controle para comparação entre escolas com e sem utilização do BEMO; (iii) cruzamento sistemático dos dados de aprendizagem com as habilidades específicas da BNCC mapeadas neste trabalho, buscando verificar empiricamente quais competências são mais mobilizadas em cada configuração de módulo; e (iv) ampliação da documentação pedagógica e técnica da plataforma, fortalecendo seu potencial de replicação em diferentes contextos educacionais.

7. Conclusão

Este artigo apresentou um mapeamento curricular das habilidades e competências da BNCC desenvolvidas por meio das atividades realizadas com o BEMO, um robô educacional *open-source*, modular e de baixo custo. Partiu-se do entendimento de que a adoção sustentável de tecnologias educacionais na educação básica depende não apenas de acessibilidade econômica, mas também da existência de referenciais pedagógicos que permitam aos professores compreender como essas ferramentas podem ser articuladas ao currículo escolar.

O mapeamento desenvolvido evidenciou o potencial da plataforma para apoiar práticas interdisciplinares articuladas às competências e habilidades previstas na BNCC, oferecendo aos docentes um referencial de planejamento curricular para integração da robótica educacional em



diferentes áreas do conhecimento. Os resultados empíricos obtidos nas oficinas reforçam essa perspectiva, indicando ganhos significativos em percepção de aplicabilidade didática e familiaridade com programação, tanto entre docentes quanto entre estudantes.

É importante situar esta contribuição em relação ao conjunto de estudos derivados do mesmo projeto. Trabalhos anteriores concentraram-se na arquitetura técnica da plataforma e em sua validação pedagógica inicial em oficinas. O presente artigo avança em direção distinta ao discutir a dimensão curricular da robótica educacional, propondo mecanismos explícitos de articulação entre atividades práticas com o BEMO e habilidades previstas na BNCC. Tal perspectiva mostra-se relevante porque professores tendem a incorporar tecnologias educacionais de forma mais consistente quando conseguem relacioná-las às demandas curriculares e aos objetivos de aprendizagem presentes em sua prática docente.

Os resultados também sugerem que soluções *open-source* de baixo custo podem ampliar possibilidades de acesso à cultura digital e ao pensamento computacional em contextos escolares marcados por restrições estruturais. Entretanto, o estudo indica que o impacto dessas tecnologias depende não apenas da disponibilidade de hardware acessível, mas da existência de documentação pedagógica e estratégias de integração curricular que legitimem seu uso no cotidiano escolar.

Por fim, espera-se que o mapeamento apresentado possa contribuir para futuras pesquisas e práticas pedagógicas envolvendo robótica educacional, pensamento computacional e implementação curricular da BNCC. Mais do que apresentar uma plataforma tecnológica, este trabalho buscou contribuir para a discussão sobre como a robótica educacional pode ser integrada de maneira curricularmente significativa à educação básica, aproximando cultura digital, pensamento computacional e práticas interdisciplinares das realidades concretas da escola pública brasileira.

Declaração sobre uso de Inteligência Artificial

Este trabalho contou com o apoio de ferramentas de Inteligência Artificial generativa exclusivamente para fins de revisão textual e aprimoramento da clareza da redação. As tecnologias utilizadas não participaram da concepção metodológica, da coleta ou análise de dados, nem da interpretação dos resultados científicos apresentados. Todas as decisões acadêmicas, análises e conclusões são de responsabilidade dos autores.

Referências

- AMANOVA, Aray K.; BUTABAYEVA, Laura A.; ABAYEVA, Galiya A.; UMIRBEKOVA, Akerke N.; ABILDINA, Saltanat K.; MAKHMETOVA, Airegim A. A systematic review of the implementation of STEAM education in schools. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, v. 21, n. 1, p. em2568, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.29333/ejmste/15894>. Acesso em: 10 de mai. 2026.
- BARDIN, Laurence. Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BENDER, William N. Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI. Porto Alegre: Penso, 2014.
- BERS, Marina Umaschi; FLANNERY, Louise P.; KAZAKOFF, Elizabeth R.; SULLIVAN, Amanda. Computational thinking and tinkering: exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, v. 72, p. 145-157, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.10.020>. Acesso em: 10 de mai. 2026.



BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016. Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais. Brasília, DF: Conselho Nacional de Saúde, 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/conselho-nacional-de-saude/pt-br/atos-normativos/resolucoes/2016/resolucao-no-510.pdf>. Acesso em: 1 ago. 2026.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <https://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 15 de mai. 2026.

CHATZOPOULOS, Avraam; KALOGIANNAKIS, Michail; PAPADAKIS, Stamatis; PAPOUTSIDAKIS, Michail. A novel, modular robot for educational robotics developed using action research evaluated on Technology Acceptance Model. *Education Sciences*, v. 12, n. 4, p. 274, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/educsci12040274>. Acesso em: 15 de mai. 2026.

CRESWELL, John W. Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

FERNANDES, Nídia Mara Melchiades Castelli; ZANON, Dulcimeire Aparecida Volante. Integração entre robótica educacional e abordagem STEAM: desenvolvimento de protótipos sobre a temática responsabilidade social e sustentabilidade. *Dialogia*, n. 40, p. e21600, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.5585/40.2022.21600>. Acesso em: 25 de abr. 2026.

FERNANDES JUNIOR, Alvaro Martins; ALMEIDA, Fernando José de; ALMEIDA, Siderly do Carmo Dahle de. A pesquisa brasileira em Educação sobre o uso das tecnologias no Ensino Médio no início do século XXI e seu distanciamento da construção da BNCC. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, Rio de Janeiro, v. 30, n. 116, p. 620-643, jul./set. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-403620220003002943>. Acesso em: 02 de mai. 2026.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

JESUS, Natã R. C. de; PERES, Fabiana F. F. Impressora 3D no ambiente educacional: um mapeamento sistemático da literatura. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE SOFTWARE LIVRE E TECNOLOGIAS ABERTAS (LATINOWARE), 18., 2021, Online. *Anais [...]*. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. p. 94-102. Disponível em: <https://doi.org/10.5753/latinoware.2021.19911>. Acesso em: 22 de mai. 2026.

LIMA, Getúlio de Souza; LASTÓRIA, Luiz Antônio Calmon Nabuco. A BNCC: o embate entre a educação digital e a promoção do pensamento crítico em suas possíveis interfaces. *Revista Pesquisa Qualitativa*, São Paulo, v. 12, n. 32, p. 377-399, set./dez. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.33361/RPQ.2024.v.12.n.32.697>. Acesso em: 15 de mai. 2026.

MACÊDO, Murillo Alves; FARIA, Elisabeth Cristina de. *Manual Pedagógico de Robótica Educacional*. 2021. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/602525/2/Manual%20pedagogico%20de%20robótica%20educacional.pdf>. Acesso em: 15 de mai. 2026.

MARTINEZ, Sylvia Libow; STAGER, Gary Stanley. *Invent to Learn: making, tinkering, and engineering in the classroom*. Torrance: Constructing Modern Knowledge Press, 2013.

MEDEIROS FILHO, Dante Augusto; GONÇALVES, Paulo César. Robótica educacional de baixo custo: uma realidade para as escolas brasileiras. In: WORKSHOP SOBRE INFORMÁTICA NA ESCOLA (WIE), 2008, Belém do Pará. *Anais [...]* do XXVIII Congresso



da SBC. Porto Alegre: SBC, 2008. p. 264-273. Disponível em: <http://www2.sbc.org.br/csbc2008/pdf/arq0135.pdf>. Acesso em: 28 de abr. 2026.

MIRANDA, Leonardo Cunha; SAMPAIO, Fábio Ferrentini; BORGES, José Antonio dos Santos. RoboFácil: especificação e implementação de um kit de robótica para a realidade educacional brasileira. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 18, n. 3, p. 46-58, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.5753/rbie.2010.18.03.46>. Acesso em: 28 de abr. 2026.

MISHRA, Punya; KOEHLER, Matthew J. Technological pedagogical content knowledge: a framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, v. 108, n. 6, p. 1017-1054, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>. Acesso em: 22 de mai. 2026.

OCDE. *PISA 2022 Results (Volume I): the state of learning and equity in education*. Paris: OECD Publishing, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>. Acesso em: 18 de mai. 2026.

PAPERT, Seymour. *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books, 1980.

PAPERT, Seymour. *A Máquina das Crianças: repensando a escola na era da informática*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994. 211 p. Tradução de: Sandra Costa.

PASSONI, Maurício dos Santos; LIBARDI, Bruno Alves Pesse; NOGUEIRA, Ianne Lima; LIMA, Anderson de Souza. BEMO: base educacional modular open-source de baixo custo para educação STEAM. In: *COMPUTER ON THE BEACH*, 17., 2026, Balneário Camboriú. Anais [...]. Florianópolis: UNIVALI, 2026a. No prelo.

PASSONI, Maurício dos Santos; LIBARDI, Bruno Alves Pesse; NOGUEIRA, Ianne Lima; LIMA, Anderson de Souza. BEMO: validação pedagógica de um robô educacional open-source para o desenvolvimento do pensamento computacional. In: *WORKSHOP SOBRE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO (WEI)*, 34., 2026, Gramado. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2026b. p. 86-97. Disponível em: <https://doi.org/10.5753/wei.2026.22196>. Acesso em: 1 de ago. 2026.

SCHERER, Daniel; SILVA, Natanael Bezerra da; OLIVEIRA, Davis Matias de. Robótica educacional de baixo custo: Arduino como ferramenta pedagógica. In: *CONGRESSO SOBRE TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO (CTRL+E)*, 5., 2020, Evento Online. Anais [...]. Porto Alegre: SBC, 2020. p. 405-414. Disponível em: <https://doi.org/10.5753/ctrl.2020.11418>. Acesso em: 15 de mai. 2026.

SILVA, Francisco Ioneiton da; SCHERER, Daniel. Praxedes: protótipo de um kit educacional de robótica baseado na plataforma Arduino. *EaD & Tecnologias Digitais na Educação*, v. 1, n. 1, p. 44-56, 2013. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/ead/article/view/2654>. Acesso em: 28 de abr. 2026.

WING, Jeannette Marie. Computational thinking. *Communications of the ACM*, v. 49, n. 3, p. 33-35, mar. 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>. Acesso em: 10 de mai. 2026.