

# ENGENHARIA COMEÇA NA EDUCAÇÃO BÁSICA INSPIRAÇÕES PARA UM FUTURO INOVADOR

*Roseli de Deus Lopes<sup>1</sup>*

*André Luiz Maciel Santana<sup>2</sup>*

*Valkiria Venancio<sup>3</sup>*

*Angélica Turaça<sup>4</sup>*

*Elio Molisani Ferreira Santos<sup>5</sup>*

*Lucas Ribeiro Mata<sup>6</sup>*

*Irene Karaguila Ficheman<sup>7</sup>*

“Precisamos de cidadãos preparados e capazes de tomar decisões baseadas em evidências científicas e de encontrar soluções considerando e respeitando as várias áreas do conhecimento.”

Profa. Dra. Roseli de Deus Lopes  
Escola Politécnica USP

## Introdução

Os avanços da Indústria 4.0, aliados à crescente demanda por inovações socialmente responsáveis e sustentáveis, têm reconfigurado o papel do engenheiro contemporâneo. Exige-se que o egresso, de todas as grandes áreas da Engenharia, seja capaz de integrar sistemas ciberfísicos, inteligência artificial e soluções orientadas ao

<sup>1</sup> USP - Universidade de São Paulo - Escola Politécnica

<sup>2</sup> Insper - Instituto de Ensino e Pesquisa

<sup>3</sup> USP - Universidade de São Paulo

<sup>4</sup> Insper - Instituto de Ensino e Pesquisa Insper / USP - Universidade de São Paulo

<sup>5</sup> UFAM - Universidade Federal do Amazonas

<sup>6</sup> FIAP - Faculdade de Informática e Administração Paulista / USP - Universidade de São Paulo

<sup>7</sup> USP - Universidade de São Paulo

bem-estar humano e respeito ao meio ambiente (Breque; De Noronha; Kechagias, 2021). Para que esses profissionais respondam a tais exigências, torna-se imprescindível revisar os currículos universitários, aproximando, desde cedo, os estudantes de problemas reais (Santana; Lopes, 2024). Contudo, o desenvolvimento da capacidade inventiva, da criatividade, e das bases cognitivas, técnicas e socioemocionais que sustentam a formação em engenharia, precisam ser fomentados muito antes do ingresso no ensino superior, ou seja, ainda na educação básica.

A compreensão desse desafio começa pela distinção entre habilidades e competências. Habilidades configuram capacidades específicas e observáveis, como programar um microcontrolador ou interpretar dados experimentais. Competências podem ser tratadas como um estágio aprimorado de habilidades, que, somadas a conhecimentos e atitudes, permitem que o ser humano resolva problemas em contextos reais, em situações genuínas e inéditas (Perrenoud, 2000; Santana, 2023). Essa diferença sinaliza que o processo formativo deve articular teoria, prática e valores, se pretende formar profissionais aptos a atuar em ambientes complexos, incertos e ambíguos.

As competências essenciais na era da Indústria 4.0 incluem: (i) resolução de problemas complexos; (ii) pensamento crítico; (iii) criatividade; (iv) comunicação eficaz; (v) colaboração em contextos multiculturais; e (vi) fluência digital. Ainda, a literatura aponta que essas competências extrapolam o domínio técnico, demandando experiências educacionais que proporcionem ao estudante a vivência na concepção de soluções inovadoras com impacto social positivo (Santana; Lopes, 2020; ABET, 2022).

No contexto da educação básica brasileira, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) estabelece um marco normativo ao incluir o pensamento computacional, pensamento crítico, científico e criativo e a cultura digital entre suas dez competências gerais, promovendo o desenvolvimento desses saberes desde os primeiros anos da formação escolar (Brasil, 2017).

A presença estruturada de conteúdos como programação, análise de dados e projetos interdisciplinares cria condições para que crianças e adolescentes desenvolvam familiaridade com princípios de design, modelagem e interação homem-máquina e fundamentos demandados pela Engenharia contemporânea. O pensamento computacional, conceito popularizado por Wing (2006), deixa de ser apenas um conhecimento técnico e se consolida como uma competência transversal indispensável.

Nesse cenário, a metodologia STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) configura-se como uma abordagem integradora, ao articular conteúdos

disciplinares com projetos significativos para os estudantes, promovendo o desenvolvimento da criatividade, do raciocínio lógico e da empatia. Quando implementada em ambientes Maker, como laboratórios de fabricação digital, oficinas de robótica e clubes de ciência, favorece a aprendizagem baseada na experimentação, reconhece o erro como parte do processo formativo e estimula o trabalho colaborativo. Essas características aproximam a vivência escolar das práticas de prototipagem ágil comumente empregadas na engenharia (Santana; Lopes, 2024).

Complementarmente, metodologias ativas de aprendizagem, em especial a Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL) e a Aprendizagem Baseada em Projetos e Problemas (PPBL), colocam o estudante como protagonista do processo ao vincularem teoria e prática em torno de problemas autênticos. Evidências empíricas apontam que essas estratégias desenvolvem, de forma simultânea, competências técnicas e socioemocionais, tais como liderança, resiliência e responsabilidade social (Santana; Lopes, 2020). Entretanto, sua adoção na Educação Básica envolve desafios que vão desde a formação docente à adequação da infraestrutura escolar, passando pela necessidade de avaliações formativas coerentes com a lógica de competências.

Diante desse contexto, reconhecer a Educação Básica como alicerce da Engenharia implica: (a) consolidar, desde os anos iniciais, a distinção conceitual entre habilidades e competências; (b) fomentar competências aderentes à Indústria 4.0 e 5.0; (c) incorporar a metodologia STEAM e a Cultura do Faça Você Mesmo como parte do processo de formação de estudantes; e (d) difundir práticas de Aprendizagem Ativa que combinem tanto o desenvolvimento de competências técnicas, quanto as competências socioemocionais.

## **1. Habilidades e competências na Engenharia do século XXI**

A discussão sobre o desenvolvimento de habilidades e competências tem ganhado grande relevância nas propostas educacionais contemporâneas voltadas à formação integral dos estudantes, especialmente após a atualização das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para os cursos de engenharia. As novas DCNs, homologadas em 2019, reforçam a necessidade de uma formação que integre conhecimentos técnicos e científicos com o desenvolvimento de competências gerais.

Torna-se, portanto, essencial a compreensão de modo mais profundo do que se entende por habilidades e competências no âmbito educacional. De acordo com Santana (2023), aprender não se limita à aquisição de conteúdos, mas envolve também a capacidade de mobilizar conhecimentos, atitudes e valores em diferentes contextos.

As habilidades, nesse sentido, dizem respeito ao domínio prático e cognitivo necessário para a realização de tarefas específicas, enquanto as competências envolvem a integração dessas habilidades com saberes conceituais, disposições afetivas e capacidade de julgamento diante de situações complexas (Santana, 2023). Trata-se, portanto, de uma abordagem formativa que valoriza a articulação entre teoria e prática, favorecendo o desenvolvimento de sujeitos autônomos, críticos e aptos a atuar de forma significativa em um mundo em constante transformação.

Essa compreensão é especialmente relevante quando observamos as mudanças aceleradas nos modos de vida, trabalho e interação social impulsionadas pelas transformações tecnológicas recentes. É nesse cenário que emergem novas demandas formativas, as quais serão exploradas na seção a seguir.

## 1.1 Competências emergentes exibidas pela Indústria 5.0

A engenharia é notadamente reconhecida como um campo do conhecimento dedicado à investigação e ao desenvolvimento de soluções para os desafios e demandas da sociedade. Para isso, aplica e transforma os três recursos fundamentais de que a humanidade dispõe – energia, materiais e informação – na criação das mais diversas tecnologias (Feisel; Rosa, 2005). A atuação prática da engenharia na concepção e construção de sistemas possui um papel central na transformação digital da sociedade e indústria, contribuindo para o desenvolvimento de soluções inovadoras alinhadas às novas necessidades tecnológicas.

Além da inclusão dos avanços tecnológicos que marcam a Indústria 4.0 e otimizam a produção, como automação, internet das coisas, inteligência artificial, *big data*, entre outros processos produtivos, a Indústria 5.0 faz com que novamente o ser humano passe a exercer um papel central na indústria. Mas nesse caso,

A proposta é combinar o conhecimento e as habilidades humanas com as tecnologias digitais avançadas para oferecer produtos e serviços personalizados e de alto valor, agregando temas pertinentes como ética, responsabilidade social e sustentabilidade (Santos; Sacay, 2025, p. 30).

Nesse sentido, torna-se fundamental refletir sobre as competências que devem ser desenvolvidas ao longo da formação em engenharia, de modo a preparar profissionais capazes de atuar nesse cenário em constante evolução, integrando conhecimentos, habilidades, atitudes e uma visão sistêmica orientada à inovação e à susten-

tabilidade. O relatório “*Future of Jobs*”, do Fórum Econômico Mundial (WEF), publicado em janeiro de 2025, apresenta uma análise abrangente das transformações no mercado de trabalho global.

O documento identifica tendências como a adoção acelerada de tecnologias emergentes, a transição verde, a reconfiguração geoeconômica e a crescente importância do desenvolvimento de novas competências profissionais ante a automatização de tarefas. Nesse panorama, é destacada a urgência na requalificação da força de trabalho, bem como a necessidade de desenvolver habilidades técnicas e socioemocionais que garantam a adaptabilidade dos profissionais.

Para o campo da engenharia, as tendências apontadas demandam a formação de profissionais com competências que extrapolem o domínio técnico, integrando conhecimentos, habilidades e atitudes alinhadas à inovação, à sustentabilidade e ao compromisso social (WEF, 2025). Entre essas competências, destacam-se o pensamento crítico e sistêmico, a capacidade de resolução de problemas complexos, a atuação colaborativa em contextos multidisciplinares, o uso ético e criativo da tecnologia, além do engajamento com os desafios socioambientais contemporâneos.

Nesse processo formativo, a promoção de experiências educacionais que articulem teoria e prática desde os primeiros anos da educação básica é essencial. O desenvolvimento de competências deve ser contínuo e progressivo, estimulando a construção de uma base sólida de raciocínio lógico, autonomia intelectual e sensibilidade social.

No ensino superior, especialmente na formação em engenharia, a adoção de metodologias e abordagens pedagógicas que favoreçam a aprendizagem ativa, o trabalho colaborativo e a integração de conhecimentos de diferentes áreas do conhecimento torna-se um requisito fundamental para o desenvolvimento de competências que possibilitem aos futuros profissionais compreenderem e intervirem em problemas complexos e em contextos marcados por constante transformação.

A crescente evolução e difusão de sistemas ciberfísicos – caracterizados pela profunda integração entre elementos físicos e computacionais (Marwedel, 2021) – vem impactando, de modo cada vez mais acentuado, os ritmos profissionais, culturais e sociais da sociedade. Assim, torna-se indispensável repensar as práticas formativas à luz dessas transformações, assegurando que os futuros profissionais desenvolvam competências técnicas e comportamentais que os capacitem a se adaptar e a atuar de forma crítica, significativa e criativa em ambientes marcados pelo dinamismo, complexidade e constante evolução tecnológica.

## 1.2 Competências desenvolvidas na resolução de problemas complexos

A integração entre conhecimentos técnico-científicos e competências gerais prevista nas DCNs, somada às exigências da Indústria 5.0, impõe aos cursos de engenharia o desafio de preparar profissionais que sejam capazes de desenvolver soluções para problemas de alta complexidade. Esta seção destaca as principais competências apresentadas por Santana (2023), ressaltando um conjunto de competências e respectivas habilidades que habilitam o estudante a desenvolver e implementar soluções em um processo de cocriação com usuários reais.

- **Resolução de problemas do mundo real** – Pressupõe a capacidade de delimitar o problema com autonomia, amparada por investigação em fontes primárias e secundárias; priorizar alternativas conforme impacto e esforço estimados; e conduzir entrevistas que revelem expectativas, restrições e oportunidades ocultas. Essas habilidades sustentam decisões informadas ao longo de todo o ciclo de desenvolvimento.

- **Elaboração de soluções desejáveis, factíveis e viáveis** – Exige selecionar materiais e métodos de prototipagem compatíveis com requisitos de tempo e recurso, mapear prioridades a partir de histórias/demandas de usuário e formular critérios de sucesso que reflitam valor percebido. O resultado é um protótipo alinhado tanto à viabilidade técnica quanto ao desejo do usuário.

- **Codesign** – Implica escolher ferramentas colaborativas adequadas, registrar sistematicamente cada etapa e criar espaços de participação que tornem visíveis as contribuições de todas as partes interessadas. O estudante de engenharia adota, assim, uma postura mediadora, garantindo transparência e corresponsabilidade pelas soluções.

- **Comunicação oral e escrita** – Abrange a produção de relatórios e apresentações em conformidade com normas acadêmicas e profissionais, bem como a síntese clara de resultados para diferentes públicos. A competência comunica – e legitima – o conhecimento gerado no projeto.

- **Trabalho em equipe** – Compreende definir papéis, organizar cronogramas realistas, distribuir tarefas segundo competências individuais e manter processos de validação contínua com usuários. Ferramentas colaborativas suportam a coordenação e a rastreabilidade das decisões.

- **Liderança e gestão de projetos** – Requer elaborar cronogramas alinhados à complexidade das tarefas, priorizar implementações que agreguem valor, monitorar riscos e compartilhar conhecimento dentro do time. Uma liderança distribuída fortalece a autonomia coletiva e a aprendizagem mútua.

- **Uso avançado de tecnologias** – Envolve dominar linguagens de programação, aplicar estratégias de prototipagem rápida, selecionar componentes adequados e realizar pesquisa secundária em bases confiáveis. Essa competência confere agilidade ao processo de experimentação e refinamento de soluções.

Apesar desses avanços, permanece uma lacuna formativa: as competências aqui descritas costumam ser desenvolvidas apenas no ensino superior, quando o estudante já se encontra diante de exigências profissionais complexas. Esse “gap” contrasta com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que propõe, desde a Educação Básica, a mobilização consciente de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana e do trabalho (Brasil, 2018).

A seção seguinte examina como abordagens STEAM na Educação Básica podem suprir essa lacuna, articulando as competências descritas neste capítulo às dez competências gerais da BNCC e ampliando as oportunidades para que mais estudantes desenvolvam, de maneira consciente, as habilidades e competências requeridas pela engenharia contemporânea.

## **2. Desenvolvimento de competências STEAM na Educação Básica**

Muito tem se falado nas últimas décadas sobre quais são as habilidades necessárias que um engenheiro deve possuir ao se formar. Em Lucena e outros (2008) foi elaborado um comparativo sobre como diferentes regiões do mundo lidam com essas questões, incluindo a América Latina, pois, com o mercado internacional expandindo, é importante que as expectativas de habilidades em diferentes regiões estejam alinhadas e que os órgãos regulamentadores considerem que muitas vezes o trabalho do engenheiro está vinculado a operações multinacionais.

No Brasil, em 2002, diante dessas discussões e da necessidade de atualizar os currículos vigentes para engenharia, o MEC, junto com Instituições de Ensino Superior e a comunidade científica, definiu as “Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia no Brasil (DCN), Resolução n.º 11/2002 (CNE/CES)”. Tais diretrizes focam num egresso com uma sólida formação técnica, um currículo que prioriza o desenvolvimento de diversas competências e habilidades, além disso, o ensino passa a ser centrado no aluno. No art. 4.º das DCN, definem-se quais são as competências e habilidades gerais que o engenheiro deve possuir. Elas estão reproduzidas no Quadro 1.

## Quadro 1 - Competências e habilidades gerais de um engenheiro

- |       |                                                                                            |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| I.    | aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia; |
| II.   | projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;                                 |
| III.  | conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;                              |
| IV.   | planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia;           |
| V.    | identificar, formular e resolver problemas de engenharia;                                  |
| VI.   | desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;                                    |
| VII.  | supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;                                       |
| VIII. | avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;                                |
| IX.   | comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;                            |
| X.    | atuar em equipes multidisciplinares;                                                       |
| XI.   | compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais;                            |
| XII.  | avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;             |
| XIII. | avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia;                                 |
| XIV.  | assumir a postura de permanente busca de atualização profissional                          |

Fonte: Conselho Nacional de Educação do Brasil.

Em Carvalho e outros (2017) é possível encontrar as definições dos termos “competências e habilidades” por diferentes perspectivas e uma ampla discussão comparativa entre as competências e habilidades definidas nas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia no Brasil e as requeridas pelos profissionais da área. Nesse estudo, além das competências já previstas nas diretrizes, concluiu-se sobre a necessidade do desenvolvimento mais profundo de quesitos relacionados à gestão de projetos, como negociação, tomadas de decisão, liderança e relacionamento interpessoal. Há ainda outros conhecimentos que virão apenas com a experiência profissional.

Embora essas competências e habilidades sejam esperadas dos egressos da graduação em engenharia, é importante que a Educação Básica possa contribuir para que os alunos já ingressem no Ensino Superior com conhecimentos básicos de competências que serão desenvolvidas nessa nova etapa da vida acadêmica.

Cumprindo com o inciso IV do artigo 9º da Lei nº 9.394 de 1996, conhecida como Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), que afirma que a União deve incumbir-se de:

Estabelecer, em colaboração com os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, competências e diretrizes para a educação infantil, o ensino fundamental e o ensino médio, que nortearão os currículos e seus conteúdos mínimos, de modo a assegurar formação básica comum (Brasil, 1996, tit. IV, art. 9, inc. IV),



O Ministério da Educação (MEC) homologou em 2017 a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para a Educação Infantil e Ensino Fundamental e em 2018 complementou com o documento elaborado para o Ensino Médio. Portanto, a BNCC é o documento nacional que define o conjunto de aprendizagens essenciais a serem desenvolvidas pelos estudantes ao longo de todas as etapas da educação básica de forma progressiva. A BNCC define o termo competência como sendo:

A mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho (Brasil, 2018, p. 8).

Segundo a própria BNCC ainda, o documento “está orientado pelos princípios éticos, políticos e estéticos que visam à formação humana integral e à construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva” (Brasil, 2018, p. 7). A Figura 1 apresenta, em resumo, as competências gerais da Educação Básica.

Figura 1 - Competências Gerais da BNCC



Fonte: Extraído do livro “Práticas para aprendizagens híbridas e interdisciplinares envolvendo criação, inventividade e computação Física” (Santos *et al.*, 2021a).

Ainda que a Engenharia não seja citada diretamente na BNCC, é possível fazer um paralelo (Quadro 2) relacionando quais aspectos das competências gerais da BNCC podem servir como base para cada competência presente nas DNC. Essa correlação pode auxiliar na identificação de melhorias na Educação Básica.

Quadro 2 - Competências para o curso de Engenharia X Competências gerais da BNCC

| Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia no Brasil            | Competências gerais da Educação Básica - BNCC                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia; | (1) Valorizar e utilizar os conhecimentos<br>(6) Valorizar e se apropriar de experiências                                                                          |
| projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;                                 | (6) Valorizar e se apropriar de experiências<br>(7) Argumentar com base em fatos                                                                                   |
| conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;                              | (5) Compreender, utilizar e criar tecnologias                                                                                                                      |
| planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia;           | (7) Argumentar com base em fatos<br>(9) Exercitar a empatia, o diálogo e a cooperação                                                                              |
| identificar, formular e resolver problemas de engenharia;                                  | (2) Pensamento Crítico, científico e criativo<br>(6) Valorizar e se apropriar de experiências<br>(7) Argumentar com base em fatos                                  |
| desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;                                    | (1) Valorizar e utilizar os conhecimentos<br>(2) Pensamento Crítico, científico e criativo<br>(5) Compreender, utilizar e criar tecnologias                        |
| supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;                                       | (5) Compreender, utilizar e criar tecnologias                                                                                                                      |
| avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;                                | (2) Pensamento Crítico, científico e criativo<br>(6) Valorizar e se apropriar de experiências<br>(7) Argumentar com base em fatos                                  |
| comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;                            | (4) Utilizar diferentes linguagens<br>(7) Argumentar com base em fatos<br>(9) Exercitar a empatia, o diálogo e a cooperação                                        |
| atuar em equipes multidisciplinares;                                                       | (4) Utilizar diferentes linguagens<br>(8) Autoconhecimento e autocuidado<br>(9) Exercitar a empatia, o diálogo e a cooperação<br>(10) Responsabilidade e Cidadania |

| Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia no Brasil | Competências gerais da Educação Básica - BNCC                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais;                 | (6) Valorizar e se apropriar de experiências                                                                                                                               |
| avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;  | (6) Valorizar e se apropriar de experiências<br>(7) Argumentar com base em fatos<br>(9) Exercitar a empatia, o diálogo e a cooperação<br>(10) Responsabilidade e Cidadania |
| avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia;                      | (2) Pensamento Crítico, científico e criativo<br>(7) Argumentar com base em fatos<br>(10) Responsabilidade e Cidadania                                                     |
| assumir a postura de permanente busca de atualização profissional               | (5) Compreender, utilizar e criar tecnologias<br>(7) Argumentar com base em fatos<br>(8) Autoconhecimento e autocuidado                                                    |

Fonte: Elaborado pelos autores.

Vale ressaltar que tais competências apresentadas na BNCC são necessárias para todas as áreas de conhecimento, então melhorar a abordagem delas na Educação Básica permite não só jovens mais bem preparados para cursos de engenharia, mas para qualquer área de interesse.

De todo modo, muitos são os desafios enfrentados por professores, tanto da Educação Básica quanto do Ensino Superior, no processo educacional, uma vez que envolve não só o ensino de conhecimentos teóricos, mas o desenvolvimento de habilidades pessoais - emocionais, sociais, interpessoais, muitas das quais dependem fortemente do aluno e seu meio familiar e social.

Tanto que no trabalho de Lucena *et al.* (2008) também é discutido como estudos de educação em engenharia têm expandido suas áreas de pesquisa para incluir questões de psicologia, educação básica, estatística, tecnologia e estudo sobre mulheres na área, assuntos que há muito tempo já são debatidos para a Educação Básica.

Por outro lado, pode-se ver em Guimarães Junior e colaboradores (2024) como a Educação STEAM – acrônimo para Science (Ciência), Technology (Tecnologia), Engineering (Engenharia), Arts (Arte) and Mathematics (Matemática) – no ensino básico, que promove um ensino multidisciplinar com desenvolvimento de competências para enfrentar desafios e resolver problemas, está sendo essencial para o desenvolvimento de crianças e adolescentes no mundo atual.

## 2.3 BNCC e integração curricular por meio da abordagem STEAM

Na etapa do Ensino Médio, a BNCC (Brasil, 2018) complementa, descrito aqui de forma resumida, que a escola que acolhe as juventudes deve:

- vincular os desafios da realidade atribuindo sentido às aprendizagens;
- garantir o protagonismo dos estudantes em sua aprendizagem;
- valorizar os papéis sociais desempenhados pelos jovens, para além de sua condição de estudante;
- assegurar tempos e espaços para que os estudantes reflitam sobre suas experiências e aprendizagens individuais e interpessoais;
- promover a aprendizagem colaborativa, desenvolvendo nos estudantes a capacidade de trabalharem em equipe e aprenderem com seus pares;
- estimular atitudes cooperativas e propositivas para o enfrentamento dos desafios da comunidade, do mundo do trabalho e da sociedade em geral, alicerçadas no conhecimento e na inovação.
- garantir a contextualização dos conhecimentos, articulando as dimensões do trabalho, da ciência, da tecnologia e da cultura;
- viabilizar o acesso dos estudantes às bases científicas e tecnológicas dos
- processos de produção do mundo contemporâneo, relacionando teoria e prática – ou o conhecimento teórico à resolução de problemas da realidade social, cultural ou natural;
- proporcionar uma cultura favorável ao desenvolvimento de atitudes,
- capacidades e valores que promovam o empreendedorismo (criatividade, inovação, organização, planejamento, responsabilidade, liderança, colaboração, visão de futuro, assunção de riscos, resiliência e curiosidade científica, entre outros), entendido como competência essencial ao desenvolvimento pessoal, à cidadania ativa, à inclusão social e à empregabilidade;
- prever o suporte aos jovens para que reconheçam suas potencialidades e vocações, identifiquem perspectivas e possibilidades, construam aspirações e metas de formação e inserção profissional presentes e/ou futuras, e desenvolvam uma postura empreendedora, ética e responsável para transitar no mundo do trabalho e na sociedade em geral.

Com as características da metodologia ativa de aprendizagem, a abordagem STEAM se destaca na educação por promover uma aprendizagem mais integrada à realidade e centrada no protagonismo estudantil. Essa proposta pedagógica valoriza

a criação de projetos investigativos nos quais os alunos são incentivados a aplicar, de forma integrada, o conhecimento de diferentes áreas para construir artefatos físicos ou digitais para solucionar algum problema (Fallon *et al.*, 2020).

Na prática, o ensino baseado nas metodologias ativas com abordagem STEAM envolve um ciclo contínuo de reflexão, investigação, descoberta, conexão e criação (Figura 2). Os estudantes são desafiados a identificar problemas reais, planejar investigações, propor hipóteses e prototipar soluções por meio de processos colaborativos e criativos. Esse movimento não apenas desenvolve competências técnicas e científicas, mas também estimula habilidades fundamentais do século XXI, como a criatividade, o pensamento crítico, a comunicação e a colaboração, já citadas anteriormente (Santos, 2024).

Figura 2 - Ciclo STEAM de aprendizagem



Fonte: Santos (2024).

Originalmente estruturada como STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), esta abordagem educacional demonstra grande potencial para promover uma aprendizagem interdisciplinar baseada em projetos autênticos (Hughes; Fridman; Robb, 2018). A proposta STEM destaca-se por proporcionar oportunidades para que os estudantes apliquem o conhecimento adquirido na resolução de problemas concretos, o que contribui para uma formação mais conectada às demandas do mundo contemporâneo (Falloo *et al.*, 2020).

A incorporação da Arte (A) ao modelo STEM ampliou ainda mais o alcance da proposta, dando origem à abordagem STEAM. A presença da Arte potencializa os processos de design e inovação, favorecendo a expressão criativa e sensível nas soluções propostas. Dessa forma, a abordagem STEAM fortalece a interdisciplinaridade e contribui para uma formação mais holística, em que o raciocínio lógico e técnico dialoga com a estética, a intuição e a imaginação, levando em consideração as relações humanas e as questões sociais no desenvolvimento dos projetos.

Complementarmente, como forma de fortalecer a importância do trabalho conjunto, não fragmentado, entre as áreas do conhecimento, a autora Flores (2018) propõe uma reorganização das letras do acrônimo STEAM, o transformando na palavra TEAMS (Times, em português). Essa visão antidisciplinar reforça a ideia de que a integração efetiva dos saberes ocorre por meio da colaboração entre diferentes campos, rompendo com a fragmentação tradicional dos currículos escolares.

Assim, a abordagem STEAM ou TEAMS não apenas inova as práticas pedagógicas, como também transforma a maneira como os estudantes se relacionam com o conhecimento. Por meio da investigação, da criação e da colaboração, os estudantes tornam-se agentes ativos da própria aprendizagem, desenvolvendo soluções criativas e significativas para os desafios do presente e do futuro.

Acredita-se que o melhor seja iniciar o desenvolvimento das habilidades e competências voltadas ao planejamento, execução, testes e aperfeiçoamento de possíveis soluções para problemas da comunidade.

Em 2019 o relatório do processo de elaboração das novas DCNs já salientava a importância da adoção de metodologias de ensino baseadas na aprendizagem ativa a partir do primeiro ano do curso, promovendo uma educação mais centrada no aluno e preocupada com o desenvolvimento de competências (MEC, 2019 *apud* Santos *et al.*, 2020, p. 3).

No entanto, as metodologias ativas pressupõem trabalhos interdisciplinares e transdisciplinares, de forma a se ter o aluno como o centro da construção dos conhecimentos necessários à criação de projetos para soluções de problemas, possibilitados por interações, reflexões, aplicações e compartilhamentos. Esse movimento em sala de aula requer habilidades, sociais e tecnológicas, que não se desenvolvem rapidamente. Logo, a proposta aponta para necessidade de iniciação anteriormente à graduação.

Na Tabela 2, Santos (2020) identifica as ações de cada personagem no ambiente educacional apontando as diferenças de uma metodologia ativa e o Ensino Tradi-

cional. É possível notar o quanto o conhecimento passa a ser construído pelos estudantes e o professor torna-se um orientador do processo de ensino.

Quadro 3 - Comparação entre aprendizagem ativa e ensino tradicional

| Atuação dos personagens do processo educacional | Aprendizagem Ativa                                                                                                           | Ensino Tradicional                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| O professor é...                                | Mediador no processo de aprendizagem.                                                                                        | A fonte e o transmissor do conhecimento.                                                                                                                    |
| A atuação do professor é...                     | De parceria para promover autonomia.                                                                                         | Controladora, favorecendo a obediência.                                                                                                                     |
| O aluno é...                                    | O agente principal do processo de aprendizagem.                                                                              | Dependente das instruções do professor adquirir conhecimento.                                                                                               |
| A atuação do aluno é                            | Dinâmica, participa ativamente do processo de aprendizagem.                                                                  | Passiva, recebe o conteúdo nas aulas expositivas e executa testes e provas.                                                                                 |
| O conhecimento é...                             | Socialmente construído, relacionando teoria e prática, através de fontes colaborativas e diversas de informação.             | Transmitido pelo professor e por livros didáticos.                                                                                                          |
| A tecnologia digital é...                       | Uma ferramenta poderosa que pode ser usada pelo aluno para buscar e compartilhar informação, simular, etc.                   | Usada apenas pelo professor para transmitir informação por meio de apresentações, vídeos, etc.                                                              |
| O material didático é...                        | variado, contendo elementos analógicos e digitais com múltiplas linguagens.                                                  | Composto principalmente por cadernos e livros.                                                                                                              |
| O processo de avaliação é...                    | Contínuo, com acompanhamento constante por parte do professor.                                                               | intervalado, geralmente ao término de um bloco de conteúdos.                                                                                                |
| Os instrumentos de avaliação são...             | Diversificados, visando analisar o desenvolvimento de inúmeras competências (conhecimento, habilidades, atitudes e valores). | Similares, para verificar a aquisição de conhecimentos específicos através de provas individuais escritas ou orais, sem consulta a materiais de referência. |

Fonte: Santos *et al.* (2020, p. 5).

Complementarmente, a BNCC Computação traz eixos com o objetivo de desenvolver habilidades voltadas ao uso de tecnologias como pensamento computacional, mundo digital e cultura digital, que objetivam o conhecimento de programação, sistemas distribuídos e internet, segurança e responsabilidade no uso da tecnologia, uso de tecnologias computacionais, armazenamento e transmissão de dados, dentre outros durante toda a Educação Básica.

Por fim, identifica-se grande proximidade das competências e habilidades estabelecidas pela BNCC e DCN. E percebe-se que no processo de ensino e aprendizagem, via metodologias ativas com abordagem STEAM, o trabalho desenvolvido na Educação Básica pode contribuir sim para aproveitamento maior e aprofundamento desses conhecimentos na graduação, principalmente na engenharia. Como veremos nos casos relatados na próxima seção.

### 3. Métodos inovadores de projetos STEAM Educacionais em contextos diversificados

#### 3.1 Ambientes mão na massa nas escolas públicas

Programas que unificam a formação continuada de professores, apoio didático e técnico e implantação colaborativa de espaços escolares equipados com tecnologia, ferramentas, instrumentos, dentre outros, estabelecidos pela comunidade escolar e especialistas, proporcionam reconhecer momentos diferenciados de aprendizagem para quaisquer áreas do conhecimento desenvolvidas na escola, exemplificados aqui pelos programas Maker Space IoT para alunos de escolas paulistas e o STEAM São Paulo.

##### 3.1.1 *Maker Space IoT*

O programa Maker Space IoT aconteceu em duas fases com apoio da Eletrobras Furnas e realização do LSITec no período de 2020 a 2023.

O programa teve como premissa as dificuldades dos professores em planejar, orientar e executar projetos com os alunos, seja ele tecnológico ou não, de forma autônoma, que incluísse os conteúdos de sua área com a resolução de problemas das mais diferenciadas origens, isso devido à ausência de espaço e materiais específicos na escola, apoio didático-pedagógico e questões de gestão em sala de aula.

A partir de tal percepção, o programa propôs a criação efetiva de espaço mão na massa na escola, disponibilizando materiais diversos, formação metodológica em Aprendizagem Baseada em Problemas e Projetos (PPBL) dentro de uma abordagem STEAM, além de apoio didático e técnico durante a sua duração.

As escolas parceiras que se propuseram voluntariamente a ingressar no programa deveriam dispor de uma sala para a criação do espaço maker e indicar professores dispostos a participar e atuar orientando seus alunos. Houve participação de 16 escolas, sendo cinco escolas na Fase 1 realizada em 2020 e 11 escolas na Fase 2 em 2022/23 (Venancio *et al.*, 2023); (Santos *et al.*, 2025).

O programa se fez em um ciclo constituído de três percursos concomitantes: criação do espaço mão na massa de baixo custo, conhecimento e manuseio dos materiais e aprendizagem por problemas e PPBL na abordagem STEAM (Figura 3).



Figura 3 - Ciclo dos percursos do programa *Maker Space IoT*



Fonte: Venancio *et al.* (2023, p. 2).

- **Espaço mão na massa de baixo custo** – Propositadamente, pensando na possibilidade de disseminação, consideraram-se cinco etapas para implantação dos espaços maker, de modo a respeitar características, contextos e necessidades das escolas: concepção, implementação, utilização, gestão e divulgação (Lopes *et al.*, 2021). A *concepção*, ao se definir os aspectos pedagógicos e compreender as fraquezas e capacidades do espaço disponível. Na escolha do espaço ideal, segurança (pessoal e espacial), mobiliário e organização das estações de trabalho, acessibilidade e conforto, a etapa *implantação* foi imprescindível. Já na *utilização*, as regras e critérios de uso, funcionamento, ingresso, disponibilização dos materiais, segurança foram estabelecidos coletivamente. Uma etapa relativamente complexa foi a *gestão*, pois, quem gerenciaria o uso do espaço multidisciplinar? Necessidade de recursos para manutenção e reposição material, responsabilização e comunicação são tarefas do coletivo escolar. Por fim, a *divulgação* dos trabalhos e projetos desenvolvidos no espaço é fundamental para que se mantenha vivo.

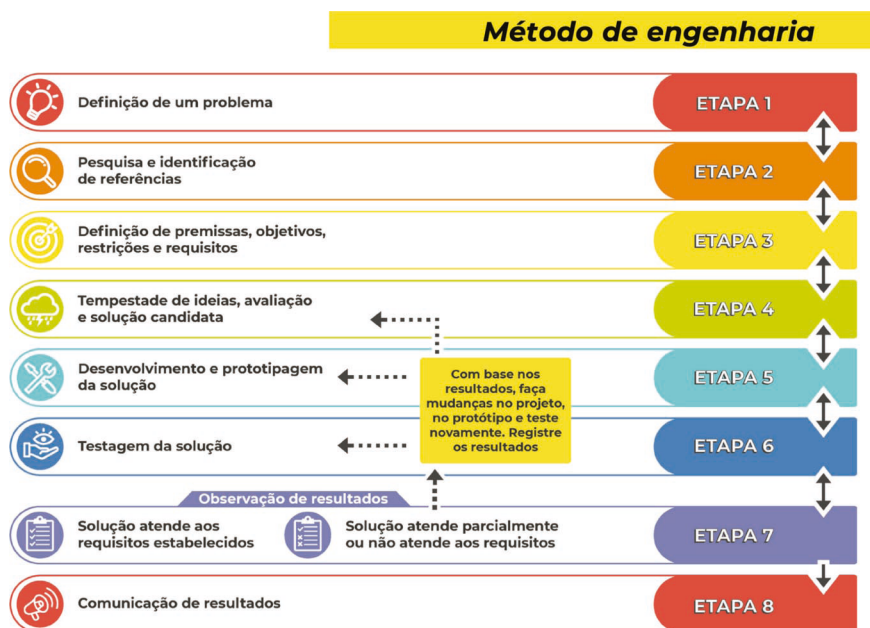
- **Conhecimento e manuseio dos materiais** – *Todos aprendendo e construindo juntos* é o mote da cultura mão na massa. As escolas receberam grande variedade de materiais: eletroeletrônicos – leds, resistores, jumper, capacitor, sensores, buzzer, bateria, motores, entre outros; tecnologias – notebook ou laborador<sup>8</sup>, arduíno, mouse, teclado; materiais diversos de papelaria e/ou mobiliário; ferramentas – chaves de fenda, martelo, alicate, serra elétrica, furadeira, multímetro, ferro de solda, entre outras, entretanto havia dificuldade de manuseio desse material. Portanto, todo material foi apresentado aos professores, uma oficina de uso de ferramentas e

<sup>8</sup> Página Oficial da Plataforma Caninos (<https://caninosloucos.org/pt/>).

iniciação à Internet das Coisas (IoT) foi realizada e apoio técnico à distância foi disponibilizado.

- **PPBL na abordagem STEAM** – Constituiu-se para o uso pedagógico do espaço *maker* momentos de reflexão, criação de planos didáticos e construção de projetos com os alunos. Para construção dos projetos os professores foram orientados à aplicação das oito etapas do método de engenharia: definição de um problema, pesquisa de referências; determinação de premissas, restrições e requisitos; pensar possíveis soluções e escolha; desenvolvimento e prototipagem da solução escolhida; observação e testagem; análise dos resultados; e, por fim, a comunicação dos resultados (Figura 4). Na fase dois do programa foram realizados uma Mostra Virtual dos projetos construídos pelos alunos, dois webinários, com destaque para os ebooks desenvolvidos<sup>9</sup> e um seminário no qual se pôde ouvir alunos e professores sobre sua participação.

Figura 4 - Método PPBL de engenharia – Traduzido e adaptado de Science Buddies (2020)

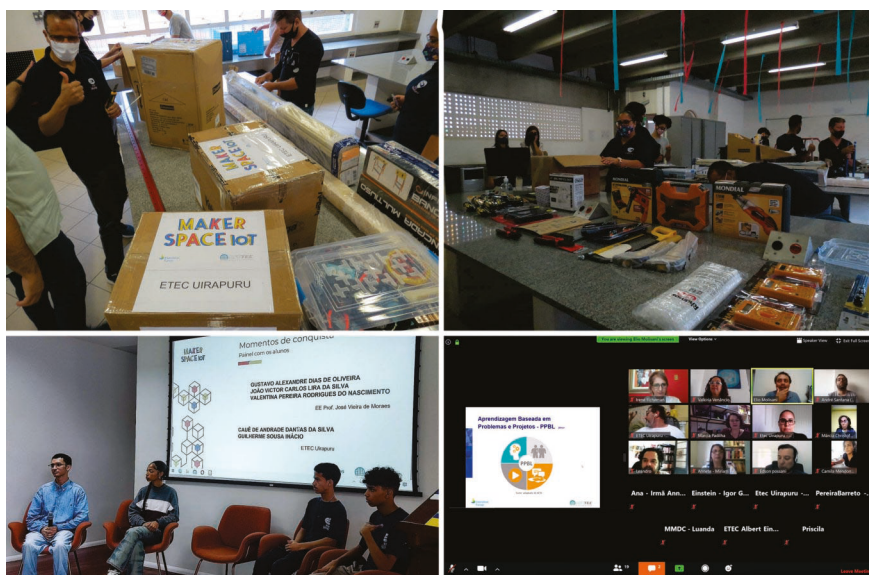


Fonte: Lopes *et al.* (2021b).

<sup>9</sup> Página Oficial dos ebooks do projeto (<https://febrace.org.br/acervo/outros/colecao-maker-space-iot>).

A Figura 5 ilustra alguns exemplos dos espaços que foram desenvolvidos durante o programa, bem como alguns dos encontros virtuais que aconteceram na segunda edição do projeto.

Figura 5 - Resultados do Projeto “Internet das Coisas para jovens do ensino médio”



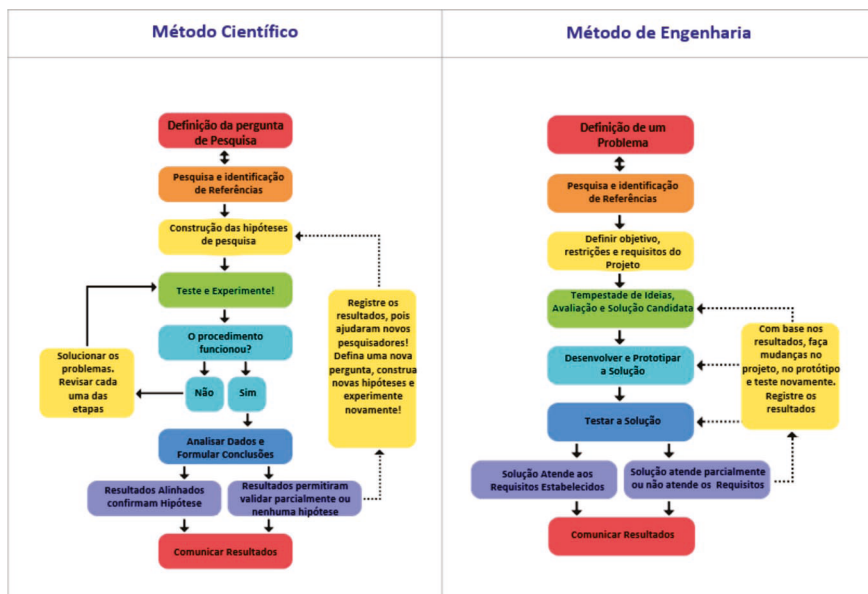
Fonte: Acervo dos autores.

### 3.1.2 STEAM São Paulo

O programa STEAM São Paulo aconteceu em duas fases (2021 e 2023) com apoio da Siemens Stiftung e realização do LSITec.

A primeira fase se fez em 2021 com a formação continuada de professores. A formação partiu de reflexões sobre as necessidades do Ensino Médio brasileiro, a nova BNCC e o protagonismo juvenil. Em continuidade, fundamentados na PPBL com abordagem STEAM, expandiram-se as ações para criação de projetos investigativos por meio das etapas dos métodos de ciências e de engenharia (Figura 6).

Figura 6 - Método PPBL de engenharia - Traduzido e adaptado de Science Buddies (2020)



Fonte: Lopes *et al.* (2021c).

Em encontros virtuais com professores de cada uma das 14 escolas envolvidas, construiu-se colaborativamente um trabalho a ser aplicado aos alunos. Utilizou-se de estratégias de pesquisa científica: levantamento e definição de problemas reais, plano de pesquisa, diário de bordo, ética e segurança, levantamento e análise de dados, relatório e artigo científico, conclusões e resumo da pesquisa, pôster e comunicação oral (Lopes *et al.*, 2021). Finalizou-se com uma Mostra virtual dos projetos desenvolvidos por professores e alunos.

Já na segunda fase, realizada em 2023, espaços STEAM foram implementados nas escolas. Para tal, os professores de quatro escolas parceiras (obrigatoriamente participantes da fase 1) juntamente com especialistas, realizaram o curso à distância - Espaço STEAM na escola (Figura 7) disponível na plataforma Aprendizagem Interativa em Ciências e Engenharia (APICE) em português e espanhol. O curso formado por seis módulos seria um pilar para implantação. São eles: entendendo a cultura STEAM, concepção do espaço STEAM, implementação do espaço STEAM, uso do espaço STEAM, gestão do espaço STEAM e, por fim, disseminação do espaço STEAM.

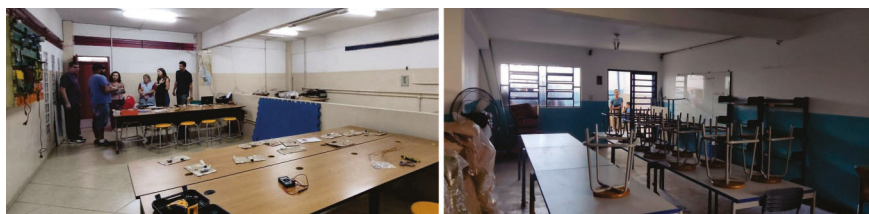
Figura 7 - Plataforma APICE



Fonte: APICE (<https://apice.febrace.org.br/courses>).

Apoiados e acompanhados por tutores, professores e gestores escolares, estabeleceram suas necessidades didático-pedagógicas, determinaram um espaço para o laboratório STEAM, e por fim, baseados em uma listagem e no conteúdo do curso realizado, estabeleceram de forma autônoma o que comprariam para a montagem efetiva do seu espaço (Figura 8) (Santos; Onosaki, 2023).

Figura 8 - Espaços construídos durante a execução do projeto STEAM São Paulo



Fonte: Acervo dos autores.

### 3.2 Projetos Investigativos e Iniciação Científica na Educação Básica

Ao integrar diferentes conhecimentos e habilidades em torno de desafios concretos, o desenvolvimento de projetos investigativos estimula a aprendizagem significativa, possibilitando que os estudantes não apenas compreendam conceitos, mas saibam aplicá-los de forma criativa e contextualizada (Thomas, 2000). Essa abordagem fortalece competências cognitivas e socioemocionais – como autonomia, resiliência, colaboração e comunicação – promovendo uma postura ativa diante do conhecimento e do mundo (Blumenfeld *et al.*, 1991).

Além disso, ao lidar com situações reais e abertas, os estudantes são convidados a explorar diferentes perspectivas, tomar decisões fundamentadas e refletir sobre os impactos sociais, ambientais e éticos de suas ações. Esse tipo de vivência contribui para a formação de indivíduos mais críticos e engajados, capazes de atuar em contextos complexos e em constante transformação – características fundamentais para profissionais que irão compor os ecossistemas de inovação da Sociedade 5.0 (conforme destacado na seção 2.2).

Nesse sentido, incentivar o desenvolvimento de projetos investigativos nas escolas contribui de forma significativa para a construção contínua de competências ao longo do processo formativo, especialmente quando orientado em abordagens integradoras como o STEAM. Ao promover experiências de aprendizagem ativas e situadas, esse tipo de abordagem concretiza a conexão entre teoria e prática, preparando os estudantes para enfrentar problemas reais com criatividade, pensamento crítico e colaboração. Essa conexão estabelece uma ponte direta com a formação em engenharia, em que a capacidade de articular conhecimentos, resolver problemas complexos e atuar de forma colaborativa em contextos interdisciplinares se torna indispensável para atuação na Indústria 5.0.

Iniciativas como a Feira Brasileira de Ciência e Engenharia (Febrace), o Desafio de Inovação do Instituto 3M (Desafio I3M) e o Encontro Nacional de Educação STEAM são exemplos de programas que fomentam a cultura investigativa e a aprendizagem baseada em projetos na educação básica. Essas iniciativas incentivam estudantes e educadores a explorarem problemas reais por meio da articulação entre diferentes campos do conhecimento, ampliando o interesse e o engajamento com as diversas áreas das ciências e da engenharia. Na sequência, cada uma dessas iniciativas será apresentada com foco em seus objetivos e contribuições para a formação científica na Educação Básica.

### 3.2.1 Desafio I3M

O Desafio de Inovação Instituto 3M é um programa gratuito que visa capacitar professores da Educação Básica para a orientação de projetos investigativos de iniciação científica e tecnológica, promovendo a cultura investigativa nas escolas públicas. A iniciativa é coordenada pelo LSI-TEC e financiada pelo Instituto 3M, como parte de seu compromisso com a educação e a inovação. O programa chega à sua 13ª edição em 2025, sendo destinado a docentes do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental, Ensino Médio ou Técnico das redes públicas das Regiões Metropolitanas de Campinas, Ribeirão Preto e Sorocaba. Anualmente, são oferecidas 250 vagas para participação na formação (Venancio; Lopes, 2024).

Durante o ciclo de capacitação, os professores são incentivados a orientar ao menos um projeto de pesquisa em sua escola, envolvendo desde a elaboração do plano de pesquisa com estudantes até a apresentação dos resultados em uma Mostra de ciências. A formação, com carga horária de 120 horas, é composta por cursos on-line realizados na plataforma APICE, encontros formativos síncronos, estudos individuais sobre metodologia científica e orientação de projetos, além de interações com professores tutores com reconhecida trajetória na iniciação científica na educação básica (Desafio de Inovação Instituto 3M, 2025).

Ao final da formação, os docentes que concluírem todas as etapas com participação e entregas satisfatórias recebem certificação endossada pelo Instituto 3M e pela Febrace. Os projetos desenvolvidos ao longo do programa foram apresentados na Mostra de Ciências e Tecnologia do Instituto 3M<sup>10</sup>, evento anual que celebra e divulga iniciativas científicas escolares nas regiões atendidas pelo programa, promovendo o protagonismo estudantil e a integração entre educação, ciência e sociedade.

O Desafio de Inovação Instituto 3M (2025) insere docentes e estudantes num ciclo completo de pesquisa, retomando as competências centrais do Capítulo 2. A investigação de problemas locais ativa a resolução de desafios do mundo real; a construção e o teste de protótipos consolidam a elaboração de soluções desejáveis, factíveis e viáveis; relatórios e mostras científicas fortalecem a comunicação oral e escrita; a organização das equipes exige liderança, gestão de projetos e trabalho colaborativo; finalmente, o processo de prototipagem demanda uso avançado de tecnologias. Simultaneamente, o programa concretiza, na educação básica, princípios da BNCC ressaltados no Capítulo 3 – pensamento crítico, argumentação com base em evidências, cooperação e responsabilidade social – ao integrar a lógica STEAM

<sup>10</sup> Página oficial do programa (<https://mostra3m.febrace.org.br/v2024>).



ao cotidiano escolar e antecipar práticas típicas da formação em engenharia para a Indústria 5.0.

### 3.2.2 Encontro Nacional de Educação STEAM

O Encontro Nacional de Educação STEAM 2025 é uma iniciativa organizada pelo LSI-TEC, com apoio financeiro da Embaixada dos Estados Unidos no Brasil e do Instituto 3M. Conta ainda com o apoio institucional do Conselho Nacional de Secretários de Educação (Consed), do Conselho Nacional das Instituições da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (Conif), e da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP).

Voltado a educadores e gestores da educação básica pública de todo o país, o programa tem como objetivo estruturar uma rede de multiplicadores para a promoção e o fortalecimento de ações de aprendizagem ativa em Ciências, Tecnologia, Engenharias, Artes e Matemática (STEAM) nas redes públicas de ensino. A proposta busca fomentar práticas pedagógicas inovadoras, como metodologias ativas, abordagens investigativas e interdisciplinares, cultura maker, iniciação científica e empreendedorismo educacional (Encontro Nacional de Educação STEAM, 2025).

A iniciativa promove anualmente uma semana de imersão presencial, realizada na Universidade de São Paulo (USP), com uma programação composta por palestras, oficinas, sessões plenárias e atividades colaborativas baseadas em estratégias como *design thinking*, culminando na elaboração de planos de ação estratégicos para implementação de práticas STEAM nos contextos educacionais locais.

A formação oferece 200 vagas, distribuídas entre gestores estaduais e municipais, professores do Ensino Fundamental II, do Ensino Médio e do Ensino Técnico de redes públicas. Além da imersão, os participantes também passam por atividades preparatórias online e têm acesso à plataforma da Comunidade STEAM, que viabiliza o acompanhamento técnico e a troca de experiências com uma rede especializada.

Como parte dos benefícios do programa, os participantes tornam-se membros da Rede Alumni da Comunidade STEAM, sendo elegíveis para recursos sementes (*small grants*), voltados à implementação das iniciativas desenvolvidas durante a formação.

### 3.3.3 Febrace

A Febrace é uma das principais iniciativas de extensão universitária da USP e, ao longo de seus 23 anos, tem desempenhado um papel central no estímulo ao de-



envolvimento de projetos científicos e de engenharia entre estudantes da educação básica e técnica no Brasil. Organizada pelo Laboratório de Sistemas Integráveis Tecnológico (LSI-TEC), da Escola Politécnica da USP, a iniciativa promove anualmente uma mostra nacional de projetos que reúne jovens de diversas regiões do país, incentivando a cultura científica, a inovação e o empreendedorismo.

Desde sua primeira edição em 2003, a Febrace<sup>11</sup> tem ampliado significativamente seu impacto na educação básica brasileira. Na edição de 2024, por exemplo, foram inscritos 2.910 projetos, dos quais 226 foram selecionados como finalistas, envolvendo diretamente 58.320 estudantes em todo o Brasil por meio de sua rede de 122 feiras afiliadas (Febrace, 2025). Esses números refletem o crescente engajamento de estudantes e professores com a pesquisa científica e com a busca por soluções inovadoras para os desafios da sociedade.

Ao mobilizar uma ampla rede de escolas, educadores, universidades e instituições parceiras, a Febrace se consolidou como um movimento nacional de estímulo ao protagonismo estudantil no desenvolvimento de projetos de ciências e de engenharia, promovendo, dessa forma, o fortalecimento da cultura científica e tecnológica no país, além de criar oportunidades para que os estudantes se conectem com a comunidade acadêmica, participem de eventos internacionais e ampliem suas perspectivas formativas. Trata-se de uma ação estratégica que contribui para a construção de trajetórias educativas alinhadas às demandas da Sociedade 5.0, por meio da valorização da investigação, da inovação e da articulação entre saberes.

A Figura 9 ilustra a articulação de estudantes durante a edição 21 da Febrace.

Figura 9 - XXI Febrace na Universidade de São Paulo



Fonte: Acervo dos autores.

<sup>11</sup> Página oficial da Febrace (<https://febrace.org.br/>).

A Febrace configura um ambiente autêntico em que estudantes aplicam, em escala nacional, as competências elencadas no Capítulo 2. A seleção de desafios socialmente relevantes evidencia a resolução de problemas do mundo real; a apresentação de protótipos demonstra viabilidade técnica, desejabilidade e factibilidade; tanto na elaboração dos pôsteres, quanto dos resumos e durante as apresentações dos estudantes, os estudantes desenvolvem competências de comunicação; a interação entre pares e orientadores promove trabalho em equipe e liderança; e o desenvolvimento dos projetos incorpora constantemente o uso de tecnologias avançadas.

No plano da BNCC (Capítulo 3), a feira estimula valorização do conhecimento, pensamento crítico, cooperação, responsabilidade e cidadania, habilidades integradas pela abordagem STEAM. Assim, a Febrace consolida a ponte entre educação básica, universidade e setor produtivo, adiantando o desenvolvimento de competências frequentemente reservadas ao ensino superior e alinhando-as às demandas contemporâneas da Indústria 5.0.

### 3.4 Resolução de problemas do mundo real no Ensino Superior

#### 3.4.1 *Campus Mobile*

Criado em 2012, o Campus Mobile é um programa anual de inovação aberta organizado pelo Laboratório de Sistemas Integráveis Tecnológico (LSI-Tec), com o apoio do Instituto Claro<sup>12</sup> e da plataforma de inovação aberta beOn Claro. Seu objetivo é identificar e formar talentos universitários para o desenvolvimento de conteúdos e serviços móveis escaláveis de impacto social.

A Campus Mobile estrutura-se em seis categorias temáticas – Diversidade, Educação, Entretenimento, Saúde, Smart Cities e Green Tech & AgTech – que orientam os participantes na escolha de Problemas reais a serem solucionados. Desde a sua criação, o programa contabiliza mais de 8 mil estudantes inscritos, de mais de 271 municípios brasileiros.

A jornada de aprendizagem ocorre em três fases complementares. Inicialmente, as equipes submetem suas propostas online; as ideias com maior potencial de impacto e escalabilidade recebem um ciclo de mentorias remotas conduzidas por especialistas do ecossistema de startups. Em seguida, as equipes selecionadas participam de uma semana imersiva presencial em São Paulo, com oficinas de *design thinking*, prototipagem rápida, modelagem de negócios, testes de usabilidade e palestras so-

<sup>12</sup> Página oficial da Campus Mobile (<https://www.institutoclaro.org.br/campus-mobile/>).

bre monetização e sustentabilidade de produtos digitais. Ao final da imersão, os grupos refinam o MVP e o apresentam a uma banca (Figura 10) formada por pesquisadores, executivos da Claro e investidores-anjo.

Figura 10 - Apresentação de uma das equipes na Campus Mobile



Fonte: Acervo dos autores.

Os vencedores recebem aporte financeiro, apoio contínuo de mentoria e uma viagem de imersão ao Vale do Silício, nos Estados Unidos, onde visitam empresas de referência e aceleradoras, ampliando sua rede internacional de contatos. A experiência contribui para o amadurecimento dos projetos e para a ampliação da visão empreendedora dos participantes.

Sob a ótica formativa, o Campus Mobile reforça e materializa as competências descritas na Seção 2. A resolução de problemas do mundo real é exercitada desde a identificação do desafio até a validação com usuários; a elaboração de soluções desejáveis, factíveis e viáveis é mediada pelas sessões de mentoria; o *codesign* e o trabalho em equipe são estimulados nas oficinas colaborativas; comunicação oral e escrita são exigidas na defesa do *pitch*; liderança e gestão de projetos são desenvolvidas no acompanhamento dos cronogramas e indicadores; e o uso avançado de tecnologias permeia todo o ciclo de prototipagem. Dessa forma, o programa cria um ambiente autêntico onde estudantes vivenciam, de modo integrado, as competências centrais à formação do engenheiro do século XXI.

Além de potencializar o protagonismo estudantil, a iniciativa aproxima universidade, indústria e sociedade, ao alinhar inovação tecnológica a demandas socioambientais concretas. Essa articulação reforça o papel do ensino superior na promoção de ecossistemas de empreendedorismo de base tecnológica voltados ao desenvolvimento sustentável do país.

## Considerações finais

Desenvolver habilidades e competências de engenharia desde a Educação Básica revela-se uma ação fundamental para formar cidadãos inovadores e preparados, para que sejam capazes de resolver problemas reais da sociedade. A Engenharia, em essência, é resolução de problemas do mundo real, uma forma de pensamento que combina criatividade, análise e aplicação prática do conhecimento. Quando iniciamos esse desenvolvimento ainda na Educação Básica, abrimos caminho para que os estudantes se tornem protagonistas de sua aprendizagem, enfrentando desafios reais com propósito e confiança. Em vez de meros receptores de conteúdo, os estudantes assumem o papel de jovens projetistas que experimentam, erram, corrigem rotas e persistem em busca de soluções.

Essa abordagem não apenas reforça conteúdos acadêmicos das áreas Ciências, Matemática e Tecnologia, mas também cultiva competências socioemocionais, como trabalho em equipe, comunicação e resiliência, qualidades essenciais para cidadãos e profissionais do século XXI. Nesse sentido, este capítulo reafirma a importância em investir na mentalidade engenheira desde cedo, garantindo assim a construção de fundamentos sólidos para que nossos estudantes sejam capazes de criar projetos cada vez mais inovadores e sustentáveis.

Ao longo deste capítulo, exploramos diversas iniciativas pioneiras que trazem a engenharia para o dia a dia da escola. O programa **Maker Space IoT**, por exemplo, mostrou como é possível criar espaços de criação de baixo custo dentro de escolas públicas, integrando conceitos de Internet das Coisas (IoT) em atividades práticas. Essa iniciativa não somente equipou escolas públicas de São Paulo com Ambientes Maker, mas também apoiou a formação de docentes em metodologias de Aprendizagem por Projetos, ampliando a capacidade das escolas de promover aprendizagem “mão na massa” orientada à resolução de problemas.

Da mesma forma, o **STEAM São Paulo** destacou o poder da formação continuada de professores para uma educação mais integrada em Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática. Por meio de cursos estruturados e mentorias, esse pro-

grama apoiou a capacitação de educadores do Ensino Médio da rede pública para implementar projetos investigativos com seus alunos, adotando metodologias científicas e de engenharia na sala de aula. O impacto direto permitiu que os professores se sentissem mais confiantes e preparados para orientar suas equipes em projetos interdisciplinares, despertando nos jovens o encantamento por investigar e criar soluções inovadoras em suas comunidades.

Outras iniciativas ampliaram esse movimento, conectando desafios educacionais locais a uma visão de alcance nacional. O **Desafio de Inovação Instituto 3M** mostrou como parcerias entre instituições (como o Instituto 3M, universidades e organizações como a **Febrace**) podem gerar condições para o empoderamento de professores, que assumem o papel de mentores de jovens cientistas e engenheiros. Esse programa ofereceu formação de 120 horas a centenas de docentes do Ensino Fundamental II, Ensino Médio e Técnico, focando em orientar projetos de iniciação científica e tecnológica alinhados à realidade do *Novo Ensino Médio*.

Em paralelo, a **Febrace (Feira Brasileira de Ciências e Engenharia)** vem, há anos, inspirando e canalizando a criatividade de estudantes de todo o país. A cada edição, milhares de jovens apresentam projetos de ciência e engenharia que muitas vezes nascem de problemas reais de suas comunidades, seja uma solução de energia limpa, um dispositivo de acessibilidade ou uma inovação em saúde. Além de reconhecer e premiar esses talentos, a Febrace desempenha um papel formativo: prepara alunos e professores para o rigor do método científico e de engenharia, promove a troca de experiências e abre portas para feiras internacionais.

O efeito dessas iniciativas é tangível e cumulativo, professores e alunos engajados por esses programas carregam adiante a cultura de inovação, inspirando colegas e fortalecendo uma rede de educação voltada à resolução criativa de problemas. Em nível de política educacional e colaboração entre redes de ensino, o **Encontro Nacional de Educação STEAM** se destaca como um catalisador estratégico.

O Encontro STEAM evidencia que, quando se alinham esforços de base (escolas e professores inovadores) com apoio institucional (universidades, fundações, secretarias de educação), é possível acelerar mudanças de paradigma. Cada professor inspirado nesta iniciativa torna-se um multiplicador de práticas inovadoras, adaptando as ideias vivenciadas às realidades locais e influenciando colegas e gestores a apoiarem a cultura de engenharia e inovação na escola. Por mais promissoras que sejam essas iniciativas, reconhecemos que existem desafios significativos para a adoção eficaz de abordagens de engenharia na Educação Básica.

Um dos principais é a **formação docente**: muitos professores nunca tiveram contato, em sua graduação, com conceitos de engenharia, robótica ou metodologias de aprendizagem por projetos. Superar essa lacuna requer investimentos contínuos em capacitação, formação continuada e acompanhamento pedagógico, para que os educadores se sintam seguros para mediar projetos complexos e tecnológicos.

Outro **desafio é a infraestrutura**: nem todas as escolas dispõem de laboratórios, computadores ou kits didáticos; em alguns casos faltam até espaços básicos adequados para atividades em grupo. A criação de espaços maker e laboratórios de ciências de baixo custo (como demonstrado pelo Maker Space IoT) é uma alternativa, mas ainda demanda recursos, planejamento e manutenção.

Além disso, há o **desafio da avaliação**: os métodos tradicionais (provas, trabalhos escritos) nem sempre capturam bem as competências desenvolvidas em projetos de engenharia, como a criatividade, a colaboração e o pensamento crítico. É necessário inovar também nos instrumentos de avaliação – portfólios, rubricas de desempenho, avaliações formativas baseadas em observação – de forma a valorizar o processo e não apenas o produto.

Por fim, existem **resistências naturais à mudança**: incorporar projetos e práticas mão na massa exige reorganizar currículos, ajustar cronogramas e até quebrar barreiras culturais dentro da escola. Enfrentar esses desafios implica engajamento de toda a comunidade escolar, apoio dos gestores e políticas públicas que sustentem essa transformação de maneira sistemática.

Cabe ressaltar que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), embora não cite explicitamente o termo “engenharia” em seus textos, abre diversos espaços para o desenvolvimento dessas competências na prática. A BNCC enfatiza, por exemplo, o pensamento computacional, a resolução colaborativa de problemas, a investigação científica e a criação de protótipos como parte das habilidades a serem desenvolvidas em várias etapas da Educação Básica.

Quando um professor estimula o aluno a identificar um problema local, pesquisar soluções possíveis, planejar e testar uma intervenção (ainda que simples, como um experimento ou modelo), ele está aplicando o método de engenharia dentro dos objetivos da BNCC. Os projetos integradores e eletivas do Novo Ensino Médio também oferecem oportunidades para inserir desafios de engenharia, desde a programação de um robô em um clube de matemática até o design de uma solução que envolve preocupações com o meio ambiente em um projeto de Ciências. Ou seja, a engenharia já está presente nas entrelinhas do currículo, disfarçada de criatividade, pensamento científico e protagonismo juvenil.

## Referências

ABET. **Criteria for accrediting engineering programs**: 2022-2023. Baltimore, MD: ABET, 2022.

BLUMENFELD, P. C. *et al.* Motivating project-based learning: sustaining the doing, supporting the learning. **Educational Psychologist**, v. 26, n. 3-4, p. 369-398, 1991.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, DF, 23 dez. 1996. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9394.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm). Acesso em: 13 abr. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: 13 abr. 2025.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**: Educação Infantil e Ensino Fundamental. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: [https://www.gov.br/mec/pt-br/escola-em-tempo-integral/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518-versaofinal.pdf](https://www.gov.br/mec/pt-br/escola-em-tempo-integral/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal.pdf). Acesso em: 13 abr. 2025.

BREQUE, M.; DE NORONHA, T.; KECHAGIAS, E. **Industry 5.0**: a transformative vision for Europe – towards a sustainable, human-centred and resilient European industry. Brussels: European Commission, 2021.

CARVALHO, L. De A.; TONINI, A. M. Uma análise comparativa entre as competências requeridas na atuação profissional do engenheiro contemporâneo e aquelas previstas nas diretrizes curriculares nacionais dos cursos de Engenharia. **Gestão & Produção**, v. 24, n. 4, p. 829-841, out. 2017.

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (Brasil). Resolução CNE/CES 11/2002, de 11 mar. 2002. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, DF, 25 fev. 2002.

DESAFIO DE INOVAÇÃO INSTITUTO 3M. 2025. Disponível em: <https://formacao3m.febrace.org.br/v2025/>. Acesso em: 11 abr. 2025.

ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO STEAM 2025. Disponível em: <https://encontresteam.febrace.org.br/v2025/>. Acesso em: 11 abr. 2025.

FALLOON, G.; FORBES, A.; STEVENSON, M.; BOWER, M.; HATZIGIANNI, M. STEM in the making? Investigating STEM learning in junior school makerspaces. **Research in Science Education**, p. 1-27, 2020. DOI: 10.1007/s11165-020-09949-3.

FEBRACE. **Feira Brasileira de Ciências e Engenharia**. 2025. Disponível em: <https://febrace.org.br/>. Acesso em: 15 abr. 2025.

FEISEL, L. D.; ROSA, A. J. The role of the laboratory in undergraduate engineering education. **Journal of Engineering Education**, v. 94, n. 1, p. 121-130, 2005.

FLORES, C. Problem-based science, a constructionist approach to science literacy in middle school. **International Journal of Child-Computer Interaction**, v. 16, p. 25-30, 2018. DOI: 10.1016/j.ijcci.2017.11.001.

GUIMARÃES JUNIOR, J. C. *et al.* O papel da educação STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) no desenvolvimento de habilidades do século XXI. **Revista Acadêmica Online**, v. 10, n. 49, p. e1379, 2024. DOI: 10.36238/2359-5787.2024.003. Disponível em: <https://revistaacademicaonline.com/index.php/rao/article/view/1379>. Acesso em: 10 abr. 2025.

HUGHES, J.; FRIDMAN, L.; ROBB, J. Exploring maker cultures and pedagogies to bridge the gaps for students with special needs. In: **Transforming our world through design, diversity and education**. Amsterdam: IOS Press, 2018. p. 393-400. DOI: 10.3233/978-1-61499-923-2-393.

LOPES, R. de D. *et al.* **Espaços e cultura maker na escola**. São Paulo: Edição dos Autores, 2021a. ePub. Disponível em: [https://febrace.org.br/wp-content/uploads/2021/08/IoT-EM\\_Vol1-Maker-Space.pdf](https://febrace.org.br/wp-content/uploads/2021/08/IoT-EM_Vol1-Maker-Space.pdf). Acesso em: 10 abr. 2025.

LOPES, R. de D. *et al.* **Aprendizagem por problemas e projetos**. São Paulo: Edição dos Autores, 2021b. ePub. Disponível em: [https://febrace.org.br/wp-content/uploads/2021/09/IoT-EM\\_Vol3-Aprendizagem-por-problemas-e-projetos.pdf](https://febrace.org.br/wp-content/uploads/2021/09/IoT-EM_Vol3-Aprendizagem-por-problemas-e-projetos.pdf). Acesso em: 10 abr. 2025.



LOPES, R. de D. *et al.* **Guia para a prática da educação em STEAM no ensino médio**: Projeto STEAM Território São Paulo. São Paulo: Edição dos Autores, 2021c. Disponível em: [https://febrace.org.br/wp-content/uploads/2023/06/PT\\_guia\\_steam.pdf](https://febrace.org.br/wp-content/uploads/2023/06/PT_guia_steam.pdf). Acesso em: 10 abr. 2025.

LUCENA, J.; DOWNEY, G.; JESIEK, B.; ELBER, S. Competencies beyond countries: the re-organization of engineering education in the United States, Europe, and Latin America. **Journal of Engineering Education**, v. 97, p. 433-447, 2008. DOI: 10.1002/j.2168-9830.2008.tb00991.x.

MARWEDEL, P. **Embedded system design**: embedded systems foundations of cyber-physical systems, and the Internet of Things. 5. ed. Cham: Springer International Publishing, 2021.

PERRENOUD, P. **Construir as competências desde a escola**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

SANTANA, A. L. M. **Educação em engenharia na era da indústria 4.0**: um método para operacionalizar o desenvolvimento de competências para a realização de projetos complexos, baseados na resolução de problemas reais. 2023. 221 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

SANTANA, A. L. M.; LOPES, R. de D. Active learning methodologies and Industry 4.0 skills development – a systematic review of the literature. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE TECNOLOGIAS DE APRENDIZAGEM (LACLO), 15., 2020, on-line. **Anais [...]**. Piscataway: IEEE, 2020.

SANTANA, A. L. M.; LOPES, R. de D. Using real-world problems and project-based learning for future skill development: an approach to connect higher-education students and society through user-centered design. In: EHLERS, U. D.; EIGBRECHT, L. (org.). **Creating the university of the future**: a global view on future skills and future higher education. Wiesbaden: Springer, 2024.

SANTOS, E. M. F. **Considerações para a criação de ambientes maker escolares na educação básica**. 2024. Tese (Doutorado em Sistemas Eletrônicos) – Esco-

la Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2024. DOI: 10.11606/T.3.2024.tde-17012025-082717. Acesso em: 14 abr. 2025.

SANTOS, E. M. F.; MATA, L. R.; ESTEVES, F. R.; LOPES, R. de D. Aprendizagem ativa como principal estratégia para atendimento das novas diretrizes curriculares nacionais em engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA (COBENGE), 2020, on-line. **Anais** [...]. 2020. Disponível em: [https://admin.abenge.org.br/public/conteudo/artigo?cod\\_trab=3260](https://admin.abenge.org.br/public/conteudo/artigo?cod_trab=3260). Acesso em: 15 abr. 2025.

SANTOS, E. M. F.; ONISAKI, H. H. C. **Espaço STEAM na escola: guia completo para professores e gestores da educação básica e técnica**. São Paulo: EPUSP-Escola Politécnica, 2023. Disponível em: [https://febrace.org.br/wp-content/uploads/2023/11/PT\\_Ebook-ESPACO-STEAM-NA-ESCOLA.pdf](https://febrace.org.br/wp-content/uploads/2023/11/PT_Ebook-ESPACO-STEAM-NA-ESCOLA.pdf). Acesso em: 10 abr. 2025.

SANTOS, E. M. F.; SACAY, M. N. **Internet das Coisas para iniciantes: da teoria à prática**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2025. 400 p. ISBN 978-85-396-5189-4.

SANTOS, E. M. F.; SACAY, M. N.; CAVALCANTE, M. A.; FREITAS, J. A. A. **Práticas para aprendizagens híbridas e interdisciplinares envolvendo criação, inventividade e computação física**. São Paulo: Secretaria Municipal de Educação de São Paulo/COPED, 2021. 60 p. ISBN 978-65-88021-33-0.

SANTOS, E. M. F.; VENANCIO, V.; SANTOS, E. M. F.; SANTANA, A. L. M.; LOPES, R. de D. Paths for the implementation and management of school maker environments. In: WORLD CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES (WORLDCIST'25), 13., 2025, Florianópolis. **Proceedings** [...]. Cham: Springer, 2025.

THOMAS, J. W. **A review of research on project-based learning**. San Rafael: Autodesk Foundation, 2000. Disponível em: [https://tecfa.unige.ch/proj/eteach-net/Thomas\\_researchreview\\_PBL.pdf](https://tecfa.unige.ch/proj/eteach-net/Thomas_researchreview_PBL.pdf). Acesso em: 11 abr. 2025.

VENANCIO, V. *et al.* Formação de professores para uso de espaços “mão na massa” em escolas da educação básica brasileira. In: SÁNCHEZ, J. (ed.). **Nuevas ideas en informática educativa**, v. 17, p. 149-158, 2023. ISBN 978-956-416-583-7. Disponível em: [https://www.tise.cl/2023/doc/FullPapers/TISE\\_2023\\_paper\\_79.pdf](https://www.tise.cl/2023/doc/FullPapers/TISE_2023_paper_79.pdf). Acesso em: 3 abr. 2025.

VENANCIO, Valkiria; LOPES, Roseli de D. Evolutionary and Cooperative Process of Using DICT in the Continuous Training of Teachers in URTI: From Moodle to GenAI. In: CONFERENCIA LATINOAMERICANA DE TECNOLOGÍA DE APRENDIZAJE, 19., 2024, Montevideo. **Proceedings**. Disponível em: [https://doi.org/10.1007/978-981-96-3698-3\\_11](https://doi.org/10.1007/978-981-96-3698-3_11). Acesso em: 06 maio 2025.

WING, J. M. Computational thinking. **Communications of the ACM**, v. 49, n. 3, p. 33-35, 2006.

WORLD ECONOMIC FORUM. **The future of jobs report 2025**. Geneva: World Economic Forum, 2025. Disponível em: <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2025/>. Acesso em: 11 abr. 2025.