

INTEGRAÇÃO STEAM E CONTROLE NUMÉRICO COMPUTADORIZADO: SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA INOVAÇÃO NO ENSINO TÉCNICO

STEAM INTEGRATION AND COMPUTER NUMERICAL CONTROL: A DIDACTIC
SEQUENCE FOR INNOVATION IN TECHNICAL EDUCATION

INTEGRACIÓN STEAM Y CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO: SECUENCIA
DIDÁCTICA PARA LA INNOVACIÓN EN LA ENSEÑANZA TÉCNICA

Ivan Ferreira Martins¹
Hevilly Andreina Brito de Souza²
Ronscley Modesto de Lima³

RESUMO: A educação contemporânea, demanda a formação de profissionais com competências integradas para problemas complexos e futuros. Nesse contexto, a metodologia STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics), aliada à Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL), é essencial para promover uma educação interdisciplinar e prática, fomentando o protagonismo estudantil, o pensamento crítico e a criatividade. Este trabalho propõe uma sequência didática baseada na metodologia STEAM e na PBL (Aprendizagem Baseada em Projetos), voltada à construção de uma CNC caneta de baixo custo. A proposta integra teoria e prática no ensino de automação, programação, eletrônica e design, utilizando tecnologias acessíveis como Arduino e impressão 3D. Estruturada em cinco etapas — exploração conceitual, modelagem digital, impressão 3D, montagem e programação —, a metodologia busca desenvolver competências técnicas e socioemocionais alinhadas à Indústria 4.0. Os resultados esperados incluem a promoção do protagonismo estudantil, do pensamento crítico e do trabalho colaborativo. A pesquisa contribui para a renovação das práticas pedagógicas na Educação Profissional e Tecnológica, democratizando o acesso a tecnologias emergentes e fortalecendo a formação integral dos estudantes.

5543

Palavras-chave: Educação STEAM. Controle Numérico Computadorizado (CNC). Sequência Didática. Educação Profissional e Tecnológica. Cultura Maker.

ABSTRACT: Contemporary education demands the development of professionals with integrated competencies to address complex and future challenges. In this context, the STEAM methodology (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics), combined with Project-Based Learning (PBL), is essential to promote an interdisciplinary and practical education that fosters student protagonism, critical thinking, and creativity. This work proposes a didactic sequence based on the STEAM methodology and PBL, focused on building a low-cost pen CNC machine. The proposal integrates theory and practice in teaching automation, programming, electronics, and design, using accessible technologies such as Arduino and 3D printing. Structured in five stages—conceptual exploration, digital modeling, 3D printing, assembly, and programming—the methodology seeks to develop technical and socio-emotional skills aligned with Industry 4.0. The expected outcomes include fostering student protagonism, critical thinking, and collaborative work. The research contributes to renewing pedagogical practices in Professional and Technological Education, democratizing access to emerging technologies, and strengthening students' comprehensive education.

Keywords: STEAM Education. Computer Numerical Control (CNC). Didactic Sequence. Professional and Technological Education. Maker Culture.

¹Mestrando em Ciência da Computação – Coordenador do Grupo de Pesquisa e Inovação NEES – Núcleo de Estudos em Educação STEAM, Escola do Futuro de Goiás.

²Estudante do Ensino Técnico e Bolsista do Grupo de Pesquisa e Inovação NEES – Núcleo de Estudos em Educação STEAM, Escola do Futuro de Goiás.

³Estudante do Ensino Técnico e Bolsista do Grupo de Pesquisa e Inovação NEES – Núcleo de Estudos em Educação STEAM, Escola do Futuro de Goiás.

RESUMEN: La educación contemporánea exige la formación de profesionales con competencias integradas para enfrentar problemas complejos y futuros. En este contexto, la metodología STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas), combinada con el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), resulta esencial para promover una educación interdisciplinaria y práctica que fomente el protagonismo estudiantil, el pensamiento crítico y la creatividad. Este trabajo propone una secuencia didáctica basada en la metodología STEAM y en el ABP, enfocada en la construcción de una máquina CNC de lápiz de bajo costo. La propuesta integra teoría y práctica en la enseñanza de automatización, programación, electrónica y diseño, utilizando tecnologías accesibles como Arduino e impresión 3D. Estructurada en cinco etapas —exploración conceptual, modelado digital, impresión 3D, montaje y programación—, la metodología busca desarrollar competencias técnicas y socioemocionales alineadas con la Industria 4.0. Los resultados esperados incluyen el fomento del protagonismo estudiantil, el pensamiento crítico y el trabajo colaborativo. La investigación contribuye a la renovación de las prácticas pedagógicas en la Educación Profesional y Tecnológica, democratizando el acceso a tecnologías emergentes y fortaleciendo la formación integral de los estudiantes.

Palabras clave: Educación STEAM. Control Numérico Computarizado (CNC). Secuencia Didáctica. Educación Profesional y Tecnológica. Cultura Maker.

INTRODUÇÃO

A educação contemporânea enfrenta o desafio de preparar uma nova geração de profissionais capazes de lidar com a complexidade dos problemas atuais e futuros. Segundo a OECD (*Organisation for Economic Co-operation and Development*) (2018), é necessário formar jovens preparados para enfrentar problemas ainda desconhecidos, demandando competências que integrem conhecimentos, habilidades, atitudes e valores. Nesse contexto, a metodologia STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) surge como abordagem essencial para promover uma educação interdisciplinar e prática.

A metodologia STEAM, que integra Artes uma evolução da STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*), promove a transdisciplinaridade e, quando aliada à Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL), fomenta o protagonismo estudantil. Essa sinergia desenvolve o pensamento crítico e a criatividade, permitindo uma compreensão científica mais ampla e contextualizada (Pinheiro; Soares, 2022; Santos; Paulino, 2023; Venturine; Malaquias, 2022). O resultado é uma aprendizagem significativa e colaborativa, visando a formação integral do indivíduo na educação contemporânea.

Aliado a essa metodologia as tecnologias de fabricação digital, como impressão 3D, usinagem CNC e Hardware Aberto, revolucionam os processos educativos ao permitir a materialização de conceitos abstratos, facilitando a compreensão prática de engenharia, matemática e física (Fernandes; Zanon, 2022; Souza; Teles; Rodrigues, 2022). A integração

dessas ferramentas no currículo promove o desenvolvimento de competências essenciais para a Indústria 4.0, como *design thinking*, resolução de problemas e inovação. Além disso, o uso de tecnologias abertas e de baixo custo, a exemplo do Arduino e softwares livres, democratiza o acesso ao ensino de automação e fabricação digital, tornando-o viável mesmo em instituições com recursos limitados (Costa; Guedes, 2022; Fernandes; Zanon, 2022; Pratti et al., 2025).

Esse ecossistema de fabricação digital está intrinsecamente ligado à *cultura maker*, que valoriza a construção ativa do conhecimento por meio da experimentação, criatividade e resolução de problemas reais, favorecendo o desenvolvimento de competências técnicas integradas aos fundamentos teóricos (Pratti et al., 2025). Tal ambiente é propício à aplicação da aprendizagem significativa de Ausubel, pois os estudantes constroem conhecimento através de experiências concretas e relevantes (Bryce; Blown, 2024). Isso se alinha perfeitamente ao princípio de Freire (2006) de que ensinar não é transferir conhecimento, mas sim criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção.

Com base nessa perspectiva, este trabalho propõe uma sequência didática para produção de uma CNC caneta de baixo custo, voltada à promoção da compreensão de conceitos de automação, programação, eletrônica e design, tomando como base a articulação entre teoria e prática em projetos reais, acessíveis e replicáveis dentro do contexto da Educação Profissional e Tecnológica. Pretende-se, ao longo do estudo, detalhar as etapas da sequência didática, evidenciando como o uso de tecnologias abertas e de baixo custo podem potencializar a aprendizagem interdisciplinar e colaborativa, além de contribuir para a formação de competências alinhadas às exigências do mercado de trabalho.

5545

METODOLOGIA

Esta seção apresenta a metodologia adotada para o desenvolvimento da sequência didática proposta, voltada à Educação Profissional e Tecnológica e fundamentada em abordagens ativas de aprendizagem que integram teoria e prática. A proposta tem como objetivo promover o desenvolvimento de competências técnicas, cognitivas e criativas por meio da construção de um protótipo funcional de máquina CNC, articulando conceitos de matemática, física, engenharia, arte e computação.

A sequência é estruturada em cinco etapas progressivas — Exploração Conceitual, Modelagem Digital com Tinkercad, Fatiamento e Impressão 3D, Montagem Mecânica e Integração Eletromecânica, e Programação, Configuração e Testes com GRBL — que conduzem

o estudante do entendimento teórico inicial à materialização prática do conhecimento. Cada fase foi planejada para estimular a aprendizagem significativa (Ausubel, 2003), a resolução de problemas e a autonomia dos alunos, utilizando recursos acessíveis e ferramentas digitais de uso livre, de modo a oferecer uma experiência educacional imersiva e interdisciplinar.

Etapa 1: Exploração Conceitual

A etapa inicial apresenta aos estudantes o universo das máquinas CNC, enfatizando a importância da integração entre conceitos matemáticos, artísticos e de engenharia para a compreensão da automação industrial. O professor realiza uma exposição dialogada em que são abordados desde os primeiros modelos até as tecnologias CNC mais recentes, ilustrando os fundamentos e aplicações prática na indústria, através da utilização de imagens ilustrativas de máquinas CNC e vídeos curtos. O fator mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe, reforçando a importância do diagnóstico e ativação de conhecimentos prévios (Ausubel, 2003).

Após a explanação, os alunos recebem papel branco para a criação de um desenho inicial de um modelo de CNC, com indicação dos principais componentes e movimentos, usando ferramentas de geometria e criatividade artística. A atividade tem duração de 50 minutos e visa preparar a base para a etapa seguinte, que trabalhará a modelagem digital desses projetos, tabela 1 apresenta aspectos relacionados a entrega, avaliação e recursos, para a exploração conceitual.

5546

Tabela 1: Produto esperado, modelo de avaliação e recursos necessários na execução da etapa 1: exploração conceitual.

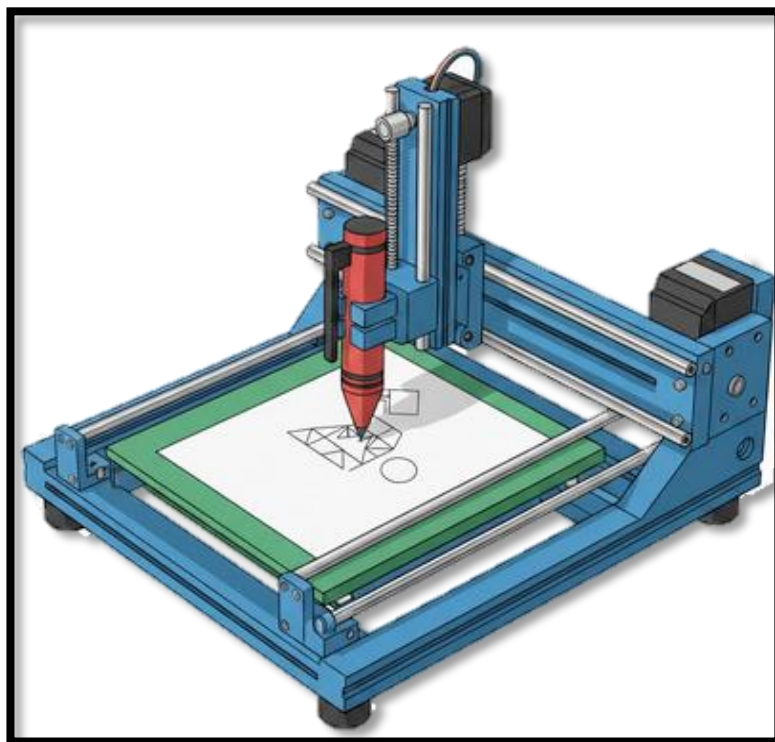
Aspecto	Descrição
Produto esperado	Entrega do desenho de um modelo CNC, evidenciando a aplicação integrada de conceitos geométricos, artísticos e princípios de engenharia.
Critérios de avaliação	Serão utilizados aspectos como a clareza e precisão do desenho, o uso adequado dos conceitos apresentados, além da criatividade e entrega dentro do prazo.
Recursos necessários	Papel branco e lápis de escrever.

Fonte: Martins et al. 2025

Durante toda a atividade, o professor deve promover acompanhamento próximo, estimulando questionamentos e intervenções que facilitem a compreensão e fixação dos

conteúdos. O produto esperado é um desenho que como mostra a figura 1, com a presença das referências a eixos e motores.

Figura 1: Desenho de referência a ser produzido na etapa: exploração conceitual



Fonte: Martins et al. 2025

5547

Etapa 2: Modelagem Digital com Tinkercad

Nesta etapa, os estudantes são introduzidos ao software Autodesk Tinkercad, uma ferramenta de CAD simples e acessível, escolhida por sua interface intuitiva e facilidade de uso, ideal para iniciantes em modelagem 3D. O professor oferece uma orientação inicial rápida sobre as funcionalidades básicas da ferramenta, como movimentação, rotação e alinhamento de objetos, preparando os alunos para o desenvolvimento de seus projetos digitais.

A atividade prática consiste em utilizar o desenho elaborado na etapa anterior como referência para criar um modelo digital da CNC. O trabalho acontece em dois encontros de 50 minutos, totalizando 100 minutos, divididos da seguinte forma: no primeiro dia, espera-se que cada aluno entregue uma parte do modelo digital; no segundo, o modelo completo em formato STL, pronto para posterior utilização na fabricação, a Tabela 2 apresenta aspectos relacionados a entrega, avaliação e recursos, para a etapa 2.

Durante as aulas, o professor realiza intervenções pontuais para otimizar o tempo e solucionar dúvidas, mas a ênfase está em que o aluno compreenda o processo de modelagem 3D, experimentando com a ferramenta e consolidando sua habilidade de transformar um desenho manual em um modelo digital tridimensional.

Tabela 2: Produto esperado, avaliação e recursos necessários na execução da etapa 2: Modelagem Digital com Tinkercad

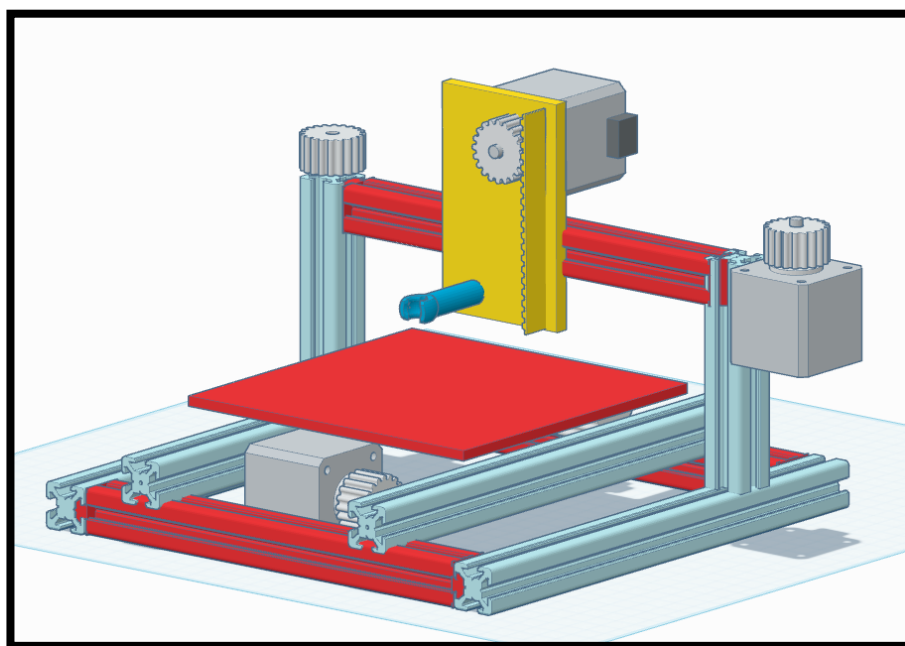
Aspecto	Descrição
Produto esperado	Entrega parcial do modelo digital ao final da primeira aula e modelo digital completo exportado em formato STL ao término da segunda aula.
Critérios de avaliação	Coerência do modelo em relação ao desenho inicial, além disso correto uso das funcionalidades do Tinkercad para manipulação e agrupamento de objetos e avanço perceptível entre o primeiro e segundo encontro.
Recursos necessários	Computadores com acesso a internet e para essa etapa especificamente acesso ao Tinkercad ferramenta online. O desenho manual da etapa anterior, também será necessário como guia visual.

Fonte: Martins et al. 2025

Essa etapa busca não só a produção do modelo digital, mas também o desenvolvimento da percepção do aluno sobre o fluxograma de modelagem 3D, promovendo autonomia progressiva e consciência das etapas que antecedem a fabricação digital. O produto esperado é um modelo próximo do apresentado na figura 2, onde é possível verificar a presenças dos eixos e do posicionamento dos motores.

5548

Figura 2: Modelo esperado no desenvolvimento da etapa 2: Modelagem Digital com Tinkercad



Fonte: Martins et al. 2025

Etapa 3: Fatiamento e Impressão 3D

Nesta etapa, os alunos são introduzidos ao processo de fatiamento, etapa fundamental da manufatura aditiva que prepara o modelo digital para a impressão 3D. Essa fase integra conceitos de manufatura aditiva e propriedades dos materiais, sendo fundamental para compreender a qualidade final das peças produzidas.

O professor apresenta as principais funcionalidades do software de fatiamento, explicando como ele converte o modelo 3D (formato STL) em instruções específicas para a impressora, gerando o arquivo G-code. O funcionamento do G-code, com comandos que dirigem movimentos, temperaturas e velocidades da impressora, é abordado de forma introdutória para facilitar a compreensão dos alunos. É enfatizado que o fatiamento permite ajustes personalizados, como altura das camadas, preenchimento e estruturas de suporte, influenciando diretamente o tempo de fabricação, o uso de material e a resistência do objeto.

O produto esperado desta etapa é o arquivo G-code gerado pelo software de fatiamento, adaptado para a impressora disponível no laboratório. Dependendo da disponibilidade das máquinas, os alunos poderão iniciar o processo de impressão sob supervisão, proporcionando uma experiência prática do ciclo completo de fabricação digital.

5549

A atividade tem duração total de 50 minutos, com o professor promovendo discussões, esclarecendo dúvidas e destacando cuidados essenciais para evitar falhas comuns durante a impressão, a Tabela 3 apresenta aspectos relacionados a entrega, avaliação e recursos, para a etapa 3.

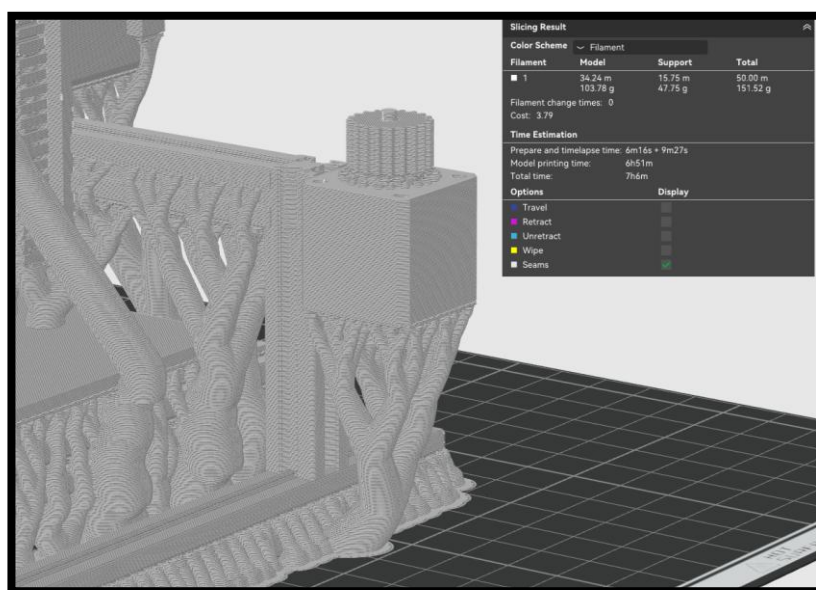
Tabela 3: Produto esperado, avaliação e recursos necessários na execução da etapa 3

Aspecto	Descrição
Produto esperado	Arquivo G-code pronto para impressão da peça projetada.
Critérios de avaliação	Compreensão dos conceitos relacionados ao fatiamento e G-code, a correta geração do arquivo de fatiamento compatível com a impressora e a participação nas discussões e capacidade de explicar o processo.
Recursos necessários	Computador com software de fatiamento instalado (exemplos: Cura, PrusaSlicer, Simplify3D, Creality Print, Bambu Studio), o modelo digital (arquivo STL) gerado na etapa anterior e uma impressora 3D disponível para demonstração ou uso.

Fonte: Martins et al. 2025

Essa etapa contribui para o entendimento integral do ciclo de fabricação digital, enfatizando a ligação entre abstração do conceito, o modelo virtual e sua concretização física, essenciais para a formação técnica. A figura 3, apresenta o que se espera na geração do g-code, com as respectivas informações de tempos e localização de suportes, na imagem o fatiador utilizado é o Bambu Studio da Bambu Lab.

Figura 3: Exemplo de modelo fatiado com dados da modelagem.



Fonte: Martins et al. 2025

Etapla 4: Montagem Mecânica e Integração Eletromecânica

Esta etapa contempla a montagem da estrutura mecânica da CNC utilizando as peças fabricadas previamente, além da instalação dos componentes eletrônicos essenciais para o funcionamento do sistema. A montagem mecânica desenvolve competências em montagem, ajustes e compreensão de sistemas mecânicos, enquanto que a integração eletrônica promove conhecimentos em eletrônica básica e sistemas de controle (Diniz; Faria, 2021; Maia et al., 2023)

A atividade inicia com a montagem dos objetos impressos anteriormente e demais componentes que compõem a base e os mecanismos de movimento da CNC, enfatizando o alinhamento, ajuste e fixação adequados para garantir rigidez e precisão. Em seguida, ocorre a instalação dos motores de passo, drivers, placa controladora Arduino e demais elementos eletrônicos, assegurando as conexões corretas entre os componentes eletromecânicos para que o sistema responda aos comandos.

Durante o processo, assim como nas etapas anteriores os estudantes aprendem as ligações eletromecânicas básicas, tais como a conexão dos motores aos drivers, a alimentação da placa controladora e a interface de comunicação entre hardware e software. O professor intervém para esclarecer dúvidas, orientar ajustes e promover testes funcionais dos sistemas instalados. A atividade pode ser trabalhada em 50 minutos, ou 100 minutos divididos em duas sessões de 50 minutos onde na primeira sessão são organizadas as peças mecânicas e na segunda as eletrônicas a Tabela 4 apresenta aspectos relacionados a entrega, avaliação e recursos, para a etapa 4.

Tabela 4: Produto esperado, avaliação e recursos necessários na execução da etapa 4

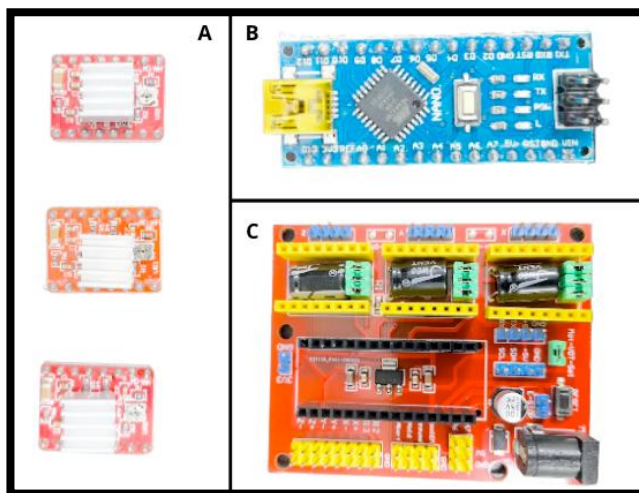
Aspecto	Descrição
Produto esperado	Estrutura mecânica da CNC montada e alinhada e sistema eletromecânico instalado com conexões corretas e funcionando em teste básico.
Critérios de avaliação	Ajustes e alinhamento adequados da estrutura mecânica com a instalação dos componentes eletrônicos e ligações com teste inicial de funcionamento realizado e funcional
Recursos necessários	Peças e materiais de montagem impressos na etapa anterior, parafusos, porcas e arruelas variadas, ferramentas básicas para montagem como chaves, reguladores, multímetro e componentes eletrônicos motores de passo, drivers, placas Arduino e jumpers.

Fonte: Martins et al. 2025

5551

Esta etapa une a experiência prática da construção física da CNC com o conhecimento teórico-prático da eletrônica aplicada à automação, consolidando competências técnicas essenciais em pensamento computacional e raciocínio lógico.

Figura 4: Componentes eletrônicos primários utilizados na sequência didática etapa 4: montagem mecânica e eletrônica. **A:** drivers Z, Y e X, **B:** Arduino Nano, **C:** Placa CNC Shield para Arduino.



Fonte: Martins et al. 2025

Etapa 5: Programação, Configuração e Testes com GRBL

Na etapa final, os alunos realizam a configuração da CNC utilizando o software código aberto GRBL, que controla o movimento dos eixos por meio da programação da placa Arduino. Segundo Lima e Rocha (2023), esta etapa "desenvolve competências em programação de microcontroladores e resolução de problemas técnicos", essenciais para o domínio do equipamento.

O trabalho inicia com a instalação e configuração do GRBL utilizando computador com acesso à internet, Arduino IDE e o software controlador GRBL. Os alunos aprendem a ajustar parâmetros críticos, como passos por milímetro, velocidades máximas e acelerações, por meio da interface serial do Arduino IDE, que serve para comunicação direta com a placa controladora.

Após a configuração dos parâmetros, os estudantes testam a movimentação dos eixos da CNC, realizando calibração e ajustes finos para garantir precisão e controle correto do equipamento. Neste processo, o professor supervisiona e auxilia na resolução de problemas técnicos que possam surgir.

Ao final da aula de 50 minutos, espera-se que o protótipo da CNC esteja totalmente montado, programado e com movimentação validada, demonstrando funcionamento operacional, a Tabela 5 apresenta aspectos relacionados a entrega, avaliação e recursos, para a etapa 5.

5552

Tabela 5: Produto esperado, avaliação e recursos necessários na execução da etapa 5

Aspecto	Descrição
Produto esperado	Protótipo funcional da CNC com os eixos eletronicamente controlados e calibrados.
Critérios de avaliação	Configuração correta do firmware GRBL para o protótipo, funcionamento correto dos movimentos dos eixos, identificação e solução de problemas técnicos durante os testes e participação e capacidade de trabalhar colaborativamente.
Recursos necessários	Computador com internet, software GRBL e Arduino IDE instalados e protótipo montado da etapa anterior.

Fonte: Martins et al. 2025

Esta etapa finaliza o ciclo de desenvolvimento do protótipo CNC, integrando hardware e software por meio da programação e testes, consolidando o aprendizado prático e teórico dos alunos.

RESULTADOS ESPERADOS E DISCUSSÃO

Os resultados esperados da implementação desta sequência didática baseada na abordagem STEAM organizam-se em múltiplas dimensões complementares que refletem a complexidade e abrangência da proposta pedagógica. Conforme evidenciado na literatura sobre educação profissional e tecnológica, iniciativas que integram fabricação digital, programação e resolução de problemas complexos transcendem o desenvolvimento de competências meramente técnicas, promovendo transformações significativas nas dimensões cognitiva, socioemocional e atitudinal dos estudantes (Duque et al., 2023; Souza; Teles; Rodrigues, 2022).

Neste sentido, os resultados antecipados abrangem desde o desenvolvimento de habilidades técnicas específicas em modelagem tridimensional, manufatura aditiva e programação de microcontroladores até competências transversais como pensamento crítico, trabalho colaborativo e autonomia, fundamentais para a formação de profissionais preparados para os desafios da Indústria 4.0.

Além disso, a proposta busca validar um modelo pedagógico que promove o protagonismo estudantil e democratiza o acesso a tecnologias emergentes através de ferramentas de código aberto e baixo custo, aspectos essenciais para a viabilidade e replicabilidade da iniciativa em contextos diversos do ensino técnico profissionalizante brasileiro, a Tabela 6 a seguir apresenta uma tabela resumo dos resultados esperados.

5553

Tabela 6: Resumo dos resultados esperados em cada uma das dimensões

Aspecto	Descrição
Competências Técnicas	Desenvolvimento de habilidades específicas em modelagem tridimensional, manufatura aditiva e programação de microcontroladores, consolidando conhecimentos aplicados à automação e fabricação digital.
Competências Transversais	Fortalecimento de pensamento crítico, trabalho colaborativo, comunicação e autonomia, competências fundamentais para atuação na Indústria 4.0.
Protagonismo Estudantil	Validação de um modelo pedagógico centrado no estudante, estimulando a tomada de decisão, a responsabilidade e o aprendizado autônomo durante o desenvolvimento dos projetos.
Democratização Tecnológica	Ampliação do acesso a tecnologias emergentes por meio do uso de ferramentas de código aberto e baixo custo, favorecendo a inclusão tecnológica em instituições com recursos limitados.
Replicabilidade da Proposta	Estrutura metodológica flexível e adaptável, permitindo sua implementação em diferentes contextos da educação profissional e tecnológica brasileira.

Fonte: Martins et al. 2025

A proposta apresentada alinha-se com as demandas da educação contemporânea ao promover uma abordagem interdisciplinar que articula teoria e prática. A integração de tecnologias emergentes como fabricação digital, manufatura aditiva e pensamento computacional, prepara os estudantes para as realidades da Indústria 4.0. Ao aplicar metodologia STEAM nesse ambiente tem-se o potencial para formar cidadãos mais humanos, socialmente justos e preparados para os desafios futuros. Esta formação integral é essencial em um contexto em que as competências técnicas devem ser complementadas por habilidades socioemocionais e pensamento crítico (Santos; Paulino, 2023; Venturine; Malaquias, 2022)

Assim a utilização de metodologias ativas na educação técnica representa uma inovação significativa em relação aos modelos tradicionais centrados na transmissão de conteúdos. No entanto, a implementação da proposta pode enfrentar desafios relacionados à formação docente, uma vez que a abordagem STEAM requer professores preparados para trabalhar de forma interdisciplinar (Gorayeb; Gorayeb, 2024; Venturine; Malaquias, 2022).

A ênfase em tecnologias abertas e de baixo custo representa uma contribuição significativa para a democratização do ensino de tecnologias avançadas, permitindo que instituições com recursos limitados implementem práticas inovadoras.

CONCLUSÕES

A proposta de desenvolver uma sequência didática baseada na construção de uma CNC de baixo custo representa uma contribuição significativa para a renovação das práticas pedagógicas na educação técnica. A integração entre modelagem CAD, fabricação digital, eletrônica e programação através da metodologia STEAM promove aprendizagens interdisciplinares e contextualizadas, alinhadas às demandas contemporâneas. A articulação entre teoria e prática, mediada por tecnologias acessíveis, favorece o protagonismo estudantil e o desenvolvimento simultâneo de competências técnicas e socioemocionais.

A relevância pedagógica da proposta manifesta-se não apenas na promoção da aprendizagem ativa, mas também na possibilidade de replicação em diferentes contextos educacionais. O uso de tecnologias abertas e de baixo custo democratiza o acesso à inovação no ensino técnico, contribuindo para práticas educativas mais inclusivas.

Espera-se que os resultados da implementação desta sequência didática possam subsidiar futuras pesquisas sobre metodologias ativas na educação técnica, contribuindo para o avanço do conhecimento científico na área de educação profissional e tecnológica.

REFERENCIAS

AUSUBEL, David P. Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva. Plátano-Edições Técnicas, 2003.

BRYCE, T. G. K.; BLOWN, E. J. Ausubel's meaningful learning re-visited. *Current Psychology*, v. 43, n. 5, p. 4579–4598, 1 fev. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12144-023-04440-4>

COSTA, Jackson da Cruz; GUEDES, Luiz Affonso. Proposta de integração curricular com Internet das Coisas na Educação Profissional Técnica de Nível Médio. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE). Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE). SBC, 16 nov. 2022. DOI: <https://doi.org/10.5753/sbie.2022.225171>

DINIZ, Izabela; FARIA, Alexandre F. Perfil dos recursos didáticos para o ensino de mecânica publicados em periódicos brasileiros dedicados ao ensino de física. *Revista de Enseñanza de la Física*, v. 33, n. 1, p. 87–103, 8 jun. 2021. DOI: <https://doi.org/10.55767/2451.6007.v33.n1.32409>

DUQUE, Rita De Cássia Soares *et al.* A CULTURA MAKER: e suas implicações no contexto educacional. *EDUCAÇÃO TRANSVERSAL EDIÇÕES*, 2023. DOI: <https://doi.org/10.55470/editora.%20978-65-87634-24-1>

FERNANDES, Nídia Mara Melchades 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–e21600, 24 mar. 2022. DOI: <https://doi.org/10.5585/40.2022.21600>

5555

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 33. ed ed. São Paulo (SP): Paz e Terra, 2006.

GORAYEB, Fabiana Helena Zen; GORAYEB, Silvia Helena Ferreira Pagliarini Zen. INTEGRANDO NOVAS TECNOLOGIAS NO ENSINO TÉCNICO: ESTRATÉGIAS E DESAFIOS PARA EDUCADORES. 2024. DOI: <https://doi.org/10.69849/revistaft/ni10202408181117>

MAIA, Dahlin Lopes *et al.* O POTENCIAL DO ARDUINO UNO NA DISCIPLINA DE PROJETOS DE VIDA PARA ALUNOS DOS 2^º ANOS DO ENSINO MÉDIO. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, v. 9, n. 8, p. 1087–1097, 11 set. 2023. DOI: <https://doi.org/10.51891/rease.v9i8.10921>

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT, OECD. *The Future of Education and Skills: Education 2030: OECD Education Policy Perspectives*. [S.l.: S.n.]. Disponível em: <https://www.oecd.org/en/publications/the-future-of-education-and-skills_54ac7020-en.html>. Acesso em: 28 set. 2025.

PINHEIRO, Ricardo Silvério Gomes; SOARES, Márlon Herbert Flora Barbosa. Colaboração educativa: uma proposta metodológica para ensino e pesquisa baseados na robótica pedagógica, epistemologia genética e educação libertadora. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 28, p. e22027, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320220027>

PRATTI, Aline Rodrigues de Amorim Eler *et al.* A CULTURA MAKER NA EDUCAÇÃO: INOVAÇÃO, TECNOLOGIA E INCLUSÃO. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, v. 11, n. 3, p. 2015–2020, 1 mar. 2025. DOI: <https://doi.org/10.51891/rease.v11i3.18600>

SANTOS, Lizandra Meire Moreira; PAULINO, Otávio Floriano. O STEAM como método de ensino numa abordagem sobre unidades de medidas e grandezas. *REMATEC*, v. 18, n. 43, p. e2023021–e2023021, 28 jun. 2023. DOI: [10.37084/REMATEC.1980-3141.2023.n43.pe2023021.id493](https://doi.org/10.37084/REMATEC.1980-3141.2023.n43.pe2023021.id493)

SOUZA, Rafaelle Da Silva; TELES, Joelson Novaes Sá; RODRIGUES, Laura De Araújo. ATIVIDADES STEAM MAKER: INVESTIGANDO CONTRIBUIÇÕES DE PRÁTICAS EXTRACURRICULARES NO IFBA CAMPUS SEABRA. *Revista de Estudos em Educação e Diversidade - REED*, v. 3, n. 7, p. 1–23, 31 mar. 2022. DOI: <https://doi.org/10.22481/reed.v3i7.10184>

VENTURINE, Cleidson; MALAQUIAS, Isabel. História da ciência, educação STEAM e literacia científica: possíveis intersecções | História da Ciência e Ensino: construindo interfaces. 2022. DOI: <https://doi.org/10.23925/2178-2911.2022v25espp196-208>