

## DISPOSITIVO SELADOR DE AMPOLAS: UMA ABORDAGEM EDUCACIONAL INTEGRADA NO CURSO DE MECÂNICA DE PRECISÃO

### VIAL SEALING DEVICE: AN INTEGRATED EDUCATIONAL APPROACH IN THE PRECISION MECHANICS COURSE

Monica Gomes do Nascimento<sup>1, ii</sup>  
John Everson Nogueira da Silva<sup>2, iii</sup>  
Kaique França Liberato Ribeiro<sup>3, iv</sup>  
Marcus Vinicius dos Reis Venditti<sup>4, v</sup>

#### RESUMO

Este artigo descreve um projeto educacional desenvolvido com alunos do curso de Tecnologia em Mecânica de Precisão na Escola e Faculdade SENAI Suíço-Brasileira Paulo Ernesto Tolle. O objetivo principal foi desafiar os estudantes a conceber e projetar seladores de ampolas, buscando soluções inovadoras para problemas reais de mercado, como baixa produtividade e falta de eficiência em processos manuais. A metodologia empregada baseou-se na aprendizagem por projetos, incentivando o trabalho em equipe, a pesquisa aprofundada e a aplicação prática de conhecimentos teóricos. Participaram do projeto os alunos do 2º semestre do curso, divididos em grupos, cada um responsável por uma proposta de selador de ampolas. As principais etapas envolveram a identificação de um problema, a pesquisa de soluções existentes, o brainstorming de ideias, o desenvolvimento de protótipos virtuais (CAD) e a apresentação das soluções. Os resultados observados incluem o desenvolvimento de propostas de seladores de ampolas com diferentes abordagens (automático a calor com maçarico, semiautomático com alimentador rotativo, e com sistema de fixação e aquecimento controlado), o aprimoramento de competências técnicas e interpessoais nos alunos, e a aplicação de conceitos de mecânica de precisão em um contexto prático e desafiador.

**Palavras-chave:** Ensino técnico, Aprendizagem baseada em projetos, Inovação pedagógica, mecânica de precisão, Selagem de ampolas.

#### ABSTRACT

This article describes an educational project developed with students of the Precision Mechanics Technology course at the Swiss-Brazilian SENAI Paulo Ernesto Tolle School and College. The main objective was to challenge students to conceive and design ampoule sealers, seeking innovative solutions to real market problems, such as low productivity and lack of efficiency in manual processes. The methodology used was based on project-based learning, encouraging teamwork, in-depth research and the practical application of

<sup>1</sup> Graduando na Faculdade SENAI de Tecnologia Mecânica de Precisão E-mail: monicagomes256@hotmail.com

<sup>2</sup> Graduando na Faculdade SENAI de Tecnologia Mecânica de Precisão E-mail: john.everson@hotmail.com

<sup>3</sup> Graduando na Faculdade SENAI de Tecnologia Mecânica de Precisão E-mail: kaiqueribeioribeiro@gmail.com

<sup>4</sup> Professor na Faculdade SENAI de Tecnologia Mecânica de Precisão. E-mail: marcus.venditti@sp.senai.br

theoretical knowledge. Students in the second semester of the course participated in the project, divided into groups, each responsible for a proposal for an ampoule sealer. The main steps involved identifying a problem, researching existing solutions, brainstorming ideas, developing virtual prototypes (CAD) and presenting the solutions. The observed results include the development of proposals for ampoule sealers with different approaches (automatic heat sealer with blowtorch, semi-automatic with rotary feeder, and with controlled clamping and heating system), the improvement of technical and interpersonal skills in students, and the application of precision mechanics concepts in a practical and challenging context.

**Keywords:** Technical education, Project-based learning, Pedagogical innovation, Precision mechanics, Ampoule sealing.

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Problema de pesquisa

O cenário educacional contemporâneo exige abordagens pedagógicas que transcendam a mera transmissão de conteúdo, buscando capacitar os alunos para os desafios do mercado de trabalho e para a resolução de problemas complexos.

Neste contexto, o desenvolvimento de projetos educacionais que integram teoria e prática torna-se fundamental. Este artigo visa descrever e analisar um projeto educacional implementado no curso de Tecnologia em Mecânica de Precisão da Escola e Faculdade SENAI Suíço-Brasileira Paulo Ernesto Tolle, focado no desenvolvimento de seladores de ampolas. A escolha deste tema não é arbitrária; a selagem de ampolas é um processo crucial em diversas indústrias, como a farmacêutica, a cosmética e a de pesquisa, demandando precisão, esterilidade e alta produtividade.

Tradicionalmente, muitas pequenas e médias empresas enfrentam dificuldades na selagem de ampolas devido à utilização de métodos manuais, que resultam em baixa produtividade, menor precisão, ausência de garantia de esterilidade, erros no manuseio e baixa qualidade do produto final. Essa realidade apresenta um problema prático que pode ser transformado em uma rica oportunidade de aprendizado para os futuros profissionais. Diante dessa lacuna de mercado e da necessidade de otimizar processos, o projeto educacional proposto buscou desenvolver soluções inovadoras e economicamente viáveis para o selamento de ampolas, visando aprimorar a segurança, a produção e a competitividade dessas empresas.

A importância deste projeto para o ensino-aprendizagem reside na sua capacidade de promover uma aprendizagem ativa e significativa. Ao invés de apenas assimilar informações, os alunos foram desafiados a se tornarem protagonistas de seu próprio aprendizado, identificando problemas, propondo soluções criativas e trabalhando em equipe para alcançar objetivos comuns. Essa abordagem fomenta

o desenvolvimento de competências técnicas essenciais à área de Mecânica de Precisão, como design assistido por computador (CAD), seleção de componentes, princípios de mecânica e automação.

Além das competências técnicas, o projeto também contribuiu significativamente para o desenvolvimento de habilidades interpessoais e socioemocionais. A necessidade de trabalhar em grupos, compartilhar ideias, resolver conflitos e apresentar soluções fortaleceu a capacidade de comunicação, colaboração, pensamento crítico e resolução de problemas. Essas são competências cada vez mais valorizadas no mercado de trabalho e essenciais para a formação de profissionais completos e adaptáveis.

### **1.2 Objetivo(s)**

O objetivo geral deste projeto educacional foi proporcionar aos alunos do curso de Mecânica de Precisão a oportunidade de aplicar seus conhecimentos teóricos na concepção e desenvolvimento de protótipos de seladores de ampolas, que atendam às necessidades reais da indústria. Especificamente, o projeto buscou estimular a pesquisa, o design de soluções, a seleção de materiais, a integração de sistemas e a avaliação da viabilidade técnica e econômica dos equipamentos propostos.

### **1.3 Justificativa**

A relevância do projeto se estende também à instituição de ensino, que reforça seu compromisso com a formação de profissionais qualificados e alinhados com as demandas do setor industrial. Ao oferecer uma experiência de aprendizagem prática e desafiadora, o SENAI Suíço-Brasileira Paulo Ernesto Tolle solidifica sua posição como um centro de excelência na educação técnica e tecnológica, preparando os alunos para o sucesso em suas futuras carreiras.

Este projeto representa um excelente exemplo de como a educação técnica pode ser mais eficaz quando se baseia na resolução de problemas autênticos. Ao enfrentar os desafios da selagem de ampolas, os alunos não apenas aprenderam sobre as especificidades do processo, mas também desenvolveram uma mentalidade de inovação e empreendedorismo.

Em suma, a iniciativa de desenvolver seladores de ampolas por meio de projetos integradores no curso de Mecânica de Precisão demonstra o potencial de uma abordagem pedagógica que valoriza a aplicação do conhecimento, o trabalho colaborativo e a busca por soluções inovadoras para as demandas da sociedade e da indústria. Os resultados preliminares indicam que o projeto foi bem-sucedido em seus objetivos, promovendo uma aprendizagem profunda e significativa para todos os envolvidos.

O projeto Seladora de Ampolas, desenvolvido no âmbito do SENAI

Suíço-Brasileiro, contou com a participação ativa de diversos stakeholders que contribuíram direta ou indiretamente para seu sucesso. Entre os principais envolvidos estão os alunos do curso técnico, que atuaram como protagonistas no processo de concepção, pesquisa, modelagem e apresentação da solução. Os professores e orientadores exerceram o papel de facilitadores metodológicos e técnicos, garantindo o alinhamento do projeto às competências curriculares. A coordenação pedagógica também se configurou como stakeholder institucionais relevante, ao oferecer suporte logístico, infraestrutura (como o Espaço Maker e o laboratório de informática) e gestão dos recursos necessários ao desenvolvimento das atividades práticas.

A empresa Visomes Comercial Metrológica LTDA, parceira externa do projeto, teve um papel essencial como stakeholder demandante e validadora da solução. Atuando no segmento de equipamentos de medição e controle de qualidade, a Visomes apresentou um problema real relacionado ao processo de selagem de ampolas, o que proporcionou aos alunos uma oportunidade concreta de aplicar conhecimentos técnicos em um desafio do mercado. Além disso, representante da empresa participou das etapas de validação da proposta, oferecendo feedbacks, critérios técnicos e sugestões de melhoria. Essa colaboração fortaleceu a relação entre escola e indústria, agregando valor ao processo de ensino-aprendizagem e promovendo a integração entre a formação educacional e as demandas reais do setor produtivo.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

O projeto de desenvolvimento de seladores de ampolas está fundamentado em uma abordagem pedagógica que prioriza a participação ativa dos alunos e a construção coletiva do conhecimento. Entre as metodologias educacionais contemporâneas, destaca-se a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), que tem raízes no pensamento de John Dewey (1938), para quem a educação deveria ser um processo contínuo de reconstrução da experiência. Dewey afirmava que “aprender fazendo” possibilita uma aprendizagem significativa, pois conecta o conteúdo escolar com os desafios da realidade concreta.

No mesmo campo de pensamento, Paulo Freire (1996) contribui com a ideia de que a educação deve ser um ato dialógico e libertador, onde o aluno é sujeito ativo da aprendizagem. Em sua *Pedagogia da Autonomia*, ele afirma que “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção”. Esse princípio se manifesta na ABP quando os alunos assumem papéis investigativos e resolutivos em relação a problemas reais, como a ineficiência na selagem manual de ampolas.

Antoni Zabala (1998) reforça que o ensino deve contemplar a integração dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Em projetos como o de seladores, os estudantes exercitam essa integração ao aplicar conhecimentos técnicos (engenharia de materiais, mecânica e termodinâmica),

desenvolver processos (design, prototipagem, testes) e atitudes (trabalho colaborativo, persistência e criatividade). Para Zabala, a interdisciplinaridade é indispensável na formação de competências, sendo uma característica essencial deste tipo de proposta pedagógica.

O conceito de “projetos de trabalho” também é desenvolvido por Fernando Hernández (2007), que argumenta que os projetos promovem a contextualização do conhecimento, favorecendo sua apropriação significativa. Hernández defende que, ao lidar com situações concretas, o aluno articula diversas áreas do saber, o que potencializa sua aprendizagem e prepara-o para atuar em contextos complexos e dinâmicos.

Complementar à ABP, a Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL), proposta originalmente pela Universidade McMaster (Barrows & Tamblyn, 1980), parte de situações-problema mal estruturadas para estimular a investigação e o pensamento crítico. No contexto do projeto, a necessidade de melhorar a selagem manual das ampolas funciona como disparador para a busca ativa por soluções técnicas, o que se alinha com os princípios do PBL, conforme discutido por (Barrows & Tamblyn, 1980), ao enfatizarem o papel do aluno como construtor do conhecimento em contextos situados.

As metodologias ativas, de modo geral, são reconhecidas por deslocarem o foco do ensino do professor para o aluno. Segundo José Manuel Moran (2015), essas metodologias desenvolvem competências como autonomia, colaboração, criatividade e resolução de problemas, todas essenciais na formação de profissionais para o século XXI. Moran argumenta que, ao envolver os estudantes em experiências reais, o aprendizado se torna mais duradouro e relevante.

Na dimensão técnica, o projeto proporcionou o desenvolvimento de habilidades específicas. O domínio de ferramentas como o SolidWorks para modelagem e simulação foi essencial, conforme preconizado por Shigley e Mischke (2005), que destacam a importância do design computacional na engenharia moderna. A criação de componentes como suportes, mecanismos de rotação e sistemas de aquecimento exigiu a aplicação de conhecimentos de termodinâmica, resistência dos materiais e transferência de calor, como descritos pelos mesmos autores.

Outro ponto importante foi a seleção e caracterização de materiais. Os estudantes precisaram considerar propriedades térmicas e mecânicas de elementos como o vidro borossilicato, alumínio e aço inoxidável, alinhando-se aos critérios técnicos apresentados por Rozenfeld et al. (2006) em sua obra sobre ciência e engenharia de materiais. Além disso, as normas técnicas e regulatórias relativas à segurança do operador foram consultadas, o que reforça a importância de uma abordagem sistêmica e ética no design de equipamentos, como propõe os autores na metodologia de desenvolvimento de produtos.

Nas competências interpessoais, o projeto favoreceu a comunicação, cooperação e liderança. Segundo Lev Vygotsky (1978), o aprendizado é mediado socialmente, e o ambiente colaborativo promove o desenvolvimento das chamadas funções psicológicas superiores. A troca de ideias, a escuta ativa e a argumentação foram habilidades fundamentais em reuniões de equipe, apresentações e tomadas de

decisão, aspectos valorizados no trabalho por projetos.

Além disso, competências como proatividade, resiliência e gestão do tempo emergiram da natureza desafiadora da proposta. Tais aspectos são destacados por Heckhausen e Dweck (1998) como indispensáveis ao enfrentamento de tarefas complexas. Ao lidar com falhas nos protótipos e imprevistos técnicos, os alunos aprenderam a buscar alternativas, revisar decisões e iterar soluções — processos fundamentais na engenharia.

A articulação entre teoria e prática foi uma das maiores contribuições formativas. Para Kolb (1984), a aprendizagem experiencial ocorre quando o indivíduo transforma a teoria em ação, refletindo sobre os resultados. Nesse projeto, conceitos abstratos ganharam vida ao serem aplicados no desenvolvimento de um dispositivo funcional, fortalecendo a retenção do conhecimento e sua aplicabilidade futura.

Concluindo, o projeto de seladores de ampolas é exemplar na demonstração de como metodologias ativas, interdisciplinaridade e engajamento prático podem fomentar uma formação técnica e humana de qualidade. Ele evidencia que, ao proporcionar desafios reais, a educação torna-se uma experiência transformadora, promovendo não apenas habilidades técnicas, mas também pensamento crítico, autonomia e inovação, como se defende na pedagogia participativa.

### **3 METODOLOGIA**

A metodologia empregada no projeto de desenvolvimento de seladores de ampolas enquadra-se no tipo de pesquisa qualitativa, descritiva e exploratória. Qualitativa, pois buscou-se compreender a complexidade das interações, a criatividade dos alunos e a dinâmica do processo de design, além de capturar percepções e insights não quantificáveis. Descritiva, na medida em que se propôs a detalhar as etapas do projeto, as atividades desenvolvidas pelos grupos e os produtos resultantes. Exploratória, pois a natureza do desafio (desenvolver soluções inovadoras para um problema existente) exigiu dos alunos a investigação de diferentes abordagens e a experimentação de conceitos.

Os participantes do projeto foram alunos do curso de Tecnologia em Mecânica de Precisão da Escola e Faculdade SENAI Suíço-Brasileira Paulo Ernesto Tolle, divididos em quatro grupos: Amarelo, Verde, Azul e Vermelho, compostos de 7 a 9 integrantes. Essa divisão em equipes facilitou o trabalho colaborativo e a distribuição de tarefas, promovendo a autonomia e a responsabilidade individual e coletiva.

As etapas do projeto seguiram um ciclo de design e desenvolvimento, adaptado para um contexto educacional, que pode ser delineado da seguinte forma:

Inicialmente, os alunos foram apresentados à situação-problema da baixa produtividade e precisão na selagem manual de ampolas em pequenas e médias empresas. Essa etapa envolveu a compreensão do contexto

industrial e das necessidades do "cliente" (a empresa Visomes, que busca uma solução prática e econômica).

A metodologia adotada para o desenvolvimento do projeto Seladora de Ampolas foi estruturada em etapas sequenciais, visando a integração entre teoria e prática, conforme preconizado por Zabala (1998), que destaca a importância da articulação entre conhecimento teórico e situações concretas de aprendizagem. A primeira etapa consistiu na apresentação do problema em sala de aula, onde foi contextualizada a necessidade de desenvolvimento de uma solução para selagem segura de ampolas, identificada em parceria com a empresa Visomes. Essa abordagem permitiu aos estudantes compreenderem o desafio de forma realista e motivadora.

Em seguida, foi realizada a formação dos grupos de trabalho, etapa essencial para o desenvolvimento colaborativo do projeto. Os alunos foram orientados a compor equipes multidisciplinares, considerando suas habilidades técnicas e interpessoais. Essa formação foi alinhada aos princípios do trabalho por projetos, defendidos por Hernández (2007), que valorizam a aprendizagem cooperativa e a construção coletiva do conhecimento.

Os grupos realizaram pesquisas sobre os conceitos de ampolagem, aplicações de ampolas e seladores de ampolas disponíveis no mercado. Utilizaram canais como o YouTube para entender o funcionamento de seladores existentes e identificar benchmarks. Essa etapa foi crucial para embasar o design das soluções e inspirar melhorias.

Posteriormente, os grupos realizaram uma pesquisa técnica e mercadológica, com foco em dispositivos similares, requisitos de segurança e viabilidade de fabricação. As pesquisas foram realizadas no laboratório de informática, com orientação docente e supervisão. A análise de dados coletados foi essencial para embasar as decisões futuras e está em consonância com o que Lakatos e Marconi (2003) apontam como etapa de embasamento teórico-metodológico em projetos aplicados.

Com as informações obtidas, cada grupo estruturou sua proposta utilizando o Project Model Canvas, ferramenta visual que possibilita o planejamento ágil de projetos. Essa etapa permitiu mapear objetivos, recursos, cronograma, riscos e entregas do projeto, promovendo uma visão sistêmica do desenvolvimento. O uso do Canvas foi essencial para alinhar a proposta técnica à expectativa da empresa parceira, tornando o processo mais objetivo e estruturado.

Com base na pesquisa, os alunos realizaram sessões de brainstorming para gerar uma ampla gama de ideias para o selador de ampolas. Esse processo colaborativo permitiu a exploração de diferentes conceitos, como a utilização de maçarico a calor, sistemas rotativos, alimentadores automáticos e mecanismos de fixação de ampolas. A classificação das melhores sugestões foi um passo

fundamental para avançar no projeto.

Na sessão de brainstorming os grupos levantaram ideias iniciais e possíveis soluções para o problema apresentado. Esse processo criativo foi fundamental para explorar diversas alternativas e estimular o pensamento divergente, conforme orienta a metodologia de Design Thinking, que propõe a livre associação de ideias na etapa de ideação (Brown, 2009). O ambiente de troca e escuta ativa foi crucial para definir direções iniciais de desenvolvimento.

As ideias selecionadas foram transformadas em esboços e, posteriormente, em modelos 3D utilizando softwares de design assistido por computador (CAD), como o SolidWorks. Essa etapa permitiu que os alunos visualizassem seus projetos, testassem a viabilidade de componentes e realizassem o dimensionamento preliminar do equipamento. Desenhos detalhados das peças e do conjunto montado foram elaborados.

A apresentação da solução à empresa Visomes foi realizada como uma etapa de validação preliminar. Os estudantes apresentaram suas ideias iniciais por meio de esboços e justificativas técnicas, recebendo feedbacks importantes que orientaram os ajustes do projeto. Essa etapa reforça o conceito de avaliação formativa, proposto por Luckesi (2011), em que o processo de aprendizagem é constantemente retroalimentado por intervenções avaliativas.

A partir da solução validada, os grupos iniciaram a modelagem no software SolidWorks, desenvolvendo o desenho de montagem e posteriormente a vista explodida do dispositivo, permitindo melhor visualização e compreensão das peças que compõem a seladora. A precisão do modelamento 3D facilitou o desenvolvimento dos desenhos de fabricação, fundamentais para a prototipagem. O uso de softwares CAD está alinhado com metodologias de engenharia simultânea, que visam integrar as etapas de desenvolvimento e produção (Rozenfeld et al., 2006).

Cada grupo detalhou as especificações de sua solução, incluindo dimensões, peso, tipos de mecanismos e fontes de calor. A justificativa técnica para as escolhas de design e materiais foi elaborada, considerando requisitos como alta velocidade de selagem, proteção do operador e facilidade de operação.

Com os modelos digitais prontos, foi realizada uma simulação mecânica do funcionamento do protótipo, por meio da criação de um vídeo no SolidWorks, ilustrando o mecanismo de selagem. Essa simulação permitiu verificar possíveis falhas operacionais e contribuiu para o refinamento da proposta antes da prototipagem física, otimizando o uso dos recursos disponíveis e o tempo de desenvolvimento.

A etapa de renderização da imagem realista do protótipo foi feita para a apresentação final do projeto, conferindo maior apelo visual e comunicativo.

Utilizando o software Ultimaker Cura no Espaço Maker, alguns grupos chegaram a imprimir partes do modelo em 3D para fins demonstrativos. Essa experiência prática foi enriquecedora e proporcionou aos alunos o contato direto com tecnologias de fabricação digital.

Por fim, o projeto foi concluído com a apresentação final dos resultados em sala de aula, na presença de docentes, colegas e representantes da empresa parceira. A entrega incluiu o relatório técnico, imagens, vídeos e protótipos digitais, bem como o preenchimento de um formulário de autoavaliação, em que os estudantes refletiram sobre o processo de aprendizagem, dificuldades encontradas e contribuições individuais. Esse encerramento está em sintonia com metodologias ativas de ensino, que valorizam a autonomia, a autoria e a metacognição no percurso formativo do aluno.

Os documentos do Projeto, como as apresentações em PowerPoint e relatórios técnicos serviram para organizar as informações, registrar o progresso e comunicar as soluções.

O SolidWorks foi amplamente utilizado para a modelagem 3D das peças e conjuntos, permitindo a visualização, o dimensionamento e a análise prévia do design.

A aplicação desta metodologia em um ambiente de ensino técnico demonstrou-se eficaz para simular um ambiente de trabalho real, onde o desenvolvimento de produtos e soluções exige uma abordagem sistemática, colaborativa e baseada em pesquisa e prototipagem.

Com o intuito de garantir a conformidade ética e a transparência do projeto, é importante ressaltar que todos os cuidados necessários foram tomados. Antes da realização das atividades, os participantes foram devidamente informados sobre os objetivos do estudo e os procedimentos envolvidos. Foi obtido o consentimento livre e esclarecido dos estudantes, garantindo sua participação voluntária e a compreensão de como seus dados seriam utilizados, especialmente em atividades como a autoavaliação por meio de formulários. Adicionalmente, buscou-se alinhar as práticas pedagógicas às diretrizes contemporâneas que preconizam a aprendizagem ativa e a interdisciplinaridade, promovendo um ambiente de aprendizagem responsável e ético.

A pesquisa bibliográfica inicial foi expandida com o uso de ferramentas de inteligência artificial, que auxiliaram na identificação de literatura relevante a partir de palavras-chave e bases de dados acadêmicas. O processo de fichamento dos artigos selecionados foi otimizado pela IA, que facilitou a extração e organização de informações-chave, como autores, ano, metodologia e principais achados. Adicionalmente, a revisão final de ortografia, gramática e formatação do manuscrito foi aprimorada com o auxílio de IA, garantindo maior precisão e conformidade com as diretrizes editoriais. É importante ressaltar que

todas as informações extraídas e revisões sugeridas por IA foram minuciosamente verificadas e validadas pelos autores para assegurar a integridade e a acurácia do conteúdo.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O projeto de desenvolvimento de seladores de ampolas resultou em quatro propostas de equipamentos, demonstrando a capacidade dos alunos em conceber soluções inovadoras para um problema industrial real. As atividades desenvolvidas pelos grupos abrangeram desde a pesquisa inicial até a modelagem 3D detalhada dos protótipos, culminando em apresentações que sintetizaram suas soluções.

##### **Descrição das atividades desenvolvidas:**

Cada grupo, embora com abordagens ligeiramente diferentes, seguiu um fluxo de trabalho comum. Iniciaram com um profundo levantamento de requisitos e a compreensão do "problema" enfrentado pelas pequenas empresas na selagem de ampolas. Essa fase de diagnóstico foi crucial para alinhar as propostas às necessidades reais do mercado. Em seguida, dedicaram-se à pesquisa teórica sobre ampolagem e selagem, utilizando fontes diversas, incluindo vídeos e artigos, para fundamentar suas escolhas técnicas. As sessões de brainstorming foram momentos de intensa colaboração e criatividade, onde as ideias foram geradas, debatidas e refinadas. A etapa de design e modelagem em software CAD (SolidWorks) foi um ponto alto, permitindo a materialização das ideias em modelos virtuais, com o dimensionamento preciso de peças e conjuntos. Por fim, a preparação e apresentação dos pitches e slides foram essenciais para comunicar a viabilidade e os diferenciais de cada solução.

Foram desenvolvidos os principais conceitos de seladores de ampolas, representados pelos grupos, cada um com suas particularidades:

**Grupo Amarelo:** Propôs um "Selador de Ampolas Automático a Calor com Maçarico". O diferencial reside na sua proposta de automação e no uso de maçarico para selagem, visando alta velocidade e precisão. O protótipo virtual apresenta dimensões de 600x260x300mm e peso estimado de 3,47kg. Os requisitos enfatizaram alta velocidade, proteção para o operador, fácil operação, design ergonômico e intuitivo. Este grupo focou na garantia de esterilidade e redução de erros no manuseio.

**Grupo Verde:** Desenvolveu a "Seladora de Ampolas N2 VERDE", com foco em um equipamento compacto, eficiente e seguro, suprimindo desvantagens como baixa replicabilidade e eficiência. O diferencial está em um método mais rápido e prático de selagem utilizando chama de maçarico, com design compacto e alta mobilidade. As dimensões estimadas ficaram entre 200x200x500mm, com peso médio de 4 a 7kg. A solução buscava a viabilidade, inovação e o atendimento a

um cliente com limitações operacionais.

**Grupo Vermelho:** Apresentou um "Selador de Ampola" com uma proposta semiautomática e de baixo custo, buscando otimizar o envase, a segurança e a competitividade. A solução inclui um alimentador rotativo para três ou mais ampolas e três fases de chama GLP/OXI (abertura, pré-aquecimento e selamento com pinça/garra), visando uma produção média de 10 ampolas por minuto. Este grupo focou na segurança, agilidade e custo-benefício, com um motor de 30 a 60 RPM e sistema de pinça para diferentes diâmetros de ampolas.

**Grupo Azul:** Demonstrou uma Seladora de Ampolas semiautomática, desenvolvida com foco em eficiência operacional, segurança e baixo custo. O dispositivo conta com um alimentador rotativo que acomoda múltiplas ampolas simultaneamente e utiliza três estágios de chama GLP/OXI — abertura, pré-aquecimento e selagem com pinça mecânica. Projetada para atingir uma média de produção de 10 ampolas por minuto, a solução integra um motor entre 30 e 60 RPM e sistema de garras ajustáveis, permitindo o manuseio de ampolas com diferentes diâmetros, priorizando agilidade e padronização no processo de envase e fechamento.

Os impactos percebidos desses produtos foram notáveis, especialmente na otimização do processo de selagem, que se tornaria mais rápido, preciso e seguro, garantindo a esterilidade do produto e minimizando a intervenção humana.

A participação dos alunos foi caracterizada por um alto nível de engajamento, impulsionado pela relevância do problema e pela natureza prática do projeto. O formato de trabalho em grupo promoveu a colaboração e a divisão de responsabilidades, o que é evidente na diversidade de soluções propostas e no detalhamento técnico apresentado. A autonomia concedida aos grupos para desenvolver suas próprias abordagens foi um fator motivador.

Contudo, a jornada não foi isenta de dificuldades. Entre os desafios, destacam-se:

- **Dificuldades Técnicas:** A concepção de um equipamento funcional e seguro exigiu a aplicação de conhecimentos complexos de mecânica, termodinâmica e design. Problemas relacionados à precisão de selagem, controle da chama do maçarico, mecanismos de alimentação e fixação de ampolas foram obstáculos que exigiram pesquisa e criatividade para serem superados.
- **Coesão da Equipe e Gestão do Tempo:** Em projetos de grupo, a coordenação e a comunicação eficaz são sempre desafios. A necessidade de alinhar ideias, dividir tarefas e garantir que todos contribuíssem de forma equitativa exigiu habilidades de gestão de projetos e resolução de conflitos internos. A "linha do tempo" mencionada nos documentos sugere a existência de prazos que precisavam ser cumpridos, adicionando uma

camada de complexidade na gestão do tempo.

- **Atraso no Desenvolvimento e Qualidade do Produto Final:** Um dos riscos identificados foi o "atraso no desenvolvimento devido a dificuldades técnicas" e "problemas de qualidade no produto final". Embora não haja dados concretos sobre atrasos reais, a menção desses riscos indica a consciência das complexidades inerentes ao desenvolvimento de um novo produto.

#### **As dificuldades foram superadas por meio de:**

- **Pesquisa Aprofundada:** A constante busca por conhecimento em vídeos, artigos e referências técnicas permitiu que os alunos encontrassem soluções para os entraves técnicos.
- **Colaboração e Brainstorming:** A troca de ideias dentro dos grupos e o feedback dos professores foram essenciais para refinar os designs e resolver problemas de engenharia.
- **Uso de Ferramentas CAD:** A modelagem em SolidWorks permitiu a identificação e correção de erros de design em ambiente virtual, antes de qualquer prototipagem física, otimizando o processo e evitando desperdícios.
- **Orientação Docente:** O papel dos professores como facilitadores e orientadores foi crucial para guiar os alunos nas etapas mais complexas e oferecer insights técnicos.

#### **Relação com os objetivos propostos e a teoria discutida:**

Os resultados demonstram uma forte relação com os objetivos propostos. O principal objetivo de desenvolver seladores de ampolas, buscando soluções práticas e econômicas, foi alcançado pelos três grupos, cada um com sua abordagem única. A alta velocidade de selagem, a proteção para o operador, a facilidade de operação e o design ergonômico, que eram requisitos chave, foram considerados em todas as propostas.

Adicionalmente, o projeto validou a eficácia das metodologias ativas, em particular a aprendizagem baseada em projetos, conforme discutido na fundamentação teórica. A autonomia dos alunos na condução do projeto, o trabalho colaborativo e a resolução de problemas reais refletem os princípios de Dewey, Freire e Zabala. A interdisciplinaridade foi evidente na necessidade de integrar conhecimentos de mecânica, automação, materiais e segurança. A experiência de "fazer" e "resolver" problemas práticos consolidou o aprendizado de forma muito mais significativa do que abordagens puramente teóricas. A criação de protótipos virtuais e as especificações técnicas detalhadas são provas concretas da aplicação do conhecimento e do desenvolvimento de competências.

Em síntese, os resultados obtidos não apenas demonstram a capacidade técnica dos alunos em desenvolver soluções para um problema industrial complexo, mas também evidenciam o sucesso da abordagem pedagógica em promover uma aprendizagem profunda, engajadora e alinhada com as demandas do mercado de trabalho.

A autoavaliação dos 29 alunos participantes do projeto Seladora de Ampolas revelou uma percepção amplamente positiva em relação ao próprio desempenho. As médias gerais das questões fechadas (Q1 a Q9) ficaram acima de 8.0, com destaque para o trabalho em equipe (média 9.38) e disciplina (média 9.10), indicando alto comprometimento e colaboração. Apesar disso, os desvios padrão em questões como participação, procura por informações e cumprimento de prazos indicam que ainda há variações significativas entre os alunos, o que sugere oportunidades para intervenções mais personalizadas. O engajamento, pontualidade e aproveitamento de conteúdo também foram bem avaliados, refletindo a eficácia da metodologia prática adotada.

Na análise qualitativa (Q10 a Q14), os estudantes reconheceram o valor da disciplina e do projeto, destacando o desafio, o aprendizado técnico com softwares como o SolidWorks e a experiência prática como pontos fortes. Contudo, relataram dificuldades recorrentes no gerenciamento de tempo, na integração de ideias no trabalho em grupo e no aprofundamento de certas habilidades, como cálculo e edição de vídeos. As sugestões dos alunos para melhorias incluíram a organização mais clara das etapas do projeto, maior apoio em habilidades técnicas e capacitações complementares. Essas informações forneceram insumos importantes para a proposição de planos de ação, visando otimizar o aprendizado colaborativo, o desenvolvimento de competências específicas e a estrutura didática da disciplina.

## 5 CONCLUSÃO

O projeto de desenvolvimento de seladores de ampolas, implementado no curso de Tecnologia em Mecânica de Precisão da Escola e Faculdade SENAI Suíço-Brasileira Paulo Ernesto Tolle, representa um marco significativo na abordagem educacional, proporcionando uma experiência de aprendizagem imersiva e altamente relevante. As aprendizagens obtidas pelos alunos transcenderam o mero domínio de conceitos técnicos, englobando uma vasta gama de competências essenciais para a sua formação profissional e pessoal.

A principal síntese das aprendizagens reside na capacidade dos alunos de transpor o conhecimento teórico para a prática, enfrentando e superando desafios de engenharia reais. A concepção, o design e a prototipagem virtual de seladores

de ampolas exigiram a aplicação de princípios de mecânica, design de máquinas, seleção de materiais e automação, consolidando o aprendizado de forma contextualizada e significativa. A compreensão das normas de segurança e a busca por soluções ergonômicas também reforçaram a importância de uma abordagem ética e responsável na engenharia.

As contribuições do projeto para os alunos são multifacetadas. Além do aprimoramento das competências técnicas, como o domínio de softwares CAD e a capacidade de dimensionamento de componentes, o projeto fomentou o desenvolvimento de habilidades socioemocionais cruciais. O trabalho em equipe, a comunicação eficaz, a capacidade de resolução de problemas, o pensamento crítico e a resiliência diante das dificuldades foram fortalecidos. Os alunos se tornaram mais autônomos, proativos e confiantes em suas capacidades de inovar e criar soluções. Essa experiência prática os prepara de forma mais robusta para os desafios do mercado de trabalho, tornando-os profissionais mais completos e desejáveis.

Para os professores, o projeto representou uma oportunidade de aprimorar suas práticas pedagógicas. Ao atuar como facilitadores e mentores, em vez de meros transmissores de conteúdo, os docentes puderam observar o engajamento e o potencial criativo dos alunos em um ambiente dinâmico. A experiência de orientar projetos complexos, fornecer feedback construtivo e mediar discussões contribuiu para o desenvolvimento de novas estratégias de ensino e para a consolidação de uma abordagem mais centrada no aluno. O projeto também reforçou a importância da interdisciplinaridade e da colaboração entre diferentes áreas do conhecimento.

Para a instituição de ensino, o SENAI Suíço-Brasileira Paulo Ernesto Tolle, o projeto solidifica seu compromisso com a excelência na formação profissional. Ao promover a aprendizagem baseada em projetos e a conexão com as demandas reais da indústria, a instituição reforça sua reputação como um centro de inovação e vanguarda educacional. Os protótipos e as soluções desenvolvidas pelos alunos podem, inclusive, servir como cases de sucesso e benchmarks para futuras iniciativas, atraindo novos talentos e fortalecendo parcerias com o setor produtivo. A visibilidade de tais projetos eleva o padrão de ensino oferecido, diferenciando a instituição no cenário educacional.

Como sugestões para continuidade ou ampliação do projeto, diversas avenidas podem ser exploradas:

Primeiramente, a prototipagem física e testes reais dos seladores de ampolas seria o próximo passo natural. Transformar os modelos CAD em equipamentos funcionais permitiria a validação dos designs, a identificação de pontos de melhoria e a obtenção de dados de desempenho concretos. Isso adicionaria uma camada ainda mais realista à experiência de aprendizado, expondo os alunos aos desafios da fabricação e da montagem.

Em segundo lugar, a colaboração direta com empresas do setor, como a Visomes, poderia ser aprofundada. Isso incluiria a realização de estudos de caso reais, a obtenção de feedback mais detalhado sobre as necessidades do mercado e a possibilidade de desenvolver projetos personalizados, com o objetivo de implementar as soluções propostas em ambientes industriais. Essa interação estreitaria a relação entre a academia e a indústria, gerando valor mútuo.

Em terceiro lugar, a exploração de novas tecnologias e materiais poderia ser incorporada. Isso envolveria a pesquisa sobre automação mais avançada, integração de inteligência artificial (IA) para controle de processo, o uso de novos polímeros ou ligas metálicas, e a aplicação de manufatura aditiva (impressão 3D) na fabricação de componentes específicos. Isso manteria o projeto na vanguarda da inovação tecnológica.

Além disso, a documentação e disseminação dos resultados em larga escala, através de publicações em periódicos científicos, participação em congressos e workshops, e a criação de patentes, seria fundamental para compartilhar o conhecimento gerado e inspirar outras instituições e profissionais. Isso também daria maior visibilidade ao trabalho dos alunos e professores.

Por fim, a expansão do escopo do projeto para incluir outros desafios industriais ou a criação de um "laboratório de inovação" permanente dentro da instituição, onde os alunos pudessem continuamente desenvolver soluções para problemas reais, fortaleceria ainda mais a cultura de inovação e empreendedorismo.

Em conclusão, o projeto de seladores de ampolas é um testemunho do poder da aprendizagem baseada em projetos e das metodologias ativas na formação de profissionais altamente qualificados. Ao proporcionar uma experiência educacional que simula a realidade do mundo do trabalho, o SENAI Suíço-Brasileira Paulo Ernesto Tolle não apenas capacita seus alunos tecnicamente, mas os prepara para serem agentes de transformação e inovação no cenário industrial. A continuidade e ampliação de iniciativas como esta são cruciais para o futuro da educação técnica e tecnológica no Brasil.

## REFERÊNCIAS

Barrows, H. S., & Tamblyn, R. M. (1980). Problem-Based Learning: An Approach to Medical Education. Springer. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?id=9u-5DJuQq2UC&lpg=PR5&ots=k4OGowalka&dq=Barrows%2C%20H.%20S.%2C%200%26%20Tamblyn%2C%20R.%20M.%20\(1980\).%20Problem-Based%20Learning%3A%20An%20Approach%20to%20Medical%20Education.%20Springer.&lr&hl=pt-BR&pg=PR5#v=onepage&q=Barrows,%20H.%20S.,%20&%20Tamblyn,%20R.%20M.%20\(1980\).%20Problem-](https://books.google.com.br/books?id=9u-5DJuQq2UC&lpg=PR5&ots=k4OGowalka&dq=Barrows%2C%20H.%20S.%2C%200%26%20Tamblyn%2C%20R.%20M.%20(1980).%20Problem-Based%20Learning%3A%20An%20Approach%20to%20Medical%20Education.%20Springer.&lr&hl=pt-BR&pg=PR5#v=onepage&q=Barrows,%20H.%20S.,%20&%20Tamblyn,%20R.%20M.%20(1980).%20Problem-)

[Based%20Learning:%20An%20Approach%20to%20Medical%20Education.%20S  
pringer.&f=false](#)

Brown, T. (2009). *Change by Design: How Design Thinking Creates New Alternatives for Business and Society*. Harvard Business Press. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=R6vLAqAAQBAJ>

Dewey, J. (1938). *Experience and Education*. Macmillan. Disponível em: <https://archive.org/details/experienceeducat00dewe/page/n5/mode/2up>

Freire, P. (1996). *Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa*. Paz e Terra. Disponível em: <https://nepegeo.paginas.ufsc.br/files/2018/11/Pedagogia-da-Autonomia-Paulo-Freire.pdf>

Heckhausen, J., & Dweck, C. S. (1998). *Motivation and Self-Regulation across the Life Span*. Cambridge University Press. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?id=MZIGVkaHsKgC&lpg=PP1&ots=TwB5vj7BqT&dq=Heckhausen%2C%20J.%2C%20%26%20Dweck%2C%20C.%20S.%20\(1998\).%20Motivation%20and%20Self-Regulation%20across%20the%20Life%20Span.%20Cambridge%20University%20Press.&lr&hl=pt-BR&pg=PP1#v=onepage&q=Heckhausen,%20J.,%20&%20Dweck,%20C.%20S.%20\(1998\).%20Motivation%20and%20Self-Regulation%20across%20the%20Life%20Span.%20Cambridge%20University%20Press.&f=false](https://books.google.com.br/books?id=MZIGVkaHsKgC&lpg=PP1&ots=TwB5vj7BqT&dq=Heckhausen%2C%20J.%2C%20%26%20Dweck%2C%20C.%20S.%20(1998).%20Motivation%20and%20Self-Regulation%20across%20the%20Life%20Span.%20Cambridge%20University%20Press.&lr&hl=pt-BR&pg=PP1#v=onepage&q=Heckhausen,%20J.,%20&%20Dweck,%20C.%20S.%20(1998).%20Motivation%20and%20Self-Regulation%20across%20the%20Life%20Span.%20Cambridge%20University%20Press.&f=false)

HERNÁNDEZ, Fernando. *Transgressão e mudança na educação: os projetos de trabalho*. Artmed Editora, 2007.

Kolb, D. A. (1984). *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Prentice Hall. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/235701029\\_Experiential\\_Learning\\_Experience\\_As\\_The\\_Source\\_Of\\_Learning\\_And\\_Development](https://www.researchgate.net/publication/235701029_Experiential_Learning_Experience_As_The_Source_Of_Learning_And_Development)

Lakatos, E. M., & Marconi, M. A. (2003). *Metodologia do trabalho científico*. 5. ed. São Paulo: Atlas.

Luckesi, C. C. (2011). *Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições*. 18. ed. São Paulo: Cortez.

Moran, J. M. (2015). *Metodologias ativas para uma educação inovadora*. Papirus.

Rozenfeld, H. et al. (2006). *Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo*. São Paulo: Saraiva. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/002405162>

Shigley, J. E., & Mischke, C. R. (2005). *Projeto de engenharia*

mecânica. McGraw-Hill.

Disponível

em:

<https://bibliotecaweb.unicesumar.edu.br/pergamumweb/vinculos/000067/0000675d.pdf>

Vygotsky, L. S. (1978). Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes. Harvard University Press. Disponível em:

[https://books.google.com.br/books?id=RxjjUefze\\_oC&pg=PA1&ots=okAUXYu5cq&dq=Vygotsky%2C%20L.%20S.%20\(1978\).%20Mind%20in%20Society%3A%20The%20Development%20of%20Higher%20Psychological%20Processes.%20Harvard%20University%20Press.&lr&hl=pt-BR&pg=PA1#v=onepage&q=Vygotsky,%20L.%20S.%20\(1978\).%20Mind%20in%20Society:%20The%20Development%20of%20Higher%20Psychological%20Processes.%20Harvard%20University%20Press.&f=false](https://books.google.com.br/books?id=RxjjUefze_oC&pg=PA1&ots=okAUXYu5cq&dq=Vygotsky%2C%20L.%20S.%20(1978).%20Mind%20in%20Society%3A%20The%20Development%20of%20Higher%20Psychological%20Processes.%20Harvard%20University%20Press.&lr&hl=pt-BR&pg=PA1#v=onepage&q=Vygotsky,%20L.%20S.%20(1978).%20Mind%20in%20Society:%20The%20Development%20of%20Higher%20Psychological%20Processes.%20Harvard%20University%20Press.&f=false)

Zabala, A. (1998). A prática educativa: como ensinar. Porto Alegre: Artmed.

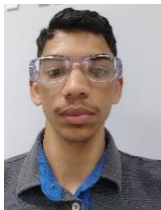
Disponível

em:

[https://www.academia.edu/35094855/Zabala\\_Antoni\\_A\\_pr%C3%A1tica\\_educativa\\_como\\_ensinar](https://www.academia.edu/35094855/Zabala_Antoni_A_pr%C3%A1tica_educativa_como_ensinar)

## **SOBRE O(S)AUTOR(ES)**

### **i GABRIEL DE ARAÚJO DANTAS**



Cursando atualmente o Tecnólogo em Mecânica de Precisão no SENAI Suíço Brasileiro, com conclusão prevista para 2026, e tendo concluído o curso Técnico na mesma área em 2023. Ele possui experiência como Estagiário em engenharia de aplicações na Okuma Latina Americana, Ferramenteiro 1/2 Oficial na Parâmetro Equipamentos e Serviços Ltda. e Stock Industrial Ltda., e Jovem Aprendiz no setor de usinagem CNC na Albras. Além de sua formação técnica, Gabriel também tem cursos complementares como Ajustador Mecânico e Torneiro Mecânico, e está aprendendo inglês e espanhol.

### **ii MONICA GOMES DO NASCIMENTO**



Possui certificação em Matemática Aplicada a Mecânica pelo SENAI Suíço-Brasileira Paulo Ernesto Tolle (2020) e em Yellow Belt em Lean Seis Sigma pelo SENAI Suíço-Brasileira Paulo Ernesto Tolle (2021), cursando atualmente a graduação de Tecnologia em Mecânica de Precisão pela Faculdade SENAI Suíço-Brasileira Paulo Ernesto Tolle (2024-). Tem experiência na área de Qualidade, com ênfase em auditorias internas. É Analista de Qualidade na empresa Chris Cintos.

### **iii JOHN EVERSON NOGUEIRA DA SILVA**



Cursando curso superior em mecânica de precisão pela faculdade do SENAI (3 semestres ).  
Atualmente com cargo de ferramenteiro de moldes plásticos com mais de 15 anos de experiência

#### iv **KAIQUE FRANÇA LIBERATO RIBEIRO**



Possui técnico mecânico de precisão (2021). Atualmente, está cursando o 4º semestre de Tecnologia em Mecânica de Precisão pela Faculdade SENAI Suíço Brasileira (2025).

#### v **MARCUS VINICIUS DOS REIS VENDITTI**



Profissional com formação em Tecnologia Mecânica pela Faculdade de Tecnologia de São Paulo (1996) e Administração na Uninter (2025). Possui diversas pós-graduações, incluindo Gestão em Governança Corporativa e Socioambiental (2024), Energias Renováveis (2024) pela Uninter, e Mestrado em Administração pela USCS (2017). Com vasta experiência profissional, atuou como Tecnólogo Mecânico em Governança Corporativa e Contratações na Sabesp S/A. Na área acadêmica, é Professor Universitário nos Centros Universitários Senac e Senai. Também é autor de livros técnicos pela Visual books.