



## APRENDIZAGEM COLABORATIVA EM ENGENHARIA: O CASO DO PROJETO SUPER CAMINHÃO 3D-RC 2024-2

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2025.6124

**Autores:** EDUARDO CÉSAR DE MIRANDA LOUREIRO

**Resumo:** O artigo relata a implantação da abordagem de Aprendizagem Baseada em Projetos por meio de uma atividade colaborativa envolvendo alunos do primeiro semestre de Engenharia Mecânica. Os alunos foram desafiados a projetar e montar um caminhão em miniatura, quase todo construído com componentes impressos em 3D e controlado remotamente por meio de um telefone celular. O Projeto de Ensino teve como objetivo reafirmar o interesse dos alunos ingressantes, promovendo o aprendizado por meio de atividades práticas e colaborativas. Os alunos formaram equipes e construíram o protótipo do chassi, os sistemas automotivos e de controle eletrônico. Os resultados mostraram que todas as equipes construíram protótipos funcionais com boa aparência estética, como demonstrado no Festival Super Caminhão 2024-2, evento de conclusão do Projeto. Uma pesquisa pós-projeto entre os alunos indicou unanimemente que a participação no Projeto foi bastante positiva e trouxe incentivo para continuarem o curso escolhido.

**Palavras-chave:** Engenharia Mecânica, Aprendizagem colaborativa, Aprendizagem Baseada em projetos ABP

## **APRENDIZAGEM COLABORATIVA EM ENGENHARIA: O CASO DO PROJETO SUPER CAMINHÃO 3D-RC 2024-2**

### **1 INTRODUÇÃO**

Em alguns países industrializados, disciplinas com conteúdo de Engenharia e Design Tecnológico foram incluídas nos currículos educacionais do ensino médio desde a década de 1970 (Purzer et al., 2015). Nos EUA, os Padrões Nacionais de Educação em Ciências enfatizaram a importância de incorporar projetos tecnológicos no currículo de educação científica nas escolas já em 1996 (National Research Council, 1996). Ao longo dos anos, centenas de estudos foram publicados tentando entender o desgaste dos alunos de engenharia e propor abordagens para atenuar seus efeitos (Geisinger & Raman, 2013; Moore-Russo, 2017).

É notável como uma nação depende de seu grau de desenvolvimento em Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (sigla em Inglês: STEM). Mesmo após a implementação das iniciativas acima, há preocupações crescentes nos EUA de que o número de pessoas que ensinam nessas áreas nas escolas seja insuficiente para atender às necessidades da sociedade (Brand, 2020). Essas preocupações são mais relevantes para os países em desenvolvimento. O aumento no número de engenheiros e cientistas que se aposentam, juntamente com o fato de que muito poucos alunos optam por carreiras em tecnologia, afetarão fortemente a força de trabalho STEM. Outra preocupação significativa são as oportunidades limitadas para os alunos adquirirem as habilidades básicas necessárias para se tornarem profissionais de sucesso nessas áreas (Hyslop, A. 2010).

No Brasil, com suas dimensões continentais e diferenças regionais, o ensino de ciências e tecnologia reflete o histórico de frequentes instabilidades do país em seus contextos políticos, sociais e econômicos. Apesar de décadas de atraso, esforços foram feitos para garantir que as novas propostas curriculares incluam as mudanças necessárias para a implementação prática e efetiva do ensino de Tecnologia e Engenharia nas escolas. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Médio, publicada em 2017, menciona que as rotas formativas devem ser estruturadas de acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio e devem articular conhecimentos de robótica, automação, inteligência artificial, programação e jogos digitais no desenvolvimento de conceitos em matemática e suas tecnologias (BRASIL – Ministério da Educação, 2017).

Nos últimos anos, após a pandemia do SARS-CoV-2, a economia brasileira não apresenta a força necessária para alavancar projetos tecnológicos de grande porte, o que fomenta um ambiente que reduz a previsão de um número mais expressivo de empregos em Engenharia. Esse ambiente diminui a motivação dos jovens para escolher uma carreira em tecnologia. Além disso, há uma tendência crescente entre os estudantes para abandonarem os cursos de graduação nas áreas de Engenharia e Tecnologia. Apenas 15% dos graduados do ensino superior no Brasil são formados em uma área STEM, uma das menores proporções entre os países da OCDE e parceiros (média da OCDE, 23%). Isso é semelhante ao que acontece em outros países latino-americanos, como Argentina (14%) e Colômbia (13%) (OECD, 2017).

O emprego de um projeto de engenharia como tarefa em sala de aula promove o aprendizado do aluno de forma ainda mais eficaz quando os desafios propostos são inseridos em contextos do mundo real. As atividades de design de engenharia desenvolvem as

habilidades de pensamento crítico dos alunos (Mahtani, K. et al. 2024). Os alunos no processo de aprendizagem colaborativa em pequenos grupos tendem a melhorar seu desenvolvimento acadêmico e incorporar habilidades essenciais de forma mais eficaz do que aqueles que seguem os métodos teóricos tradicionais. A aprendizagem colaborativa promove uma compreensão mais profunda, melhor retenção de informações e melhores habilidades de comunicação e trabalho em equipe (Oakley et al., 2004). A abordagem de Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) enfatiza a incorporação de conhecimentos científicos e habilidades profissionais por meio do envolvimento do aluno na concepção de projetos em situações da vida real. Além disso, a ABP aumenta o desejo dos alunos de aprender e desenvolver efetivamente uma melhor capacidade de aprendizagem. Isso ajuda os alunos a entenderem melhor os ambientes profissionais, preparando-os para os desafios que enfrentarão no futuro (Weng, 2022). A participação em espaços Maker e laboratórios de prototipação 3D promete transformar os alunos em construtores, criadores e inovadores, aumentando o interesse em ciência, tecnologia, engenharia e matemática. Esses espaços fornecem vários caminhos para o aprendizado de habilidades do século XXI, facilitando projetos colaborativos e iterativos, criando um ambiente onde o aprendizado construcionista pode ocorrer com sofisticação sem precedentes (Blikstein, 2017). Concordando com isso, Verner e Merksamer (2015) e Chien e Chu (2017) relataram experiências bem-sucedidas usando ferramentas de software de design auxiliado por computador e impressão 3D na educação tecnológica. O presente artigo relata a implementação inicial da abordagem de aprendizagem baseada em projetos por meio de uma atividade colaborativa que visa reafirmar o interesse dos alunos ingressantes que, após vencerem um concurso competitivo, optaram por se formar em Engenharia Mecânica na Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco, localizada no Nordeste do Brasil.

## **2 PROJETO CAMINHÃO 3D-RC 2024-2**

O desafio proposto aos alunos matriculados em 'Introdução à Engenharia Mecânica', disciplina do primeiro semestre do curso de Engenharia Mecânica, foi projetar e montar um caminhão RC em miniatura, quase inteiramente construído com componentes impressos em 3D e controlado remotamente por meio de um telefone celular.

A fabricação de carros e caminhões; sua operação e manutenção; as competições esportivas automobilísticas; aliadas à memória lúdica dos carros de brinquedo, são campos que despertam o interesse dos jovens e os incentivam a seguir carreira na Engenharia Mecânica. Para superar o desafio proposto, os estudantes envolvidos foram instados a construir um produto extremamente atraente para alunos de Engenharia Mecânica. No entanto, esse encantamento generalizado entre os alunos veio com um preço: o protótipo que eles estavam sendo solicitados a construir apresentava um alto grau de complexidade. O chassi precisava acomodar a suspensão dianteira e os sistemas de direção, suspensão traseira, trem de tração, iluminação e sistema de controle eletrônico, além da cabine e acessórios. O protótipo consistiria em dezenas de componentes impressos em 3D e pequenos parafusos, porcas, arruelas, molas, rolamentos e rebites. Assim, tornou-se evidente a necessidade de padronização de protótipos e coordenação otimizada.

Os dezenove alunos ingressantes no segundo semestre de 2024 formaram três equipes com 6, 6 e 7 membros. O número de equipes foi limitado devido à lentidão do processo de impressão 3D e ao alto custo de componentes eletrônicos e outros insumos.

A construção dos caminhões começou com a montagem do chassi. Perfis de alumínio em forma de U, chapas metálicas em forma de L e rebites foram usados como matéria-prima. A montagem foi realizada pelos alunos na oficina da equipe Baja da Escola Politécnica de Pernambuco, conforme mostrado na Figura 1. As setas da Figura 1 (à direita) apontam para

os quatro chassis construídos. Um primeiro chassi foi construído com antecedência para garantir a padronização dos protótipos e servir de guia na construção dos outros três chassis pelos alunos.

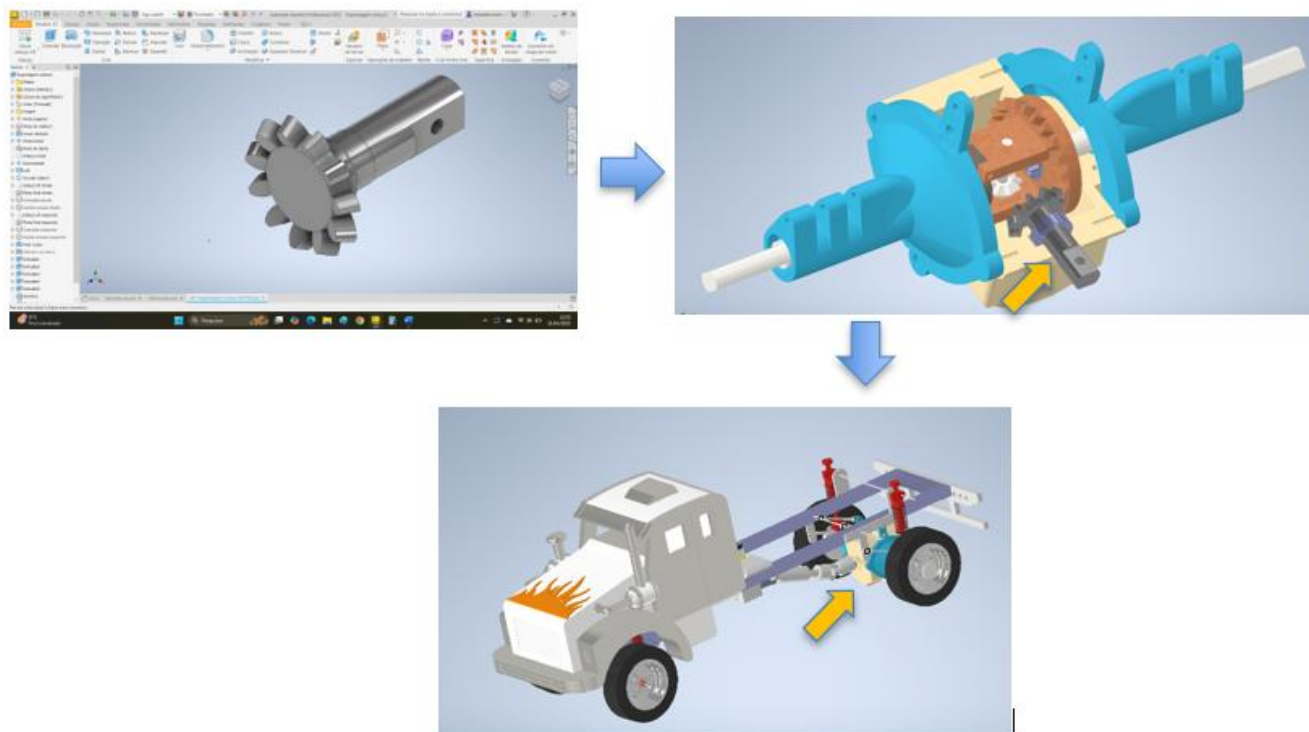
Figura 1 - Montagem dos chassis.



Fonte: o autor.

Ao longo da execução do projeto, os componentes de cada sistema automotivo foram projetados com antecedência. A montagem do sistema foi feita virtualmente usando um software aplicativo de design assistido por computador (CAD) que permitiu o acoplamento dos itens e a garantia de que eles satisfariam as restrições geométricas específicas (Figura 2). Os itens foram então impressos em 3D no laboratório SpaceMaker da Escola Politécnica, e o sistema foi montado no primeiro chassi construído. Somente após a verificação da funcionalidade e resistência dos itens, foi disponibilizado um tutorial passo a passo na Internet para acesso pelos estudantes.

Figura 2 - Montagem virtual dos componentes



Fonte: o autor.

A versão educacional do software Autodesk Inventor® foi usada para projetar todos os componentes impressos em 3D e configurar as montagens virtuais necessárias para orientar o processo de construção do protótipo. Para a montagem do chassi, foi projetado o componente em 3D e, em um processo inverso, o desenho técnico foi disponibilizado para

orientar os alunos na montagem na oficina. Para todos os outros componentes, exceto para as rodas, o processo foi o seguinte: 1) Os tutoriais produzidos e disponibilizados em um canal do YouTube (Motores & MecFlu, 2024) detalharam o passo a passo do projeto 3D de cada componente; 2) Nas atividades presenciais e de casa, utilizando esses tutoriais como referência, os alunos replicavam os projetos 3D dos componentes e os enviavam ao professor para impressão 3D (o envio dos arquivos para impressão era obrigatório para alguns componentes escolhidos aleatoriamente para confirmar a participação efetiva dos alunos no Projeto Caminhão); 3) Os arquivos foram então enviados para o laboratório SpaceMaker da faculdade para impressão 3D (Figura 3); 4) Quando todos os itens de um sistema eram impressos e todos os outros componentes não impressos estavam disponíveis, as equipes se reuniam no laboratório do SpaceMaker para montar o sistema no chassi de cada protótipo (Figura 4).

Figura 3 - Itens impressos em 3D.



Fonte: o autor



Figura 4 - Montagem dos componentes.



Fonte: o autor



O algoritmo descrito acima não se caracteriza como uma receita para executar uma atividade de aprendizagem baseada em projeto. Sua utilização foi imposta pela complexidade do protótipo e pelo breve tempo disponível: um semestre letivo para os alunos ingressantes que ainda não possuíam as habilidades necessárias para projetar todos os itens de cada sistema automotivo. Ao fornecer aos alunos os meios para replicar virtualmente os itens projetados, eles não poderiam realizar algumas tarefas inerentes ao projeto de engenharia. Os componentes já haviam sido projetados. No entanto, a replicação virtual 3D do projeto dos elementos, mesmo quando realizada seguindo tutoriais, ofereceu uma oportunidade de assimilar e aprimorar uma habilidade essencial para o projeto de engenharia: a capacidade de expressar e comunicar ideias criadas por designers graficamente. De acordo com Gauvreau (2018), o desenho é um meio essencial de validação de ideias no processo de

design. É indispensável para determinar se os componentes dimensionados se adequam a restrições geométricas específicas. O desenho também é uma ferramenta valiosa para criar ideias, permitindo que ideias que existem apenas em nossas mentes realizem o primeiro passo para a realidade. Além do desenho, no processo de projeto usando software auxiliado por computador como o Inventor, o item ou componente é esculpido usando comandos de edição tridimensional que fornecem uma maneira mais eficiente e direta de obter melhores resultados do que os obtidos pelo desenho técnico convencional (Figura 2).

A ideia mais importante sobre o design tecnológico é que ele sempre requer consideração de restrições, o que é fundamental para entender práticas tecnológicas como a Engenharia, onde os limites devem ser acomodados. Um projeto ideal considera todas as limitações e atinge um compromisso razoável (AAAS, 1989). Para preencher a lacuna apontada no algoritmo utilizado na construção dos protótipos, os alunos puderam vivenciar esse aspecto relevante do design tecnológico na construção das rodas. Os alunos ficaram livres para atender aos limites geométricos, trabalhando na geometria das peças para definir indiretamente a quantidade de material de impressão usado em função da resistência necessária, considerar o aspecto estético e estabelecer compromissos razoáveis entre essas restrições.

Uma atividade fundamental para o sucesso do Projeto foi desenvolvida em paralelo para fornecer conhecimentos teóricos e habilidades práticas para a instalação do sistema de controle eletrônico do protótipo. Um aluno mais experiente do curso de Engenharia de Controle e Automação atuou voluntariamente como assistente de ensino ministrando aulas teóricas e práticas (Figura 5). O conteúdo ensinado permitiu que os alunos soldassem as conexões dos componentes eletrônicos, montassem o conjunto de elementos do sistema de controle usando o circuito eletrônico como guia e programassem o comportamento da placa controladora em uma linguagem de programação para gerenciar os sistemas de tração, direção e iluminação do protótipo.

Figura 5 - Prática de eletrônica.



Fonte: o autor.

Para avaliar o comportamento, os conhecimentos e as habilidades assimiladas pelos alunos em decorrência da participação no Projeto Super Caminhão, foi aplicada uma pós pesquisa utilizando uma escala Likert de 5 pontos variando de 1 (discordo totalmente) a 5 (concordo totalmente). A Tabela 1 mostra o questionário que os alunos responderam após a conclusão do Projeto. Os alunos foram convidados a responder às perguntas 2-9 duas vezes: a primeira vez descrevendo a situação no início do Projeto Caminhão e a segunda vez após sua conclusão.

Tabela 1 - Questionário aos participantes.

| Período               | Afirmação                                                                                                                         |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Antes</b>          | 1. Ao ser apresentado ao Projeto Caminhão me senti muito encorajado a encarar o desafio.                                          |
| <b>Antes e depois</b> | 2. Eu sei quais as funções do chassi no veículo.                                                                                  |
|                       | 3. Eu sei qual a função do diferencial em um caminhão.                                                                            |
|                       | 4. Eu sei qual a função e como funciona o eixo cardã.                                                                             |
|                       | 5. Eu tenho prática no uso do Inventor ou software similar.                                                                       |
|                       | 6. Eu sei como funciona o comando "Extrusão" no Inventor.                                                                         |
|                       | 7. Eu sei o que significa "suporte" em impressão 3D.                                                                              |
|                       | 8. Eu sou capaz de soldar conexões usando um circuito eletrônico como guia.                                                       |
|                       | 9. Eu posso programar o comportamento de uma placa controladora usando uma linguagem de programação.                              |
| <b>Depois</b>         | 10. Após o Projeto Caminhão me sinto satisfeito por ter participado e mais animado para continuar o curso de engenharia Mecânica. |

Fonte: o autor.

### 3 O FESTIVAL SUPER CAMINHÃO 3D-RC POLI-UPE 2024-2

Para reforçar ainda mais o interesse em superar o desafio proposto, foi anunciado no início do semestre que as equipes participariam de um concurso de caminhões RC.

Na última semana do semestre letivo, as equipes se voluntariaram para preparar a infraestrutura para o Festival Super Caminhão 3D-RC Poli-UPE 2024-2, evento semelhante às competições de aeromodelismo. Durante este tipo de evento, os protótipos desfilam em uma pista, realizam manobras e são apresentados ao público. A Figura 6 mostra imagens da preparação da pista para o concurso.

Figura 6. Preparação da pista na quadra da Escola Politécnica.



Fonte: o autor.

Por fim, o evento de conclusão do projeto foi realizado em 19 de dezembro de 2024 (uma noite chuvosa em meados de dezembro no Nordeste do Brasil!). A Figura 7 mostra imagens do Festival.

Figura 7. Festival super Caminhão 3D-RC Poli-UPE 2024-2



Fonte: o autor.

### 3 RESULTADOS

Todas as equipes conseguiram construir seus protótipos com alta funcionalidade e uma aparência estética agradável.

Quinze dos dezenove alunos matriculados no Projeto Super Caminhão responderam à pós-pesquisa sobre os impactos no comportamento e os benefícios de participar do Projeto Super Caminhão 3D-RC. Os questionários foram enviados aos alunos via Google Forms, de forma não obrigatória, após já terem sido avaliados no curso de Introdução à Engenharia Mecânica e estarem de férias escolares.

A Tabela 2 apresenta os resultados da autoavaliação dos alunos antes e após o Projeto Super Caminhão 3D-RC e a Tabela 3 apresenta as respostas dos alunos em relação aos seus conhecimentos e habilidades em cada um desses dois momentos.

Tabela 2 - Autoavaliação dos estudantes sobre o ânimo antes e depois do Projeto.

| Afirmação                                                                                                                         | Placar                                                                                        | Média       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 1. Ao ser apresentado ao Projeto Caminhão me senti muito encorajado a encarar o desafio.                                          |  1 2 2 10 | <b>4,40</b> |
| 10. Após o Projeto Caminhão me sinto satisfeito por ter participado e mais animado para continuar o curso de engenharia Mecânica. |  15       | <b>5,0</b>  |

As respostas à questão 1 mostram que os alunos tinham expectativas razoáveis sobre o Projeto, e a grande maioria se sentiu disposta a enfrentar o desafio. Respondendo à questão 10, os alunos reconheceram unanimemente que a participação no Projeto foi bastante positiva e que os incentivou a continuar no curso de Engenharia Mecânica.

TABELA 3. Conhecimentos e habilidades dos estudantes antes e depois do Projeto.

| Afirmção                                                                                             | Antes                                                                               | Média | Depois                                                                               | Média |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 2. Eu sei quais as funções do chassi no veículo.                                                     |    | 3,40  |    | 4,73  |
| 3. Eu sei qual a função do diferencial em um caminhão.                                               |    | 2,33  |    | 4,80  |
| 4. Eu sei qual a função e como funciona o eixo cardã.                                                |    | 2,53  |    | 4,73  |
| 5. Eu tenho prática no uso do Inventor ou software similar.                                          |    | 1,47  |    | 4,27  |
| 6. Eu sei como funciona o comando "Extrusão" no Inventor.                                            |    | 1,40  |    | 4,33  |
| 7. Eu sei o que significa "suporte" em impressão 3D.                                                 |   | 2,13  |   | 4,60  |
| 8. Eu sou capaz de soldar conexões usando um circuito eletrônico como guia.                          |  | 1,73  |  | 4,53  |
| 9. Eu posso programar o comportamento de uma placa controladora usando uma linguagem de programação. |  | 1,40  |  | 4,07  |

Fonte: o autor.

As respostas às questões 2-9 permitem avaliar a melhoria do conhecimento e a assimilação de competências do aluno ao longo do Projeto. As perguntas 2 a 4 estão relacionadas à Mecânica, 5 a 7 estão associadas ao uso do software Inventor e à impressão 3D e as questões 8 e 9 estão relacionadas à Eletrônica. Pode-se ver que os benefícios foram altos e generalizados em todos esses campos.

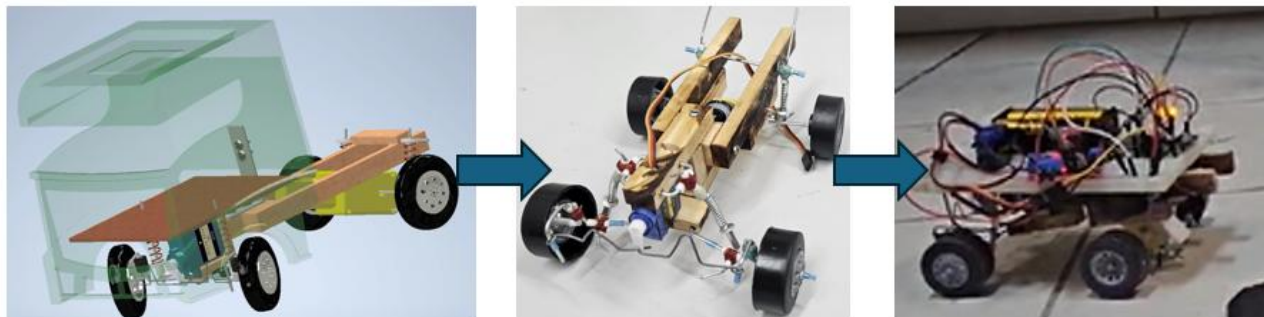
#### 4 DISCUSSÃO

Foi uma conquista notável superar todas as adversidades e vencer a complexidade do projeto de engenharia proposto dentro do tempo limitado disponível.

Algumas dificuldades tiveram que ser superadas durante o Projeto. A maior delas foi o breve tempo disponível para sua execução. A ideia inicial era construir um veículo em miniatura à mão. O processo artesanal foi tentado por um certo tempo. O protótipo foi projetado usando o Inventor e construído manualmente, e sua funcionalidade foi avaliada. A Figura 8 ilustra essas três etapas. O processo desenvolvido dessa forma não permitia a padronização e exigiria uma logística quase impossível de ser concluída por diferentes equipes. Além disso, é um processo pouco atraente para os alunos devido à sua lentidão, características tediosas e desanimadoras, e exigindo boas habilidades manuais dos alunos. Então, um mês após o início do período letivo, a orientação mudou completamente e a atividade passou a ser fortemente baseada na impressão 3D dos componentes do protótipo.

Este início não muito promissor, além de limitar ainda mais o tempo disponível, contribuiu para um receio particular de alguns alunos no início do Projeto, evidenciado pelas respostas dadas à questão 1.

Figura 8. Idealização Construção e testes do protótipo artesanal.



Fonte: o autor.

A atividade de impressão 3D é de fato um processo demorado. Construir um protótipo no Projeto Caminhão requer a impressão de dezenas de peças e componentes. Contar com apenas um laboratório de impressão 3D, que também atende às demandas de outros setores da faculdade, mostrou-se inconveniente. A demora em ter os componentes disponíveis para a montagem do protótipo gerou insegurança e incerteza entre os participantes do desafio Super Caminhão. Para futuras aplicações deste projeto de ensino, ter impressoras 3D exclusivamente dedicadas à produção de componentes protótipos garantirá resultados melhores com menos contratempos.

O perfil econômico dos alunos é muito heterogêneo, com alguns de famílias de baixa renda, o que não permite que eles tenham um computador atualizado para rodar o software utilizado no Projeto. Isso pode ter prejudicado a lição de casa de alguns alunos que precisam usar o software Inventor e pode justificar as respostas negativas às questões 5 e 6, que apresentaram as menores médias alcançadas após a execução do Projeto, 4,27 e 4,33. Esse problema pode ser atenuado aumentando as aulas práticas com o software nos laboratórios de informática da faculdade.

Todos os sistemas tecnológicos podem falhar. Os sistemas tecnológicos modernos são projetados e produzidos para serem altamente confiáveis. As falhas são raras o suficiente para serem surpreendentes. No entanto, quanto maior e mais complexo for um sistema, maior será o número de maneiras pelas quais ele pode falhar – e maiores serão os possíveis efeitos da falha (AAAS, 1990). As placas de controle e servomotores empregados nos protótipos do Projeto já haviam sido utilizados em atividades acadêmicas anteriores e foram reutilizados para redução de custos. Esta não foi a decisão correta porque causou falhas notadas pouco antes da disputa final. Se essas ocorrências não forem corrigidas a tempo, causarão frustração e desconfiança nas habilidades dos alunos, mesmo que não seja culpa deles. Isso deve ser evitado em versões futuras do Projeto Super RC.

As dificuldades aqui mencionadas serão superadas nas seguintes versões do Projeto Super Caminhão. Com a experiência adquirida nesta primeira aplicação, provavelmente seguirá um melhor planejamento, iniciará as atividades com objetivos claros no início do semestre e evitará as falhas observadas nesta primeira edição. Isso ampliará a possibilidade de os alunos realizarem atividades inerentes ao projeto mecânico na construção de outros componentes que, nesta versão inicial, ficaram restritos às rodas do caminhão.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atividade aqui apresentada, ou o desenvolvimento de projetos de engenharia semelhantes que atendam às demandas do mundo real, podem ser considerados para desenvolver programas universitários de primeiro ano mais eficazes, melhorando as atividades práticas dos alunos. A participação dos novos alunos em projetos desse tipo reafirma fortemente seu interesse em prosseguir estudos na área de Engenharia escolhida. A atividade prática aqui detalhada aumentou o desejo de aprender dos alunos e apresentou oportunidades reais para o desenvolvimento efetivo de uma melhor capacidade de aprendizagem alcançada pela forte ênfase no trabalho em equipe. A atitude dos alunos durante a execução do Projeto destacou interesse, força de vontade e tenacidade significativos e exigiu muitos sacrifícios para alcançar o objetivo final. Esse comportamento foi observado ao longo de todo o Projeto. Esses foram os requisitos essenciais para o sucesso, como evidenciado pela qualidade, funcionalidade e atributos estéticos dos caminhões RC em miniatura produzidos.

## 6 AGRADECIMENTOS

O autor gostaria de agradecer à diretoria da Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco, à equipe do laboratório SpaceMaker, à equipe Corisco Baja, à equipe do laboratório Clandestino, aos alunos do último ano da graduação José Roberto Lopes Gentile Almeida (assistente de ensino), Arthur Callou da Cruz, Jeferson José da Silva e a todos os alunos ingressantes que juntos foram os protagonistas dessa experiência.

## 7 REFERÊNCIAS

AAAS – American Association for the Advancement of Science, **Science for All Americans, The Nature of Technology**, 1989. Disponível em <https://www.project2061.org/publications/sfaa/online/chap3.htm> Acesso em 22 mar 2025.

Blikstein, P., Kabayadondo, Z., Martin, A. and Fields, D., An Assessment Instrument of Technological Literacies in Makerspaces and FabLabs. **Journal of Engineering Education**, 106: 149-175, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jee.20156> Acesso em 12 mar 2025

Brand, B. R., Integrating science and engineering practices: outcomes from a collaborative professional development, **International Journal of STEM Education** 7:13, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40594.-020-00210-x> Acesso em 14 mar 2025.

BRASIL – Ministério da Educação, **Base Nacional Comum Curricular**, 2017. 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 12 mar 2025.

Chien, Y-H and CHU, P-Y, The different learning outcomes of high school and college students on a 3D printing STEAM engineering design curriculum, **International Journal of Science and Mathematics Education** 16:1047-1064, 2018.

Gauvreau, P., Sustainable education for bridge engineers, **Journal of Traffic and Transportation Engineering**, 5 (6): 510-519, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2018.10.001> Acesso 18 mar 2025.

Geisinger, B.N., Raman, D. Raj, Why they leave: Understanding student attrition from engineering majors, **International Journal of Engineering Education** Vol 29, 4, 914-925, 2013.

Hyslop, A., CTE's role in science, technology, engineering and mathematics. techniques: **Connecting Education and Careers**, 85(3), 16–20, 2010.

Motores & MecFlu, **Projeto Caminhão**, YouTube Chanel, 2024 Disponível em: [https://youtu.be/\\_zsNUxml2w](https://youtu.be/_zsNUxml2w) Acesso 19 mai 2025.

Mahtani, K., Guerrero, J. M., Decroix, J., Implementing innovation in project-based learning in electro-mechanical engineering education. **International Journal of Mechanical Engineering Education**, 1-24, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/03064190241284600> Acesso 10 mai 2025.

Moore-Russo, D., Wilsey J. N., Parthum Sr., M.J. & Lewis K., Navigating Transitions: Challenges for Engineering Students, **Theory Into Practice**, 56:4, 291–299, 2017. Disponível em <https://doi.org/10.1080/00405841.2017.1350496> Acesso 19 mar 2025.

National Research Council, **National Science Education Standards**, Washington DC: The National Academies Press., 1996. Disponível em <https://doi.org/10.17226/4962> Acesso 12 mar 2025.

Oakley, B., Felder, R.M., Brent, R., Elhadj, I., Turning Student Groups into Effective Teams, **Journal of Student-Centered Learning**, Vol. 2, No. 1, pp. 9-34, 2004.  
OECD, “Brazil – Country Note” in Education at a Glance 2017: **OECD Indicators**, Paris. 2017 Disponível em: [https://download.inep.gov.br/acoes\\_internacionais/estatisticas\\_educacionais/ocde/education\\_at\\_a\\_glance/CN\\_Brazil\\_OECD\\_2017.pdf](https://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/estatisticas_educacionais/ocde/education_at_a_glance/CN_Brazil_OECD_2017.pdf) Acesso 19 mai 2025.

Purzer, S, Goldstein, M. H., Adams, R.S., Xie, C., Nourian S.,(2015). *An exploratory study of informed engineering design behaviors associated with scientific explanations*; **International Journal of STEM Education**, 2:9, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40594-015-0019-7> Aceso 03 abr 2025.

Verner, I., Merksamer, A., Digital design and 3D printing in technology teacher education, **Procedia CIRP** 36 182 -186, 2015.

Weng C, Chen C, Ai X. A pedagogical study on promoting students' deep learning through design-based learning. **Int J Technol Des Educ**, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10798-022-09789-4> Acesso em 10 mar 2025.

## **PRACTICAL AND COLLABORATIVE LEARNING IN ENGINEERING: THE CASE OF THE SUPER RC TRUCK PROJECT**

### **ABSTRACT**

The article reports on implementing the Project-Based Learning approach through a collaborative activity involving students of the first semester of Mechanical Engineering. The students were challenged to design and assemble a miniature truck, almost entirely built with 3D printed components and controlled remotely through a cell phone. The Teaching Project aimed to reaffirm the interest of incoming students, promoting learning through practical and collaborative activities. The students formed teams and built the prototype chassis, automotive, and electronic control systems. The results showed that all teams built functional prototypes with good aesthetic appearance, as demonstrated at the Super Truck Festival 2024-2, the Project's conclusion event. A post-project survey among the students unanimously indicated that participation in the project was very positive and encouraged them to continue the chosen course.

Keynotes: Mechanical Engineering, Project-Based Learning (PBL), Collaborative Learning

