



CAD E CAE EM UM CURRÍCULO CONTEMPORÂNEO - ESTUDO DA CONSTRUÇÃO DE AERONAVE - FASE I

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2024.5255

Autores: EVANDRO CARDOZO DA SILVA

Resumo: Usar CAD e CAE como principais ferramentas na formação de engenheiros pode ser um grande diferencial para renovar um currículo de engenharia mecânica que pouco se modificou em 40 anos. Como podemos pensar em IA, computação quântica, big data, e todas grandes evoluções, sem entender que um currículo contemporâneo como proposta de paradigma de currículo de engenharia mecânica deve ser estudado. Para isso, CAD e CAE em vez de isolados como hoje, devem ser adotados em todas as fases de formação. O CAD como base para curso de engenharia mecânica e adotando ferramentas CAE como uma forma mais prática de aprender engenharia, reduzindo a dependência na matemática com seu uso extensivo domínio da análise de engenharia. Com CAD podemos usar e adotar como modelo prático em todas as disciplinas, das básicas até as profissionalizantes. Com o domínio de modelagem CAD 3D o uso do CAE deve buscar a qualidade e eficiência para resolver problemas de engenharia. Um projeto de uma aeronave é um exemplo de estudo para complementar conteúdos padrões na formação dos engenheiros com formação comum de engenharia mecânica (Aeroespacial, Naval, Automotiva, Ferroviária e Mecatrônica) do Departamento de Engenharias da Mobilidade. O método PBL, intensivamente empregado em vários programas de engenharia, e VP (protótipo virtual) que facilita o desenvolvimento de projeto de engenharia, são exemplificados na primeira fase de um projeto de construção da estrutura tubular de uma aeronave biposto biplano monomotor Acro Sport II definido apenas para fins educacionais.

Palavras-chave: Engenharia Mecânica, CAD, CAE, PBL, VP

CAD E CAE EM UM CURRÍCULO CONTEMPORÂNEO - ESTUDO DA CONSTRUÇÃO DE AERONAVE – FASE I

1 INTRODUÇÃO

Fernandes *et al.* (2020) afirmam que a educação é um dos principais agentes de transformação da sociedade, promovendo avanços científicos e tecnológicos e impulsionando negócios e economias no mundo inteiro ao citar artigo sobre educação de ensino superior asiático. Estes autores propõem resolver problemas com a assistência do computador no desenho (*Computer-Aided Design-CAD*), na engenharia (*Computer-Aided Engineering-CAE*) e na manufatura (*Computer-Aided Manufacturing-CAM*), adotando aprendizagem baseada em problemas (*Problem-based learning-PBL*) aplicado especificamente em um programa de graduação de engenharia mecânica. Este contexto é objeto deste trabalho, como Lee (2014), professor associado de universidade de Taiwan, descreve no prefácio de seu livro uma nova maneira de pensar o currículo de engenharia mecânica. Hoje o resultado da mudança estrutural na economia mundial está na mudança do eixo econômico do atlântico para o pacífico, na qual a China se destaca entre os asiáticos em função de grandes investimentos em educação e na formação de engenheiros. Como nosso maior parceiro comercial, é fundamental formar engenheiros em quantidade e qualidade, para tornar capital investido no Brasil formador de mão de obra com a melhoria do ensino de engenharia e o desenvolvimento de habilidades convergentes com a corrida digital.

Num cenário de mudanças aceleradas de tecnologia as universidades devem preparar seus alunos e seus professores para um mercado de trabalho extremamente competitivo. Em cursos de engenharia as tecnologias transpassam seus laboratórios e devem refletir nas salas de aula com a maior proximidade do estado atual da arte quando se refere a implementar projetos de engenharia, que muito se respaldam no domínio de conteúdos com uso aprimorado de sistemas como CAD/CAE/CAM, resultado da revisão e modificação de seus currículos para uma engenharia moderna.

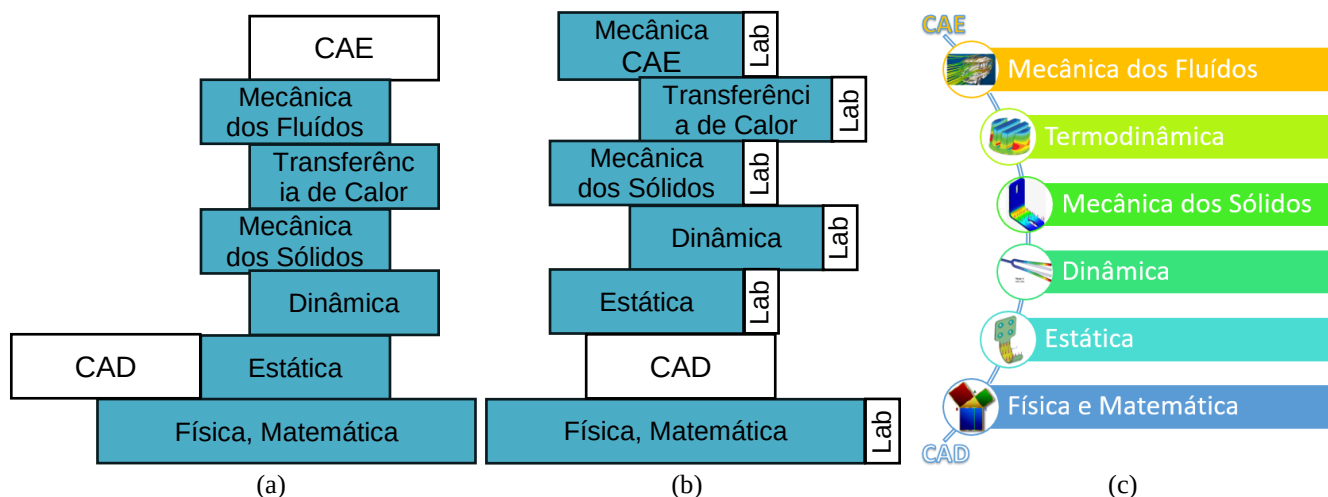
Pode parecer impossível construir seu próprio avião esportivo em casa ou na universidade. Mas, com os desenhos construtivos o objetivo deste trabalho tem proposta educacional detalhando o Acro Sport II, que é um biplano com envergadura pequena com trem de pouso convencional e é tipicamente construído com cockpit aberto e com carenagem no trem de pouso, está disponível no mercado a décadas (Poberezny e Rosman, 1982). O projeto disponível em desenho de construção em papel de prancheta (20 folhas no formato A2 e 2 folhas no formato A1) está sendo estudado aplicando os recursos gráficos digitais atuais (CAD) e ferramentas de simulação numérica (CAE).

2 REVISÃO DA LITERATURA

Uma forma de pensar na mudança de paradigma do currículo de engenharia mecânica visto por Lee (2014) que a matemática não é a única maneira apresentar conceitos de engenharia, mas o uso de ferramentas CAE é uma alternativa. Os conteúdos vistos a mais de 40 anos são essencialmente os mesmos, e, o que diferencia o currículo atual é o CAD e CAE que aparecem isolados na primeira e nas últimas fases, respectivamente (Figura 1a). A proposta é a plataforma programa CAE deve ser escolhido para atender como laboratório virtual das disciplinas de um currículo de engenharia

mecânica contemporâneo (Figura 1b). O objetivo deste projeto é atender a um currículo de engenharia, convertendo o projeto de uma aeronave com os recursos de um programa CAD (SolidWork®-SW), líder de mercado e adotado pela maioria das escolas técnicas e universidades, analisando e aprimorando com o uso dos recursos de CAE (Figura 1c).

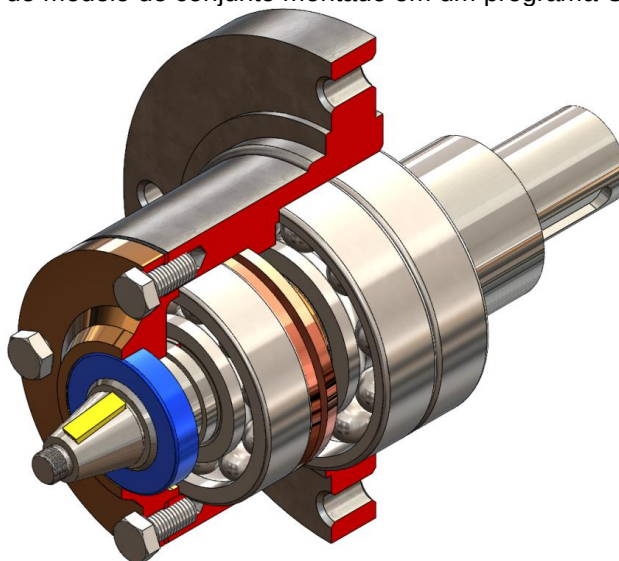
Figura 1 –Paradigma de um Currículo de Engenharia Mecânica: (a) convencional, (b) proposto por Lee (2014) e (c) proposto pelo autor (2024).



Fonte: Autor (2024).

A modelagem em um sistema CAD é muito importante e indispensável na formação do engenheiro mecânico. Segundo Gurusamy (2023), está no projeto e inovação em que o engenheiro pode gerar, visualizar e interagir no projeto de produtos usando a modelagem CAD em um sistema um ambiente virtual: os modelos CAD fornecem aos usuários a oportunidade de ver um produto antes mesmo de ser fabricado; os engenheiros podem simular e testar versões digitais de elementos de projetos que foram criados usando modelos CAD antes de criar protótipos físicos; máquinas e mecanismos possuem peças de geometria complexa que podem ser precisamente modeladas por engenheiros em um programa CAD; engenheiros mecânicos podem simular a montagem de várias peças em um programa CAD (Figura 2).

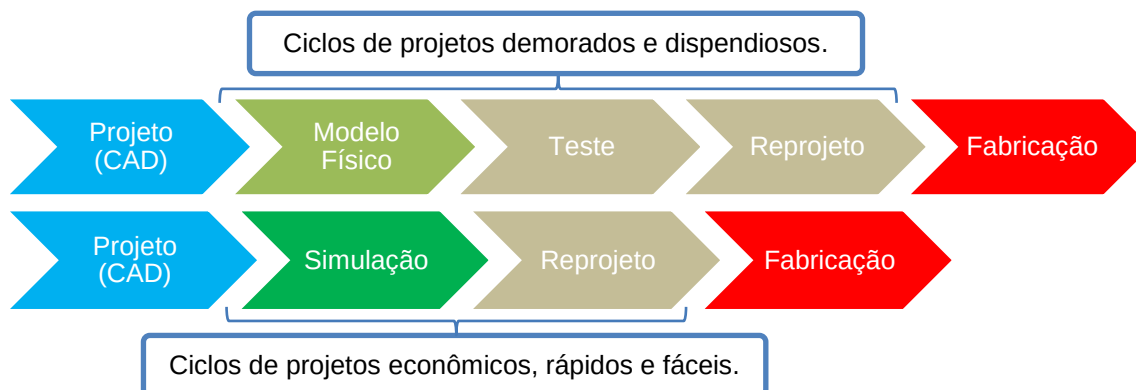
Figura 2. Exemplo de modelo de conjunto montado em um programa CAD (SolidWorks®).



Fonte: Adaptado de Apiluluelo et al. (2005).

Com a ajuda da ferramenta CAE, os engenheiros podem criar protótipos virtuais (*Virtual Prototype-VP*) de produtos. O modelo geométrico do produto a ser analisado, é elaborado em um *software* CAD que os sistemas CAE importam. A plataforma de *software* CAE é um ambiente de simulação para testar projetos de produtos com parâmetros de durabilidade, resposta dinâmica, calor e pressão e dinâmica dos fluídos. Sem a necessidade de protótipos físicos antes de fabricar o produto, a simulação diminui os custos e acelera a colocação do produto no mercado com melhor qualidade, produtos mais competitivos e segurança (Figura 3).

Figura 3. Desenvolvimento de projeto com simulação.



Fonte: Adaptado de Churazova (2023).

Kaushik (2020) adota PBL avaliando o primeiro ano de um curso de engenharia buscando desenvolver em disciplina específica denominada Exploração de Engenharia. Os resultados são baseados em os principais conceitos do curso que são predominantemente ministrados usando uma abordagem instrucional de aprendizagem baseada em atividades. Detalhes da interação de roteiros de atividades mostra o mapeamento dos resultados das atividades com os elementos de concepção do projeto e práticas de ensino do padrão ouro PBL.

Lee (2014) define, em seu livro de prática de laboratório de computador para completar livro texto, especificamente do curso de Resistência de Materiais, que exige muito esforço na elaboração e implementação que atenda a o paradigma proposto (Figura 1b). No sentido de modernizar a graduação de engenharia, o resultado do programa Brasil – USA relacionado Leiva *et al.* (2021) destaca-se o objetivo da criação de ambiente propício para o desenvolvimento do pensamento criativo, com sólida base teórica, da capacidade de inovação e de empreendedorismo e o objetivo da geração de modelos inspiradores de currículos, de metodologias de ensino-aprendizagem e de gestão de cursos de graduação, que possam ser aplicados no sistema de ensino superior brasileiro. Das 50 propostas do programa são selecionados o Programa Institucional de Modernização (PIM) como articulador de ações para inovação, integração e internacionalização implementado pela Unisinos; o resultado do PIM da Engenharia Elétrica da UNIFEI na implementação do projeto pedagógico do curso (PPC) com apresentando as competências do perfil do engenheiro eletrônico da Unifei e adoção de metodologias ativas em novo currículo; o mesmo acontece no PIM da Engenharia de Controle e Automação da PUCPR que executa propostas inovadoras de Projetos Pedagógicos de Cursos da Escola Politécnica, com matrizes curriculares com formação por competências e uso intensivo de metodologias ativas de aprendizagem. Mais 5 planejamentos podem ser encontrados nos capítulos organizados por Leiva *et al.* (2021).

Fernandes *et al.* (2020) relatam a experiência de ensino da PBL em curso de engenharia mecânica aplicando CAD/CAE/CAM para resolver problema de engenharia adotando aprendizagem ativa (PBL). Citam que a Aprendizagem Baseada em Problemas Orientada por Projetos (*Problem-Based Learning Project-Oriented – PoPBL*), tornou-se uma das estratégias de aprendizagem centrada no aluno mais utilizadas no ensino de engenharia. PBL é um método instrucional de aprendizagem ativa, que aplicado em um currículo ou em disciplina, exige avaliação por um processo dinâmico que precisa estar a serviço dos processos de ensino e aprendizagem e pode ter um impacto diferenciado na aprendizagem dos estudantes de engenharia (Elmôr Filho, 2019). Este projeto deve implementar esta metodologia com fundamentos da modelagem CAD/CAE apresentada.

3 MODELAGEM CAD

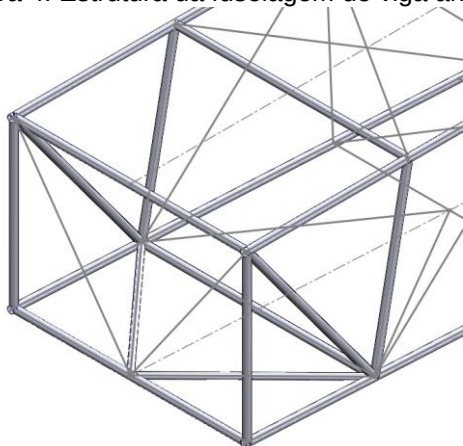
O projeto em desenvolvimento (Fase I – Estrutura da Fuselagem), modela geometrias complexas de sistemas mecânicos de um modelo de desenho construtivo de uma aeronave denominada ACRO-II (Poberezny e Rosman, 1982). O CAD SW, tem os recursos para modelar a estrutura tubular soldada, peças soldadas e chapas metálicas essenciais para as especificações para engenharia e manufatura.

3.1 Tubulações

Fuselagem é a camada de proteção exterior da estrutura de uma aeronave, do tipo de casco ou de viga armada. A fuselagem de viga armada é usada em aviões leves. Consiste de uma estrutura de tubos ou treliça de aço soldados em séries de quadros. É parte do avião onde são presas as asas, serve para alojar os tripulantes, cargas e controles, além do motor. Sua estrutura tubular (aço cromo-molibdênio - 4130), soldada com tecnologia GTAW, juntamente com as cavernas e seu revestimento em material composto são responsáveis por absorver e distribuir os diversos esforços sofridos.

Para rodar adequadamente o programa CAE (SolidWorks® *Simulation*), é preciso definir com o recurso CAD de esboço 3D aplicando seções transversais distintas com o uso de Ferramentas de Estrutura (SW). A estrutura é resultado dos eixos dos perfis usando esboço espacial 3D (Figura 4a). O esqueleto de soldagem é obtido na definição de quadros das estações da fuselagem da aeronave em planos e suas ligações por longarinas e membros diagonais. O perfil do conjunto das peças soldadas é definido pelo esboço do perfil comercializado e aplicado no modelo ACRO-II (Figura 4b).

Figura 4. Estrutura da fuselagem de viga armada: (a) esqueleto e quadro e (b) perfis tubulares aplicados.



(a)

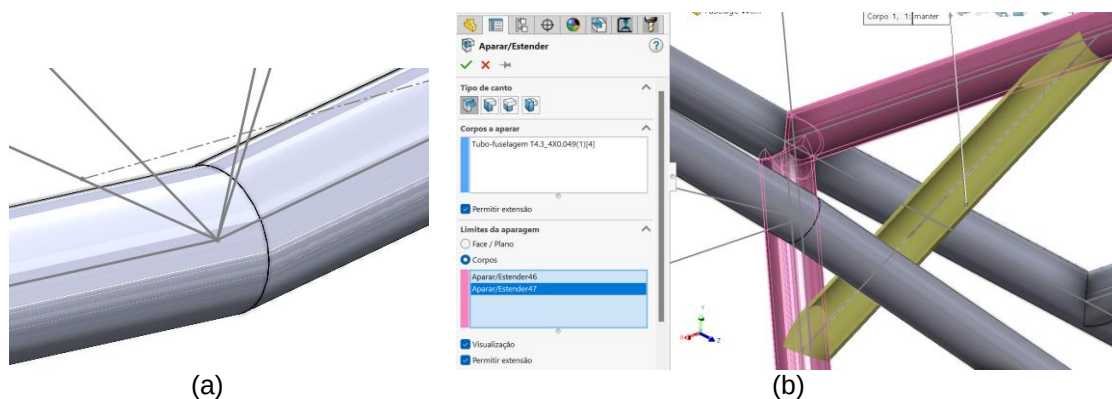
TUBO	4130 Tubulação de Aço Mecânico sem Costura (diâmetro externo x espessura da parede)
1	1/2" x 0,035"
2	5/8" x 0,035"
3	3/4" x 0,035"
4	3/4" x 0,049"
5	7/8" x 0,049"
6	3/4" x 0,058"

(b)

Fonte: Autor (2023) e Poberezny e Rosman (1982).

Após inserir os membros estruturais com perfis redondos, o recorte dos membros estruturais é em geral automático (Figura 5a) e manualmente para atender necessidades específicas (Figura 5b). A fuselagem pode apresentar estrutura complexa com infinidade de tubos que devem ser recortados e formar uma estrutura soldada estável.

Figura 5. Recorte de membros estruturais: (a) automaticamente e (b) de forma manual.

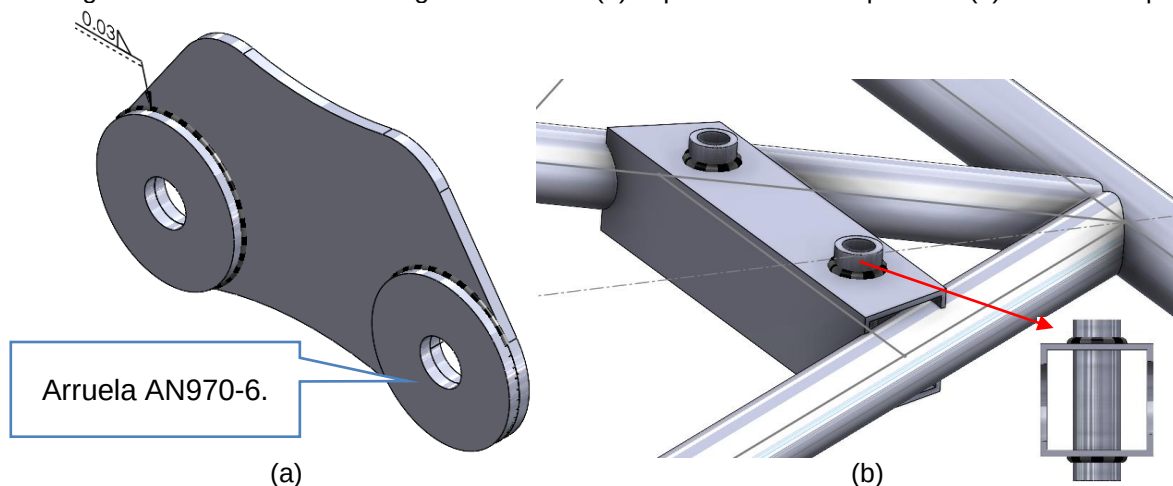


(a)
Fonte: Autor (2023).

3.2 Soldagem

Elementos da estrutura da fuselagem soldados podem ser combinados como objetos individuais 3D e recursos de uma modelagem de uma montagem soldada. Como exemplo está o suporte do trem de pouso (Figura 6a) de aço estrutural 4130 também usado na estrutura tubular, com arruelas AN970-6 (padrão aeronáutico) de aço banhado a cádmio. O tubo de torque de base de mancal dianteiro (Figura 6b) com buchas soldadas.

Figura 6. Elementos da fuselagem soldados: (a) suporte do trem de pouso e (b) tubo de torque.

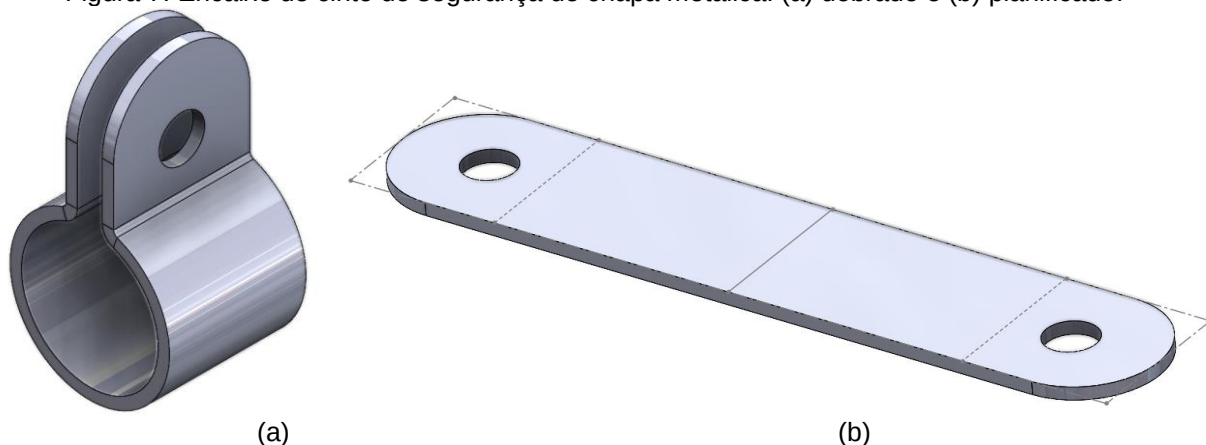


(a)
Fonte: Autor (2023).

3.3 Chapas Metálicas

Peças de chapas metálicas possuem vantagens em relação a peças simples para criar modelos que podem ser planificados e fabricados por estampagem e para projetos de aeronaves podem torná-las mais leves. Na aeronave modelada, com recurso do CAD SW, a ferramenta Chapa Metálica permite criar, como exemplo, a peça de encaixe de fixação do cinto de segurança (Figura 7a) a ser montada sobre uma longarina, tendo a forma planificada com linhas de dobras mostrada em perspectiva (Figura 7b). Com as dimensões de 4"x3/4" com chapa de aço 4130 requer espessura de 0,063 polegadas.

Figura 7. Encaixe de cinto de segurança de chapa metálica: (a) dobrado e (b) planificado.



(a)
Fonte: Autor (2023).

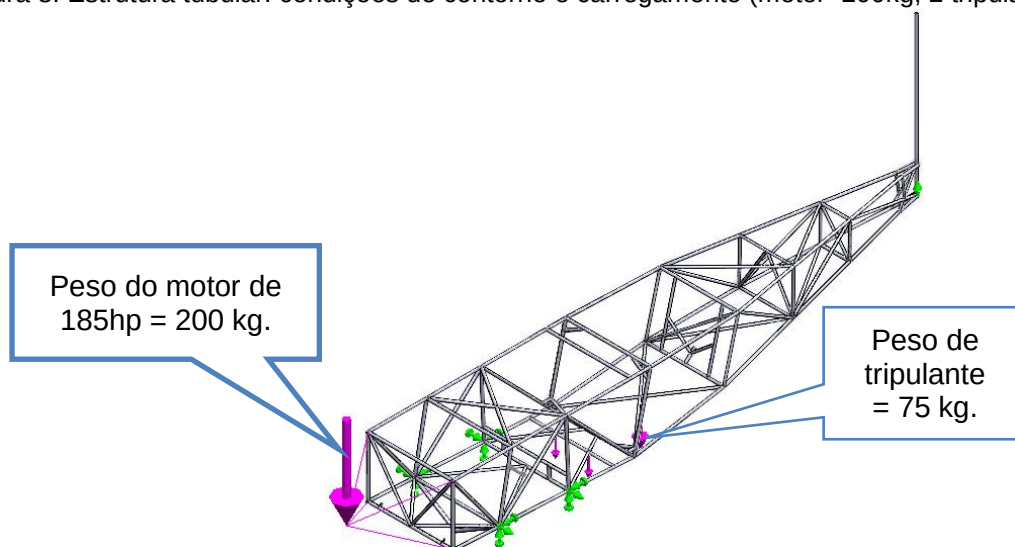
(b)

4 MODELAGEM CAE

As técnicas de simulação CAE podem ser realizadas principalmente pela Análise de Elementos Finitos (*Finite Element Analysis* – FEA). Com o modelo CAD podemos optar na análise de projeto CAE na solução estática, fadiga e dinâmica (movimento).

Neste trabalho a análise FEA da fuselagem do ACRO-II (Figura 4) usando as tecnologias CAD (SW) e CAE (SW Simulation) integrado. O material da estrutura tubular é o aço liga AISI 4130, com: módulo de elasticidade (E) = 205 GPa, Coeficiente de Poisson (μ) = 0,285 e a densidade (γ) = 7,85 kg/cm³. O formato utilizado como seção para o projeto ACRO-II é um perfil tubular (Figura 4b). As condições de vínculos se restringem a engaste em 4 pontos de montagem do trem de pouso e restrição na vertical do apoio do trem traseiro. Para o estudo dos modos de vibração se adota um modelo elástico sem apoio. É considerado um motor de propulsão (185hp) do ACRO-II com cerca de 200 kg. Os dois tripulantes pesam cada um 75 kg. O modelo CAE (Figura 8) tem a estrutura tubular treliçada com aplicação de vínculos, carregamento aplicado na junta do elemento de viga e carregamento do tipo remoto com conexão distribuída ao primeiro quadro.

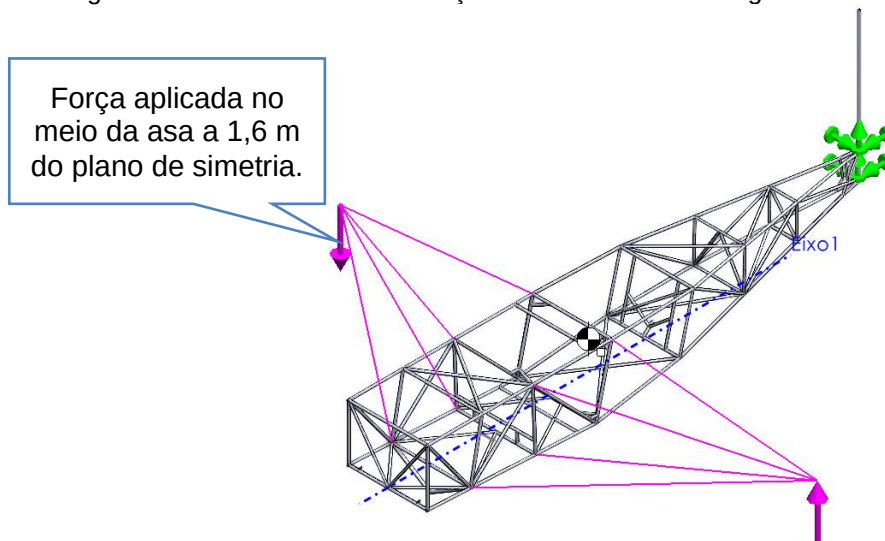
Figura 8. Estrutura tubular: condições de contorno e carregamento (motor=200kg, 2 tripulantes =150kg).



Fonte: Autor (2024).

Com facilidade é possível determinar a rigidez torcional da fuselagem com a aplicação de um torque carregamento do tipo remoto com conexão distribuída nas juntas de fixação das asas, definida a carga na posição central da asa, mais a metade da largura de um quadro ($50''+13''=63''=1,6\text{m}$) e engastada a traseira da fuselagem (Figura 9).

Figura 9. Estrutura tubular: condições de contorno e carregamento.



Fonte: Autor (2024).

O recurso CAE (*SW Simulation*) permite a análise de frequência, para calcular as frequências de ressonância e seus modos de vibração associados. No estudo de frequência, para os modos de vibração de um modelo elástico sem restrições, devem ser considerados os 6 primeiros modos como de corpo rígido, necessitando definir o número de frequências para análise como 12 para obter 6 modos elásticos.

5 RESULTADOS

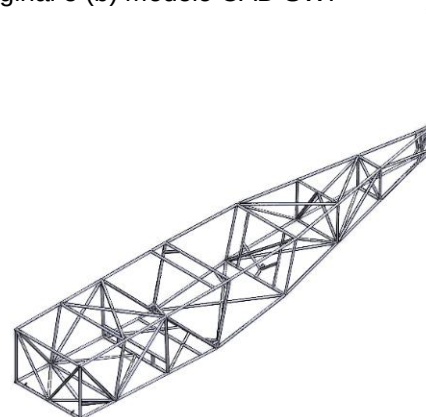
5.1 Projeto CAD

O projeto em CAD é a fuselagem formada pelos elementos estruturais soldados (tubos redondos), que são adicionados a linhas de esboços 2D e 3D. Consequentemente, definem com recortes (Figura 5) a fuselagem tipo treliça de tubos de aço soldados da aeronave de acrobacia ACRO-II (Poberezny e Rosman, 1982) com desenhos de construção (Figura 10a) representados no CAD SW (Figura 10b).

Figura 10. Estrutura tubular do ACRO-II: (a) projeto original e (b) modelo CAD SW.



(a)

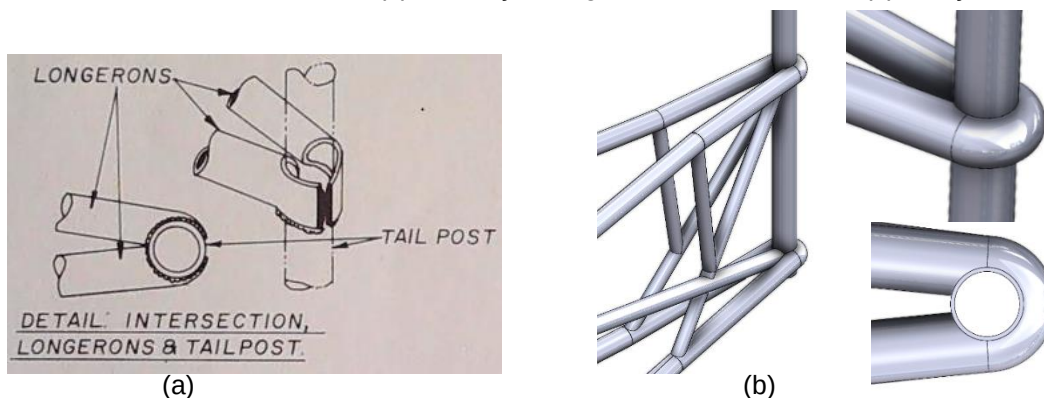


(b)

Fonte: Poberezny e Rosman (1982) e Autor (2023).

Com os recursos de CAD SW, Soldagens (conjunto de peças soldadas), temos um ambiente de acesso a uma quantidade de ferramentas e capacidades especializadas. Portanto, soluções para uma geometria complexa de uma estrutura tubular como de uma aeronave, é possível. O trabalho do projeto de prancheta detalhado em formatos A2, voltados para a construção de aeronave de acrobacia ACRO-II, apresentam detalhes construtivos que podem ser melhorados com o recurso do CAD. O posicionamento do tubo traseiro por solda ponto (Figura 11a), nivelado verticalmente e soldado, pode ter um resultado mais prático, de maior rigidez, seguro e estável, definindo o fechamento de dois níveis da fuselagem com os extremos arrematados por curva (Figura 11b).

Figura 11. Estrutura tubular do ACRO-II: (a) interseção longarina tubo da cauda e (b) solução CAD SW.

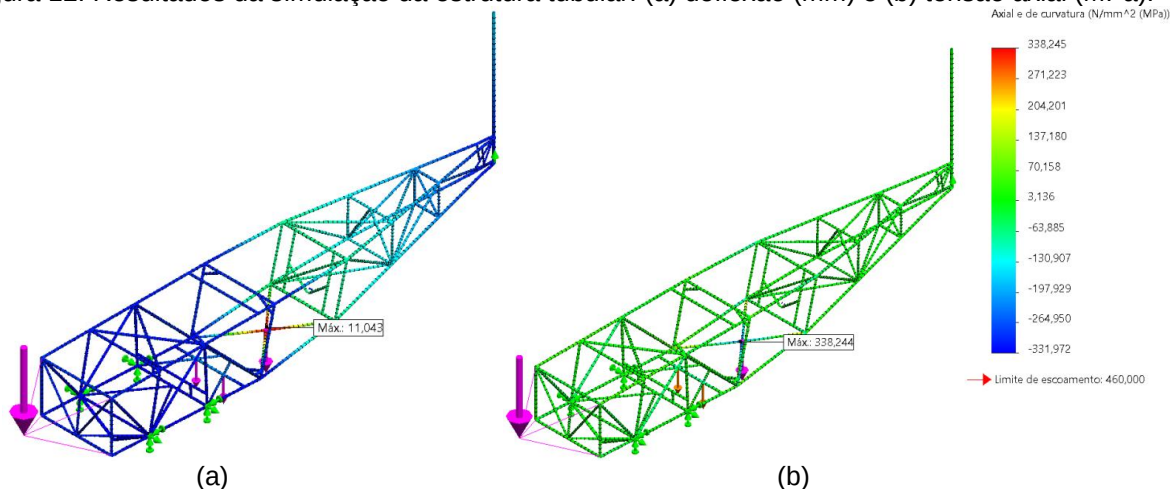


Fonte: Poberezny e Rosman (1982) e Autor (2023).

5.2 Projeto CAE

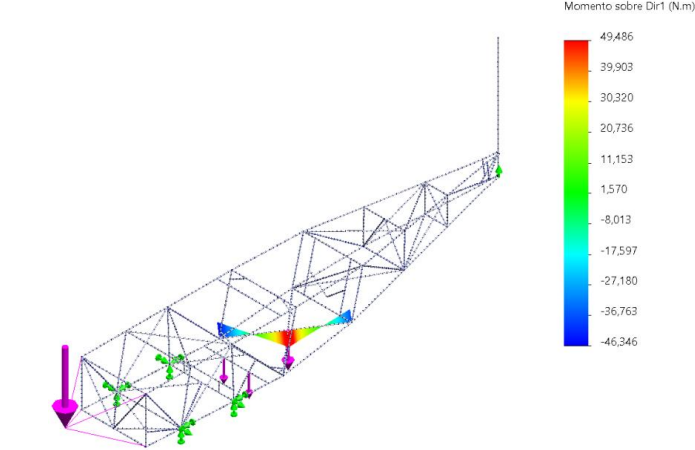
O objetivo é realizar uma análise FEA na estrutura tubular do modelo da fuselagem soldada do modelo de aeronave ACRO-II (Figura 10b). A criação da malha padrão é feita com elementos de viga que transmitem forças axiais nodais. São criadas 90 juntas (ou extremos de vigas) que recebem as condições de contorno e carregamentos (Figura 8) para a análise estática com resultado da deflexão (Figura 12a), tensão axial (Figura 12b) e momento fletor (Figura 13).

Figura 12. Resultados da simulação da estrutura tubular: (a) deflexão (mm) e (b) tensão axial (MPa).



Fonte: Autor (2024).

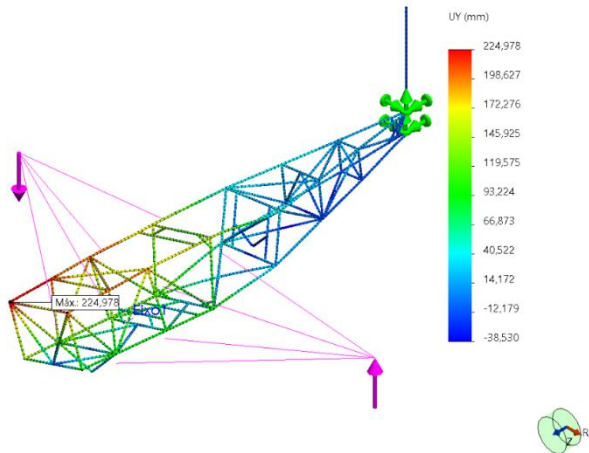
Figura 13. Resultados da simulação da estrutura tubular do ACRO-II: momento de fletor (N.m).



Fonte: Autor (2024).

A determinação da resistência a torção da fuselagem com as condições de contorno e aplicação de carga (Figura 9), considerando a estrutura soldada como rígida, se deve a carga de 500N aplicada na linha do centro de massa da fuselagem e o ponto médio da asa de 100". O resultado da deflexão (Figura 14) é definido em coordenadas cilíndricas, para medir a deformação angular da fuselagem necessária para calcular a rigidez torcional (200Nm/grau) da fuselagem.

Figura 14. Resultados da simulação da estrutura tubular do ACRO-II: deflexão (mm).



Fonte: Autor (2024).

Os resultados para a análise modal CAE em condição de contorno livre do modelo desenvolvido, tem na janela do CAD da lista de modos (Figura 15), os modos de 1 até 6 são os modos de corpo rígido com frequência igual ou muito próxima de 0Hz. Os modos 7 até 12 são os modos elásticos mostrados na Figura 16. Podem ser identificados os primeiros modos de vibração: de flexão (Figura 16a), de flexão lateral (Figura 16b) e de torção (Figura 16c). Em uma simulação modal o deslocamento é ilustrativo. Serve como informação de forma de vibrar e não como intensidade de deslocamento.

Figura 15. Janela da lista de modos de vibração da estrutura tubular do ACRO-II.

Listar modos

Nome do estudo:Frequência 1

Nº do modo	Frequência(Rad/s)	Frequência(Hertz)	Período(Segundos)
1	0	0	1e+32
2	0	0	1e+32
3	0,097958	0,015591	64,141
4	0,4144	0,065953	15,162
5	0,69	0,10982	9,106
6	0,72511	0,11541	8,6651
7	102,74	16,351	0,061157
8	119,59	19,033	0,05254
9	161,03	25,629	0,039019
10	173,86	27,671	0,036139
11	320,75	51,05	0,019589
12	411,52	65,495	0,015268

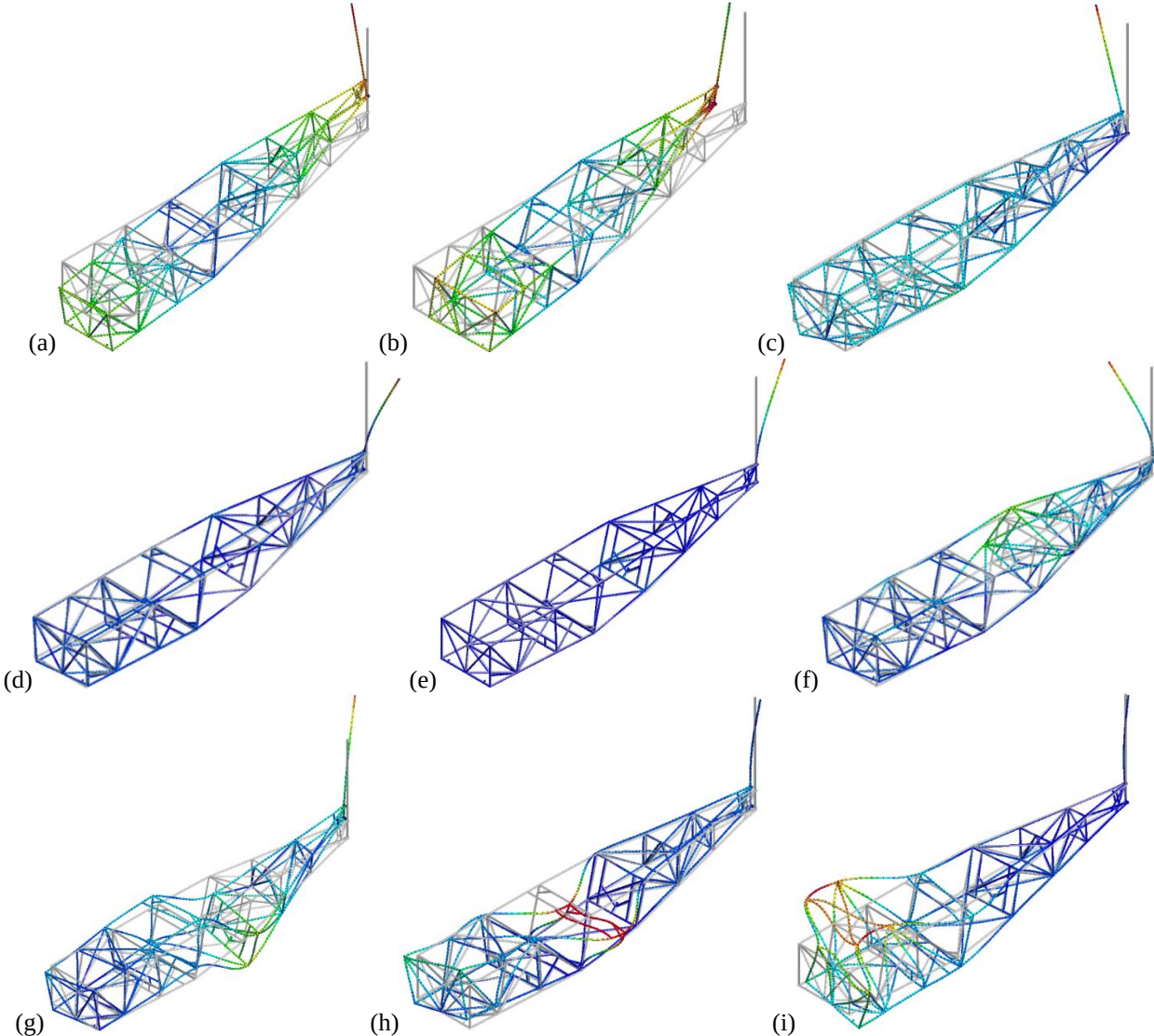
Fechar

Salvar

Ajuda

Fonte: Autor (2024).

Figura 16. Modos de vibração da estrutura tubular do ACRO-II.



Fonte: Autor (2024).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em cada semestre temos que nos preparar para trazer informações precisas sobre a formação de engenheiros que se modificam aceleradamente, como: conscientizar os alunos da importância do conhecimento em programação em linguagem, como Python, na sua formação; entender conceitos básicos de mecânica quântica com o avanço dos Computadores Quânticos, computação quântica e disciplinas como Cálculo Numérico Quântico. Esta preparação ocorre pela motivação da leitura básica de literatura nacional e estrangeira. E, urgentemente, se preparar para uso adequado da IA em um cenário de adoção desta ferramenta com eficiência e inovação na engenharia.

A experiência de introduzir o CAD na primeira fase dos cursos do Departamento de Engenharias da Mobilidade com base comum de currículo de engenharia mecânica, cria uma grande expectativa e motivação em aprender engenharia sem dependência de disciplinas que muito reprovam, como o Cálculo Diferencial e Integral (CDI). Este processo pode ajudar no desempenho dos alunos, reduzindo a evasão e gerando uma habilidade indispensável na formação do engenheiro. A matemática é muito importante em mostrar conceitos de engenharia e para explicar fórmulas nos princípios da física clássica, porém, uma alternativa defendida é o uso da engenharia simultânea aplicada na formação do engenheiro com ferramentas gráficas CAE que reduz a dependência do CDI com multidisciplinaridade da adoção do recurso computacional. Para a redução da evasão de cursos de engenharia está na mudança didática-cultural de professores, principalmente nas primeiras fases de formação básica, adotando ferramentas CAD, além de gráficas de matemática, para ensinar a aplicar CDI em conceitos práticos de engenharia o que pode ser verificado em todo o currículo.

Formar engenheiros representa reconhecer as demandas de mercado de trabalho e saber usar recursos de aprendizagem ativa na educação em engenharia onde podemos destacar o método instrucional PBL. O futuro do trabalho está se formatando conforme as mudanças tecnológicas, como a IA e a evolução para um futuro de energia verde, e com a escassez de talentos. Um exemplo da eficiência e inovação na IA aplicada é o que atualmente se constata no exemplo da interação do ChatGPT da OpenAI com a ferramenta CAD SolidWorks®. Esta combinação pode mudar a engenharia, dando condições de engenheiros a criar e produzir de forma nunca vista antes.

Este projeto é um breve e um embrionário momento de reflexão, que anos de prática e constante busca de aprimoramento do estado da arte do ensino técnico e científico. Ao fundamentar o planejamento de aulas dinâmicas com CAD/CAE e PBL na aprendizagem ativa com ferramentas como SolidWorks® e assistência da IA (Krahe et al., 2019), reconhecemos que a educação de nossos engenheiros é crítica para o futuro de nosso país. Como os projetos de engenharia dificilmente seriam reproduzidos no papel, os recursos gráficos computacionais devem usar os melhores métodos instrucionais disponíveis e serem aplicados com eficiência. A continuidade do projeto está na dedicação do docente em implementar todo o projeto disponível do desenho construtivo da aeronave ACRO-II (Poberezny e Rosman, 1982), completando detalhes da fuselagem, definido sistemas de controle, trem de pouso, grupo cauda, seção transversal da asa, costela da asa, asa superior e inferior, ailerons, montagem do motor, tanque de combustível, parede de fogo, carenagens e placas.

A formação de engenheiros deve ser constantemente aprimorada o que demanda grande empenho das universidades e dos professores que são os principais mentores destas aceleradas evoluções de programas para a engenharia. E a missão é buscar sempre adequar currículos a conteúdos que se modificam rapidamente com o avanço da tecnologia.

REFERÊNCIAS

APILLUELO, Auria et al. **Dibujo industrial. Conjuntos y despieces: conjuntos y despieces**. Ediciones Paraninfo, SA, 2005.

CHURAZOVA, A. **How Virtual Prototyping Can Benefit Your Product Design Process**. Disponível em: <https://www.simscale.com/blog/virtual-prototyping-benefit/>. Acessado em: 10 jan. 2024.

ELMÔR FILHO, Gabriel et al. **Uma nova sala de aula é possível: aprendizagem ativa na educação em engenharia**. 1. ed. – Rio de Janeiro: LTC, 2019.

FERNANDES, Fábio AO et al. **Integrating CAD/CAE/CAM in engineering curricula: A project-based learning approach**. Education Sciences, Vol. 10, No. 5, pp. 125, 2020.

GURUSAMY, T. **Importance of CAD Modeling for Mechanical Engineers**. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/importance-cad-modeling-mechanical-engineers-gurusamy>. Acessado em: 09 dez. 2023.

KRAHE, Carmen et al. "AI-based Computer Aided Engineering for automated product design-A first approach with a Multi-View based classification". Procedia CIRP, Vol. 86, pp. 104-109, 2019.

LEE, Huei-Huang, 2014. "Mechanics of materials labs with SolidWorks Simulation 2014". USA, SDC Publications.

LEIVA, Daniel Rodrigo; SEABRA, Antonio Carlos; OLIVEIRA, Vanderli Fava de. **Planejamento e primeiros resultados dos projetos institucionais de modernização da graduação em engenharia (2019/20)**. Brasília: ABENGE, 2021.

POBEREZNY, Paul H. e ROSMAN, Bill. **The Acro II**. Acro Sport Inc., Hales Corners, Wisconsin, USA. Serial no: 2071, 1982.

CAD AND CAE IN A CONTEMPORARY CURRICULUM - STUDY OF AIRCRAFT CONSTRUCTION – PHASE I

Abstract: Using CAD and CAE as the main tools in the training of engineers can be a big difference in renewing a mechanical engineering curriculum that has barely changed in 40 years. How can we think about AI, quantum computing, big data, and all major evolutions, without understanding that a contemporary curriculum as a proposal for a mechanical engineering curriculum paradigm must be studied. To achieve this, CAD and CAE, instead of being isolated as they are today, must be adopted in all training phases. CAD as a basis for a mechanical engineering course and adopting CAE tools as a more practical way to learn engineering, reducing dependence on mathematics with its extensive use in engineering analysis. With CAD we can use and adopt it as a practical model in all disciplines, from basic to professional. With the mastery of 3D CAD modeling, the use of CAE must seek quality and efficiency to solve engineering problems. An aircraft project is an example of a study to complement standard content in the training of engineers with common mechanical engineering training (Aerospace, Naval, Automotive, Railway and Mechatronics) from the Department of Mobility Engineering. The PBL method, intensively used in several engineering programs, and VP (virtual prototype) that facilitates the development of engineering projects, are exemplified in the first phase of a project to build the tubular structure of a defined Acro Sport II two-seater biplane aircraft. for educational purposes only.

Keywords: Mechanical Engineering, CAD, CAE, PBL, VP.

