

## IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTAS DE VISUALIZAÇÃO GRÁFICA E CAD PARA ENSINO E DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS DENTRO DO AMBIENTE INSTITUCIONAL

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2023.4299

Victor Paulo Soares França - victor.franca@acad.ufsm.br  
Universidade Federal de Santa Maria

André Rogério Kinalski Bender - andre.bender@ufsm.br  
Universidade Federal de Santa Maria

Bernardete Trindade - bernardete.trindade@ufsm.br  
Universidade Federal de Santa Maria

Tiago dos Santos - tiago.santos@ufsm.br  
Universidade Federal de Santa Maria

**Resumo:** *Este artigo discute a implementação de visualização gráfica e ferramentas de design assistido por computador (CAD) para ensino e desenvolvimento de projetos em ambientes institucionais. Essas ferramentas melhoram a experiência de aprendizado e permitem o desenvolvimento de projetos complexos de maneira mais eficiente e eficaz. O artigo destaca a importância da colaboração e da comunicação dentro do processo de design e a necessidade de uma abordagem coletiva de resolução de problemas. Também enfatiza a importância de entender os três tipos básicos de conhecimento necessários para o design bem-sucedido de projetos: conhecimento para gerar ideias, conhecimento para avaliar conceitos e conhecimento para processos de estruturação. Finalmente, o artigo sugere que a integração de tecnologias modernas, como o CAD, pode aumentar a produtividade e a qualidade do trabalho. No geral, este artigo fornece insights e recomendações para educadores e profissionais sobre como implementar com sucesso essas ferramentas e abordagens para o ensino e desenvolvimento de projetos em ambientes institucionais.*

**Palavras-chave:** *Modelagem 3D, design, desenvolvimento de produtos, expressão gráfica, redução de problemas.*

# IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTAS DE VISUALIZAÇÃO GRÁFICA E CAD PARA ENSINO E DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS DENTRO DO AMBIENTE INSTITUCIONAL

## 1 INTRODUÇÃO

Quando se trata de projeto de produtos, não existe uma definição satisfatória quando adentramos no domínio de modelamento 3D e expressão gráfica, mesmo que delimitado o campo de atuação para desenvolvimento de produtos (PAUL; BEITZ, 2006). O que se tem de senso comum a respeito é que as atividades têm extrema complexidade e as soluções para os problemas buscadas por profissionais, em sua grande maioria, não atendem satisfatoriamente as perspectivas e requisitos atrelados aos resultados. A definição se torna difundida assumindo que projetar é uma atividade que produz uma descrição de algo que ainda não existe, capaz de viabilizar manufatura de tal produto.

Contudo, dentro da ciência cognitiva se considera projetar como uma atividade de resolução de problemas, compreendendo uma série de heurísticas utilizadas por profissionais capacitados. De uma percepção mais sociológica, trata-se de um processo coletivo de construção de produto no qual o resultado é maior que a soma das contribuições individuais segundo as premissas de Buchanan (1992).

Tais abordagens assumem que projetar é um processo coletivo que considera bastante comunicação e colaboração efetiva. Nessa ótica, pode ser visto como um ambiente de barganha e tomada de decisões onde os integrantes têm conhecimento comum que lhes habilita identificar de forma útil a equipe. Essa identificação das várias atividades do projeto e a inserção dos constituintes definem as fronteiras das etapas de projeto bem como a relação entre os membros participantes. Buchanan (1992) discute a importância do processo colaborativo e da comunicação efetiva na criação e desenvolvimento de projetos de design. Ainda, argumenta que o design deve ser tratado por uma abordagem social onde exista colaboração com outros especialistas e membros da comunidade. Destaca também a relevância da compreensão compartilhada das soluções criativas para problemas.

O fato de os problemas de projeto serem incompletos não deve ser considerado um defeito, mas uma especificidade da atividade de projetar. Em um projeto qualquer, a identificação do que falta definir faz parte do trabalho do projetista, de forma a diminuir o grau de indefinição presente na proposta inicial. Uma estratégia de se resolver problemas mal definidos é identificar partes independentes dentro do problema e decompô-lo em subproblemas, os quais é mais fácil conseguir uma delimitação ou definição completa. Aparentemente simples, a implementação de uma estratégia de decomposição não é fácil pois requer identificar partes independentes do todo e, muitas vezes, as partes identificadas são interdependentes, uma dependendo do que for definido para a outra.

A importância da coordenação assídua dos projetos, junto a sinergia entre os diversos profissionais envolvidos, tal qual a relação com a criatividade é tomada por Cosenza (2012) como tópico essencial domínio. Essas considerações discutem estratégias para elucidar adversidades mal definidas e as necessidades referentes a várias vertentes conhecimento dos processos do projeto. De maneira geral, podemos afirmar que existem três tipos básicos de conhecimentos necessários para projetar:

- Conhecimentos para gerar ideias;
- Conhecimentos para avaliar conceitos;
- Conhecimentos para estruturação dos processos.

Um outro aspecto importante a ressaltar é que o que se busca num projeto é descobrir uma solução que atenda aos condicionantes colocados inicialmente. Pahl e Beitz (2006) fazem uma descrição da importância da identificação dos condicionantes e restrições dentro dos processos de projeto devido a existência múltiplos objetivos conflitantes. A partir daí, refinar a solução descoberta com o intuito de melhorá-la, procurando a solução ótima. Nem sempre existe a solução ótima; muitas vezes existe uma série de soluções igualmente boas, algumas melhores do que as outras em alguns aspectos. Convém lembrar que em todo projeto existem sempre condicionantes conflitantes, tais como “desempenho × custo”, “conforto × desempenho” ou, ainda, “conforto × custo”. Nesse caso, as soluções obtidas são contingentes, isto é, atendem parcialmente a um fator mais do que a outro. A decisão relativa ao aspecto que terá mais prioridade faz parte dos processos coletivos de negociação e de tomada de decisão.

A partir das premissas tomadas pelos autores avaliados anteriormente, denota-se que a utilização de ferramentas de desenho assistido por computador além de fomentar a construção desse conhecimento tornam o processo mais tangível, minimizando erros consequentes da não visualização prévia do modelo. Tão rápido quanto você pode girar o modelo, pode-se editar as geometrias e ver os resultados do estresse. A ferramenta CAD (*Computer Aided Design*) instantânea pode executar simulações na peça que está sendo analisada e pode fornecer resultados de simulação instantaneamente. Isso pode aumentar a produtividade através da redução de resíduos. Desse modo, CADs podem ser usados em todo o seu potencial para aumentar a produtividade e a qualidade do trabalho, integrando-se com tecnologias modernas emergentes. O objetivo torna-se apresentar tais ferramentas de modelamento, visualização e simulação atuando no ambiente institucional de ensino de desenvolvimento de projetos de produtos.

## 2 EFEITOS POSITIVOS DA MODELAMENTO DE VISUALIZAÇÃO DE PRODUTO

Desde o desenvolvimento assíduo da indústria tecnológica, tiveram empresas com grande capacidade de desenvolvimento de produtos, enquanto outras sofreram com elevados custos, atrasos de cronograma, baixos índices de desempenho, problemas na qualidade e até mesmo falta de mercado consumidor segundo preconizado por Kleina (2017), Grego (2013) e Nardon (2022). Um processo eficiente de desenvolvimento de produto é algo difícil de realizar, e sem ele as empresas estendem demasiadamente o cronograma do projeto onerando os custos envolvido segundo Back et al. (2008).

Os mesmos autores mencionam que os custos envolvidos no Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) tendem a aumentar com a evolução do projeto. Destacam, ainda, que os maiores efeitos estão ligados diretamente às fases iniciais do desenvolvimento do produto, onde nessas fases as decisões comprometem diretamente no custo final do produto. O custo da fase de projeto do produto representa 5% na contabilidade de custos, porém tem uma influência de 70% no custo total do produto. Outro fator que deve ser mencionado é que as alterações de projetos, também contabilizam considerável custo, principalmente as alterações realizadas após lançamento do produto no mercado. Esses custos de alterações geralmente não são estimados, sendo assim contabilizados como prejuízos. Desse modo, a implementação de ferramentas de CAD auxilia na consistência e possíveis modificações durante as etapas de elaboração em todo sistema.

Criar produtos úteis é uma arte e as equipes de design nas empresas passam por várias tentativas e erros antes de chegar ao produto perfeito. Uma maneira de melhorar o

desenvolvimento de produtos é implementando ferramentas de visualização eficazes. De acordo com Case e Thorvald (2018), essas ferramentas podem ajudar as equipes a visualizar seus projetos e resolver problemas relacionados a peças incompatíveis, proporções incorretas e métodos de fabricação ineficientes. As organizações que usam ferramentas de visualização têm uma chance maior de criar produtos de sucesso.

Em primeiro lugar, o uso de várias ferramentas de visualização ajuda no desenvolvimento do produto. Essas ferramentas incluem esquemas, projeções ortográficas, realidade virtual e software de modelamento 3D - todos os quais ajudam na conceituação e no design. O uso dessas ferramentas aumenta as chances de os projetistas identificarem problemas no início do processo e, em seguida, corrigi-los implementando soluções. Além disso, essas ferramentas fornecem um registro visual dos projetos propostos e permitem que os designers compartilhem seu trabalho com as partes interessadas. Isso permite que as partes interessadas forneçam *feedback* sobre os projetos antes do início do desenvolvimento. Como resultado, as equipes podem criar produtos melhores com maior probabilidade de sucesso.

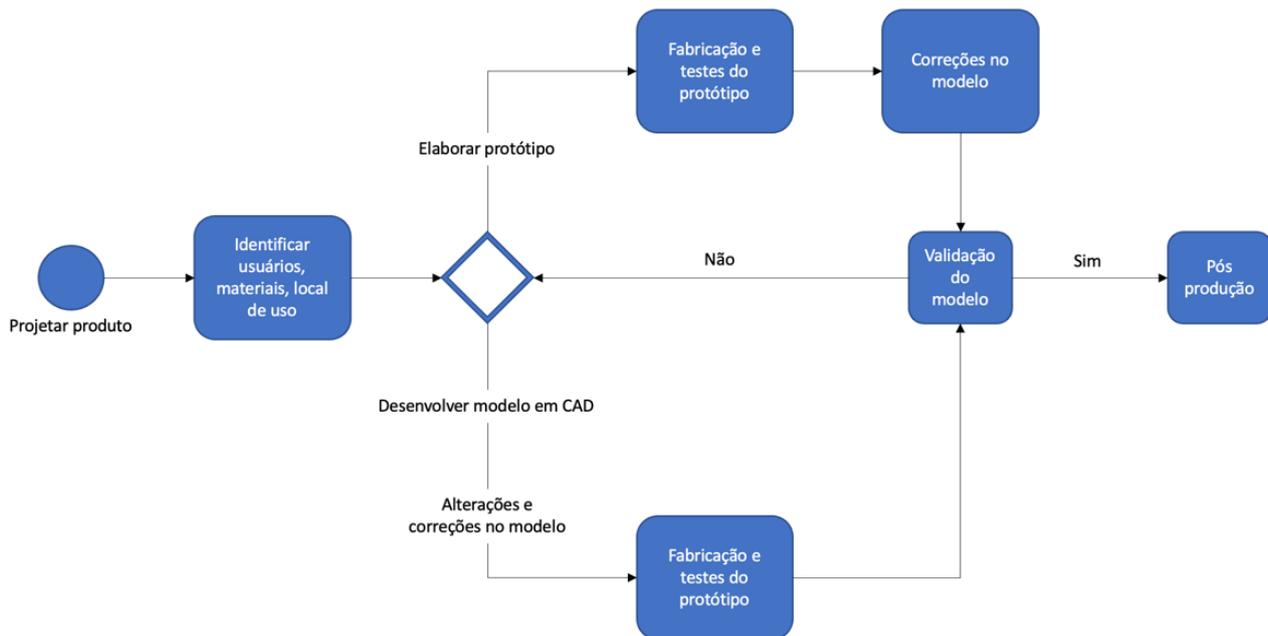
Um design ruim torna-se óbvio quando é mal aplicado, o que cria enormes falhas no após o lançamento do produto no mercado. Norman (2013) argumenta a seriedade de um design com foco usuário e como isso afeta na experiência do mesmo com o produto. Por isso, muitas marcas planejam várias versões de um produto antes de lançá-lo ao público. Eles fazem isso usando software CAD e ferramentas de modelamento 3D, como *Solidworks* e similares ou *Shapr3D*. Isso permite que os designers criem rapidamente múltiplas variações de seus produtos sem reinventar a roda ou esperar que suas impressoras 3D produzam protótipos. Depois que os protótipos são produzidos, as organizações podem testar diferentes versões de seus designs antes de escolher a melhor para produção em massa. Isso permite que eles liberem uma versão atualizada de um produto assim que os projetistas identificam quaisquer problemas com o projeto original que precisam ser corrigidos.

Conforme Palm III (2014), o uso de MATLAB para modelagem e análise de sistemas de engenharia integrado a mecanismo de visualização e CAD permitem a criação de modelos para simular comportamentos mecânicos. Enfatiza também a importância para o desenvolvimento de produtos e sistemas para que os projetistas criem um modelo físico de um produto antes de desenvolver qualquer software para ele. Isso significa que os gerentes podem ter uma ideia clara de como seus produtos funcionarão antes de realmente investir financeiramente neles. Também economiza tempo durante a produção quando os trabalhadores não precisam perder tempo ajustando as configurações de suas máquinas enquanto produzem um produto. Como tal, as visualizações ajudam tanto no desenvolvimento quanto na fabricação, o que as torna uma ferramenta essencial para desenvolvedores e fabricantes de produtos.

Reiterando as ideias dos autores anteriormente citados, a implementação de ferramentas de visualização melhora a probabilidade de criar produtos de sucesso, aumentando as chances de criatividade e habilidades de resolução de problemas entre os designers e desenvolvedores. Produtos cada vez mais complexos são mais fáceis de desenvolver quando as equipes usam primeiro as ferramentas CAD e depois implementam as visualizações. Por fim, a implementação dessas ferramentas traz benefícios de longo alcance tanto para o desenvolvimento de produtos quanto para os processos de fabricação relacionados a esse processo. Realizando uma simples interpretação do fluxograma presente na Figura 1 é possível estimar que a utilização de ferramentas de visualização

influencia diretamente no custo de fabricação de produto, fator que muitas vezes é tomada de decisão em projetos.

Figura 1 – Fluxograma analítico da utilização de modelos 3D no desenvolvimento de produto.



Fonte: Autor.

### 3 IMPLEMENTAÇÃO DE CAD NO AUXÍLIO FORMAÇÃO ACADÊMICA

A aplicação desses mecanismos de visualização segundo Mayer (2009), quando bem elaborados podem servir de grande ajuda para fomentar o ensino. Se tratando de conceitos mais específicos os quais o contato direto não é possível ou inviável, geralmente são mostradas imagens ou desenhos que simbolizem ou superficialmente esboquem o produto real, o que muitas vezes não é suficiente para concretizar a linha de aprendizado. Será tomado como exemplo um campo estudo específico com objetivo maximizar os limites do aprendizado através da integração de métodos analíticos e gráficos.

#### 3.1 Mecanismos de visualização gráfica para estruturas aeronáuticas

De acordo com Niu (1988), trata-se da ciência responsável pelo desenvolvimento de projetos de componentes estruturais de aeronaves segundo normas técnicas de segurança. O dimensionamento abrange todo o sistema do avião e seus componentes, como fuselagem, superfícies de controle e comando, freios, bem como a supervisão dos processos de fabricação dos componentes e estruturas. Devido a crescente utilização de materiais compósitos na indústria aeronáutica, os campos de trabalhos tornam-se cada dia mais abrangentes para profissionais capacitados nesse ramo.

Em geral, a composição desses componentes e peças não estão visíveis diretamente no conceito final da aeronave, sendo muitas das vezes localizados no interior do sistema (cavernas da fuselagem, nervuras do aerofólio da asa), logo, trazer maneiras de enxergar esses componentes facilita bastante o entendimento. O uso de desenhos técnicos e *booklet's* como Figura 2 são as principais alternativas para mitigar tal abordagem,

contudo, ainda é exigido uma base sobre o conhecimento de leitura dos mesmos e domínio sobre normas e simbologias utilizadas para a elaboração das plantas de projeto detalhado.

Figura 2 – Airbus Family Figures booklet.

Powered by engines from CFMI and P&W up to 34,000 lb

## Dimensions

	A319neo	A320neo	A321neo/ A321XLR	
Overall length	111' 0" 33.84	123' 3" 37.57	146' 0" 44.51	m
Cabin width	12' 1" 3.70	12' 1" 3.70	12' 1" 3.70	m
Wing span	117' 5" 35.80	117' 5" 35.80	117' 5" 35.80	m
Height	38' 7" 11.76	38' 7" 11.76	38' 7" 11.76	m

Fonte: Airbus (2023). *Passenger Aircraft*.

No primeiro momento, a falta de preparo técnico pode ser um impasse para a interpretação desses materiais, ou até mesmo quaisquer desvios de atenção já dificultam o entendimento claro. O desenvolvimento dessas estruturas por serem de alto grau de complexidade requerem um domínio e foco centralizados para que não sejam deixadas falhas passarem despercebidas. Uma solução prática, mas não muito aparente é o uso de tecnologias de realidade aumentada (AR) para auxílio do trabalho de desenvolvimento.

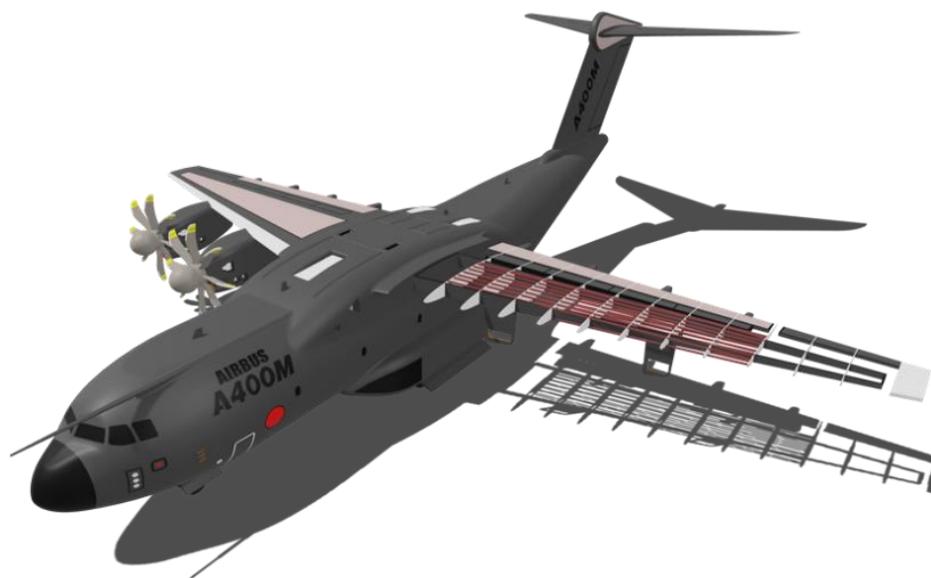
### 3.2 Aplicação de ar no desenvolvimento e dimensionamento de estruturas da aeronave A400A Atlas – Airbus

Os valores e dimensões são trazidos meramente para âmbito institucional acadêmico sem fins industriais. Desse modo, a metodologia aplicada vai de encontro aos princípios de dimensionamento de estruturas aeronáutica presentes no curso de Engenharia Aeroespacial da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). A composição dos métodos para calcular os limites da estrutura não é o foco desse trabalho, mas a visualização dessas regiões e componentes para que o profissional responsável pelo projeto não tenha que ficar imaginando a geometria referente, orientação, alocação.

Assumindo a aeronave Airbus A400M para estudo, pode ocorrer de certo componente ser confeccionado, mas a logística de instalação tenha sido uma falha de projeto. Esse é um fator que poderia facilmente ser visualizado com a geração de um modelo 3D aplicado com AR, diferente do simples fato de imaginar a instalação do mesmo e sua orientação na aeronave. As cavernas da fuselagem por exemplo, podem estar em sobreposição a estrutura da cabine de passageiros ou com o bagageiro e do mesmo modo, por falta de atenção, terem sido mal dimensionadas nas etapas iniciais de projeto. Para que correções não sejam realizadas adiante e solucionadas em etapas de subseqüentes gerando atrasos e maiores custos, seria viável a implantação dessas ferramentas para validação visual do produto conforme demonstrado na Figura 3. Esse conjunto de métodos

de dimensionamento, detalhamentos técnicos de projeto, modelos 3D da aeronave e sistema de visualização em realidade aumentada formam uma linha de projeto com uma margem de erro muito baixa. O QR code apresentado em sequência possibilita a visualização em realidade aumentada no modelo da aeronave A400M (Figura 4).

Figura 3 – Vista em corte de seções de asa do Atlas A400M.



Fonte: Autor.

Figura 4 – QR Code para visualização em realidade aumentada.



Fonte: Autor.

A utilização dessas ferramentas como métodos complementares de ensino tem sua primeira implementação institucional nas diligências da Universidade Federal de Santa Maria através dos departamentos de Engenharia Mecânica, Departamento de Expressão Gráfica e Curso de Engenharia Aeroespacial, tendo suas primeiras versões destinadas a disciplinas do seguimento de dimensionamento de estruturas aeronáuticas e Modelamento

3D e Desenho Digital. Back (1983) define a criatividade como a aptidão de ter novas ideias que de alguma forma auxiliem a atingir as metas nos domínios de engenharia. Também denota que a progressão da criatividade está imersa no desenvolvimento de projeto de produto como súpula das alternativas fundamentadas na criatividade.

De encontro a paráfrase acima, Gomes (2001) enuncia que o processo criativo pode ser fragmentado em sete etapas consistindo na identificação, preparação, incubação, esquentação, iluminação, elaboração e verificação, onde remetem a definição e delimitação do caso, organização cognitiva e psicomotora, gestação voluntária ou involuntária, desdobramento efetivo, modelagem fônica e gráfica e verificações, respectivamente.

A proposta tem por objetivo alinhar os conhecimentos ministrados em aula a ferramentas que possibilitem a visualização dos tridimensional dos objetos referentes. Essa prática tem se mostrado comum dentro da indústria de desenvolvimento para capacitação de profissionais através de maquetes eletrônicas, passeios virtuais e interações em realidade aumentada. Existem algumas idealizações que hierarquizam as estratégias de aprendizado atribuindo percentuais aos níveis de absorção de conteúdo. Uma delas propõe que a curva de conhecimento cresce de acordo com as atividades realizadas – um exemplo seria a pirâmide de aprendizagem, atribuída na maioria dos casos aos autores Willian Glasser (1999) e Edgar Dale (1969). Embora sejam representações empíricas sobre a taxa de compreensão dos assuntos em estudo atribuídos a percentuais, podemos avaliar que existe grande influência no desempenho do aprendizado quando utilizadas ferramentas e materiais audiovisuais, conforme Letrud e Hernes (2016) (Figura 5).

Figura 5 – Pirâmide de aprendizagem.

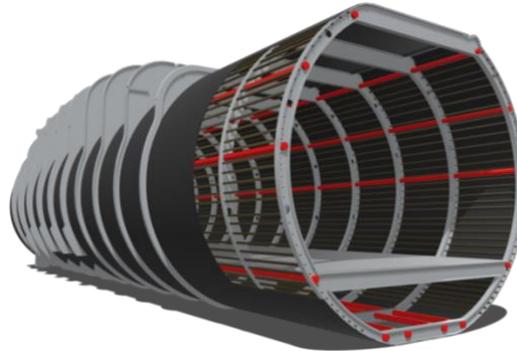


Fonte: GP Editora (2023).

Destarte, a utilização dessas ferramentas para visualização tridimensional dos objetos possibilita que os alunos tenham oportunidade de aprender de maneira mais concisa por meio da associação do conteúdo com sua representação gráfica. Usufruir dessas tecnologias pode contribuir para uma maior motivação e engajamento dos futuros profissionais, uma vez que permite a interação e exploração do produto/projeto em diferentes ângulos. A proposta visa proporcionar maior aprendizagem, sendo que, mais significativa e duradoura fundamentada na compreensão dos conceitos e suas aplicabilidades. Tal proposta busca também incentivar o desenvolvimento de aptidões e competências indispensáveis para boa formação, proporcionando a progressão da

capacidade interpretativa e da criatividade na solução de contrariedades e colaboração em equipe. Por conseguinte, o intuito é proporcionar melhor formação profissional aos estudantes, para que assim estejam mais aptos a decifrar e solucionar problemas trazendo constantes melhorias para a sociedade, atrelado a mecanismos cada vez mais tecnológicos e dinâmicos (Figura 6).

Figura 6 – Vista em corte de seções de fuselagem do Atlas A400M.



Fonte: Autor.

Vale ressaltar que a utilização de ferramentas tecnológicas no ensino não se trata apenas de uma questão de modernidade ou inovação, mas sim de uma necessidade frente às transformações da sociedade e do mercado de trabalho. Conforme Castells e Himanen (2007), hoje em dia, a globalização e a digitalização estão em constante crescimento, demandando dos trabalhadores habilidades e competências particulares para se adaptarem a esse contexto. Nesse sentido, a utilização de ferramentas de visualização tridimensional pode ser vista como uma oportunidade para os alunos desenvolverem suas habilidades tecnológicas, tornando-os mais capacitados para enfrentar os desafios da era digital. Com isso, é possível que eles estejam mais preparados para a sua inserção no mercado de trabalho e se tornem profissionais mais competitivos e valorizados.

A implementação de mecanismos para visualização gráfica e CAD para o ensino e desenvolvimento de projetos de dimensionamento de estruturas aeronáuticas é crucial para garantir a segurança e eficiência das estruturas utilizadas em aviões e outras aeronaves. O uso de instrumentos de modelagem 3D nesse contexto permite aos estudantes e engenheiros ter uma visualização mais precisa e realista dos objetos em questão, facilitando a identificação de possíveis problemas e aprimorando a resistência e eficiência da estrutura.

Esses recursos permitem a criação de modelos detalhados e precisos das estruturas aeronáuticas, permitindo que os engenheiros identifiquem e corrijam problemas de design antes da fabricação do produto. Com essas ferramentas, é possível simular cargas e forças extremas que a estrutura deve suportar durante o voo, testando diferentes soluções e aprimorando a resistência e eficiência da estrutura. Além disso, são uma maneira eficaz de ensinar os estudantes sobre o dimensionamento de estruturas aeronáuticas, permitindo que eles compreendam melhor os conceitos teóricos e visualizem como esses conceitos se aplicam na prática. Isso torna o processo de ensino mais dinâmico e interativo, facilitando

o aprendizado e preparando os estudantes para atuar de forma eficiente e segura no mercado de trabalho.

Em suma, o uso de ferramentas de visualização gráfica e CAD é fundamental para o ensino e desenvolvimento de projetos em diferentes áreas, especialmente na engenharia. A possibilidade de criar modelos detalhados e precisos, simular diferentes cargas e forças e testar soluções antes da fabricação do produto traz maior segurança e eficiência aos produtos para quaisquer esferas de conhecimento. Além disso, o uso desses mecanismos em sala de aula possibilita um ensino mais interativo e dinâmico, permitindo que os estudantes compreendam melhor os conceitos teóricos e visualizem como eles se aplicam na prática. Dessa forma, a implementação de ferramentas de visualização gráfica e CAD é crucial para a formação de futuros engenheiros, preparando-os para atuar de forma eficiente e segura no mercado de trabalho.

## CONCLUSÃO

A qualidade de um projeto pode ser aumentada de várias maneiras com o uso de ferramentas de visualização gráfica. Em primeiro lugar, o processo educacional se torna mais dinâmico e participativo, incentivando a aprendizagem e capacitando os alunos a se apresentarem de forma produtiva e segura no local de trabalho. Essas tecnologias dão aos profissionais a capacidade de identificar problemas desde o início e agir rapidamente para implementar correções. Além disso, possibilitam a oportunidade de mostrar seu trabalho a clientes em potencial e servir como um registro visual das ideias que foram sugeridas. Isso proporciona que as partes interessadas ofereçam *feedback* sobre o *design* antes do início do desenvolvimento real, tornando equipes aptas a elaborar produtos melhores com taxas de sucesso mais altas como resultado.

A elaboração desses mecanismos em um ambiente institucional apresenta vários desafios, incluindo a necessidade de adoção e treinamento do usuário, infraestrutura e recursos adequados, integração dessas ferramentas aos processos existentes promovendo comunicação e colaboração eficaz entre os profissionais envolvidos, remodelamento da cultura de inovação e adaptação avaliando e refinando regularmente a implementação. Enfrentar esses desafios é crucial para maximizar o potencial das ferramentas de visualização 3D e simulação para melhorar a produtividade e a qualidade do trabalho em projetos de *design* e desenvolvimento de produtos dentro da instituição acadêmica.

Uma proposta de implementação para melhor aproveitamento dessas ferramentas pelos estudantes envolve a criação de um programa de treinamento e capacitação, oferecendo cursos, workshops e tutoriais voltados para o uso das tecnologias de visualização gráfica e simulação. Isso pode ser complementado por uma plataforma online de compartilhamento de projetos e ideias, onde os alunos possam colaborar, discutir e dar *feedback* uns aos outros, incentivando a troca de conhecimento e aprimoramento de habilidades. Além disso, a instituição deve investir na infraestrutura e recursos necessários, como laboratórios equipados com computadores de alto desempenho, softwares licenciados e dispositivos de realidade virtual e aumentada.

Para avaliar se tais premissas são bem-sucedidas, é importante estabelecer métricas de sucesso e monitorar o progresso dos alunos em relação a esses objetivos. Essas métricas podem incluir aumento no desempenho acadêmico, satisfação dos

estudantes, taxa de empregabilidade dos graduados e quantidade e qualidade de projetos e pesquisas desenvolvidos utilizando essas ferramentas.

Possíveis trabalhos futuros sobre o tema podem explorar a aplicação de mecanismos tecnológicos no aprendizado para otimizar ainda mais o processo de aprendizado e consequentemente no desenvolvimento de produtos, bem como estudar a eficácia de diferentes abordagens pedagógicas no ensino dessas habilidades. Além disso, pesquisas podem ser realizadas para identificar e analisar as barreiras na adoção dessas tecnologias em diferentes contextos e propor soluções personalizadas para superá-las. Outra área de interesse é a investigação do impacto das ferramentas de visualização gráfica e simulação na inovação e desenvolvimento de novos produtos e serviços, e como essas tecnologias podem ser utilizadas para promover a sustentabilidade e a responsabilidade ambiental no setor industrial.

## REFERÊNCIAS

NIU, Chun-Yung Michael. **Airframe Structural Design**. California: Company Burbank, 1988.

GOMES, L. V. N. **Criatividade: projeto, desenho, produto**. Santa Maria: sCHDs, 2001. 122 p.

MAYER, E. Richard. **Multimedia Learning**. 2. ed, Santa Barbara: University of California, 2009.

PALM, J. William III. **Introduction to MATLAB for Engineers**. 3. ed, Rhode Island: Jonh Wiley, 2014.

LOCKWOOD, Thomas. **Design Thinking: Integrating Innovation, Customer Experience, and Brand Value**. Nova Iorque: Allworth Press, 2009.

BUCHANAN, R. **Wicked problems in design thinking**. Design issues, 8(2), 5-21. 1992.

NORMAN, Donald. **The Design of Everyday Things**. Nova Iorque: Basic Books. 2013.

COSENZA, C. A. N. **Project management and design coordination: a systems approach**. Journal of Civil Engineering and Management, v. 18, n. 2, p. 157-166, 2012.

CASTELLS, Manuel. **A Era da Informação: Economia, Sociedade e Cultura**. Vol. I, A Sociedade em Rede. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. 2002.

CASTELLS Manuel. **A Era da Informação: Economia, Sociedade e Cultura**. Vol. II, O Poder da Identidade. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. 2003.

CASTELLS, Manuel; HIMANEN, Pekka. **A Sociedade de Informação e o Estado Providência**. O Modelo Finlandês, Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 2007, 288 páginas.

SANDERS, E. B. N.; & STAPPERS, P. J. **Co-creation and the new landscapes of design**. CoDesign, 4(1), 5-18. 2008.

CASE, Keith; THORVALD, Peter. **Advances in Manufacturing Technology XXXII**. University of Skövde, Sweden, Suécia: IOS Press. 2018.

PAHL, Gerhard; *et al.* **Engineering Design: A Systematic Approach**. RWTH Aachen University: Springer. 2006.

KOSKY, Philip; *et al.* **Exploring Engineering: An Introduction to Engineering and Design**. Elsevier: Academic Press. 2006.

BACK, N; *et al.* **Projeto Integrado de Produtos: Planejamento, Concepção e Modelagem**. Barueri: Manole, 2008. 601 p.

LETRUD, Kare; HERNES, Sigbjorn. The Diffusion of the learning pyramid myths in academia: na exploratory study. In: Journal of Curriculum Studies, v. 48, n. 3, 2016, p. 291-302. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00220272.2015.1088063>>. Acesso em: 30 março 2023.

SCHMIDT, Flávia H. dos. **DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA UMA INDÚSTRIA ESPACIAL EMERGENTE: CASO DO BRASIL**. In: IPEA – Fundação pública vinculada à Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, 2011, Brasília. Disponível em <http://www.ipea.gov.br>. Acesso em 1 mar.2023.

GREGO, Maurício. **6 erros que levaram a Nokia da glória à decadência**. Disponível em: <https://exame.com/tecnologia/6-erros-que-levaram-a-nokia-da-gloria-a-decadencia/>. Acessado em 13 de mar.2023

KLEINA, Nilton. **A história da Kodak, a pioneira da fotografia que parou no tempo [vídeo]**. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/mercado/122279-historia-kodak-pioneira-da-fotografia-nao-evoluiu-video.htm>. Acesso em 15 mar.2023.

NARDON, Bruno. **Estudo de caso Blockbuster: de líder de mercado ao fechamento de 99,99% de suas lojas**. Disponível em: <https://g4educacao.com/portal/estudo-de-caso-blockbuster>. Acesso em 15 mar.2023.

GLASSER, William. **Choice theory: A new psychology of personal freedom**. Harper Perennial, 1999.

DALE, Edgar. **Audiovisual methods in teaching**. 1969.

Airbus S.A.S. (2022). **Airbus Family Figures [Booklet]**. Airbus. <https://www.airbus.com/en/products-services/commercial-aircraft/passenger-aircraft>

Editora GP. (s.d.). **Pirâmide de Aprendizagem e William Glasser**. <https://editoragp.com.br/piramide-de-aprendizagem-william-glasser/>

## IMPLEMENTATION OF GRAPHIC VISUALIZATION TOOLS AND CAD FOR EDUCATION AND PROJECT DEVELOPMENT WITHIN THE INSTITUTIONAL ENVIRONMENT

**Abstract:** *This paper discusses the implementation of graphic visualization and Computer-aided design (CAD) tools for teaching and project development within institutional environments. These tools enhance the learning experience and allow for the development of complex projects in a more efficient and effective manner. The article highlights the importance of collaboration and communication within the design process, and the need for a collective problem-solving approach. It also emphasizes the importance of understanding the three basic types of knowledge necessary for successful project design: knowledge for generating ideas, knowledge for evaluating concepts, and knowledge for structuring processes. Finally, the article suggests that the integration of modern technologies, such as CAD, can increase productivity and quality of work. Overall, this paper provides insights and recommendations for educators and practitioners on how to successfully implement these tools and approaches for teaching and project development within institutional environments.*

**Keywords:** *3D modeling, design, product development, graphic expression, problem reduction.*