



## **EXPERIÊNCIA INTERDISCIPLINAR NAS ENGENHARIAS AERONÁUTICAS: UMA PROPOSTA PARA O APRENDER FAZENDO**

**Fabiana E. Passador** – [passador@ita.br](mailto:passador@ita.br)

Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), Departamento de Ciências Fundamentais.  
Praça Marechal Eduardo Gomes, 50 - Vila das Acácias  
CEP 12228-900 – São José dos Campos – SP – Brazil

**Jefferson de O. Gomes** – [gomes@ita.br](mailto:gomes@ita.br)

**Adson A. de Paula** – [adson@ita.br](mailto:adson@ita.br)

**Francisco C. Carvalho** - [fchagas.carvalho@gmail.com](mailto:fchagas.carvalho@gmail.com)

**Maurício A. V. Morales** – [adson@ita.br](mailto:adson@ita.br)

**José S. E. Germano** – [silverio@ita.br](mailto:silverio@ita.br)

***Resumo:** Ministrando as disciplinas de Geometria Descritiva e Desenho Técnico (MPG-03) e Desenho Assistido por Computador (CAD-MPG-04) no curso Fundamental das Engenharias do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), percebeu-se a mudança nos estereótipos dos alunos desta instituição, bem como a mobilização de grupos docentes objetivando a modernização do ensino e o uso de novas metodologias e tecnologias educacionais. Muitas delas são hoje amplamente pesquisadas a fim de se obter melhor aprendizado, motivação e preparo do aluno para um novo mercado de trabalho, diferente daquele que vivenciamos até então: a indústria 4.0 (I4.0). Com a diminuição dos postos de trabalho nos quais as tarefas básicas e repetitivas são automatizadas, é cada vez maior a procura por profissionais com habilidades e competências para o desenvolvimento e resolução de problemas, ou seja, uma capacidade do ser humano que ainda não pode ser delegada a uma máquina. Nesse contexto, apenas o foco técnico não é suficiente para bem formar um profissional da engenharia: as relações sociais e intelectuais também devem ser exploradas. Este trabalho propõe uma atividade interdisciplinar e prática que integra o desenho técnico, a metrologia e conceitos básicos de engenharia aeronáutica. Objetiva-se oferecer uma experiência mais próxima da atividade profissional, proporcionar uma melhor compreensão dos sujeitos envolvidos, aumentar a motivação e desenvolver singelas habilidades manuais. Os autores planejaram e aplicaram a atividade proposta durante o segundo semestre de 2014 e os resultados positivos encorajaram mantê-la no currículo.*

Organização



**UDESC**  
UNIVERSIDADE  
DO ESTADO DE  
SANTA CATARINA



Promoção





**Palavras-chave:** *Desenho Técnico, Engenharia, Aeronáutica, Educação, CAD (Desenho Assistido por Computador).*

## 1. INTRODUÇÃO

Como fazer os alunos de engenharia (em uma instituição aeronáutica) ter interesse por disciplinas relativamente simples (Desenho Técnico e CAD), porém relevantes para o futuro profissional que efetivamente trabalhará com “engenharia”? Em um mundo pós-moderno, onde o ser humano é inserido em um ambiente dinâmico no qual a informação está amplamente disponível e pode ser fácil e rapidamente acessada, traz consequências indesejáveis às aulas expositivas tradicionais, às quais levam os jovens e impacientes alunos a se entediarem facilmente.

Em grande parte dos cursos superiores no Brasil predominam os currículos tradicionais. O processo de ensino tradicional nos cursos de engenharia baseia-se na orientação cognitiva, onde a aquisição de conhecimento é conduzida pelo professor no papel de principal agente ativo, tendendo a tornar os alunos a agentes passivos no processo de ensino-aprendizagem. Muitas vezes, neste modelo, não há incentivo, motivação ou espaço formal para desenvolver a autoaprendizagem. Além disso, o ensino tradicional traz ao estudante um conhecimento “disciplinar” (não conectado a outras áreas científicas) e sem aplicação prática (BERGER, 1972). Este sentimento no estudante de engenharia pode lhe trazer percepções de que um determinado conhecimento específico não será útil para o seu desenvolvimento profissional. Uma das causas destas percepções discentes pode ser fruto da baixa interdisciplinaridade e a integração tardia, quando presente, entre os diferentes componentes curriculares, entre a teoria e a prática e entre o mundo escolar e o mundo profissional, pois esses currículos ainda são organizados sequencialmente, ou seja, as disciplinas das ciências básicas (fundamentais) são seguidas pelas ciências aplicadas (profissional) e, por último, pelas práticas (por exemplo, os estágios) (RIBEIRO, 2007).

Interdisciplinaridade é a interação que existe entre duas ou mais disciplinas, podendo integrar mútuos conceitos diretivos até uma simples comunicação das ideias (BERGER, 1972).

Ainda sobre interdisciplinaridade, caracteriza-se pelo intercâmbio mútuo e integração recíproca entre várias ciências, tendo como resultado um enriquecimento recíproco (PIAGET, 1972). Descobre-se, na perspectiva da interdisciplinaridade, o caráter global do fenômeno em estudo, rompendo-se a visão fragmentada e estagnada. Esse aspecto traz implicações para a prática pedagógica que poderá se enriquecer com o desenvolvimento de projetos integradores, de pesquisas, de resolução de situações-problema e de desafios.

Diante deste cenário, as limitações da proposta de educação tradicional enfrentam uma barreira, impulsionando a universidade a pesquisar processos alternativos de ensino-aprendizagem capazes de formar engenheiros com visão holística, integrando teoria e prática, através de aprendizagem ativa baseada em habilidades e competências.

A origem da Visão Holística da Educação vem da palavra Holismo – do grego holon – significa inteiro, integral, totalidade, realidade, que faz referência a um universo

Organização



**UDESC**  
UNIVERSIDADE  
DO ESTADO DE  
SANTA CATARINA



Promoção





feito de conjuntos integrados que não pode ser reduzido a simples soma de suas partes. Em seus níveis gerais, o que difere a educação holística das outras formas de educação são seus objetivos e metas, o foco de sua atenção no aprendizado experimental e no significado e a importância que tem nos relacionamentos e nos valores humanos dentro do aprendizado (FORBES & MARTIN).

*“O termo Educação Holística foi proposto pelo americano R. Miller (1997) para designar o trabalho de um conjunto heterogêneo de liberais, de humanistas e de românticos que têm em comum a convicção de que a personalidade global de cada indivíduo deve ser considerada e levada em conta na sua educação. São consideradas todas as facetas da experiência humana, não só o intelecto racional e as responsabilidades de vocação e cidadania, mas também os aspectos físicos, emocionais, sociais, estéticos, criativos, intuitivos e espirituais inatos da natureza do ser humano” (YUS, 2002).*

Novos modelos educacionais baseados no “aprender fazendo”, mesmo que seja algo simples, traz para os alunos a percepção de que o sucesso na aprendizagem depende também deles quando da realização de um projeto de forma ativa (LUANN & GIJSELAERS, 1996).

Privilegiar o aprender a aprender, através do estímulo à resolução de problemas novos, à aceitação da dúvida como propulsora do pensar, significa mais do que reproduzir a realidade, repetir o já estabelecido. A descoberta de novas perspectivas, de soluções ainda não pensadas, a visão inusitada e a atribuição de significado próprio ao que é ensinado indicam que a verdadeira aprendizagem está em curso (SENAI, 2009). Para (DEMO, 1998), “o conhecimento não deve gerar respostas definitivas, mas perguntas inteligentes”.

Não diferente das demais instituições de ensino superior no Brasil, o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) ainda segue um modelo de ensino tradicional em engenharia, porém aos poucos, vem introduzindo a possibilidade de modernização nas disciplinas dos dois primeiros anos do curso fundamental, ou seja, curso que abrange as ciências básicas: Matemática, Física, Química, Desenho, Programação. Antes de 2014, as disciplinas de Metrologia e Desenho Técnico eram ministradas da forma tradicional, sem correlação entre elas ou quaisquer outras e sem uma visão prática sobre a relevância das mesmas para os futuros engenheiros.

Em 2014, no departamento de Física do ITA, foi pensado um novo sistema de ensino-aprendizagem, tal que a responsabilidade pela aprendizagem seria atribuída ao aluno durante a atitude ativa perante a execução de um projeto que conectava vários conhecimentos interdisciplinares através de uma visão prática (PUENTE, 2014).

Para alcançar um processo inovador de ensino-aprendizagem, as disciplinas de Metrologia e Desenho Técnico foram repensadas pedagogicamente e norteadas por um conjunto de conhecimentos interdisciplinares e práticos. O sucesso se deu através da montagem de um aeromodelo, “Figura 1”, uma vez que o interesse dos alunos em design aeronáutico, trabalhos manuais e interação com os demais colegas da turma

Organização



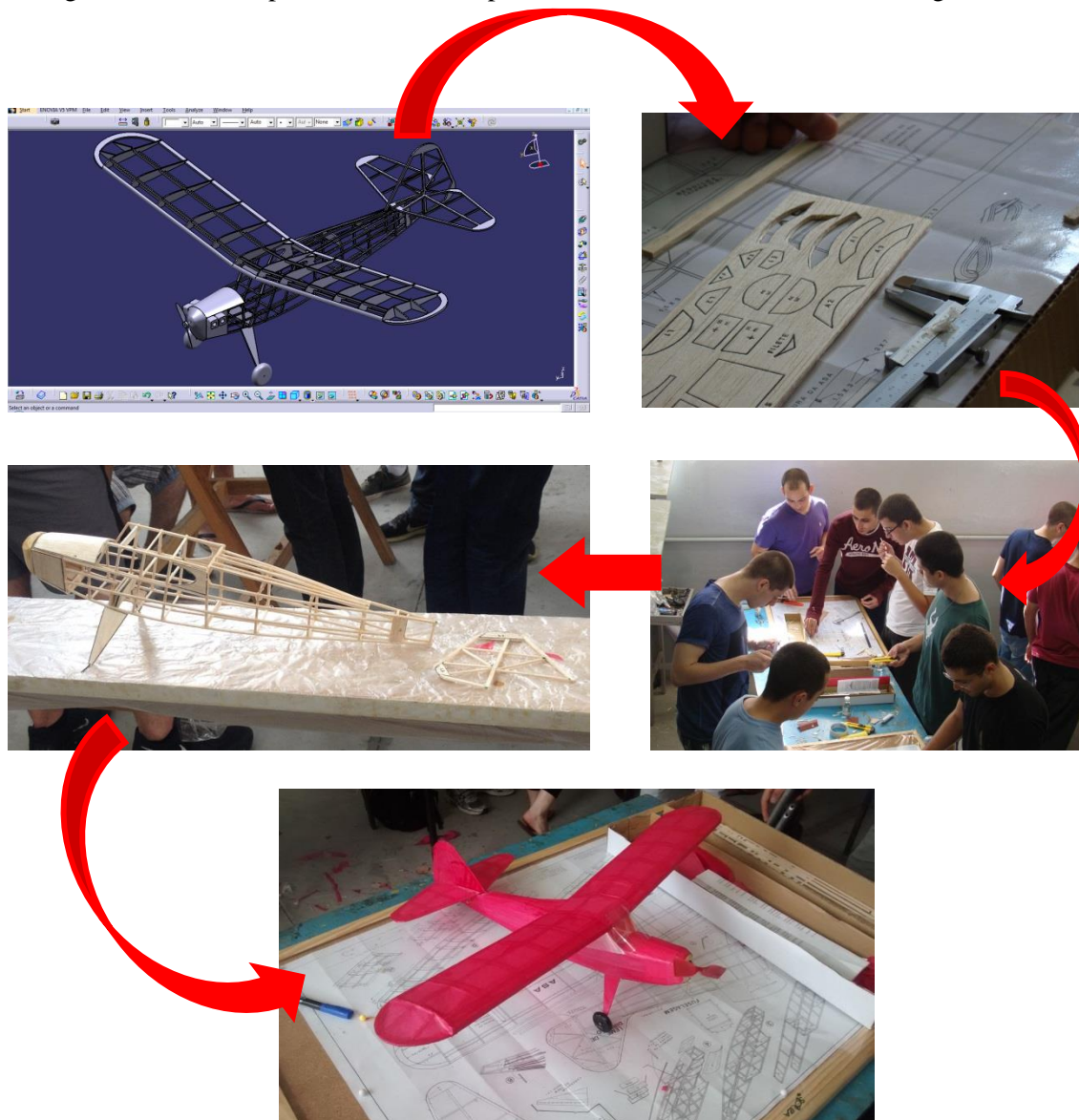
Promoção





foram aguçados. Os alunos construíram um aeromodelo usando o conhecimento das disciplinas, bem como a interdisciplinaridade entre elas.

Figura 1 – Interdisciplinaridade de disciplinas em um curso Fundamental de Engenharia



Esta proposta de atividade interdisciplinar da construção de um aeromodelo vislumbrou os seguintes itens:

- Solidificar os conhecimentos sobre as disciplinas específicas;
- Aumentar a motivação;
- Instigar a criatividade;
- Praticar o conhecimento, mesmo que de uma forma simples;
- Incentivar o pensamento crítico;
- Desenvolver a capacidade de análise e decisão,

Organização



Promoção





- Desenvolver habilidades e competências para trabalhar em grupo, administrar pressão e conflitos.

Na disciplina de Metrologia, competências e habilidades são alcançadas através das atividades de medir, comparar e interpretar, pois toda a atividade prática de construção do aeromodelo funciona como uma produção real, onde as tolerâncias de produção são obtidas pela medição dos componentes do aeromodelo (nervuras, longarinas, etc.) e comparadas entre os diferentes grupos de alunos.

Sobre as competências e habilidades na disciplina de Desenho Técnico/CAD, a atividade foi desenhar o aeromodelo em um programa CAD tridimensional (CATIA V5R21) para que os alunos pudessem perceber a necessidade de especificação e requisitos durante o processo de modelagem geométrica e, em seguida, a construção real do mesmo e a geração da documentação técnica (projeções ortogonais e desenho de conjunto).

A montagem do aeromodelo foi feita no Laboratório de Pequenas Aeronaves no ITA, onde os alunos tiveram um primeiro contato com materiais, estruturas e ferramentas que envolvem o desenho aeronáutico. Para a utilização deste laboratório e para a explanação de alguns singelos e importantes conceitos aeronáuticos, além das duas disciplinas já mencionadas, Desenho Técnico/CAD e Metrologia, estendeu-se a interdisciplinaridade a um professor de Aeronáutica.

Na próxima sessão, todos os detalhes sobre o desenvolvimento/aplicação desta proposta interdisciplinar, serão mostrados.

## 2. METODOLOGIA

A duração desta atividade interdisciplinar foi de quatro meses, ou seja, um semestre. No ano de desenvolvimento e aplicação deste projeto educacional, o ITA admitiu 180 alunos, divididos em quatro turmas. Todos os alunos eram do primeiro ano do curso Fundamental de Engenharia, e estavam no segundo semestre. Para esta atividade, as quatro turmas foram divididas em 56 grupos (3-4 alunos). Além disso, o projeto teve o envolvimento direto de professores das disciplinas já mencionadas, técnicos de laboratório e monitores.

Inicialmente os grupos receberam um conjunto de componentes (kit) para a montagem de um pequeno avião, o aeromodelo EE-206 (fabricado pela CASA AEROBRAS). Durante o semestre, os alunos tiveram, além do conteúdo programático de cada disciplina, o desenvolvimento de atividades que ocorreram no contexto interdisciplinar, envolvendo as mesmas (Metrologia, Desenho Técnico/CAD e conceitos Aeronáuticos para dar apoio ao projeto). Estes grupos receberam instruções e conceitos gerais, de responsabilidade do Professor de Aeronáutica, sobre montagens e requisitos relacionados aos componentes deste conjunto, “Figura 2”.

Ao receberem o kit de montagem, cada grupo inicia o processo de construção do aeromodelo, sempre com o apoio de um professor, técnico ou monitor. O Laboratório de Aeronáutica, especificamente o de Pequenas Aeronaves do ITA, foi usado uma vez por semana pelos alunos para as construções. No Laboratório de Física, foi realizada toda a medição das partes do aeromodelo (comprimento, diâmetro, espessura, volume, área, entre outras). Todas as medições aferidas durante as atividades no Laboratório de Física serão usadas nas atividades deste projeto educacional paralelamente na disciplina de Desenho Técnico/CAD, ou seja, ao mesmo tempo em que executam a construção

Organização



**UDESC**  
UNIVERSIDADE  
DO ESTADO DE  
SANTA CATARINA



Promoção





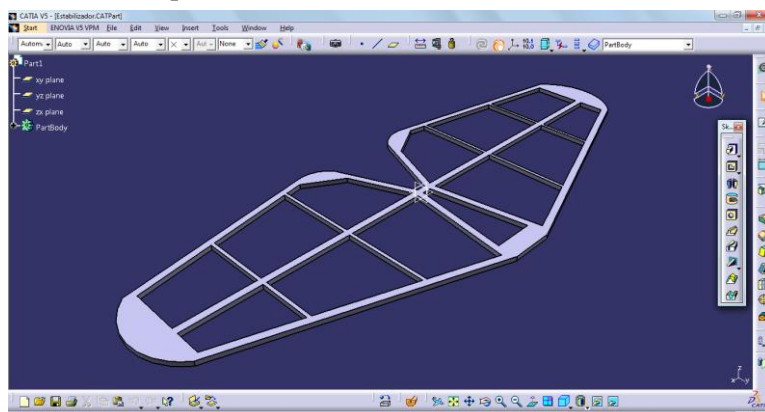
real/física, executam também a modelagem e a montagem virtual do conjunto do aeromodelo.

Figura 2 – Alunos recebendo as primeiras instruções no laboratório de Aeronáutica



Nas aulas de Desenho Técnico/CAD, o cronograma seguiu normalmente até que os alunos estivessem com conhecimentos suficientes no programa CAD para iniciarem a modelagem geométrica dos componentes do conjunto do aeromodelo. Inicialmente, os alunos prepararam croquis do aeromodelo em perspectiva isométrica, adquirindo assim, tal importância na fase inicial de projetos. Enquanto a professora explicava os conceitos e aplicação adequada dos comandos e metodologias acertadas para a modelagem, os alunos também sanavam suas dúvidas sobre o projeto e atualizavam seus cronogramas para a entrega final do aeromodelo virtual, “Figura 3”.

Figura 3 – Modelo virtual do componente “estabilizador” construído pelos alunos



O processo de construção e medição dos componentes do aeromodelo foi dividido em seis etapas, nas quais cada uma delas baseava-se em uma explicação teórica, cuja competência ficou a cargo do Professor de Aeronáutica:

- a) Conceitos estruturais e aerodinâmicos da asa e seus componentes.

Organização



Promoção

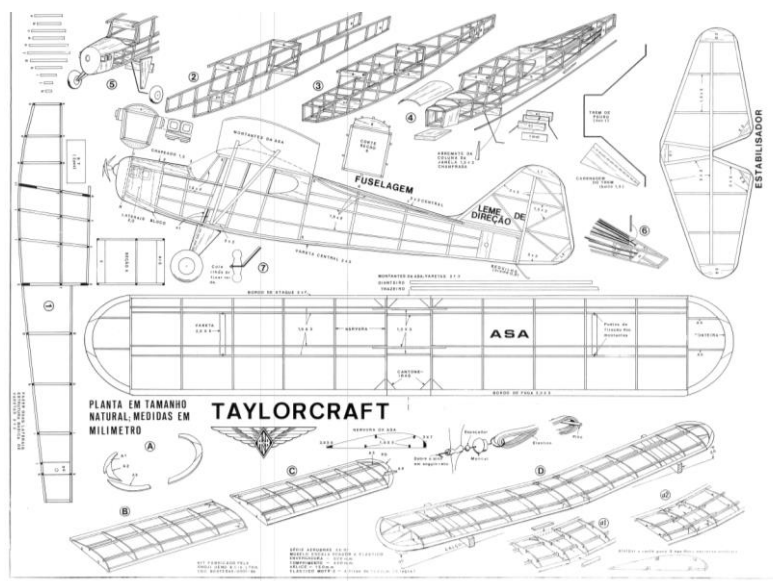




- b) Conceitos estruturais, aerodinâmicos e de estabilidade e controle.
- c) Conceitos estruturais e aerodinâmicos da fuselagem e seus componentes.
- d) Explicação da aplicação de resina e tecido.
- e) Conceitos de estabilidade estática e posição do centro de gravidade (CG).
- f) Análise dos dados de medição dos componentes.

No início das atividades, para auxiliar a construção do aeromodelo, cada grupo recebeu um desenho do fabricante, “Figura 4”. Este desenho os auxiliou na montagem e também nas atividades da disciplina de Desenho Técnico/CAD para representar o aeromodelo em um ambiente virtual e perceber a relação entre desenho, projeto e execução.

Figura 4 – Desenho do fabricante



A disciplina de Desenho Técnico/CAD trabalhou os comandos necessários para a construção virtual de todos os componentes do conjunto, bem como a metodologia mais acertada e as boas práticas da modelagem CAD para montagens. Trabalhou a organização da execução de cada parte do conjunto por cada integrante dos 56 grupos e a visão da importância do desenho técnico e dos modelos virtuais dentro do desenvolvimento de um projeto, pois que precisaram de “um desenho” para instruí-los quanto à montagem de um produto.

No Laboratório de Aeronáutica, os alunos vivenciaram a construção real do aeromodelo. No Laboratório de Física, trabalharam com metrologia, e na disciplina de Desenho Técnico/CAD, construíram o aeromodelo virtual, confrontaram dados virtuais com dados reais e geraram a documentação técnica (desenho técnico, projeções ortogonais, detalhes e referências) do produto.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No primeiro semestre do curso Fundamental das Engenharias do ITA, a disciplina de Desenho constitui-se de Desenho Geométrico, Geometria Descritiva e Desenho Técnico. Ainda no primeiro ano, porém no segundo semestre, há então a disciplina de CAD. Ao docente responsável por elas cabe não apenas ministrar os conteúdos

Organização



UNIVERSIDADE  
DO ESTADO DE  
SANTA CATARINA



Promoção



Associação Brasileira de Educação em Engenharia



curriculares, mas também mostrar como tais conteúdos e conceitos são aplicados no dia a dia de um profissional de engenharia. Ao longo dos anos de magistério, notou-se que os alunos se interessavam mais quando lhes era explicado a real aplicação dos conceitos. Sendo assim, esta abordagem interdisciplinar em uma disciplina introdutória de Desenho Técnico/CAD foi extremamente motivacional, pois os alunos modelaram os componentes do aeromodelo virtualmente, componentes estes que no final compuseram um projeto real, ao invés de modelarem peças aleatórias onde muitas vezes não há qualquer aplicação, sendo somente exercícios acadêmicos. Uma das exigências nesta disciplina era que os alunos tirassem uma foto do grupo segurando o avião real e, na mesma foto, inserisse o modelo virtual, “Figura 6” e “Figura 7”.

Figura 6 – Modelo virtual acima e alunos segurando o modelo físico construído por eles

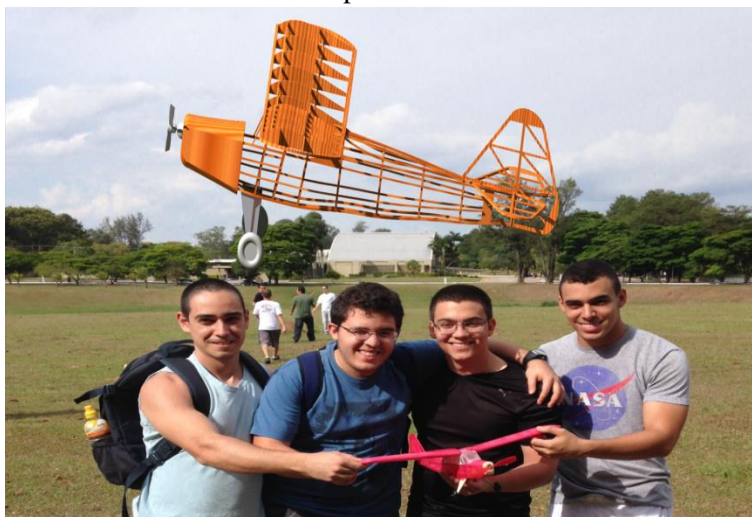


Figura 7 – Modelo virtual abaixo, e à direita um aluno segurando o modelo físico construído por eles



De acordo com a discussão deste trabalho, estudos e pesquisas sobre

Organização



**UDESC**  
UNIVERSIDADE  
DO ESTADO DE  
SANTA CATARINA



Promoção







interdisciplinaridade podem sim contribuir com propostas e metodologias que facilitem a aprendizagem significativa na universidade, o que é apropriado no contexto das engenharias.

A interdisciplinaridade composta pelas disciplinas de Aeronáutica, Desenho Técnico/CAD e Física ganhou particular relevância dentro do curso, incentivando os alunos a praticar novas habilidades e atitudes que permeiam o futuro profissional engenheiro.

Este trabalho fez professores e alunos perceberem um ganho em habilidades, bem como a criatividade para resolver problemas, pensamento crítico para tomar decisões, lidar com pessoas e saber lidar com as pressões de um cronograma de projeto. Entretanto, para os alunos iniciantes de engenharia, a motivação maior ficou para o ato de construir uma máquina que voa.

### ***Agradecimentos***

A todos os coautores envolvidos e à turma 61 do ITA, a ITAex, que patrocinou os kits de montagem e todo o material dispensado.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BERGER, Guy. Conditions d'une problématique de l'interdisciplinarité. In Ceri (eds.) L'interdisciplinarité. Problèmes d'enseignement et de recherche dans les Universités. Paris: UNESCO/OCDE, 1972. 21-24p.

DEMO, Pedro. Ensino Superior no século XXI: aprender a aprender. Conferência – Reflexões 2002/2 – Bento Gonçalves, RS, Agosto/Setembro 2002

FORBES, Scott H. & MARTIN, Robin Ann. What Holistic Education Claims About Itself: An Analysis of Holistic Schools' Literature. American Education Research Association - Annual Conference. San Diego, California, April 2004

LUANN, Wilkerson & GIJSELAERS, Wim H. (Eds.). Bringing Problem-based Learning to higher education: Theory and Practice. San Francisco: Jossey- Bass Publishers, 1996. 108p.

PIAGET, Jean. Epistemologie des relations interdisciplinaires. L'interdisciplinarité. Problèmes d'enseignement et de recherche dans les Universités. In Ceri (eds.), Paris: UNESCO/OCDE, 1972. 131-144p.

PUENTE, Sonia Maria Gómez; e Eindhoven University of Technology (TU/e). Design-based learning: exploring an educational approach for engineering education, 2014. 249p, il. Thesis (Doctoral).

RIBEIRO, Luis Roberto de Camargo. Radiografia de uma aula de engenharia. São Carlos: EDUFSCar, 2007. 138p, il.

Organização



**UDESC**  
UNIVERSIDADE  
DO ESTADO DE  
SANTA CATARINA



Promoção





SENAI, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Departamento Nacional. Metodologias SENAI para formação profissional com base em competências: norteador da prática pedagógica/ SENAI/DN – 3. Ed. – Brasília – 2009. 13-19p.

YUS, Rafael. Educação Integral: uma educação holística para o século XXI. Trad. Daisy Vaz de Moraes. Porto Alegre: Artmed, 2002.

## **INTERDISCIPLINARY EXPERIENCE IN AERONAUTICAL ENGINEERING: A PROPOSAL FOR LEARNING BY DOING**

**Abstract:** *Teaching Descriptive Geometry and Technical Design (MPG-03) and Computer Aided Design (CAD-MPG-04) subjects in Basic Course of Engineering from Technological Institute of Aeronautics (ITA), it was possible to realize the change in the students stereotypes of this institution, as well as the mobilization of teaching groups aiming at the modernization of teaching and the use of new educational methodologies and technologies. Many of them are now widely researched in order to obtain better learning, motivation and student preparation for a new job market, different from what we have experienced so far: industry 4.0 (I4.0). With the reduction of basic and repetitive tasks jobs, due to their automation, there is an increasing demand for professionals with skills and competences to develop and solve problems, that is, a capacity of the human being that still cannot be delegated to a machine. In this context, only the technical focus is not enough to form an engineering professional: social and intellectual relations must also be explored. This work proposes an interdisciplinary and practical activity that integrates technical drawing, metrology and basic aeronautical engineering concepts. It aims to offer a closer experience to the professional activity, to provide a better understanding of the involved subjects, to increase the motivation and to develop simple manual skills. The authors had planned and applied the proposed activity during the second half of 2014 and the positive results have encouraged to keep it in the curriculum.*

**Key-words:** *Technical Design, Engineering, Aeronautics, Education, CAD (Computer Aided Design)*

Organização



Promoção

