



EXPERIMENTAÇÃO DE NOVAS FERRAMENTAS PEDAGÓGICAS NA DISCIPLINA ELEMENTOS DE AERONAVE E DINÂMICA DE VOO (PME2553) DO CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA DA EPUSP

Adson Agrico de Paula – adson@ita.br

Instituto Tecnológico de Aeronáutica - Departamento de Projeto de Aeronaves
Av. Prof. Mello Moraes, 2231
CEP: 05508-900 – São Paulo – SP

Escola Politécnica da USP - Departamento de Engenharia Mecânica
Av. Prof. Mello Moraes, 2231
CEP: 05508-900 – São Paulo – SP

Resumo: *A EPUSP possui em seu curso de engenharia mecânica a ênfase em aeronáutica nos últimos dois semestres do curso. Com o intuito de contribuir de forma decisiva para melhoria no processo de ensino-aprendizagem da disciplina elementos de aeronave e dinâmica de voo (PME2553) da ênfase em aeronáutica, foram desenvolvidas experimentações pedagógicas no ambiente de sala de aula e fora dele. Aulas expositivas estruturadas, estudo de caso e mapa conceitual constituíram a base de uma nova intervenção pedagógica. Esse trabalho tem por objetivo mostrar o desenvolvimento desta intervenção, bem como seus resultados apontados pelos estudantes de engenharia.*

Palavras-chave: *Ensino, Engenharia aeronáutica, Estudo de caso, Mapa conceitual, Ferramentas pedagógicas*

1. INTRODUÇÃO

O interesse natural de estudantes de engenharia pela aeronáutica e, em particular, pela aerodinâmica, possibilita características singulares no processo de ensino-aprendizagem que envolve disciplinas acadêmicas que abordam este tema (figura 1). Desvendar cientificamente como as “maravilhosas máquinas voadoras” voam, é a motivação imanente e inicial dos estudantes de engenharia. O desejo infantil agora se transforma em potencial de aprendizagem do presente.

Neste sentido, cabe ao educador ter consciência deste potencial juvenil que tem sobre seu controle e transformá-lo em ação educacional. Ensinar aerodinâmica é uma grande oportunidade pedagógica para despertar o conhecimento que está remanescente na curiosidade natural das pessoas. Estimular a curiosidade passo a passo, a medida que se aprofunda no mundo da aeronáutica, bem como o prazer pelo despertar científico ao desvendar os segredos do voo, é a base pedagógica para educação em aerodinâmica e aeronáutica.



Figura 1 - O fascínio pela aviação que vem desde o primeiro voo do 14-bis até os dias atuais com o super jumbo A380.

Há de se destacar também, como oportunidade pedagógica no ensino de aerodinâmica e aeronáutica, a capacidade de disseminar a cultura aeronáutica tanto em uma instituição acadêmica como em seu corpo discente. Neste sentido, o ensino de aerodinâmica na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP), entre outros objetivos, visa criar a cultura aeronáutica na escola. Considerando que o Brasil é referência em tecnologia aeronáutica e a missão da EPUSP é de formar engenheiros de concepção para o desenvolvimento tecnológico do país, o educador tem a possibilidade de germinar na escola a cultura aeronáutica para que se forme uma massa crítica preparada para dar suporte aos desafios da engenharia aeronáutica nacional.

Neste contexto de importância do ensino de aerodinâmica em uma escola de engenharia, a disciplina Elementos de Aeronaves e Mecânica de Voo (PME2553) ministrada no Curso de Engenharia Mecânica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo enfatiza seu conteúdo em aspectos que garantam ao estudante o contato e a familiarização com conceitos fundamentais de aerodinâmica, tais como camada limite e sustentação, bem como aspectos basilares que envolvem o projeto aerodinâmico de aeronaves. Aspectos estes, que se desenvolvem relacionando-se com questões de baixa e alta velocidade da aeronave para o projeto. Adicionalmente, a abordagem multidisciplinar conduzida durante a totalidade do curso dá uma visão da realidade prática do projeto no âmbito da engenharia aeronáutica na indústria.

No intuito de contribuir de forma decisiva para melhoria no processo de ensino-aprendizagem da disciplina PME2553, foram desenvolvidas experimentações pedagógicas no ambiente de sala de aula e fora dele. Aulas expositivas estruturadas, estudo de caso e mapa conceitual conatituíram a base de uma nova intervenção pedagógica. Esse trabalho tem por objetivo mostrar o desenvolvimento desta intervenção, bem como seus resultados apontados pelos estudantes de engenharia.

2. NOVAS FERRAMENTAS PEDAGÓGICAS NA DISCIPLINA PME2553

A melhoria contínua dos recursos pedagógicos para disciplina PME2553 é necessária no sentido de se atingir constante aperfeiçoamento no processo de ensino-aprendizagem no que tange o entendimento dos conceitos fundamentais de aerodinâmica e projeto aerodinâmico.

Conceitos como de camada limite, descolamento de camada limite, efeito de número de Reynolds, projeto bidimensional e tridimensional de asa são de fundamental importância na formação de aerodinâmica. A ausência do entendimento integral destes conceitos e suas implicações pode deixar lacunas permanentes na formação do aluno visto que em muitos casos o aluno não terá mais oportunidade de uma vivência acadêmica livre e reflexiva.

Adicionalmente, tem se também como motivação pedagógica a busca contínua por uma melhor compreensão da complexidade que envolve o projeto aerodinâmico no ambiente da engenharia aeronáutica. Aspectos como requisitos de projetos, diálogo e mediação de conflitos técnicos multidisciplinares, gerenciamento de projeto, relações humanas e posturas ética muitas vezes não são exercitados através de ferramentas pedagógicas tradicionais. Estas questões ficam em certo sentido um tanto quanto distantes da academia. Assim, é importante no processo pedagógico a preocupação do educador com as mesmas. O educador deve utilizando-se de sua própria experiência, bem como buscar a experiência do mercado, visto que estes aspectos do projeto atualizam-se sempre com o desenvolvimento tecnológico.

Perante o cenário desafiador da disciplina PME2553 e posto as preocupações no processo de ensino-aprendizagem da mesma, as inovações pedagógicas implementadas na disciplina têm por objetivo:

- I. Estimular os alunos a pensar sobre conceitos de aerodinâmica de forma reflexiva e crítica
- II. Relacionar os conceitos de forma antecipada com o projeto aerodinâmico
- III. Conscientizar-se da necessidade de ter forte embasamento conceitual.
- IV. Estabelecer relação horizontal aluno-professor através de discussões dialéticas constantes sobre os temas de ambiente de aula.
- V. Estimular o aluno a pensar sobre questões que envolvem o projeto aerodinâmico de alta e baixa velocidade, bem como as relações opostas que relacionam ambos.
- VI. Correlacionar, visualmente, os conceitos aprendidos com aeronaves que estão no dia a dia do aluno.
- VII. Estimular o entendimento da relação do projeto aerodinâmico com outras áreas de engenharia
- VIII. Postura ética e profissional



A seguir serão descritas as ações inovadoras estabelecidas em através de três técnicas de ensino-aprendizagem.

2.1 Aulas Expositivas Estruturadas:

A proposta de aulas expositivas estruturadas é no sentido de pensar de forma reflexiva, previamente, as aulas e planejá-las com a finalidade de alcançar os objetivos pedagógicos supracitados.

Neste sentido, o planejamento de aula se torna um desafio, visto que, como é citado por (MASETTO, 2003), as características da aula expositiva colocam o aluno em situação passiva de receber e em condição que favorece a apatia, a desatenção e o desinteresse.

O primeiro passo para estruturar as aulas foi a preocupação do educador em estabelecer, em todas as aulas, algumas características pedagógicas gerais independentes do assunto a ser tratado. Segundo (MASETTO, 2003) temos as seguintes características:

- *Abrir um tema de estudo.* O educador inicia a aula com uma pergunta que engendrará interesse aos alunos, bem como início aos estudos. Essa forma de condução da abertura da aula também deixa bem claro qual o objetivo de estudo da aula específica. Podemos citar, como exemplo, o início de uma aula sobre viscosidade onde o educador inicia a aula questionando qual seria a realidade da natureza sem viscosidade como propriedade de um fluído. Em um processo de negação se coloca a necessidade e o interesse em se estudar fluído viscoso.
- *Fazer uma síntese do estudo.* A aula é conduzida de forma que no final da mesma o educador faz uma síntese do conteúdo ensinado. Ele pede a participação dos alunos neste processo no sentido de motivá-los mostrando as vantagens, após a aula, de se ter estabelecido um conhecimento. Podemos citar, como exemplo, na síntese quais as principais questões que a viscosidade impõe no fluído. Para isso, o educador cita algumas questões e perguntas outras, aproximando-se afetivamente dos alunos.
- *Estabelecer comunicações que tragam atualidade ao tema ou explicações necessárias.* No final da aula o professor expõe questões tecnológicas ligadas ao tema da aula e fontes de pesquisa para o desenvolvimento individual do aluno. Dentro do tema, o educador conduz a formação fora de sala de aula preparando o aluno para a nova vida que se aproxima fora da universidade. Podemos citar, na mesma aula de fluído viscoso, o educador comentando que a diminuição do arrasto é uma busca tecnológica incessante na engenharia aeronáutica, onde os engenheiros lidam com os conceitos de modificação da camada limite para diminuir o atrito. Neste sentido, ele expõe novas tecnologias e faz o pedido para que os alunos busquem no mundo acadêmico quais os desenvolvimentos tecnológicos mais recentes.

Além das questões estruturantes, para conduzir a aula expositiva de forma inovadora no ambiente educacional, o educador estabelece 10 regras bem definidas que são exercitadas no dia a dia da interação aluno-educador. Assim, temos as seguintes regras:

- I. *Material em PowerPoint, para aula expositiva, estruturado aula por aula com temas bem estabelecidos.* Podemos citar material planejado para uma aula de escoamento viscoso.
- II. *Aplicação do método indutivo na explanação dos conceitos.* O que é conduzido através do questionamento, motivação, indução lógica e racional ao conhecimento final e o despertar do prazer pela descoberta do tema.
- III. *Postura pedagógica do professor que leva a relação horizontal professor-aluno.* Utiliza-se, para isso, a relação de proximidade física e afetiva com o aluno. Dessa forma, estabelece-se a confiança que leva o aluno a se sentir livre no sentido de explorar os conceitos de forma reflexiva no ambiente de sala de aula. De fato, o educador se tornar amigo e parceiro do aluno nessa viagem do conhecimento facilita o processo de ensino-aprendizagem e motiva o aluno. Na teoria psicanalítica, freudiana, é inevitável a transferência positiva e negativa em todos os relacionamentos humanos. Neste sentido, (LEBRE, 2003) comenta que na relação professor-aluno a transferência é produzida quando o desejo de saber do aluno se liga a um elemento particular, que é a pessoa do professor.
- IV. *Enriquecimento dos conceitos com exemplos práticos.* A correlação do conhecimento com a prática é de fundamental importância para o estímulo do aluno a aprendizagem. Assim, o educador mantém a preocupação constante e contínua em expandir os conceitos através de exemplos existentes na natureza e tecnologicamente fomentados pelo homem com base conceitual.
- V. *Utilização de vídeos que levam a reflexão e o amadurecimento dos conceitos.* Vídeos são de grande utilidade para o entendimento dos conceitos de forma prática, bem como abre a possibilidade de discussões em sala de aula.
- VI. *Indução dos alunos na realização de cálculos, em sala de aula, que levam a conclusões conceituais.* Essa prática é de fundamental importância, visto que os conceitos são absorvidos de forma concreta no momento da realização de uma atividade analítica.
- VII. *Valorização das questões colocadas pelos alunos.* Essa ação pedagógica conduz a sintonia da sala de aula. Deve-se valorizar a questão do aluno e se explorar suas possibilidades no processo ensino-aprendizagem chamando todos os alunos para a discussão. A questão não é de um aluno, mas sim de todos. Dessa forma, se estabelece a unidade.



- VIII. *O termômetro do grupo é o educador.* O professor deve identificar o espírito do grupo logo no início do curso. A partir daí, ditar o ritmo para o melhor ensino. Se o grupo é mais motivado o educador deve conduzir os alunos ao extremo de suas potencialidades. Caso contrário, cabe ao educador criar mecanismos extras motivacionais.
- IX. *A descontração na fixação dos conceitos.* Brincadeiras, em horas oportunas, sobre os conceitos devem ser realizadas para aproximar o aluno do educador e fixar os conceitos.
- X. *Percepção do ganho de aprendizagem.* O educador induz o aluno a perceber o ganho de aprendizagem pela aula realizada. Essa percepção quando alcançada serve de ferramenta motivacional para a continuidade da aprendizagem.

Todas as características e regras estabelecidas pelo educador em seu curso vêm de sua experiência educacional, estudos pedagógicos e de várias tentativas de um melhor processo de ensino-aprendizagem.

2.2 Mapa conceitual

Para que os conceitos de aerodinâmica e projeto aerodinâmico amadureçam no processo de ensino-aprendizagem, na última aula da disciplina foi realizada uma atividade de elaboração de mapa conceitual sobre o conteúdo da disciplina. Mapas conceituais, de modo geral, são diagramas que indicam relações entre conceitos ou entre palavras que são usadas para representar conceitos. Neste sentido, é uma ferramenta muito útil para concatenação do conteúdo de uma disciplina ao final da mesma.

O mapa conceitual permite grande flexibilidade no seu uso. A flexibilidade do uso do mapa conceitual fica evidenciada pela citação abaixo de (MOREIRA, 1997):

“O mapeamento conceitual é uma técnica muito flexível e em razão disso pode ser usado em diversas situações, para diferentes finalidades: instrumento de análise do currículo, técnica didática, recurso de aprendizagem, meio de avaliação”

No caso da implementação na disciplina PME2553, foi realizada uma atividade pedagógica partindo da realização de um mapa conceitual feito pelo aluno e não pelo professor. O mapa conceitual foi realizado individualmente por cada aluno para que o mesmo tenha conscientização do seu nível de absorção de conhecimento do conteúdo da disciplina. Além deste fato, essa avaliação proporciona ao educador um indicador da absorção de conhecimento conceitual que o aluno atingiu. Após a realização do mapa conceitual, para que se efetive a medida do nível de aprendizagem alcançado, os alunos têm um “feedback” através da análise do mapa conceitual referência do educador.

A figuras A.1 e A.2 nos anexos mostram os mapas conceituais realizados por um aluno e pelo professor. Neste sentido, observamos que o aluno chega bem próximo do que o professor



estabelece como mapa conceitual ideal no sentido geral da disciplina, mas há detalhes das relações conceituais que foram esquecidas pelo aluno.

2.3 Estudo de Caso

Estudo de casos tem se tornado cada vez mais frequente como ferramenta de aprendizagem em diferentes áreas do conhecimento, tais como medicina, enfermagem, negócios e engenharia. Estudiosos nessas áreas reconhecem que não é suficiente ensinar princípios gerais na maioria dos casos desconectados de uma realidade prática. Além disso, percorrer sobre algumas práticas profissionais não dá aos alunos conhecimento suficiente sobre o equilíbrio entre teoria e prática que eles necessitam em sua vida profissional para lidar com problemas do mundo real. Adicionalmente, a educação tradicional não permite aos estudantes o contato com ampla gama de situações de trabalho. Dessa forma, o estudo de caso de engenharia é apropriado para apoiar o ambiente educacional em diferentes situações de engenharia. Neste sentido (ANWAR & FORD, 2001) definem estudo de caso de engenharia como um conjunto de atividades de engenharia, eventos ou problemas que têm características e complexidade geralmente encontrados por um engenheiro nos locais de trabalho.

Posto isso, o estudo de caso surge como a principal inovação pedagógica realizada na disciplina PME2553 e foi estruturada pelo educador de forma que todos os conceitos de aerodinâmica e projeto aerodinâmico fossem exercitados, bem como as questões práticas que surgem no ambiente de engenharia, em particular na engenharia aeronáutica.

Para uma apropriada aplicação de estudo de casos em projeto aerodinâmico, foi realizado o estudo de caso do desenvolvimento do projeto aerodinâmico das aeronaves DC-9 e Boeing 737. A justificativa da escolha destes dois estudos de casos se estabelece, visto que temos as aeronaves DC-9 e Boeing 737 como marca embrionária da aviação comercial. Ambas as aeronaves competiam no mercado aeronáutico fundamentadas em requisitos de engenharia similares, mas com filosofias de projeto diferente. Neste sentido, o estudo de caso do DC-9 e Boeing 737 conduz estudantes de engenharia a experimentar um ambiente de projeto real. As discussões que tangem fatos históricos, conceitos aerodinâmicos, requisitos, filosofia de projeto e desenvolvimento tecnológico enriquecem o ambiente educacional e contribui de forma definitiva para formação do engenheiro na engenharia aeronáutica.

A atividade de estudo de casos se desenvolveu no final do curso, após o estudo do conteúdo da disciplina, como aplicação prática da teoria estudada. Assim, o aluno já dispunha das informações básicas para resolver o caso. Como referenciado por (MASETTO, 2003) esta é uma das possibilidades pedagogia no estudo de casos. São descritas a seguir as principais questões deste estudo de caso:

Objetivos pedagógicos

Os objetivos pedagógicos deste estudo de caso em engenharia aeronáutica foca suas discussões nas seguintes questões do projeto aerodinâmico:

- Requisitos e sua importância no projeto
- Filosofia de projeto e escolha de configuração de aeronave



- Visão multidisciplinar do projeto

Grupo de discussão

A sala de aula foi organizada de forma a dar espaço para discussões estabelecendo condições para que os alunos tenham autonomia, oportunidade de pesquisar, trabalhar em grupo e propor soluções de projeto. Os alunos foram divididos em dois grupos de cinco membros. Cada grupo debateu sobre o desenvolvimento aerodinâmico das aeronaves Douglas DC-9 ou Boeing 737.

Os grupos foram organizados como equipes típicas de engenharia aeronáutica atuando na indústria. Havia um líder de equipe, escolhido pelo grupo, dois aerodinamicistas, um membro de mecânica de voo e um membro de desempenho para estabelecer os requisitos de mercado. Antes de iniciar as discussões, os estudantes de engenharia leram o artigo específico de seu grupo, recomendado pelo educador (OLASON & NORTON, 1966) e (SHEVELL & SCHAUFLE, 1966), sobre o projeto da aeronave em questão e tomaram notas das principais características de cada projeto. Além disso, membros de mecânica de voo e desempenho pesquisaram sobre teoria e requisitos de suas respectivas áreas.

Após a atividade de preparação fundamentada nos artigos sobre os respectivos projetos, os alunos iniciaram o estudo de caso. Cada grupo desenvolve a discussão na direção dos objetivos educacionais indicados pelo professor. Durante a discussão um aluno de cada grupo tomou notas de pontos principais. Após essa atividade, o professor questiona cada grupo sobre as percepções dos principais pontos sobre o desenvolvimento do projeto analisado.

O passo seguinte é a discussão entre grupos das diferenças e similaridades entre os projetos. Cada líder de equipe foi para o grupo "competidor". Em seguida, cada grupo estabeleceu as discussões sobre as comparações de projeto entre Douglas DC-9 e Boeing 737 com o líder da equipe externa.

Finalmente, como última atividade em sala de aula, o professor aponta aspectos mais relevantes durante as discussões do desenvolvimento aerodinâmico de ambas as aeronaves como filosofia de projeto e problemas durante o desenvolvimento. Além disso, o educador estimulou os estudantes para os últimos debates e perguntas. Como atividade extra-classe, os futuros engenheiros escreveram uma resenha sobre o desenvolvimento do projeto aerodinâmico das aeronaves DC-9 e B737 entregando entregaram ao professor como forma de avaliação.

Resultados

Com relação ao trabalho preparatório para o estudo de caso, pode-se perceber que os alunos prepararam-se, previamente, estudando os artigos referenciados sobre o projeto aerodinâmico das aeronaves Douglas DC-9 e Boeing 737. Além disso, membros de desempenho e de mecânica de voo pesquisaram sobre suas respectivas áreas. Documentos impressos, notas e discussões em sala de aula evidenciaram o bom desempenho do trabalho preparatório.

A dinâmica de grupo realizada pelos alunos na discussão sobre o projeto aerodinâmico mostrou-se eficiente. Os estudantes, de forma desinibida, mantiveram as discussões sobre

questões de projeto e fizeram observações sempre pertinentes aos objetivos educacionais respeitando sempre a área técnica pertencente (aerodinâmica, desempenho ou mecânica de voo), características e percepções pessoais. Adicionalmente, os futuros engenheiros praticaram proatividade, respeito individual e trabalho em grupo.

A questão das várias possibilidades de solução criativa em um projeto (várias filosofias de projeto) foi bem entendida pelos alunos. Este fato só foi possível devido a dinâmica cruzada estabelecida no estudo de caso onde o líder de um grupo dialoga com o outro grupo sobre as similaridades e diferenças nas características de solução para o desenvolvimento de um produto.

3. AVALIAÇÃO DAS NOVAS FERRAMENTAS PEDAGÓGICAS PELOS ALUNOS

Um questionário foi aplicado aos 10 alunos da disciplina, no último dia de aula, enfocando na percepção dos mesmos com relação às novas ferramentas pedagógicas incluídas na disciplina em 2011 que são: estruturação de aulas expositivas, estudo de caso e mapa conceitual.

Inicialmente podemos avaliar a experiência anterior dos alunos com as novas técnicas de aprendizagem, lembrando que são alunos do último ano do curso de engenharia mecânica da escola politécnica tiveram pouca experiência com mapas conceituais e relativo contato com estudo de casos. Vale ressaltar que as preferências dos alunos pelas novas técnicas ficaram divididas entre aulas expositivas estruturadas e estudo de caso.

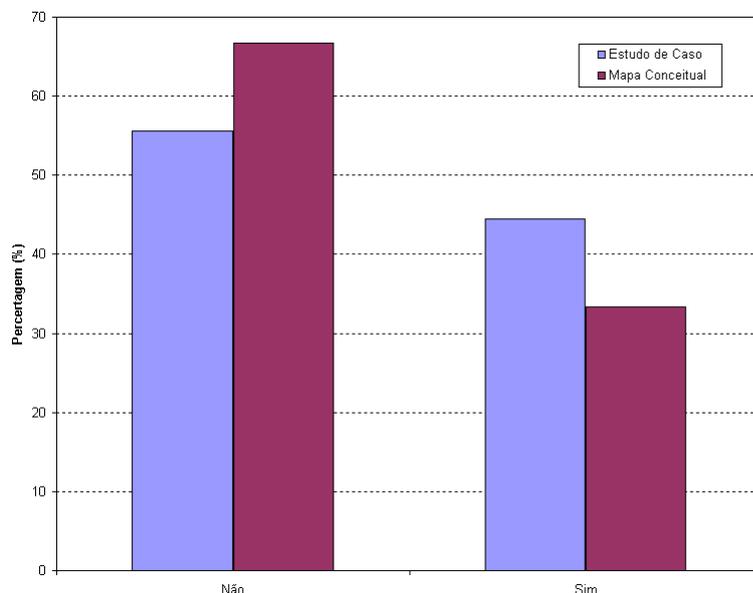


Figura 2 - Experiência prévia dos alunos com técnicas pedagógicas

Com relação às características exercidas pelo professor em sala de aula, através das 10 regras de sala, os alunos em sua maioria destacaram duas características sendo a postura

pedagógica do professor que leva a relação horizontal professor-aluno (70%) e enriquecimento dos conceitos com exemplos práticos (50%) (figura 3), o que mostra como é fundamental que o professor tenha uma boa relação afetiva com o aluno no processo de ensino-aprendizagem, bem como consiga correlacionar os conceitos com a vivência prática.

Um indicador que evidencia a boa relação professor-aluno e a constante motivação pelo conhecimento exercida pelo educador, foi o fato de que mesmo após a prova final, que era a última do curso de engenharia, os alunos agora já engenheiros pediram para o educador realizar uma mesa redonda sobre a prova para que se corrigisse possíveis erros conceituais cometidos na prova e assim se finalizasse solidamente a disciplina. Foi então realizada uma discussão inicialmente sobre a prova, mas depois de alguns minutos já se estava discutindo puramente o projeto aerodinâmico. Assim, a mesa redonda (realizada em uma sala de reuniões) continuou por mais 60 minutos. A liberdade de se discutir com o professor e o entusiasmo por realmente agregar algo nesta disciplina ficou claro ao se pedir esta mesa redonda e durante a realização da mesma.



Figura 3 - Características desejáveis do professor perante os alunos em sala de aula

No tópico objetivos pedagógicos adotados pelo professor (figura 4), os alunos tiveram suas preferências diversificadas com destaque para “Estimular os alunos a pensar sobre conceitos de aerodinâmica de forma reflexiva e crítica”

Na análise dos alunos, a estrutura de aula expositiva referenciada por (MASETTO, 2003) onde toda aula é estruturada por abrir um tema, fazer uma síntese e estabelecer comunicações que tragam atualidade ao tema ou explicações necessárias foi fortemente cumprida na opinião de 90% dos mesmos, sendo que 10 % opina sobre o cumprimento parcial.



Figura 4 - Preferência por objetivos pedagógicos

Outro resultado interessante é o nível de absorção da matéria e sua correlação com a prática. Pode-se observar, nas figuras 5 e 6, que os resultados da disciplina PME2553 são substancialmente melhores que os resultados da média do curso da Poli na opinião dos alunos.

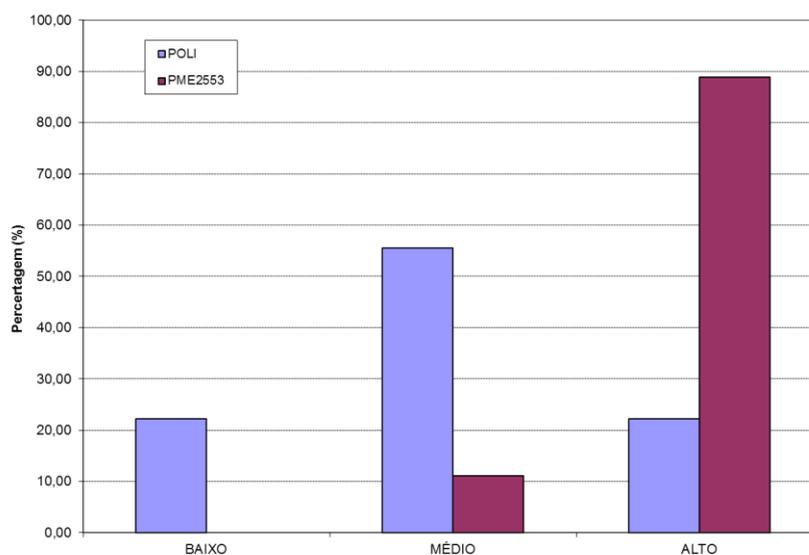


Figura 5 - Absorção dos conceitos

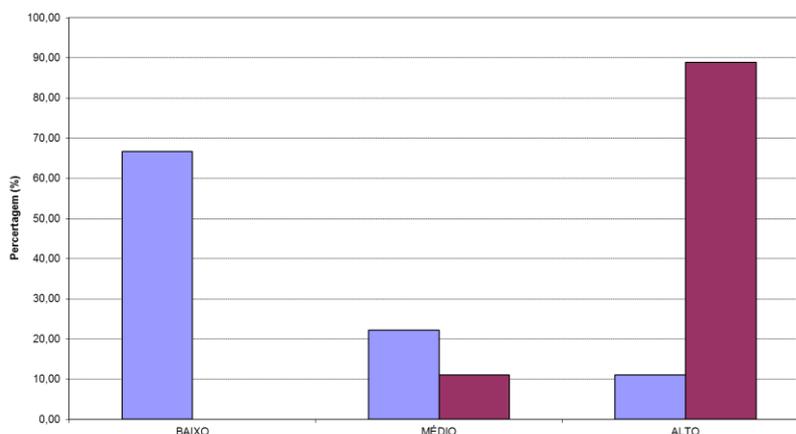


Figura 6 - Correlação de conceitos com a prática

4. CONCLUSÃO

A aerodinâmica definitivamente estabelece um fascínio para o estudante de engenharia e assim fica clara, até mesmo pela experiência do autor, a oportunidade pedagógica para transformar motivação em ato de aprendizagem. A disciplina Elementos de Aeronave e Dinâmica de Vôo da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo dá oportunidade ao estudante de engenharia de transformar sua curiosidade natural de aerodinâmica em entendimento prático da engenharia aeronáutica.

Com relação às ferramentas pedagógicas experimentadas na disciplina em 2011, pode considerar que a aplicação do mapa conceitual para os alunos conduz a um reforço na fixação dos conceitos. A percepção em sala de aula foi que os conceitos se tornaram mais claros e sólidos para os alunos quando estabelecidos em um mapa.

Além disso, através do estudo de casos, as relações entre conceitos aerodinâmicos e a prática de projeto aeronáutico ficaram mais evidente dando oportunidade a discussões que transcendiam a aula o que conduziu o aluno a uma formação mais crítica e reflexiva. Observa-se claramente pelos resultados da pesquisa com os alunos, que é fundamental um professor que seja motivador e que tenha relação afetiva estreita com seus educandos. Essas características vão diferenciar o processo de ensino-aprendizagem.

Percebeu-se que a aplicação associadas das três técnicas pedagógicas trouxe grande ganho no processo de aprendizagem em sala de aula. A fixação de conceitos, a relação entre conceitos e prática de projeto e a relação afetiva professor-aluno contribuíram fortemente para o atingimento dos objetivos educacionais e mais do que este fato para uma grande motivação aeronáutica.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecimentos aos professores Aquiles e Nakao da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo por contribuírem fortemente na formação pedagógica do autor e no apoio da realização deste artigo. Também ficam os agradecimentos aos alunos da disciplina Tecnologia



em Ensino de Engenharia (PEA5900) por proporcionarem rica experiência relacionada à implementação de novas estratégias pedagógicas. Assim, dando suporte para melhoria do ensino da disciplina Elementos de Aeronaves e Dinâmica de Voo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anwar S.; Ford P. Use of a case study approach to teach engineering technology students, International Journal of Electrical Engineering Education, Vol. 38, No.1, 2001, pp. 1-10.

LEPRE, R. M. **Relações de afeto entre professor e aluno no ensino superior**, 2003, Psicopedagogia online < <http://www.psicopedagogia.com.br/opiniaio/opiniaio.asp?entrID=99>> Acessado em: 26 nov. 2011

MASETTO, Marcos Tarciso. T. Competência pedagógica do professor universitário , 4^a reimpressão. Summus Editorial, 2003.

Moreira, Marco Antonio. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. Instituto de Física. UFRGS, 1997

OLASON M. L.; Norton D. A. Aerodynamic Design Philosophy of the Boeing 737, Journal Aircraft, Vol. 3, No. 6, 1966.

SHEVELL R. S.; Schaufele R.D. Aerodynamic Design Features of the DC-9, Journal Aircraft, Vol. 3, No. 6, 1966.

EXPERIMENTATION OF NEW EDUCATIONAL TOOLS ON COURSE ELEMENTS OF AIRCRAFT AND FLIGHT DYNAMIC (PME2553) FROM MECHANICAL ENGINEERING SCHOOL OF THE EPUSP

Abstract: *The EPUSP has in its mechanical engineering course in aeronautical emphasis in the last two semesters. In order to contribute decisively to improving the teaching and learning of the subject elements of aircraft and flight dynamics (PME2553) the emphasis on aeronautics process, it were developed pedagogical experiments in the classroom and outside environment. Structured lectures, case study and conceptual map were the basis of a new pedagogical intervention. This work aims to show the development of this intervention and its results pointed out by the engineering students.*

Key-words: *Education, Aeronautical engineering, Case study, Conceptual map, Pedagogical tools*

ANEXO

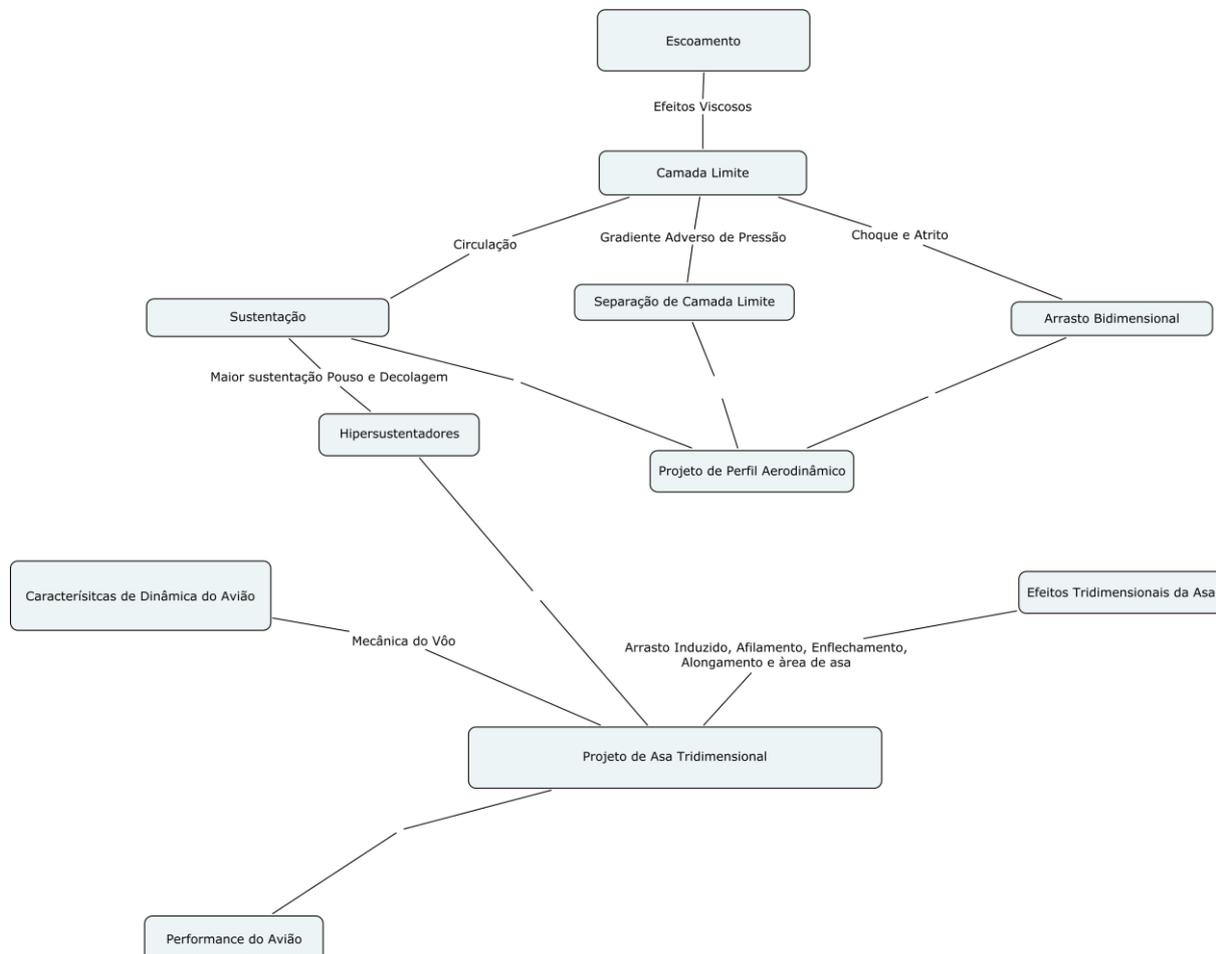


Figura A1. Mapa conceitual realizado pelo aluno sobre aerodinâmica e projeto aerodinâmico

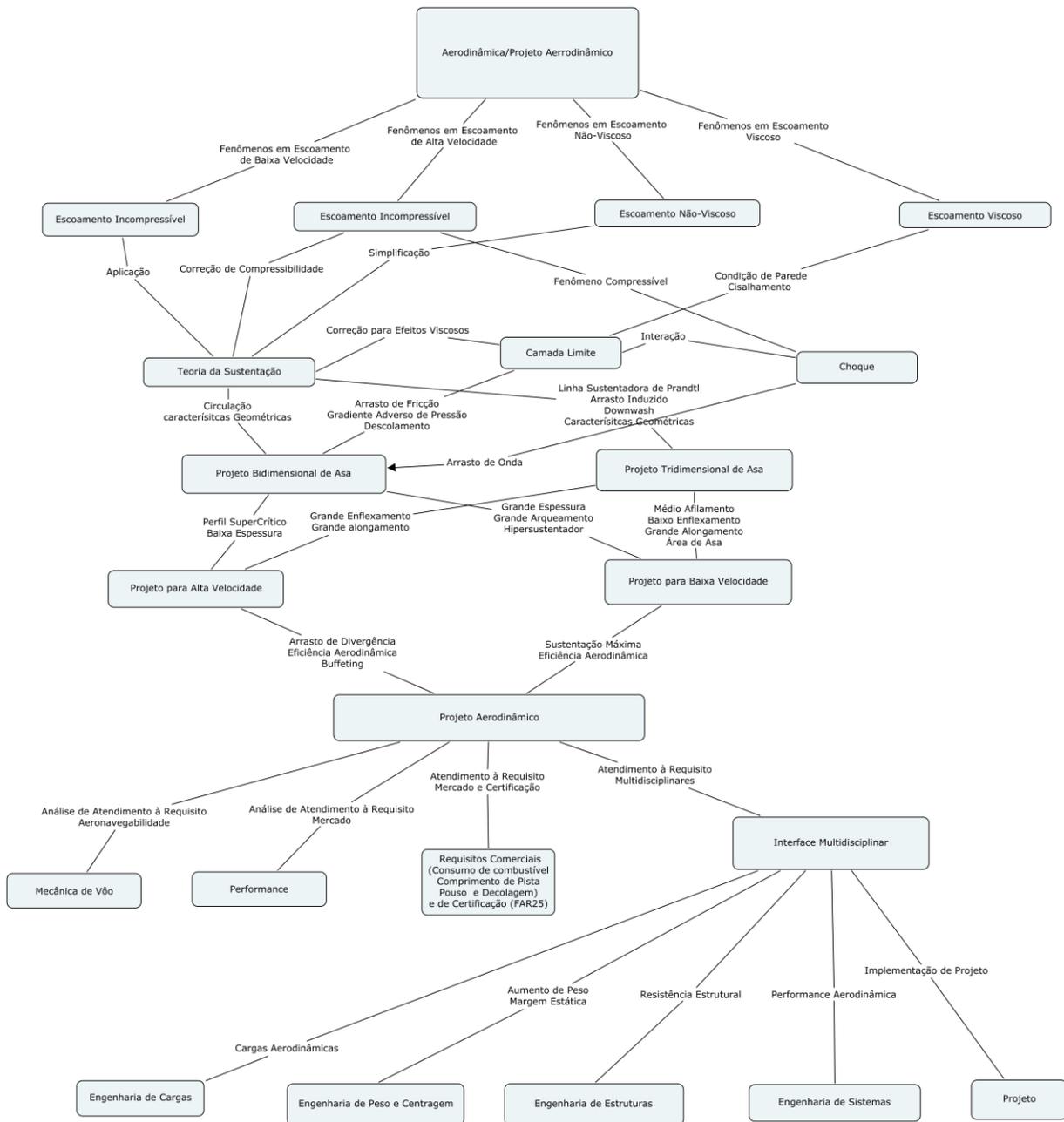


Figura A2. Mapa conceitual realizado pelo professor sobre aerodinâmica e projeto aerodinâmico