

Modernização das salas de aula na Divisão de Ensino da Academia da Força Aérea Brasileira

Modernization of the classrooms in the Education Section of the Brazilian Air Force Academy

La modernización de las aulas en la División de Enseñanza de la Academia de la Fuerza Aérea Brasileña

Carlos Alberto Ferreira Bispo, Doutor
Academia da Força Aérea - AFA
Pirassununga/SP - Brasil
carloscafb@afa.aer.mil.br
cafbispo@uol.com.br

2º Ten Int Grazielle de Oliveira Grando
Base Aérea de Canoas - BACO
Canoas/RS - Brasil
grazizinhagrando@yahoo.com.br

RESUMO

Este trabalho apresenta uma proposta de modernização das salas de aula da Divisão de Ensino da Academia da Força Aérea Brasileira. Os parâmetros utilizados para a avaliação e o modelo de sala de aula proposto podem ser utilizados para qualquer sala de aula de instituições de ensino superior (militar ou civil). Para avaliar a situação atual (ano de 2012) das salas de aula padronizadas da Divisão de Ensino da Academia da Força Aérea, avaliou-se uma delas quanto à arquitetura, iluminação, sistema elétrico, climatização, mobiliário e decoração. Avaliaram-se a conformidade com as normas estruturais existentes, além de demais carências e problemas estruturais que possam afetar a qualidade das aulas ministradas nessas salas. Também foi realizada uma pesquisa de campo com os professores da instituição para averiguar quais são as deficiências e carências dessas salas. Após as devidas avaliações, apesar de observar-se uma boa infraestrutura de suporte às aulas ministradas nessas salas, constataram-se algumas não conformidades e carências. Baseado nessas avaliações, sugere-se a modernização dessas salas de aula quanto à climatização, iluminação, acústica, mobiliário, equipamentos, segurança e decoração.

Palavras-chave: Sala de aula. Mobiliário. Equipamentos. Segurança.

Recebido / Received / Recibido
05/04/13

Aceito / Accepted / Acepto
24/10/13

ABSTRACT

This paper presents a proposal to modernize the classrooms in the Learning Department at the Brazilian Air Force Academy. The parameters used for the classroom assessment and the model proposed can be used in any college or university either military or civilian. In order to assess the present situation (2012) of the standardized classrooms one of them was taken as a model and it was assessed as the architecture, lighting, electrical system, furniture and decoration. We evaluated the compliance with structural standards existing, besides other deficiencies and structural problems that may affect the quality of classes taught in these rooms. We also had a research with the teachers of the institution to ascertain what are the deficiencies and shortcomings of these rooms. After the evaluations, although we noticed a good infrastructure to support the lessons taught in these rooms, we found some deficiencies and non-compliances. Based on these assessments, we suggest the modernization of these classrooms as air conditioning, lighting, acoustics, furniture, security equipment and decoration.

Keywords: Classroom. Furniture. Equipment. Security.

RESUMEN

En este trabajo se presenta una propuesta para modernizar las aulas de la División de Enseñanza de la Academia de la Fuerza Aérea Brasileña. Los parámetros utilizados para la evaluación y el modelo del aula propuesto pueden ser utilizados para cualquier aula de las instituciones de enseñanza superior (militar o civil). Para evaluar la situación actual (año 2012) de las aulas estándar de la División de Enseñanza de la Academia de la Fuerza Aérea, se evaluó una de ellas respecto a la arquitectura, iluminación, sistema eléctrico, aire acondicionado, mobiliario y decoración. Se evaluó el cumplimiento de las normas estructurales existentes, además de otras deficiencias y los problemas estructurales que pueden afectar a la calidad de las clases impartidas en estas aulas. También se llevó a cabo un estudio de campo con los profesores de la institución para determinar cuáles son los puntos débiles y las deficiencias de estas aulas. Tras una evaluación adecuada, aunque se ha observado una buena infraestructura de apoyo a las clases impartidas en estas aulas, se han constatado algunas no conformidades y deficiencias. Con base en lo anterior, se sugiere modernizar las aulas respecto al aire acondicionado, iluminación, acústica, mobiliario, equipamiento, seguridad y decoración.

Palabras-clave: Aula. Mobiliario. Equipamiento. Seguridad.

1 INTRODUÇÃO

As salas de aula padronizadas da Divisão de Ensino (DE) da Academia da Força Aérea Brasileira (AFA) já possuem uma boa e confortável infraestrutura para as aulas que são ministradas para os quatro cursos oferecidos nessa instituição de ensino superior militar, ou seja, para os três cursos de carreira da Força Aérea Brasileira, a Aviação, a Intendência e a Infantaria e para o Curso de Administração, o qual é cursado simultaneamente (dupla graduação) com os outros três cursos. Apesar das deficiências apontadas nesse trabalho, a infraestrutura dessas salas de aula é elogiada por cadetes e alunos de outras instituições de ensino que as visitam.

Apesar desses elogios e do reconhecimento do bom nível da infraestrutura das salas de aula da Divisão de Ensino da Academia da Força Aérea, nas avaliações feitas e na pesquisa de campo realizada com os professores dessa instituição de ensino, foram observadas algumas não

conformidades com os padrões exigidos por normas regulamentadoras e algumas deficiências que, de alguma forma, diminuem a qualidade das aulas ministradas.

O objetivo desse trabalho é propor um novo modelo de estrutura física das salas de aula com o que há de mais moderno quanto à infraestrutura e equipamentos de apoio à instrução para dar melhor suporte e, assim, aumentar a qualidade das salas de aula e, em consequência, melhorar a qualidade das aulas ministradas na Academia da Força Aérea. O modelo proposto baseia-se nas normas regulamentadoras e em estudos relevantes sobre climatização, iluminação, acústica, mobiliário, equipamentos, segurança e decoração para uma sala de aula. Para aprimorar o trabalho, foi feita uma pesquisa de campo com os professores dessa instituição de ensino, visando levantar as falhas do modelo atual da estrutura física das salas de aula e dos equipamentos de apoio à instrução.

Como limitação, o modelo proposto foi elaborado apenas para as salas de aula padronizadas da Divisão de Ensino da Academia da Força Aérea, considerando que também existem salas de aula em outros setores dessa instituição, como no Corpo de Cadetes, no Batalhão de Infantaria, nos Esquadrões de Instrução Aérea e na Divisão de Suprimento e Manutenção. Na própria Divisão de Ensino existem salas de aula que são utilizadas como laboratórios, portanto possuindo infraestrutura diferente das salas de aula padronizadas da Divisão de Ensino.

2 SITUAÇÃO ATUAL DAS SALAS DE AULA

2.1 Apresentação

Apresenta-se a estrutura física das salas de aula no ano de 2012, baseado no Processo nº 0965/AFA/2004 sobre a reforma da Edificação E-073 – Divisão de Ensino (BRASIL, 2004). As salas de aula foram reformadas com o intuito de melhorar o ambiente e proporcionar mais conforto aos cadetes e professores quanto à climatização, iluminação e ao mobiliário.

2.2 Estrutura atual

A Divisão de Ensino tem uma área que possui 23 salas padronizadas de aula, além dos laboratórios de línguas, mecânica, informática e química. Também possui dois auditórios, uma biblioteca e uma cozinha experimental (utilizada pelos cadetes intendentos do 4º esquadrão).

2.3 Estudo de uma das salas padronizadas

Para as avaliações necessárias foi escolhida uma das salas padronizadas da Divisão de Ensino. A sala escolhida foi a 602, utilizada pelos cadetes da Intendência do 4º Esquadrão. A sala possui uma estrutura de aproximadamente 100 m² e capacidade para 42 cadetes. Serão apresentadas as seguintes questões estruturais: arquitetura, iluminação e tomadas, climatização e mobiliário.

2.3.1 Arquitetura

As paredes são de alvenaria de tijolos de barro furados de (10x20x20)cm e revestidas com chapisco e massa única. A pintura da sala foi feita com tinta acrílica na cor branca e esmalte sintético cor cinza. O piso é revestido com placa vinílica (300x300x3)mm na cor preta. Possui janelas na parte superior da parede com batentes e guarnições de alumínio. A porta é de madeira compensada cuja medida é de (210x90x3)cm e possui

maçaneta e roseta com acabamento cromado e fechadura tipo externo e interno.

2.3.2 Iluminação e tomadas

A iluminação é composta por um conjunto de nove luminárias de interiores de sobrepor para duas lâmpadas fluorescentes de 32W – 127V. Possui um conjunto de três interruptores simples e tomadas do tipo 2P+T e universal, e ligação para pino chato redondo de embutir. A iluminação de emergência é composta por três luminárias de emergência 2x8W-127V, autonomia de 2,5 horas, com três lâmpadas alógenas de 55W, composta de 2 faróis de longo alcance com 55W cada.

2.3.3 Climatização

A climatização da sala é feita por um aparelho de ar condicionado do tipo *SPLIT* modelo *Modernitá*. A instalação mecânica é composta por redes de dutos e instalação de grelha de insuflamento. O isolamento térmico é feito com lã de vidro mineral de 25 mm de espessura, densidade de 20 kg/m³, com proteção externa de filme de alumínio, além de um amortecedor de vibração do tipo neoprene.

2.3.4 Mobiliário

A sala possui 42 carteiras escolares individuais de madeira com suporte para guardar livros e um suporte para cadeado. As cadeiras são estofadas e não possuem braços, sua base é fixa e em forma de trapézio, o encosto é em L sanfonado. O professor possui uma mesa de concreto fixa à frente da turma de modo centralizado.

O quadro negro mede 9,25 m. À frente dele há um painel para projeção, o qual pode ser mudado de posição, pois é conectado a um trilho.

O armário com rodízio possui duas portas e uma prateleira para guardar o computador e o projetor. Todas as salas são equipadas com computador, teclado, caixas de som, *mouse* e projetor.

2.4 Principais carências das salas de aula

A partir da observação direta dos autores podem-se verificar as principais carências das salas de aula da Divisão de Ensino da Academia da Força Aérea.

Conforme as imagens que compõem as Figuras 1 e 2, pode-se verificar que o piso e as carteiras apresentam cores escuras, o que é desfavorável quanto à iluminação

do ambiente. As paredes são de cor cinza e branca. Apesar de serem cores claras, causam certa monotonia devido ao fato de que as vestimentas dos professores são dessas mesmas cores e assim fazem com que o mestre, por vezes, fique camuflado em sala.

A sonolência em sala é comum. O cadete tem uma rotina cansativa. Ele tem oito tempos diários de aulas teóricas ou práticas e mais dois tempos diários de Educação Física obrigatória, além dos tempos diários de estudo obrigatório à noite.

O ambiente de estudo também tem contribuído para que o estudante sinta ainda mais sono. Os projetores são de baixa potência, logo os professores sentem a necessidade de apagar parte das luzes para que o aluno possa visualizar as projeções. O condicionador de ar também pode ser outro fator contribuinte, pois ele libera CO₂, o qual gera um ambiente artificial, causador do sono.



Figura 1: Sala de aula 602 – disposição das carteiras.



Figura 2: Sala de aula 602 – vista do fundo da sala.

A sala não possui tratamento acústico. Tanto ruídos externos quanto internos dificultam a comunicação

professor/aluno. Barulhos do condicionador de ar, aviões e cortadores de grama são exemplos que estão presentes nas proximidades da Divisão de Ensino.

As mesas e cadeiras não possuem ergonomia adequada. O conforto fica comprometido, porque não se pode regular a altura dos móveis.

O computador da sala de aula não está preparado para realizar algumas das atividades que o professor deseja apresentar durante as aulas, fazendo com que alguns professores tragam o seu próprio computador para conseguir realizá-las. Não há acesso à *Internet* nos computadores da sala, o que dificulta a realização de algumas atividades que poderiam ser propostas durante as aulas, além de prejudicar a solução de algumas dúvidas dos cadetes.

Outra deficiência é a baixa potência das caixas de som da sala de aula, prejudicando a compreensão dos vídeos exibidos durante as aulas.

Além da sonolência, a desmotivação e a falta de empenho são outros aspectos presenciados em sala. Por isso, este trabalho irá apresentar uma proposta de um ambiente interativo e multimídia, para que se torne mais atraente e motivador.

3 PESQUISA DE CAMPO

Auxiliando a compor o cenário que retrata a situação atual das salas de aula padronizadas da Divisão de Ensino da Academia da Força Aérea, no mês de março de 2012, foi realizada uma pesquisa de campo com os docentes da Academia da Força Aérea. A pesquisa foi enviada via correio eletrônico a todos os 72 docentes e rapidamente respondida (em três dias), também por e-mail, por 42 professores (amostra de 58% da população). Os dados obtidos foram tabulados e apresentaram os seguintes resultados:

Pergunta 1: A atual estrutura física das salas de aula tem atendido às necessidades dos professores? Sim = 3 (7%), Não = 7 (16%), Parcialmente = 32 (77%).

Pergunta 2: Quais estruturas apresentam deficiências na sala de aula? Climatização = 21 (50%), iluminação = 18 (42%), acústica = 30 (72%), equipamentos eletrônicos = 39 (93%), mobiliário = 19 (45%) e decoração = 8 (19%).

Pergunta 3: Acredita na necessidade da modernização das salas de aula? Sim = 39 (93%), Não = 3 (7%).

Pergunta 4: Acredita na melhoria do processo ensino-aprendizagem com o uso de computadores individuais e acesso à *Internet* na sala de aula? Sim = 31 (74%), Não = 11 (26%).

Pergunta 5: O que poderia ser feito para melhorar as salas de aula?

Foram muitas as respostas. Abaixo, em ordem alfabética, segue um compilado contendo apenas as mais relevantes para esse artigo:

- acesso a artigos de aplicações na área militar;
- acesso à *Internet*, *Intraer* e plataforma educacional *Moodle*;
- aumento do tamanho das janelas para que o ar seja renovado;
- atualização e melhoria da qualidade dos equipamentos informáticos de apoio à instrução (computador, projetor multimídia e caixa de som);
- criação de laboratórios apropriados (incluindo neles uma minibiblioteca específica) para as disciplinas de Língua Portuguesa e História Militar;
- *desktop*, *notebook* ou *tablet* para cada cadete com *softwares* instalados que auxiliem a instrução das diversas disciplinas ministradas na AFA;
- microfone para o professor, além de melhoria na acústica da sala, pois em aulas expositivas há um esforço de voz muito grande para se fazer ouvir;
- projetor embutido no teto das salas e com comando por controle remoto;
- implantação da lousa digital;
- implantação de murais e avisos;
- manutenção mais frequente do mobiliário, do ar-condicionado, da iluminação e das instalações elétricas das salas de aula;
- melhora (mudança) da pintura das paredes das salas de aula, pois as cores atuais causam sonolência;
- melhora do mobiliário da sala de aula. As carteiras são inapropriadas para trabalhos em equipes, pois são muito pesadas, barulhentas e desconfortáveis;
- modernização da biblioteca e de seu acervo;
- substituição do prédio atual por um novo construído com iluminação e ventilação natural (auxiliado, quando necessário, pela iluminação e ventilação artificiais), como acontece na maioria das demais instituições de ensino superior;
- substituição dos atuais quadros negros (além do giz) por quadro branco operado por pincel atômico; e
- instalação de *software* antivírus eficaz nos computadores usados.

Pergunta 6: Acredita que essas mudanças possam fazer diferença na formação do cadete? Sim = 40 (95%), Não = 2 (5%).

Pergunta 7: Assinale os meios didáticos e os métodos de ensino de que faz uso em sua disciplina: aula expositiva = 37 (88%), estudo de caso = 15 (37%), dinâmica de grupo = 21 (45%), palestras com profissionais da área = 1 (2%), jogos de empresa = 0, *software* interativo = 3 (7%), visitas = 5 (12%) e outros = 5 (12%).

4 PROPOSTA DE MODERNIZAÇÃO DAS SALAS DE AULA

Após a descrição das deficiências e carências encontradas na estrutura física das salas de aula da Divisão de Ensino da Academia da Força Aérea, propõe-se um novo modelo para essa infraestrutura.

4.1 Questões estruturais

A nova proposta tomará como base a sala que foi analisada anteriormente. Serão aprofundadas as seguintes questões estruturais: climatização, iluminação, acústica, mobiliário, equipamentos, segurança e *design* de interior.

4.1.1 Climatização

Segundo a *ASHRAE Standard 55* (AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS, 1992), o conforto térmico é a condição da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico. Já a climatização é o processo de se fazer um meio ambiente com adequado conforto térmico, fazendo com que ele se torne agradável ao organismo.

Nas salas de aula é extremamente importante um ambiente com adequada climatização. O conforto dos estudantes está diretamente relacionado com a temperatura e a umidade do ar. O uso de ar-condicionado melhora o conforto térmico, porém seu uso contínuo pode causar sintomas como dor de cabeça, fadiga, sonolência e fraqueza e também pode gerar sintomas relacionados à irritação de alguma membrana mucosa (irritação ocular, nasal ou da garganta, resfriado ou dificuldade respiratória). O grande problema do ar-condicionado é a emissão de CO₂, pois causa muita sonolência aos estudantes, os quais passam muito tempo em sala sem que haja circulação natural de ar.

Uma solução para esse problema são os resfriadores evaporativos, pois o ar-condicionado reduz muito a umidade do ar, que deve ser de aproximadamente 60%. Os resfriadores tornam o ambiente muito mais saudável, pois renovam 100% do ar. Eles agem resfriando o ar por evaporação da água.

Segundo Camargo (2003-2004), o resfriador evaporativo evita problemas respiratórios, reduz a concentração de ácaros e diminui a possibilidade de contágio de gripe e problemas com a voz e a garganta. Além de benefícios à saúde, ele também reduz os custos com energia elétrica, pois é bem mais econômico que o ar-condicionado. Também são considerados ecológicos

porque funcionam apenas com água e não utilizam gases como CFC (Clorofluorcarboneto) ou HCFC (Hidrofluorcarboneto) prejudiciais ao meio ambiente.

A sugestão é de instalação no teto de dois equipamentos por sala de aula, com abertura de aproximadamente (85x85)cm cada. O equipamento evaporativo permitirá elevar a umidade relativa e também provocar a troca contínua do ar ambiente.

4.1.2 Iluminação

Outro fator importante para o conforto da sala de aula é a iluminação. Sendo a leitura umas das atividades primárias realizadas na sala de aula, esse conforto deve seguir padrões estabelecidos em normas regulamentadoras. Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a norma sobre Iluminância de Interiores, ABNT NBR 5413 (ABNT, 1992), padroniza os valores (em *lux*) para escolas, (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992). Existem três valores nas recomendações da norma: mínimo, médio e máximo. O valor médio é o mais adotado, os valores mínimo e máximo devem ser adotados combinados a outros fatores, como um uso específico que necessite de mais ou menos iluminação, fontes extras de iluminação (incluindo a iluminação natural ou a de equipamentos específicos), nível de reflexão dos demais itens que compõem o ambiente, etc. Os valores (em *lux*) mínimo, médio e máximo recomendados para as salas de aula são respectivamente: 200, 300 e 500. Nas salas de aulas da Divisão de Ensino da Academia da Força Aérea são utilizadas luminárias que proporcionam a iluminação de 300 *lux*.

Mesmo assim, no projeto a proposta é de instalação de quinze luminárias quadradas embutidas com quatro lâmpadas fluorescentes tubulares de 18 watts, conforme as Figuras 4 e 5, apresentadas posteriormente. Essas lâmpadas irão proporcionar uma iluminação econômica e de longa durabilidade, cumprindo a norma ABNT de Iluminância de Interiores e proporcionando um melhor conforto neste item aos alunos.

Porém, o maior problema de iluminação das salas de aula da Academia da Força Aérea é a necessidade de se apagar parte das luzes a fim de que se possa enxergar com maior clareza as imagens do projetor multimídia, desrespeitando a norma ABNT NBR 5413 e causando dificuldades de leitura de material de apoio impresso e de escrita das anotações que se façam necessárias, o que pode causar ou agravar problemas de visão nos alunos, além de provocar sonolência. Para resolver esse problema, não se pode diminuir a iluminação e sim ter equipamentos mais eficientes com projeção adequada para que todos os alunos possam visualizar corretamente as imagens projetadas.

4.1.3 Acústica

O conforto na sala de aula também é influenciado pela acústica. Para os alunos e o professor, a boa comunicação é fundamental em sala de aula. Um ambiente ruidoso faz com que o professor aumente sua voz, os alunos se dispersem com mais facilidade e, como consequência, o ensino é prejudicado. Por isso, para se construir uma sala de aula ideal, o tratamento acústico deve ser primordial.

A acústica é a área da Física que estuda os sons e suas propriedades. O principal som, dentro de sala, é a comunicação entre o professor e o aluno. O estudo da comunicação entre pessoas num ambiente é chamado de “inteligibilidade”. Dois fatores influenciam o estudo da inteligibilidade (FERNANDES, 2000): o nível de ruído interno e a reverberação da sala.

Os ruídos das salas de aula da Divisão de Ensino (DE) têm três origens: 1) fontes externas à DE, produzidos principalmente por carros, aviões e cortadores de grama; 2) fontes internas à DE e externas às salas de aula, principalmente causados por conversas entre pessoas presentes nos corredores, cantina, auditórios e em outras salas de aula; 3) fontes internas às salas de aula, conversas entre os alunos, movimentação e atividades dos alunos, ruídos do computador, dos reatores das luzes fluorescentes e do ar-condicionado.

Segundo Guckelberger (2003), a reverberação corresponde a um fenômeno físico em que ocorre o prolongamento do som devido a múltiplas reflexões de um ambiente fechado, conforme apresentado na Figura 3.

A norma ABNT NBR 10.152 padroniza em 40 decibéis o nível máximo de ruído em sala de aula. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1987).

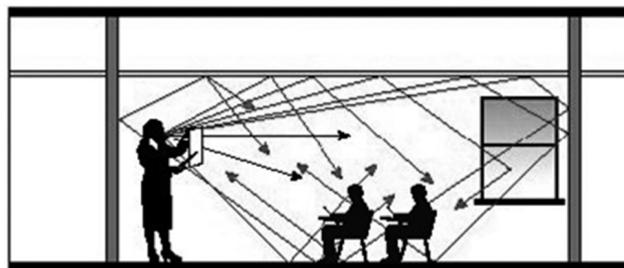


Figura 3: Reverberação do som em um ambiente.
Fonte: Guckelberger (2003, p 10).

Para Fernandes e Barreira (2000), para uma boa inteligibilidade deveria se manter a diferença entre a fala do professor e o maior ruído da sala (exceto a fala do professor) no mínimo em 10 dB em toda a sala de aula, considerando alunos com audição normal. Por exemplo, um professor dando aula com sua voz ao

nível de 65 dB e o maior ruído na sala com nível de 50 dB significaria uma diferença entre a fala do professor e o ruído de 15 dB.

Fernandes (2006) faz as seguintes considerações sobre a diferença entre a fala do professor e o maior ruído da sala de aula:

- quando existe um aumento do ruído, o professor tenta compensar, aumentando também o volume de sua voz (o que pode causar sérios problemas à sua voz);
- próximo às janelas e portas, onde normalmente o ruído é mais elevado, a diferença entre a fala e o ruído tende a diminuir, diminuindo a inteligibilidade e causando problemas aos alunos destas posições;
- próximo ao professor (normalmente na frente da sala) a diferença entre a fala e o ruído é maior que no fundo da sala, por que a voz do professor é mais alta nas primeiras carteiras e vai se atenuando até chegar ao fundo da sala;
- o ideal, portanto, seria uma sala de aula silenciosa (no máximo com 40 dB de ruído) e com o professor falando com sua voz normal (65 dB), sem forçá-la, mantendo a diferença ideal entre a fala e o ruído acima em 25 dB.

O tratamento acústico deve ser estudado com cuidado, pois os índices de absorção acústica, quando em excesso, podem impedir o aluno de escutar adequadamente a instrução dada pelo professor.

O mercado oferece diversas opções de materiais para isolamento que irão impedir ruídos externos às salas de aula. Segundo o estudo de Catai, Penteado e Dalbello sobre “materiais, técnicas e processos para isolamento acústico” os materiais são divididos em convencionais e não convencionais:

Materiais convencionais: são os materiais de vedação de uso comum dentro da construção civil. Os mesmos possuem uma série de vantagens. Uma das principais vantagens é o isolamento acústico razoavelmente bom para uso comum. Como exemplos destes tipos de materiais, citam-se: blocos cerâmicos; bloco de concreto/concreto celular; bloco de sílico calcário; madeira; vidro etc.

Materiais não convencionais (inovações): são materiais desenvolvidos especialmente para isolar acusticamente diferentes ambientes. Geralmente, estes materiais também possuem algumas vantagens térmicas. Como: lâ de vidro; lâ de rocha; vermiculita; espumas elastoméricas; fibra de coco (inovação ecológica) etc.

(CATAI, PENTEADO e DALBELLO, 2006, p. 4208).

Para a melhoria da acústica nas salas de aula da Divisão de Ensino da Academia da Força Aérea propõe-se a utilização dos seguintes materiais:

- Piso vinílico com espessura de 3 mm, cor padrão madeira. Esse tipo de piso reduz a reverberação do som e diminui a propagação de ruídos, pois é macio. Além dessas vantagens acústicas, os pisos vinílicos proporcionam conforto térmico, são fáceis de limpar, possuem boa resistência a produtos químicos de uso comum, não possuem juntas abertas que evitam o acúmulo de poeira e também possuem uma grande variedade de cores parecidas inclusive com a madeira atendendo à decoração e à estética da sala;
- Painéis de madeira em MDF¹ com espessuras variadas: 20 mm, 40 mm e 60 mm com pintura em acrílico na cor azul e/ou colorido. Os painéis, além de serem excelentes absorvedores de ruídos utilizados em grande escala no mercado, são muito procurados devido ao fator estético. Combinações de cores e de geometrias valorizam o ambiente e são também painéis decorativos de baixo custo; e
- Forro acústico em placas: também promove conforto acústico ao ambiente, é leve e de fácil instalação. Quanto à segurança ao fogo, deve possuir índice de propagação individual de chama adequado, a fim de se reduzir o alastramento de fogo em caso de incêndio.

4.1.4 Mobiliário

As condições ergométricas adequadas são primordiais ao bom desempenho das atividades acadêmicas. A má postura causa desgaste físico e diminui o rendimento do aluno em sala de aula. Caso o assento e a mesa sejam inadequados, o estudante será obrigado a usar uma postura imprópria, causando desconforto e outras consequências, o que, ao longo do tempo, pode trazer transtornos posturais.

O mobiliário escolar apropriado é aquele com ergonomia adequada à saúde corporal. Esse mobiliário deve ter uma altura apropriada a cada pessoa, por isso é necessário que se possa ajustar a altura da cadeira e/ou da mesa, já que os estudantes têm alturas diferentes. A norma ABNT NBR 14006 regulamenta as dimensões ergométricas do mobiliário escolar. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003).

¹ MDF: *Medium Density Fiberboard*, que significa placa de fibra de média densidade, é uma sigla internacional e é um material oriundo da madeira, fabricado com resinas sintéticas.

Propõem-se, para as salas de aula da Divisão de Ensino da Academia da Força Aérea, mesas em MDF e fórmica nas cores cinza e azul marinho. Elas dão suporte para o computador de mesa e também são maiores, de modo que o aluno tenha uma área adequada de estudo a fim de que possa fazer anotações em papel (caderno, fichário, etc.) e acompanhar a aula com o material didático impresso. Propõem-se cadeiras com encosto mais alto e com altura regulável.

4.1.5 Equipamentos

As deficiências e carências em equipamentos de apoio à instrução já foram relatadas anteriormente. Para sanar essas falhas, propõe-se a modernização desses equipamentos. Em outro artigo propor-se-á um aprimoramento na metodologia de ensino utilizada nas aulas da Divisão de Ensino da Academia da Força Aérea, como complementação dos estudos realizados para a elaboração desse trabalho e como consequência natural da evolução do Ensino Superior no Brasil e no mundo.

Nessa modernização dos equipamentos de apoio à instrução, propõe-se a utilização da lousa interativa em todas as salas para tornar as aulas mais dinâmicas e atraentes, elevando o nível de qualidade das aulas ministradas na Academia da Força Aérea. Segundo Cruz Junior (2009), já existe um tipo de lousa interativa que não necessita da tela que recebe a projeção das imagens, podendo as imagens ser projetadas em qualquer superfície plana. Sensores captam os movimentos do professor e permitem a interação e a dinâmica da aula.

Além da lousa interativa, propõe-se que os alunos tenham em suas carteiras um computador individual para acompanhamento da aula. Assim, ele poderá ter todo o material apresentado pelo professor e também o acesso à *Internet* para que sua fonte de informação não se limite apenas ao material didático fornecido.

As classes não podem limitar os estudantes a simples carteiras e quadro negro. O estudante tem que estar motivado a expandir seus conhecimentos ou até mesmo poder confrontar informações, buscar novos argumentos e alternativas para os problemas apresentados pelo professor. O estudante não pode ser um agente passivo. Ele deve ter meios para buscar o autoaprendizado porque isso o tornará um profissional mais capacitado. (PIAZZI, 2009).

4.1.6 Segurança física das instalações

A preocupação com a segurança física das instalações passa pela necessidade de a sala apresentar iluminação de emergência e extintores de incêndio.

O planejamento para uma rápida evacuação em caso de falta de energia elétrica e incêndios é essencial em áreas com muitas pessoas.

Segundo a Cartilha de Informações do Corpo de Bombeiros de São Paulo, versão 05/2011, a iluminação de emergência deve ser padronizada da seguinte forma:

Os pontos de iluminação de emergência devem ser instalados a cada 15 m e nas mudanças de direção, bem como em cima das portas de saída. O sistema pode ser por bloco autônomo, por central de baterias, por gerador ou misto. Caso não seja em bloco autônomo, as baterias devem estar em local ventilado e deve ter ponto de teste do sistema. Devem ser instaladas conforme Instrução Técnica nº 18 do CBESP e NBR 10898. (SÃO PAULO, 2013).

Os seguintes itens não são exigidos para edificações com áreas inferiores a 750 m²: alarme manual e sirenes, detectores automáticos de incêndio e hidrantes.

Os extintores de incêndio são exigidos independentemente da edificação. Eles são divididos nas classes A, B, C e D de acordo com diferentes materiais, conforme Instrução Técnica nº 18 do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2004) e NBR 10898 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999).

Além dos cuidados com sinalizadores e extintores de incêndio, há também dois fatos que devem ser observados: mobiliário e equipamentos eletrônicos. O mobiliário não deve ter arestas pontiagudas que possam provocar algum tipo de ferimento caso o aluno ou professor esbarre nesses objetos. Nos equipamentos eletrônicos, destaca-se a necessidade de inspeção periódica das condições dos aparelhos, acessórios e das tomadas em que são ligados e, em consequência, da manutenção necessária.

4.1.7 Design de interior

A última questão estrutural nada mais é do que harmonizar todas as outras estruturas em um ambiente harmônico e confortável a seus usuários.

O *layout* é o esboço da distribuição espacial que deve atentar para um agrupamento funcional e um correto dimensionamento prevendo um espaço mínimo compatível às necessidades das pessoas. Couto (1995) descreve algumas regras de *layout*, ou seja, de planejamento e integração dos caminhos dos componentes de um produto ou serviço, a fim de obter o relacionamento mais eficiente e econômico entre o pessoal, os equipamentos e os materiais que se movimentam. Devem-se levar em consideração as seguintes regras básicas:

- ser humano necessita de espaço mínimo para trabalhar, no entanto, o ser humano necessita de uma certa proximidade de outras pessoas;
- trabalho mental não combina com ruído, nem com calor, nem com odores;
- trabalho com empenho visual não combina com ambiente escuro e nem com reflexos nos olhos;
- é necessário que exista uma certa flexibilidade postural; porém, movimentação excessiva gera fadiga;
- as pessoas se beneficiarão da racionalidade na organização da tarefa, de modo a economizar movimentos e energia para as atividades produtivas;
- trabalhos com empenho intelectual são prejudicados por movimentação excessiva em frente à pessoa, ou por conversa excessiva. (COUTO, 1995).

O estudo das cores é um importante aspecto a ser considerado no *design* da sala de aula. As cores têm significados culturais e influenciam inconscientemente sentimentos. Por exemplo, as cores da parede de um hospital devem ser diferentes daquelas utilizadas em um restaurante ou em uma escola, pois devem estimular sensações e sentimentos diferentes nas pessoas.

Oliveira (2000) distingue as cores em frias e quentes. As cores frias tendem para o azul e as matrizes entre verde, azul e violeta. Elas estimulam a diminuição da circulação sanguínea e a temperatura corpórea. As cores quentes tendem para o amarelo e suas matrizes como os alaranjados e avermelhados; as mesmas estimulam o aumento da circulação sanguínea e da temperatura do corpo. As cores frias estimulam a calma, a harmonia e a paz, mas também estimulam a tristeza e a melancolia, já as cores quentes estimulam a alegria e a satisfação.

Segundo Grandjean (1998), as salas de aula necessitam de um ambiente que propicie alta concentração mental, por isso é necessário o uso de cores discretas, claras e em tons pouco definidos para evitar distrações e para criar uma atmosfera acadêmica agradável e amistosa. As cores das paredes, piso e móveis devem ter tons claros a fim de que não prejudiquem a iluminação do ambiente e não podem ser brilhosos, pois refletem muita luz e causam fadiga. As superfícies das mesas e do piso são foscos para que não irrite a retina. Portanto, propõe-se para as salas de aula da Divisão de Ensino da Academia da Força Aérea a pintura da parede na cor azul claro, cor fria e tranquilizante. Os painéis em madeira nas cores branca e variações de azul seriam utilizados tanto para auxiliar na decoração quanto para ajudar na absorção de ruídos. Propõe-se

colocar painéis nas paredes na cor branca para fixar recados.

O ambiente também não pode ser totalmente padronizado com cores neutras porque isso o tornará monótono e cansativo. O contraste de cores faz com que a sala fique mais atraente e agradável aos alunos e professores. Para Grandjean (1998), as variações devem ocorrer de três a, no máximo, cinco, pois o excesso leva a distrações não produtivas ou até mesmo a um ambiente cansativo e intranquilizante.

A disposição do mobiliário e equipamentos é proposta nas Figuras 4 a 8.

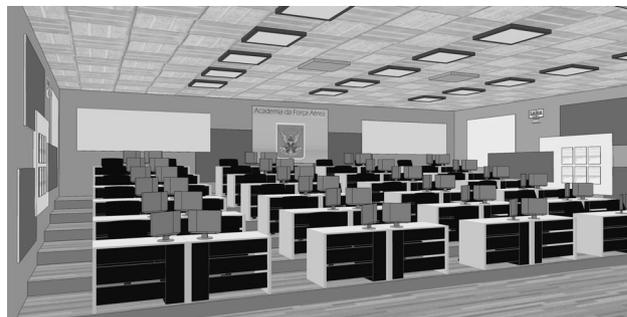


Figura 4: Proposta de disposição da sala de aula, visão da frente para os fundos, com os detalhes do piso, da iluminação, dos exaustores evaporativos, do mobiliário, dos computadores, do quadro de avisos, das luzes de segurança e da decoração.



Figura 5: Proposta de disposição da sala de aula, visão do fundo para frente, com o detalhe da lousa interativa e dos computadores, todos com visualização do material apresentado pelo professor na lousa interativa e com acesso à *Intraer* (Rede local do Comando da Aeronáutica) e à *Internet*.



Figura 6: Proposta de disposição da sala de aula, visão do fundo para frente, com os detalhes das luzes fluorescentes, dos resfriadores evaporativos no teto e do forro acústico do teto.



Figura 7: Proposta de disposição da sala de aula, visão diagonal da frente para o fundo, com o detalhe dos painéis decorativos e do mural de recados.



Figura 8: Proposta de disposição da sala de aula, visão lateral, com o detalhe das cadeiras com a altura regulável.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo desse trabalho foi propor um novo modelo de estrutura física das salas de aula com o que há de mais moderno quanto à infraestrutura e equipamentos de apoio à instrução para dar melhor suporte e, assim, aumentar a qualidade das salas de aula e, em consequência, melhorar a qualidade das aulas ministradas na Academia da Força Aérea.

Os estudos bibliográficos realizados foram complementados com uma pesquisa de campo. Para um universo de 72 professores, 42 deles responderam o questionário encaminhado, ou seja, 58%. Os dados obtidos nessa pesquisa de campo corroboraram com os dados levantados na pesquisa bibliográfica, ou seja, as necessidades apontadas na pesquisa bibliográfica e na pesquisa de campo foram muito parecidas, uma reforçando a outra.

Assim, buscaram as normas regulamentadoras e os estudos relevantes sobre os principais itens que proporcionassem a melhoria na qualidade de infraestrutura da sala de aula e nos equipamentos de apoio à instrução. Entre eles, podem ser citados os seguintes:

- um tipo de iluminação que auxilie nas aulas e não prejudique a visão dos alunos no curto e longo prazo (42% dos respondentes da pesquisa de

campo reclamaram desse quesito), conforme a norma ABNT NBR 5413;

- um tipo de climatização ecologicamente correto e que busque o conforto térmico de alunos e professores, evitando diversos desconfortos em relação ao sistema utilizado atualmente, como fadiga, dor de cabeça, irritação de mucosas (ocular, nasal, garganta, etc.). Metade (50%) dos respondentes da pesquisa de campo reclamaram desse item;
- um tipo de acústica que, além de evitar a reverberação, proporcione uma melhora na inteligibilidade das aulas ministradas, obedecendo à norma ABNT 10.152 (72% dos respondentes da pesquisa de campo apresentaram reclamações nesse quesito);
- um mobiliário que proporcione melhores condições ergonômicas do que o mobiliário atual, evitando assim problemas de postura e suas possíveis consequências, de acordo com a norma ABNT 14.006 (45% dos respondentes da pesquisa de campo reclamaram desse tópico);
- equipamentos de apoio ao ensino que permitam utilizar as mais modernas tecnologias educacionais, como a lousa interativa e o uso de computadores individuais com acesso à *Internet* (93% dos respondentes da pesquisa de campo apresentaram algum tipo de reclamação sobre esse item);
- os itens de segurança física das instalações para que se tenha o conforto de saber que, em situações de emergência, existem todos os itens necessários para salvaguardar a integridade física de alunos e professores, conforme a Instrução Técnica nº 18 do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo e a norma ABNT NBR 10.898; e
- finalizando, buscou-se a decoração mais apropriada para deixar a sala de aula com um ambiente harmonioso, não cansativo e com uma boa distribuição espacial, proporcionando um ambiente claro, limpo e alegre onde as aulas podem fluir melhor, embora apenas 19% dos respondentes da pesquisa de campo tenham reclamações a respeito.

A partir das deficiências e carências obtidas, propôs-se um novo modelo de infraestrutura física para as salas de aula padronizadas da Divisão de Ensino da Academia da Força Aérea. As principais sugestões apresentadas foram: computadores

para cada estudante com acesso à *Internet*, lousa interativa em todas as salas de aula, cadeiras com altura regulável, substituição do ar-condicionado por resfriadores evaporativos, tratamento acústico a partir de piso vinílico, painéis em MDF e forro acústico. Também foram sugeridos a segurança física das instalações e a iluminação de acordo com as normas da ABNT, além da harmonização

do ambiente a partir da combinação de cores e disposição de mobiliário dentro de sala.

O futuro da Aeronáutica Brasileira está diretamente ligado à formação de seus oficiais de carreira e, por isso, é muito importante ter a infraestrutura das salas de aula com boa qualidade, pois é um local onde os cadetes passam a maior parte do tempo durante seus quatro anos de formação.

REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. **Standard ASHRAE 55**: Thermal environmental conditions for human occupancy. Atlanta: ANSI, ASHRAE, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10152**: Níveis de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10898**: Iluminação de emergência. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14006**: Móveis escolares – Assentos e mesas para conjunto aluno de instituições educacionais. Rio de Janeiro: ABNT, maio de 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5413**: Iluminância de Interiores. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Academia da Força Aérea. **Serviço de reforma da edificação E – 073 - Divisão de Ensino**. Processo nº 0965/AFA/2004. Pirassununga, SP: AFA, 2004.

CAMARGO, J. R. Resfriamento evaporativo: poupando a energia e o meio ambiente. **Revista ciências exatas**, Taubaté, v. 9/10, n. 1-2, p. 69-75, 2003-2004 Disponível em: <http://site.unitau.br/scripts/prppg/exatas/downloads/v_9_10/069.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2013.

CATAI, R. E.; PENTEADO, A. P.; DALBELLO, P. F. Materiais, técnicas e processos para isolamento acústico. 17º Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais - CBECIMat, 15- 19 nov. 2006, Foz do Iguaçu, **Anais...** Foz do Iguaçu, 2006. Disponível em: <<http://www.hidro.ufcg.edu.br/twiki/pub/CienciasdoAmbiente/Semestre20101/Isolamentoacustico-materiais.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2013.

COUTO, H. A. **Ergonomia aplicada ao trabalho**: manual técnico da máquina humana. Belo Horizonte: ERGO, 1995. v. 1-2.

CRUZ JUNIOR, J. C. **Lousa interativa de alta resolução**. Tatuí, SP: [s.n.], 2009.

FERNANDES, J. C. Padronização das condições acústicas para salas de aula. In: XIII Simpósio de Engenharia de Produção - SIMPEP, 6-8 nov. 2006, Bauru, SP. **Anais...** Bauru, SP, 2006. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/823.pdf>. Acesso em: 04 dez. 2011.

FERNANDES, J. C.; BARREIRA, C. S. C. Speech recognition obtained with the use of soundfield FM system in hearing impaired children. In: Annual convention & exposition of American Academy of Audiology, 12., 2000, Chicago (USA). **Proceedings...** Chicago: American Academy of Audiology, v. 1, p. 144-153, 2000.

GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia**: adaptando o trabalho ao homem. Tradução de João Pedro Stein. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

GUCKELBERGER, D. A New Standard for Acoustics in Classroom. **Engineers Newsletter**, v. 32, n. 1, 2003.

OLIVEIRA, M. **Produção gráfica para designers**. Rio de Janeiro: 2AB, 2000.

PIAZZI, P. **Ensinando inteligência**: manual de instruções do cérebro de seu aluno. São Paulo: Aleph, 2009. Coleção Neuropedagogia, v. 3.

SÃO PAULO (Estado). Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo. **Cartilha de Orientações Básicas**. Versão 5/2011. São Paulo: Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo. Disponível em: <http://www.corpodebombeiros.sp.gov.br/normas_tecnicas/Cartilha_de_Orientacao_5_versao.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2013.

SÃO PAULO (Estado). Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo. **Instrução Técnica nº 18 – IT 18**. São Paulo: Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo, 2004.