

Uma Estratégia de Ensino e Pesquisa em Defesa Eletrônica para o ITA.

José Edimar Barbosa Oliveira
Professor Titular do ITA

“Os rápidos avanços e as mudanças que se observam hoje em escala planetária, em todas as disciplinas, têm produzido efeitos marcantes também no terreno da Defesa. Novas ameaças, novos atores e novas tecnologias afetam as variáveis tempo e espaço e relativizam os conceitos de defesa e segurança, cujos limites necessitam ser definidos com clareza” [1].

INTRODUÇÃO

A Política de Defesa Nacional, por meio de uma das suas Orientações Estratégicas, enfatiza que “É essencial o fortalecimento equilibrado da capacitação nacional no campo da defesa, com o envolvimento dos setores industrial, universitário e técnico – científico. O desenvolvimento científico e tecnológico é fundamental para a obtenção de maior autonomia estratégica e de melhor capacitação operacional das Forças Armadas”, [2]. Em consonância com esta visão estratégica, o Ministério da Defesa concebeu a Política de Defesa para a área de Ciência e Tecnologia, com a seguinte finalidade: “Orientar o desenvolvimento dos sistemas ou setores de Ciência e Tecnologia das Forças Armadas, de modo a produzir oportunidade de aproveitamento do conhecimento obtido, em prol de interesses comuns das Forças nas áreas de pesquisas, de desenvolvimento, da capacitação tecnológica e fomento industriais, contribuindo, assim, para a consecução dos objetivos da Política de Defesa Nacional”.

A orientação estratégica e a finalidade, acima referenciadas, revelam a abrangência das atividades previstas, bem como a diversidade de Instituições necessárias para executá-las de forma continuada e coordenada, como Objetivo Nacional Permanente. Portanto, a inserção das Instituições de Ensino e Pesquisa de excelência, vinculadas ou não aos Comandos Militares, na agenda das prioridades delineadas, constitui um Desafio Estratégico de primeira grandeza, tendo em vista que a formação e o treinamento de Recursos Humanos, com perfil e quantidade apropriados, determinam o nível de sucesso continuado de empreendimentos que se fundamentam em Ciência, Tecnologia e Inovação (C&T&I). Uma

análise, ampla e bem detalhada, desta temática é apresentada em “Ciência, Tecnologia e Inovação: desafios para a sociedade brasileira” – livro verde, editado, conjuntamente, pelo Ministério da Ciência e Tecnologia e pela Academia Brasileira de Ciências [3]. Este livro também ressalta aspectos históricos das organizações, civis e militares, que atuam em C&T&I, à luz dos seguintes temas: eleição de prioridades, aliança do conhecimento, programas mobilizadores e oportunidades e necessidades.

Em virtude da participação, indispensável e com tendência crescente, do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), em atividades de ensino e pesquisa em áreas de interesse da Defesa, é oportuno destacar algumas das características e realizações deste Instituto que o credenciam para participar da organização de uma Agenda Nacional para Ensino e Pesquisa em Defesa Eletrônica; Esta função sistêmica tem sido exercida, parcialmente, a partir de 1998, por meio de *cooperação científica* com o Centro de Guerra Eletrônica (CGEGAR) do Comando-Geral do Ar (COMGAR).

O ITA, um dos cinco órgãos do Centro Técnico Aeroespacial (CTA), localizado em São José dos Campos – SP, em consonância com o que é estabelecido em sua Lei de Criação, *é o órgão de ensino superior do Comando da Aeronáutica, que tem por finalidade a formação de profissionais de concepção com alto nível de qualificação e a realização de pesquisa e atividade de extensão universitária no campo de tecnologia avançada, prioritariamente as de interesse aeroespacial.*

Desde a sua fundação, há mais de meio século, o ITA tem primado pela busca da excelência, um dos pressupostos dos seus idealizadores, com a convicção de que as atividades de ensino, pesquisa e extensão conduzirão o progresso tecnológico no sentido da destinação constitucional da Força Aérea

Este artigo é uma versão atualizada e ampliada do artigo sobre o mesmo tema publicado na Revista Sepectrum, N 4, pp. 8-14 (COMGAR, 2001).

Brasileira “de defesa da pátria e garantia dos poderes constitucionais e da lei e da ordem”.

O ITA consolidou sua competência, em áreas estratégicas para a Defesa, por meio de ações *continuadas* de graduação e pós-graduação, nas seguintes especialidades: Engenharia Aeronáutica, Engenharia Eletrônica, Engenharia Mecânica-Aeronáutica, Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica e Engenharia da Computação. Este Instituto, amplamente reconhecido como expoente em suas áreas de atuação, além de ter continuamente prestado elevada contribuição para a evolução tecnológica e industrial do Brasil, realizou inovações nas áreas de graduação e pós-graduação, que fazem parte da história vitoriosa do ensino de Engenharia no Brasil. Alguns dos fatos relevantes da história do ITA são ressaltados na Tabela I.

TABELA I: FATOS DA HISTÓRIA DO ITA [4]

1939 O curso de formação de engenheiros de aeronáutica começa a funcionar na Escola Técnica do Exército, em Rio de Janeiro, com matrícula permitida exclusivamente a candidatos com curso superior na área de ciências e a oficiais da Arma de Aviação do Exército 1941 É criado o Ministério da Aeronáutica – hoje, Comando da Aeronáutica – e o curso de formação de engenheiros de aeronáutica é incorporado automaticamente à nova pasta 1945 O ministro da Aeronáutica, Salgado Filho, convida Richard H. Smith, professor do Departamento de Aeronáutica do MIT (Massachusetts Institute of Technology), para elaborar o plano de implantação do CTA (Centro Técnico Aeroespacial). O plano é aprovado pelo Estado-Maior da Aeronáutica. O CTA começa a ser implantado 1946 É criada a comissão de organização do Centro Técnico Aeroespacial (cocta). Fica estabelecido que o primeiro instituto do CTA deveria ser a escola de formação de engenheiros de aeronáutica, o ITA (Instituto Tecnológico de Aeronáutica) 1950 Em janeiro, as obras do ITA foram concluídas, e os cursos de preparação e formação de engenheiros de aeronáutica são transferidos para o novo prédio	1951 Começa a formação profissional em engenharia eletrônica, sendo diplomada a primeira turma nessa especialidade em 1953, quando é criado o CPOR-Era-SJ (Centro de Formação de Oficiais da Reserva de Aeronáutica), com o objetivo de facilitar o cumprimento da obrigação militar dos alunos civis. 1954 É criada a Aaaita (Associação dos Antigos Alunos do ITA) 1962 É criada a especialidade de engenharia mecânica, com o auxílio do governo dos EUA, sendo a primeira turma formada em 1965 1972 É criado o curso superior de tecnologia de computação, de curta duração 1975 A especialidade de Engenharia mecânica ganha nova denominação e passa a se chamar engenharia mecânica-aeronáutica. É criada a especialidade de engenharia de infra-estrutura aeronáutica. 1989 É criado o curso de engenharia de computação 1996 O ITA passa a admitir o ingresso de mulheres 2000 As duas primeiras mulheres que ingressaram no ITA, em 1996, se formam
---	--

A tabela I revela que, quando solicitado em suas áreas de excelência, o ITA criou cursos de graduação, pós-graduação e especialização para o atendimento de necessidades específicas e temporárias. Atualmente, além dos cinco cursos de Engenharia, o ITA mantém quatro cursos de pós-graduação e três cursos de especialização. O acentuado perfil de excelência e o espectro de atuação dos profissionais, assim formados, podem ser verificados na tabela II. Estas realizações poderão ser fortemente incrementadas com o apoio

de um programa de pesquisa, abrangente e interdisciplinar, na área de Defesa Eletrônica. Esta assertiva respalda-se no nível da tecnologia a ser desenvolvida e em seu caráter dual.

Em 1998, o ITA, em atendimento da solicitação da Força Aérea Brasileira, consonante com a atual Política de Defesa Nacional, criou o Curso de Especialização em Análise de Ambiente Eletromagnético (CEAAE) [5]. Este curso, concebido para a *capacitação técnica* dos órgãos operacionais na área de Guerra Eletrônica, é coordenado por meio de ações conjuntas do ITA e do CGEGAR, segundo uma metodologia baseada em diretrizes do Comando da Aeronáutica (COMAER). Atualmente, estão sendo desenvolvidos esforços visando a implantação de um programa de Pós-graduação em Aplicações Operacionais de interesse da Defesa Eletrônica.

TABELA II: PROFISSIONAIS FORMADOS PELO ITA [4]

OS NÚMEROS DO ITA	
5.500 profissionais foram formados pela instituição, de 1950 a 1999	O vestibular da instituição tem uma concorrência de 8.000 alunos para cem vagas anuais
90% desses profissionais trabalham na iniciativa privada	O vestibular do ITA é realizado em 23 cidades do país
1.173 são autônomos	 Os cursos de graduação do ITA têm a duração de cinco anos e são divididos em duas fases:
213 trabalham no exterior	F undamental — os dois primeiros anos, que compõem a base científica, teórica e experimental dos alunos
124 trabalham na Embraer (Empresa Brasileira de Aeronáutica)	P rofissional — os três últimos anos, nas seguintes especialidades: Engenharia Aeronáutica, Engenharia Eletrônica, Engenharia Mecânica-Aeronáutica, Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica e Engenharia da Computação
150 trabalham em universidades brasileiras, a maioria — 42 — na Unicamp (Universidade Estadual de Campinas)	 Cursos de pós graduação oferecidos pela instituição: mecânica e aeronáutica, eletrônica e computação, infra-estrutura aeronáutica e física
18 trabalham em universidades do exterior	 Cursos de especialização: Ceansis (Curso de Especialização em Análise de Sistemas), CEAAE (Curso de Especialização em Análise de Ambiente Eletromagnético) e o Curso de Armamento Aéreo.
79 trabalham no IAE (Instituto de Aeronáutica e Espaço)	
43 trabalham no Inpe (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)	
54 trabalham no próprio ITA (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)	
65 dos 363 formandos da década de 50, são diretores de grandes empresas no Brasil e no exterior	

Aqui se propõe apresentar, de forma não exaustiva, as ações na área de Ensino e Pesquisa em Defesa Eletrônica no ITA, desde a implantação do CEAAE, há aproximadamente três anos. Inicia-se com considerações sobre a organização acadêmica do CEAAE, a qual conta com a indispensável participação do COMGAR, principalmente, por intermédio do CGEGAR e do Grupo de Instrução Tática Especializada (GITE). Esta cooperação deu início à execução de um modelo de ensino com grande ênfase no

atendimento das necessidades operacionais na área de Guerra Eletrônica. Em seguida, são apresentadas as ações que contribuíram para consolidar o CEAAE e difundir a sua metodologia de ensino e pesquisa à luz da Política de Defesa para áreas de Ciência e Tecnologia. Finalmente, investiga-se um modelo, prospectivo, no qual a pesquisa em Aplicações Operacionais constitui um núcleo estratégico para a execução de atividades de Pós-graduação *stricto sensu* em Defesa Eletrônica no CTA, em consonância com orientações da Direção deste Centro. Discute-se a potencialidade deste modelo para se integrar nas atividades dos setores de Guerra Eletrônica dos Institutos do CTA, objetivando um Programa Avançado de Ensino e Pesquisa direcionado para as seguintes necessidades operacionais dos Comandos Militares: Comando & Controle (C²), Guerra Eletrônica (GE), Análise Operacional (AO) e Armamento Aéreo (AA). O programa de Pós-Graduação em Aplicações Operacionais (PPGAO), assim concebido, será desenvolvido em consonância com as normas da Divisão de Pós-graduação do ITA [6]. Este programa tem a finalidade de formar militares e civis para o exercício de atividades de análise, síntese, avaliação, pesquisa e desenvolvimento de concepções, métodos, modelos, conceitos táticos, procedimentos e tecnologias, todas relacionadas com aplicações operacionais.

ORGANIZAÇÃO ACADÊMICA DO CEAAE

A organização do CEAAE, concebida por um Conselho Consultivo constituído por professores do ITA e oficiais do CGEGAR, respalda-se na parte da Doutrina de Defesa Brasileira que, em um dos seus itens, orienta ações conjuntas envolvendo instituições de ensino e pesquisa e organizações operacionais do Ministério da Defesa, com o objetivo de modernizar os meios e a concepção de emprego, para melhor defender os interesses do Brasil.

O CEAAE é organizado em dois módulos: um módulo operacional, realizado no GITE, em Natal-RN, e um módulo técnico, realizado no ITA. A execução do módulo técnico, por determinação da Reitoria do ITA, é atribuição da Divisão de Engenharia Eletrônica (IEE). Para fins de obtenção do certificado de Especialista em Análise de Ambiente Eletromagnético, o módulo operacional é pré-requisito para o módulo técnico.

Como requisito do módulo técnico, cada aluno desenvolve um trabalho científico, denominado Trabalho Individual (TI), cujo relatório técnico, devidamente documentado, é avaliado mediante uma defesa oral, perante uma banca examinadora designada pelo Conselho Consultivo do CEAAE. A banca é constituída por pesquisadores e oficiais que atuam nos setores da Guerra Eletrônica. Esta atividade constitui um dos aspectos inovadores do CEAAE, o qual proporciona uma formação mais adequada que a obtida em cursos de especialização “padrão” constituídos apenas por disciplinas.

A elaboração e defesa oral do TI representam uma parte expressiva da atividade de execução da Doutrina na qual o CEAAE está baseado, em função de:

- Cada TI abordar uma necessidade operacional, delimitada pelo Grande Comando ao qual o aluno está subordinado, em acordo com a coordenação do CEAAE;
- Cada TI ser supervisionado por um Orientador do CEAAE, professor ou instrutor militar, e um orientador externo, designado pela coordenação do CEAAE e de acordo com os critérios reconhecidos pelo ITA; e
- O desenvolvimento do TI contar com as infra-estruturas disponíveis nos Comandos Militares e nas empresas e organizações civis, que realizam atividades na área de Guerra Eletrônica.

Segundo a avaliação do COMGAR, os TI's realizados já proporcionaram resultados técnicos e operacionais que, inequivocamente, justificam o acerto da criação do CEAAE respaldada em uma concepção voltada para a consolidação de infra-estrutura apropriada para prover o aperfeiçoamento, de forma *continuada*, do setor operacional responsável pelas atividades em Guerra Eletrônica.

O módulo técnico do CEAAE, sob responsabilidade da Divisão de Engenharia Eletrônica do ITA, tem o seu currículo constituído por dez matérias, dentre as quais oito exigem apoio de laboratórios, com as seguintes designações, nas quais a terminologia EE denota Engenharia Eletrônica:

- EE-01 - Fundamentos de Microondas;
- EE-02 – Antenas e Propagação;
- EE-03 - Fundamentos de Fotônica;

- EE-04 - Probabilidade e Variáveis Aleatórias;
- EE-05 - Princípios de Telecomunicações;
- EE-06 - Sistemas de Comunicação, Navegação e Vigilância;
- EE-07 - Comunicações Digitais;
- EE-08 - Processamento RADAR;
- EE-09 - Inteligência Artificial, e
- EE-10 - Seminários e Visitas Técnicas.

A organização do currículo do módulo técnico do CEAAE tem possibilitado a execução da estratégia de Ensino e Pesquisa na área de Guerra Eletrônica, com base nos seguintes pressupostos:

- A formação acadêmica do aluno do CEAAE deve ser fundamentada em conhecimentos consolidados em disciplinas ministradas por três Departamentos de Ensino da Divisão de Engenharia Eletrônica do ITA.
- As atividades didáticas do CEAAE devem, sempre que possível, utilizar as metodologias “top – down” e “just in time”.

O primeiro pressuposto, além de assegurar que o currículo do CEAAE espelhe-se em uma organização de ensino de engenharia consolidada, também facilita a sua integração na estrutura funcional do ITA. Por outro lado, o segundo pressuposto possibilita a inserção de informações operacionais nas atividades didáticas, uma vez que algumas matérias são organizadas para enfatizarem as características de sistemas ou dispositivos segundo uma visão funcional voltada para equipamentos de aplicações operacionais. Esta metodologia é denominada de “top – down”. Desta forma, os conhecimentos científicos, nas áreas de eletromagnetismo, dispositivos eletrônicos, métodos matemáticos computacionais, etc., são apresentados de forma integrada e facilitando, portanto a compreensão de procedimentos de projeto e de medidas eletrônicas e optoeletrônicas. Adicionalmente, conhecimentos e procedimentos científicos avançados são utilizados apenas em determinados estágios das matérias que são determinantes para a compreensão detalhada de informações relevantes para o perfil do aluno do CEAAE, isto é, “just in time”.

A parceria entre o ITA e o CGEGAR tem gerado inovações no âmbito do Curso Básico de Guerra Eletrônica (CBGE). Os resultados mais expressivos são representados pelo aperfeiçoamento técnico do seu conteúdo

programático e pela exigência que cada aluno apresente um artigo técnico no final do curso. Estes resultados são relevantes pelo fato que, desde 1998, este curso passou a constituir o pré-requisito para o módulo técnico do CEAAE. Esta evolução deve-se, essencialmente, aos esforços dos instrutores do CGEGAR e GITE. Entretanto, a utilização de alguns dos resultados obtidos em TI's, bem como a participação de professores e pesquisadores do CTA, como conferencistas, também têm contribuído para a inserção de inovações acadêmicas no CBGE. Deve ser ressaltado que o CBGE, além de constituir pré-requisito para os alunos selecionados para CEAAE, forma anualmente, em média, trinta oficiais dos três Comandos Militares.

A organização acadêmica do CEAAE, ora descrita, refere-se essencialmente aos três primeiros anos, durante os quais a sua infraestrutura estava sendo edificada. Entretanto, em 5 de março de 2001, a Direção do CTA inaugurou as instalações do Laboratório de Pesquisa em Guerra Eletrônica e Vigilância Eletromagnética da Amazônia. Este laboratório, localizado no ITA e coordenado pela IEE, revela a determinação da Direção do CTA em consolidar a área de Guerra Eletrônica e terá grande impacto no aproveitamento da organização do CEAAE, para a operacionalização da área de pesquisa em Defesa Eletrônica. A perspectiva da evolução das pesquisas nesta área estratégica, à luz das atividades deste laboratório, que desde a sua inauguração contam com o apoio do COMGAR e da CCSIVAM, será abordada nas próximas seções.

FUNÇÃO ESTRATÉGICA DO CEAAE

Em atendimento à demanda apresentada, nos últimos cinco anos o CEAAE possibilitou a especialização em Guerra Eletrônica, para os três Comandos Militares, conforme indicado na Figura 1. Em 2001 o número de alunos foi reduzido para cinco, em função da edificação da infraestrutura laboratorial. Após a sua operacionalização, o curso poderá atender até vinte alunos.

Considerando-se, como critério inicial, apenas o número de especialistas capacitados com conhecimentos sobre Guerra Eletrônica, já se obtém uma conclusão positiva sobre a contribuição do CEAAE para a capacitação de setores operacionais da Defesa Brasileira.

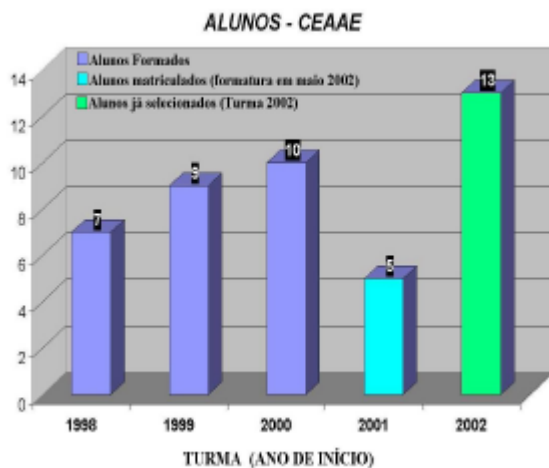


Fig. 1: Turmas de Alunos do CEAAE - Guerra Eletrônica.

Entretanto, para mensurar a contribuição do CEAAE, deve ser adotada uma *métrica* mais elaborada, que atribua importâncias para a doutrina e o “know – how” do *modelo iteano* de ensinar e pesquisar, que foram sinteticamente apresentados anteriormente. Referindo-se à primeira seção, no que tange à subordinação do ITA ao CTA, ressalta-se que a métrica a ser adotada deve levar em consideração a infra-estrutura científica e tecnológica e o complexo industrial, principalmente a parte localizada nas proximidades de São José dos Campos, com o qual o CTA mantém contrato para desenvolver tecnologias para o setor aeroespacial.

À luz deste critério mais abrangente, compreende-se a relevância das funções do CEAAE, principalmente para o COMGAR, por permitir realizar a capacitação, de forma continuada, dos seus setores operacionais. O corpo docente do módulo técnico do CEAAE também atribui uma grande importância estratégica para a consolidação da especialização, tendo em vista as seguintes assertivas:

- O ITA, em atendimento à solicitação do Comando da Aeronáutica, é uma das instituições que tem como atribuição a realização de cursos de especialização;
- O CEAAE possibilita a participação do ITA em atividades de interesse operacional dos Comandos Militares, por meio de atividades de ensino e pesquisa;
- Os alunos do CEAAE, por meio da execução de TI, podem exercer uma ação integradora entre o ITA e os outros Institutos do CTA, em áreas de interesse operacional;

- Os alunos do CEAAE, por meio da execução de TI, podem promover a participação do ITA em atividades de interesse operacional do setor aeroespacial, em colaboração com indústrias autorizadas;
- A orientação de TI pode proporcionar aos professores do ITA a oportunidade para identificar linhas de pesquisa, de interesse operacional, que exijam o desenvolvimento de pesquisa avançada em programa de pós-graduação *stricto sensu*. Em particular ressaltam-se o Programa Integrado de Graduação e Mestrado (PIGM) e o PPGAO; e
- Os professores responsáveis pelas disciplinas do CEAAE poderão atuar de forma integrada segundo uma concepção que não é usual em turmas de cursos graduação ou pós-graduação *stricto sensu*.

A execução do modelo de ensino do CEAAE é fortemente dependente do perfil técnico-científico do corpo discente colocado à sua disposição. Portanto, várias iniciativas estão sendo desenvolvidas pelo CTA e CGEGAR, com o objetivo de difundir o modelo de ensino e pesquisa do CEAAE junto aos órgãos de ensino e setores operacionais dos três Comandos Militares.

Um aspecto importante para a continuidade de fluxo de candidatos para o CEAAE é dar ao público-alvo o conhecimento de sua existência e importância. A divulgação realizada pela Revista Spectrum do Comando-Geral do Ar, editada semestralmente com tiragem de 2000 exemplares (nº 03 / março / 2001), tem contribuído para a fixação da importância da pós-graduação *lato-sensu* e *stricto sensu* em Guerra Eletrônica. Abordagens, bem estruturadas, sobre os programas de pós-graduação no ITA, foram apresentadas nos quatro números da Revista Spectrum.

Outra forma de divulgação, com grande importância estratégica, tem sido a apresentação oral do TI pelo formando. Esta metodologia atinge orientadores externos, e oficiais que podem influenciar na designação de novos candidatos para o CEAAE.

Para finalizar, destaca-se que os Encontros de Centros de Guerra Eletrônica dos Comandos Militares têm proporcionado oportunidades para divulgação de resultados operacionais e identificação de necessidades operacionais em Guerra Eletrônica.

DEFESA ELETRÔNICA NO ITA: PÓS-GRADUAÇÃO EM APLICAÇÕES OPERACIONAIS

Atualmente, as capacidades para conceber e incorporar inovações, em procedimentos e tecnologias, são critérios utilizados em organizações públicas e privadas como indicadores da competência para a realização de suas atribuições em uma sociedade continuamente em evolução.

Esta sistemática já foi incorporada por organizações militares de vários países nos quais a compreensão da “Revolution in the Military Affair (RMA)” – Revolução em Assuntos Militares – tem guiado programas de capacitação de recursos humanos e de renovação dos equipamentos. No Comando da Aeronáutica do Brasil, a RMA tem recebido atenção considerável nos últimos anos, conforme demonstrado em artigo publicado na Revista Spectrum de Agosto de 2000. Na realidade os programas de reequipagens da FAB exigem a inserção de novas concepções de emprego.

A parte de uma RMA correspondente à capacitação de recursos humanos pode ser desenvolvida, levando-se em consideração a participação do ITA, por meio de atividades de ensino e pesquisa, coerentemente estruturadas com base nos cursos existentes, os quais encontram-se especificados na tabela II. A natureza integrada das infra-estruturas, das metodologias de ensino e das administrações destes cursos assegura que os recursos humanos assim capacitados são qualificados com o padrão de excelência do ITA.

Ainda que o ITA proporcione um elevado nível de integração entre os seus cursos de graduação, pós-graduação e especialização, eles obedecem a regulamentações específicas, e adicionalmente, são direcionados para públicos-alvo distintos. Informações sobre esses assuntos encontram-se disponibilizadas na *home page* do ITA (www.ita.br).

Para apoiar uma RMA, os cursos de pós-graduação e especialização, principalmente por suas flexibilidades curriculares, são os que mais prontamente podem prover a capacitação de recurso humanos. Uma vez que o CEAAE já foi analisado neste artigo, e os cursos de pós-graduação do ITA são amplamente conhecidos, apresenta-se a seguir, tão somente, as considerações indispensáveis para compreender a potencialidade da operação conjunta destes cursos,

como requerido pela Portaria de criação do PPGAO.

No ITA, os cursos de pós-graduação, predominantemente orientados para as pesquisas acadêmicas, existem desde meados dos anos 60 e já proporcionaram resultados expressivos em várias áreas de pesquisa de interesse do setor aeroespacial.

Os quatro cursos de pós-graduação *stricto sensu* do ITA, credenciados pela CAPES, são: Engenharia Eletrônica e Computação (EEC), Engenharia Aeronáutica e Mecânica (EAM), Engenharia de Infra-estrutura Aeronáutica (EIA) e Física (FIS). Encontra-se em fase de implantação um curso de mestrado Profissionalizante. Estes cursos formam Mestres em Ciência e Doutores em Ciência em diversas áreas e linhas de pesquisas, prioritariamente as de interesse do setor aeroespacial. Para fins de titulação, os profissionais matriculados nestes cursos desenvolvem programas de estudos e pesquisas, aqui denominados de *programas de pós-graduação*, sob a orientação de até dois professores ou pesquisadores credenciados pela Divisão de Pós-Graduação do ITA. A realização e a defesa oral do trabalho de tese são requisitos obrigatórios. Adicionalmente, as divulgações dos resultados obtidos em publicações científicas, em anais de congressos e em periódicos nacionais e internacionais indexados são realizações extremamente recomendadas e estimuladas pelo ITA. Estas publicações são indispensáveis para que a pós-graduação do ITA alcance classificação elevada junto à CAPES.

Na organização da pós-graduação do ITA cada curso é subdividido em áreas de pesquisa e estas, por sua vez, são constituídas por determinadas linhas de pesquisas. Esta concepção permite a estruturação de programas de pós-graduação que proporcionam a formação de profissionais com qualificações apropriadas para atuarem em áreas que exigem conhecimentos interdisciplinares. Por exemplo, um profissional matriculado no curso de pós-graduação em Engenharia Eletrônica e Computação na área de Telecomunicações pode cursar algumas disciplinas das áreas de Organização Industrial, Sistemas e Controle, Informática, entre outras.

Para se compreender as naturezas das atividades desenvolvidas nesses cursos, é útil realizar algumas reflexões sobre os métodos identificados na representação esquemática apresentada na Fig. 2. Este esquema fundamenta-

se na extraordinária análise apresentada por Donald E. Stokes para descrever as atividades em organizações americanas de Ensino e Pesquisa similares ao ITA [7].

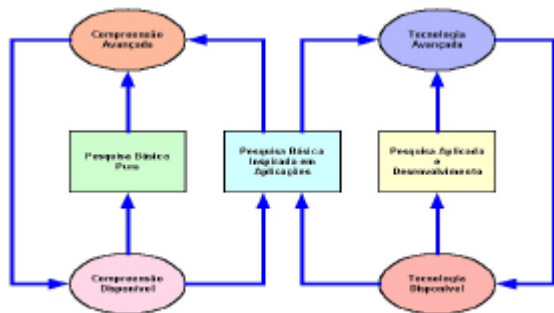


Fig. 2: Representação esquemática simplificada que evidencia como a pesquisa básica inspirada em aplicações pode agir como dínamo para as evoluções em tecnologia e compreensão.

De acordo com a Fig. 2 a *compreensão* constitui o combustível e o produto de uma pesquisa básica pura (Pure Basic Research). Por outro lado, em atividades de pesquisa aplicada e desenvolvimento tecnológico, a *motivação* e o *resultado* são a tecnologia disponível e a tecnologia avançada, respectivamente. Um exemplo, histórico, que constitui uma boa ilustração do primeiro tipo de pesquisa, é o trabalho pioneiro de Niels Bohr sobre os fundamentos da Física Quântica. O segundo tipo é bem representado por trabalhos experimentais, similares aos de Thomas Edison, que podem resultar na invenção de vários produtos comercializáveis. O estudo de Stokes ressalta que em organizações onde estas duas concepções de pesquisa são executadas de forma independente, têm sido observadas grandes dificuldades com a geração de inovações que resultem em incorporações de tecnologias e processos em aplicações operacionais. Por outro lado, ele argumenta que resultados satisfatórios podem ser obtidos nas instituições que realizam a interface entre estes dois modelos por meio da *pesquisa básica inspirada em aplicações* (Use-Inspired Basic Research). Este último modelo é o que melhor reflete os bons resultados dos cursos de pós-graduação em engenharia no ITA. O sucesso desta abordagem depende do nível de relevância que as aplicações têm com relação às necessidades das organizações que solicitam e financiam a pesquisa. Por exemplo, no caso do COMAER existe um grande incentivo para a pesquisa em Aplicações Operacionais.

O reconhecimento de que o sucesso do programa de pesquisa, com o objetivo operacional, depende da aliança dos conhecimentos dos parceiros envolvidos, conduz a um desafio estratégico, a saber: como criar e consolidar grupos de profissionais competentes para executarem as missões em C&T&I direcionada para a Defesa Nacional?. A geração de soluções satisfatórias, para este desafio constitui um programa mobilizador, com relevância para os setores universitários, técnicos – científico e industrial.

A viabilização da participação do ITA, em um programa desta envergadura, depende de apoio para a expansão das atividades de pós-graduação. Isto requer um fortalecimento dos quadros de pessoal científico, técnico e administrativo, bem como a alocação de recursos financeiros adequados para suportar a renovação de recursos laboratoriais. Além disto, as participações em atividades científicas e tecnológicas em congressos nacionais e internacionais devem receber recursos adequados.

Iniciativas, inovadoras com este objetivo, estão delineadas nos acordos de cooperação, celebrados recentemente, com os seguintes órgãos: Estado Maior do COMGAR (EMGAR), Diretoria de Eletrônica e Proteção ao Vôo (DEPV) e CCSIVAM. Estes acordos permitirão que algumas necessidades operacionais da Força Aérea Brasileira sejam abordadas em teses de Mestrado e Doutorado.

Aqui, aborda-se, de forma não exaustiva, como um programa de pós-graduação *stricto sensu*, baseados nos cursos do ITA, combinado com o CEAAE, podem constituir um apoio eficaz para inicializar o PPGA e, assim, acelerar a inserção das inovações necessárias para a viabilização de uma RMA em setores operacionais no Brasil.

Em primeiro lugar, ressalta-se que acordos de cooperação, além de definir os parceiros das alianças de conhecimentos, também definem uma parte expressiva dos objetivos das inovações em tecnologia, produto e processo. Portanto, é possível reexaminar o modelo de C&T&I ilustrado na Fig. 2 com o auxílio de uma visão mais objetiva. Com este propósito, recorre-se a uma esquematização, que tem sido amplamente discutida pelo prof. Roberto Nicolisky, da UFRJ, na qual a atividade de inovação recebe destaque especial, conforme mostrado na Fig. 3 [8].

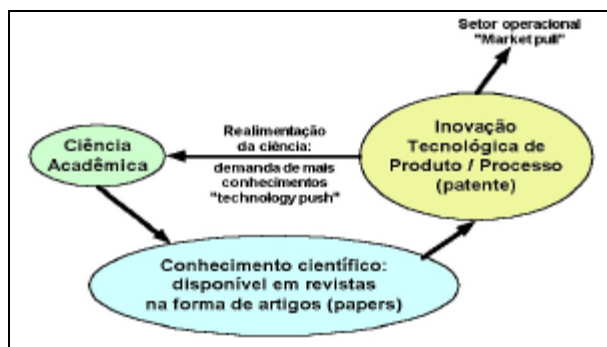


Fig. 3: Representação esquemática simplificada de um modelo de C&T&I [8].

Dentre as várias características das interdependências apontadas na Fig. 3, três são de grande relevância para os objetivos deste trabalho: primeiro, a inovação pode ser realizada por profissionais capazes de utilizar os conhecimentos disponibilizados pela ciência acadêmica; segundo, a inovação tecnológica pode gerar o “technology push” para a ciência acadêmica e terceiro, é a ação inovadora que realiza a interface com o mercado (“Market pull”). Estas características sugerem que os profissionais capacitados pelo CEAAE e PPGAO sejam direcionados para participar das atividades necessárias para inserir parte da ciência acadêmica, desenvolvida no ITA/CTA, em inovações operacionais. Por se tratar de profissionais treinados para as concepções de emprego dos clientes, Comandos Militares, eles podem desenvolver trabalhos expressivos, por meio de realizações de teses, que criem as interfaces entre a pesquisa acadêmica e os setores operacionais dos Comandos Militares.

A consolidação das metodologias de ensino e pesquisa do CEAAE e do PPGAO, em perfeita integração com o ITA/CTA, pode ser enormemente acelerada pela prática do modelo ilustrado na Fig. 3, se estes cursos forem efetivados como dínamos propulsores das atividades de especialização e pesquisa direcionadas para aplicações operacionais de interesse da Defesa Nacional. Neste modelo, ainda prospectivo, a responsabilidade pela ciência acadêmica e pesquisa básica inspirada em aplicações ficaria a cargo dos cursos de pós-graduação *stricto sensu* do ITA, os quais passarão a contemplar o PPGAO a partir do início de 2003. Conseqüentemente, as atividades de Ensino e Pesquisa, como um todo, praticadas no ITA, poderão ser beneficiadas com a alocação de recursos provenientes de organizações que demandam a pesquisa inspirada em aplicações interdisciplinares e inovações tecnológicas.

CONCLUSÕES

Este artigo tem a finalidade de apresentar uma visão pessoal, sobre planejamento e ações estratégicas visando a consolidação da participação do ITA em atividades de Ensino e Pesquisa em áreas de Aplicações Operacionais de interesse da Defesa. As proposições apresentadas são compatíveis com o elevado nível de empreendedorismo do ITA e, como pressuposto, deverão ser conduzidas em consonância com orientações da Administração Superior deste Instituto. Desta forma, o ITA, como um todo, poderá estender a sua atuação para novas áreas que exigem a sua reconhecida excelência em Ensino e Pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Quintão, G.M.C., “Ministério da Defesa: dois anos”, Folha de São Paulo – Tendências / Debates, pp. A3, 10 de junho de 2001.
- [2] Política de Defesa Nacional – Presidência da República do Brasil. (www.defesa.gov.br/politicaedefesa.htm)
- [3] Da Silva, C.G. e de Melo L. C. (coordenadores), “Ciência, Tecnologia e Inovação: desafios para a sociedade brasileira” – livro verde, Ministério da Ciência e Tecnologia / Academia Brasileira de Ciência, Brasília, junho de 2001.
- [4] Dados disponibilizados pela Reitoria do ITA (www.ita.br). As tabelas utilizam a formatação editada pelo Jornal Folha de São Paulo, em 08/07/2001.
- [5] Ministério da Aeronáutica Portaria N 304/GM3, [sl:sn], Brasília, maio, 1998 (Criação do CEAAE no ITA).
- [6] Comando da Aeronáutica Portaria N 941/GC3, [sl:sn], Brasília, dezembro, 2001 (Criação do PPGAO no ITA)..
- [7] Stokes, D. E., “Pauster’s Quadrant – Basic Science and Technological Innovation”, Brooking Institution Press, Washington, DC, 1997
- [8] Nicolisky, R., “Inovação Tecnológica Industrial e Desenvolvimento Sustentado”, Parceria Estratégica, N 13, pp. 90-108, dezembro, 2001.

O professor Edimar é PhD em Engenharia Eletrônica. Ele iniciou suas atividades no corpo docente do ITA em 1977. Em 1993, por meio de concurso público, ascendeu ao nível de professor Titular da Divisão de Engenharia Eletrônica e em 2000 foi laureado com a medalha de Honra ao Mérito da Aeronáutica. Ele coordena o módulo técnico do CEAAE, desde a sua fundação.

