



CIÊNCIA E TECNOLOGIA E A EXPRESSÃO MILITAR DO PODER NACIONAL: HISTÓRICO DA INTERAÇÃO

Waldimir Pirró e Longo

"Alguns países, como os Estados Unidos, defendem explicitamente os crescentes investimentos em Ciência e Tecnologia para a defesa, como instrumento de progresso e modernização do setor produtivo.

"No orçamento mundial de pesquisa e desenvolvimento, a pesquisa militar consome a maior parcela individual. E, se considerarmos que parte da pesquisa básica e da pesquisa nos setores espacial e de energia beneficiam, primordialmente, as necessidades de defesa, chega-se a afirmar que a pesquisa de interesse militar absorve cerca de 40% dos investimentos."

Esses são alguns aspectos abordados pelo autor, com a competência que lhe é própria, no trato do tema objeto deste artigo.

A estreita ligação entre a Ciência e a Tecnologia, e a permanente interação destas com a Expressão Militar do Poder Nacional são fatos recentes na história da humanidade.

Analisada pelo homem moderno, a relação entre ciência e tecnologia é evidente, lógica e natural. De fato, ainda que tecnologia não possa ser definida como ciência aplicada, nos dias

atuais o seu desenvolvimento é crescente e depende de conhecimentos gerados pela ciência.¹

Embora o homem, desde épocas imemoriais, tenha procurado compreender e dominar os fenômenos da natureza e tenha produzido e aperfeiçoado bens e serviços para satisfazer suas necessidades, somente a partir do final do século XVIII é que a busca sistemática de novos conhecimentos, utilizando o que

se convencionou chamar de metodologia científica, incorporou-se ao processo produtivo.

Na realidade, a ciência e a tecnologia percorreram ao longo da História caminhos a princípio distintos, até se tornarem praticamente indissociáveis.¹

Hoje, Ciência e Tecnologia é um fator central do Poder Nacional, pelos extraordinários e imediatos reflexos que o seu avanço produz sobre todas as Expressões. No tocante à Expressão Militar do Poder, indiscutivelmente, a superioridade científica e tecnológica é decisiva na solução de conflitos, pela guerra ou pela ameaça de guerra. O resultado é que, modernamente, existe estreita ligação entre as necessidades bélicas, também chamadas de defesa, e a demanda organizada por invenções e inovações.

Porém, a ligação entre a Ciência e Tecnologia e a Expressão Militar do Poder Nacional não foi sempre explícita e institucionalizada. Ela evoluiu ao longo da História, paralelamente ao desenvolvimento da ciência e da tecnologia como fatores determinantes do progresso da humanidade. H. G. Wells² afirma, a esse respeito, que nenhuma história da humanidade escrita com seriedade, mesmo aquelas que se ocupam dos períodos mais remotos, pode ignorar as aplicações militares das invenções pacíficas, nem a influência da necessidade militar básica como a origem de muitas invenções úteis. Apesar disso, pode-se afirmar que o engaja-

mento amplo e institucionalizado da comunidade científica e tecnológica na guerra, em nome da Nação, ocorreu somente neste século.

Até, praticamente, a Revolução Industrial, os artefatos bélicos eram obtidos utilizando-se técnicas desenvolvidas pelo método de tentativa e erro. Eram oriundos, portanto, de artes práticas. Mesmo após a Revolução Científica, o tempo entre as descobertas científicas e suas aplicações em tecnologia era tão grande que tais descobertas não tinham um efeito direto e imediato sobre os materiais de emprego militar. Assim, tais materiais permaneceram evoluindo gradativamente, às vezes com séculos separando grandes mudanças e, com frequência, as oportunidades de mudança sendo percebidas por artesãos ou inventores e não perseguidas sistematicamente.

Em algumas ocasiões, porém, avanços técnicos foram estimulados pelas necessidades bélicas. Exemplo clássico é aquele mencionado por Bertrand Russell,³ sobre o cerco de Siracusa pelos romanos, em 212 a.C., quando Arquimedes, respondendo a apelos patrióticos, projetou e colocou em funcionamento, com sucesso, poderosos engenhos bélicos, repelindo o inimigo. Apesar disso, os romanos acabaram vitoriosos, e Arquimedes foi morto por um soldado de infantaria. Galileu recebeu mil ducados e foi agraciado com a posição de professor vitalício pelo Doge de Vene-

za, como recompensa pelo desenvolvimento de um telescópio de uso militar. Russel³ cita mais dois casos. O primeiro, na Revolução Francesa, quando alguns cientistas não foram guilhotinados por contribuírem para o êxito da guerra. O segundo, na Guerra da Criméia, quando Faraday foi consultado sobre a possibilidade do uso de gás tóxico, ao que respondeu que era viável, mas que devia ser condenado por razões humanitárias. Finalmente, cabe lembrar que, segundo Bukharin,⁴ 11% das pesquisas empreendidas pelos membros do Royal Society nos seus anos iniciais, estavam relacionados, direta ou indiretamente, com a tecnologia militar.

Dos ramos do conhecimento humano, aquele que tem influência mais direta sobre a criação e produção de artefatos bélicos é, sem dúvida, o que entendemos hoje genericamente por engenharia. Esta, por sua vez, nasceu dentro dos exércitos, onde primeiro se metodizou a transmissão e uso dos conhecimentos técnicos para construção de obras e artefatos militares. Durante a Revolução Industrial surge o "engenheiro civil", distinto do "engenheiro militar". A primeira escola civil para seu ensino, a Escola Nacional de Pontes e Caminhos, foi instalada em Paris em 1747.⁵ Nos Estados Unidos, os primeiros engenheiros civis foram formados em 1835 pelo instituto Politécnico Rensselaer.⁶ Com as exigências da Revolução Industrial, a engenharia evoluiu rapidamen-

te, subdividindo-se em especialidades como a construção civil, a mecânica, a elétrica e a química.

Ainda como resultado da Revolução Tecnológica, a manufatura artesanal de equipamentos bélicos foi substituída pela produção fabril, originando, em algumas nações, o que viria a ser o complexo industrial militar. Indústrias de armamento conhecidas como a Krupp, Armstrong, Vickers, Colt, Winchester e Remington surgiram no século XIX.

No início deste século, a Primeira Grande Guerra teve papel importante em alguns aspectos da interação mútua entre Ciência e Tecnologia e a Expressão Militar.

Desde o seu aparecimento, e mesmo após a sua crescente ligação com a Tecnologia, a Ciência havia permanecido como um bem público, internacional e politicamente neutra. Na verdade, o internacionalismo e a neutralidade haviam se tornado normas implícitas da Ciência e, de maneira geral, respeitadas pelas autoridades nacionais, mesmo durante a ocorrência de conflitos armados. A Primeira Grande Guerra representa, principalmente, o fim dessas normas, pois cientistas dos países envolvidos colocaram seus talentos a serviço do esforço bélico. Em cada lado, os cientistas identificaram as causas nobres da humanidade e, portanto, a justificativa para se envolverem profundamente com os assuntos da guerra, respondendo aos apelos nacionalistas dos seus

governos.

Como exemplo, os renomados professores de física W. H. Bragg, inglês, e P. Langevin, francês, formaram uma equipe para estudar a detecção de submarinos; o último chegando à descoberta de que materiais piezoelétricos eram apropriados para tal fim. G. I. Taylor e um grupo de cientistas trabalharam no desenvolvimento de novos aviões no Instituto Aeronáutico Real, na Inglaterra.

Porém, as mais espetaculares armas desenvolvidas pelos cientistas, foram o gás tóxico e explosivos de maior poder letal, de tal maneira que a Primeira Grande Guerra é também conhecida como "guerra dos químicos".⁷ Entre os responsáveis pelo desenvolvimento dos gases venenosos, na Alemanha, estavam o grande físico-químico W. Nerst e o químico e Prêmio Nobel F. Haber.

Apesar disso, vários autores, entre os quais J. J. Salomon,⁸ S. S. Lakoff⁷ e H. M. Sapolsky,⁹ consideram que, na Primeira Grande Guerra, ocorreu apenas um esboço do que viria a ser a ligação entre Ciência e Tecnologia e a Expressão Militar. Ainda nela, a maioria da pesquisa se concentrou em adaptar tecnologias civis para uso militar. O tanque, por exemplo, nada mais era do que um trator armado e blindado. Apesar da introdução de inovações como o avião, o tanque e o uso de gases tóxicos e do submarino, a guerra permaneceu essencialmente um confronto

entre exércitos numerosos e decidida por batalhas, tática e estrategicamente semelhantes àquelas do século anterior.

Após a guerra, a ligação premeditada e fomentada pelos governos, entre a capacidade científica e tecnológica que se delineava com as necessidades militares, é praticamente desativada, exceto em dois países: na Alemanha e na URSS. Nesses países, a intensificação do nacionalismo e o surgimento de ideologias canalizadas para objetivos bem definidos dão contornos mais fortes a tal ligação, na busca de maior poderio militar.

Na literatura, os dados referentes à Alemanha são mais abundantes. É reconhecido por analistas, como Simon,¹⁰ que esse país praticamente contornou as restrições militares impostas pelo Tratado de Versalhes, através de pesquisa, desenvolvimento e perseverança. Exemplos são a concepção e fabricação do "encouraçado de bolso", das armas de pequeno calibre e dos planadores que, apesar de se situarem dentro dos limites do Tratado, mantiveram a Alemanha competente em tecnologias militares valiosas à época.

Desenvolvimentos estratégicos continuaram a ser conduzidos pelas indústrias. Exemplo disso são os resultados das pesquisas encetadas pela empresa I. G. Farben.¹¹ Na Primeira Grande Guerra, os pesquisadores da Farben haviam livrado a Alemanha de serfíssimo pro-

blema, com a invenção de um processo de produção de nitratos sintéticos para fertilizantes, diante do bloqueio britânico que impedia o abastecimento de nitratos do Chile. Na década de trinta, a Farben trabalhou no sentido de tornar a Alemanha menos dependente de dois materiais críticos na guerra moderna, ambos importados: gasolina e borracha. Seus cientistas acabaram por produzir, sinteticamente, tais materiais, dando origem a fábricas para sua produção em larga escala.

As Forças Armadas, por sua vez, instalaram um notável complexo de pesquisa e desenvolvimento. Com isso, não só aceleraram as inovações e aperfeiçoamentos em materiais de emprego militar, mas também assumiram os custos de vultosa infra-estrutura de apoio às indústrias bélicas.

Simon¹⁰ cita que a Força Aérea alemã instalou a mais extraordinária organização de pesquisa imaginável, abrigando um respeitável corpo de cientistas e engenheiros. Adicionalmente às instalações próprias, a Força Aérea explorava os laboratórios universitários e a capacidade das indústrias. Ainda segundo Simon,¹⁰ o Exército e a Marinha, apesar de ativos em pesquisa e desenvolvimento, não atingiram o brilho e a eficiência da Força Aérea, estando mais ligados por laços tradicionais aos grandes fabricantes de armas.

Entre as instituições de pesquisa da Força Aérea alemã, al-

gumas merecem especial citação pela conexão "ciência-tecnologia-necessidade bélica" que realizaram: (a) a Academia Técnica da Força Aérea, em Berlim - Gatow, encarregada da maior parte da pesquisa básica avançada; (b) o Laboratório H. Goering, em Braunschweig, com mais de setenta prédios de laboratórios, quarenta dos quais pertencentes ao Instituto do Armamento; (c) o Laboratório Graf Zeppelin, perto de Stuttgart, com seus túneis para estudos de aerodinâmica; (d) o Instituto de Motores de Automóveis e de Aviões, em Stuttgart; (e) o Instituto de Pesquisas Elétricas, em Oberpfaffenhofen, voltada para os empregos da eletrônica; (f) Estabelecimento de Pesquisa em Aerodinâmica, em Göttingen; (g) campos de testes e (h) uma academia para distinguir o talento em aviação: a Academia da Pesquisa Aeronáutica.

No Exército, merece menção o centro de pesquisas de foguetes de longo alcance, situado em Peenemünde, no Mar Báltico.

Ao eclodir a Segunda Grande Guerra, a comunidade científica e tecnológica alemã já estava envolvida com a máquina bélica.

Durante a guerra, nos países Aliados contra o Eixo, principalmente nos Estados Unidos, na Inglaterra e na Rússia, o potencial científico e tecnológico foi também mobilizado. As Forças Armadas organizaram-se não somente para a produção de itens necessários à guerra

mas, também, para a busca sistemática de inovações e aperfeiçoamentos que lhes garantissem eficiente defesa contra as armas do inimigo e possibilidades de ataque com armas contra as quais o inimigo não estivesse preparado. É princípio consagrado que, contra armas conhecidas, é possível produzir defesas apropriadas, através da pesquisa e do desenvolvimento experimental. A arma desconhecida é que tem efeitos devastadores.

A intervenção do Estado, principalmente através das Forças Armadas, acelerando o desenvolvimento científico, o uso dos conhecimentos científicos para a geração de tecnologias e a passagem das tecnologias criadas à produção em escala industrial, deram resultados extraordinários em ambos os lados.

Através da ação direta de órgãos dos governos, ou do financiamento estatal planejado da pesquisa e do desenvolvimento experimental das indústrias, institutos e universidades, foram criados e aperfeiçoados materiais e serviços de interesse militar que puseram em imediata evidência, o valor estratégico da mobilização do potencial científico e tecnológico da nação. Exemplo marcante do sucesso dessa intervenção do Estado é o Projeto Manhattan, que levou ao desenvolvimento, pelos Estados Unidos, da primeira bomba atômica.

Além disso, durante a Segunda Guerra, os cientistas e

engenheiros não somente trabalharam para produzir equipamento bélico, mas envolveram-se, com sucesso, também, na análise do seu uso tático ou estratégico, e no aperfeiçoamento das técnicas de tomada de decisão pelos estados-maiores.

Os avanços científicos e tecnológicos alcançados tornaram-se decisivos na solução do conflito e na nova distribuição do poder, a nível mundial, que se cristalizou nos anos seguintes. Adicionalmente, durante e após a Guerra, pesquisas concebidas para fins militares tornaram-se a fonte de valiosas tecnologias de vasto uso civil e elevado valor comercial: aviões a jato, radar, energia atômica, DDT, computadores, aparelhos de comunicações e outras.

Finalmente, torna-se evidente no pós-guerra, que a capacidade científica e tecnológica passaria a ser o grande ordenador do poder a nível mundial, nos seus aspectos políticos, econômicos e militares. Considerando-se como fatores de produção o capital, a mão-de-obra, as matérias-primas e a tecnologia, o último passaria a predominar sobre os demais em valor estratégico. Países dotados de capital, mão-de-obra barata, matérias-primas abundantes mas sem tecnologia, estariam em desvantagem face a países detentores de tecnologia, mesmo carente dos demais fatores. A disponibilidade de tecnologia abriria as portas para o domínio dos demais fatores aonde eles estivessem.

A competição comercial entre empresas, e por extensão entre nações, seria ditada pela capacidade de inovação e pela produtividade, ambas resultantes da ciência e da tecnologia.

A elevada complexidade das modernas tecnologias emergentes do conflito, cada vez mais apoiadas em avanços científicos, passou a exigir para a sua geração um custoso complexo de instalações de pesquisa, desenvolvimento experimental, testes e homologação, que ultrapassavam, em muitos casos, a capacidade individual das empresas em produzi-las sozinhas.

Como conseqüência do acima exposto, e tendo em vista a impossibilidade de se estabelecer uma paz real e duradoura em todo o Mundo, Ciência e Tecnologia passou à categoria de preocupação política primordial dos países mais desenvolvidos. Assim, esses governos ampliaram a atuação do Estado nesse campo com políticas específicas e o seu reconhecimento institucional, através da criação de órgãos, mecanismos, procedimentos, uma burocracia especializada e suporte financeiro.

Em 1945, Vannevar Bush, que foi durante a guerra diretor do Escritório de Pesquisa Científica e Desenvolvimento (OSRD), da Presidência da República dos Estados Unidos, encareceu ao Presidente Roosevelt, através do seu relatório "Ciência, a fronteira sem fim", o estabelecimento de uma política nacional de desenvolvimento científico

e a criação de uma fundação cuja principal função seria o fomento da pesquisa básica e do ensino de ciência. O aconselhamento foi acatado, dando origem à Fundação Nacional para a Ciência (NSF), ao crescente suporte público para o desenvolvimento científico e à valorização do assessoramento direto ao Presidente da República, em assuntos relacionados à Ciência e Tecnologia.

Em 1951, o Presidente Truman criou o Comitê de Aconselhamento em Ciência do Escritório de Mobilização para a Defesa. Em 1957, o Presidente Eisenhower transformou esse órgão no Comitê de Aconselhamento em Ciência do Presidente (PSAC), convencido da necessidade de um assessoramento objetivo e confiável nessa área, especialmente para assuntos relacionados com a segurança. Em 1959, foi criado o Conselho Federal de Ciência e Tecnologia, composto pelos diretores das agências federais atuantes na área, com a finalidade de coordenar as ações do governo.

Nos anos seguintes, sucessivas modificações ocorreram tanto na organização como nas funções do assessoramento da Presidência. Em 1962, no bojo de um Plano de Reorganização, foi criado o Escritório de Ciência e Tecnologia, cujas preocupações foram expandidas para além dos assuntos relacionados com a defesa, abrangendo saúde, bem-estar, emprego, energia, transportes e meio ambiente.

Finalmente, em 1976, o Ato de Prioridade, Organização e Política Nacional em Ciência e Tecnologia foi aprovado sob a forma de lei, dando ao assessoramento do Presidente uma base institucional apoiada no Congresso. A lei definiu a posição e as funções do Conselheiro para Ciência, atribuindo a ele a responsabilidade pelo estabelecimento e implementação de política para o setor, e a coordenação das ações do Governo Federal.

De uma maneira geral, o exemplo norte-americano de atuação direta do Estado, no sentido de orientar e apoiar o desenvolvimento científico e tecnológico nacional, influenciou os demais países, principalmente ocidentais.³ Tanto os países desenvolvidos, como aqueles em vias de desenvolvimento, criaram seus sistemas de ciência e tecnologia e estabeleceram políticas e estratégias para o setor, adotando modelos de gestão que vão desde a descentralização, como o norte-americano, até a total centralização, como o da União Soviética.

Assim, pode-se afirmar que ao terminar a Segunda Guerra Mundial, o esquema organizacional e operacional para fomentar a pesquisa militar não foi desfeito; pelo contrário, foi adaptado à situação do pós-guerra, aperfeiçoado e expandido. Cristalizou-se, assim, o que se pode chamar de complexo "científico-tecnológico-industrial-militar", uma realidade dos nossos dias.

De uma maneira geral, os cientistas e engenheiros, anteriormente situados na periferia do Poder, passaram a fazer parte dos mais altos conselhos das nações tanto no Leste como no Oeste.⁷

Particularmente no caso da Expressão Militar do Poder Nacional, Ciência e Tecnologia foi guindada ao nível das suas mais altas preocupações. Exemplo disso pode ser buscado na organização do Departamento de Defesa dos Estados Unidos, em que a pesquisa e o desenvolvimento são tratados na mais alta hierarquia, através de uma Diretoria de Pesquisa e Engenharia para a Defesa, diretamente subordinada ao Secretário da Defesa, que estabelece os objetivos a serem atingidos. Em cada Força Singular existe um órgão equivalente situado na mesma posição hierárquica. O Departamento e as Forças apóiam-se nas suas decisões no aconselhamento de cientistas que trabalham em universidades, indústrias e centros de pesquisa públicos ou privados, através de consultoria individual ou como membros de comitês de assessoramento especialmente criados. Publicação do Industrial College of the Armed Forces,¹² comentando esse aconselhamento, chega a considerar que "talvez uma das mais importantes inovações na administração pública, neste século, tenha sido a criação de um influente sistema de comitês de assessoramento científico".

Porém, a pesquisa e o de-

envolvimento, realizados naquele país com suporte financeiro militar, ocorrem altamente descentralizados. São apoiadas pesquisas nos laboratórios das Forças (Laboratório de Pesquisa Naval, Laboratório de Armamentos Navais de Superfície, Arsenal de Edgewood, Campo de Provas de Aberdeen etc.) assim como nos grandes laboratórios de armas nucleares gerenciadas por universidades (Los Alamos, Livermore). Além disso, são contratadas pesquisas com universidades através de órgãos especializados das Forças (Escritório de Pesquisa do Exército, em Durhan, Escritório de Pesquisa Naval e Escritório de Pesquisa Científica da Força Aérea). Finalmente, a maior parte do suporte é destinada ao setor privado, para empresas sem fins lucrativos no aconselhamento em questões de projeto e gerência (Instituto de Pesquisa Stanford, Corporação Mitre), e para empresas que visam o lucro realizarem pesquisa, desenvolvimento, testes, avaliação e fabricação.

Na realidade, o desenvolvimento científico e tecnológico nacional passou a ser preocupação central das Forças Armadas. Em virtude da abrangência dos campos de conhecimento humano envolvidos na concepção, fabricação e uso de materiais de emprego bélico e das exigências de um exército em campanha, a rigor, poucos são os conhecimentos científicos e tecnológicos que não apresentam interesse militar.

Como resultado dessa abrangência e da crescente complexidade e sofisticação dos itens do arsenal bélico, as necessidades das Forças Armadas passaram a ser importantes impulsionadores do progresso científico e tecnológico a nível mundial, graças, principalmente, aos investimentos dos Estados Unidos, URSS, França e Inglaterra.

Alguns países, como os Estados Unidos, defendem ainda, explicitamente, os crescentes investimentos em Ciência e Tecnologia para a defesa, como instrumento de progresso e modernização do setor produtivo. As necessidades militares são cada vez mais complexas e sofisticadas, requerendo avanços nos limites do conhecimento científico e demandando tecnologias não existentes. Tais exigências desafiam permanentemente a criatividade, a competência, a perseverança da comunidade científica e tecnológica. Atingidos os novos conhecimentos científicos e geradas as inovações tecnológicas de ponta, o setor produtivo da nação terá galgado um patamar mais alto de capacidade em vários ramos correlatos. Exemplos típicos desse efeito de "arrasto tecnológico", conseguido ou pretendido por aquele país, são os armamentos nucleares, o programa espacial e a proposta de desenvolvimento da chamada "guerra nas estrelas".

Em 1979, o orçamento mundial de pesquisa e desenvolvimento foi estimado em 150 bi-

lhões de dólares, empregando cerca de três milhões de cientistas e engenheiros.¹³ Hoje, seguramente, esta cifra está acima dos 200 bilhões de dólares.

A Tabela 1 mostra o destino dos recursos por setor, onde se verifica que, explicitamente, a pesquisa militar consome a maior parcela individual. No entanto, considerando-se que parte da pesquisa básica e da pesquisa nos setores espacial e da energia beneficiam, primordialmente, as necessidades de defesa, chega-se a afirmar que a pesquisa de interesse militar absorve cerca de quarenta por cento dos investimentos.¹⁴ No tocante aos recursos humanos, cerca de vinte e cinco por cento dos pesquisadores e engenheiros estão empenhados em projetos militares.

A Tabela 2 apresenta a participação militar nos orçamentos

governamentais para pesquisa e desenvolvimento em alguns países desenvolvidos.

A figura 1 apresenta uma comparação dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento nas áreas civil, espacial e militar, no período 1970-1980, nos Estados Unidos e em grupo de países da Europa.¹⁶

Pelo exposto, fica clara a estreita interação atualmente existente entre as necessidades da Expressão Militar do Poder e o desenvolvimento científico e tecnológico. Esta íntima ligação, com seus reflexos mútuos e extraordinários resultados alcançados, influenciou decisivamente a intervenção governamental de forma sistêmica sobre a geração de conhecimentos científicos e de novas tecnologias que se observa nos Estados modernos.

Tabela 1 – Orçamento Global de Pesquisa e Desenvolvimento

Programa	Porcentagem
Militar	24
Pesquisa Básica	15
Espacial	8
Energia	8
Saúde	7
Computação	5
Transporte	5
Meio ambiente	5
Agricultura	3
Outros	20
Total	100

Nota: Dados estimados pelo autor, baseado em fontes nacionais e de agências internacionais.

Fonte: NORMAN, Colin, *Knowledge and power: the global research and development budget*, World Watch Paper 31, julho, 1979.

Tabela 2 – Percentuais dos Orçamentos Governamentais para Pesquisa e Desenvolvimento, Dispêndios com a Defesa

Pais	1970	1971	1975	1980
França	-	-	32,8	40,1
Japão	-	-	4,7	4,9
Inglaterra	70,3	-	52,8	59,4
Estados Unidos	-	52,2	50,8	47,3
Alemanha Ocidental	29,5	-	19,2	15,3

Fonte: NATIONAL SCIENCE BOARD, *Science Indicators* 1982, USGPO, Washington DC, 1933, p. 199.

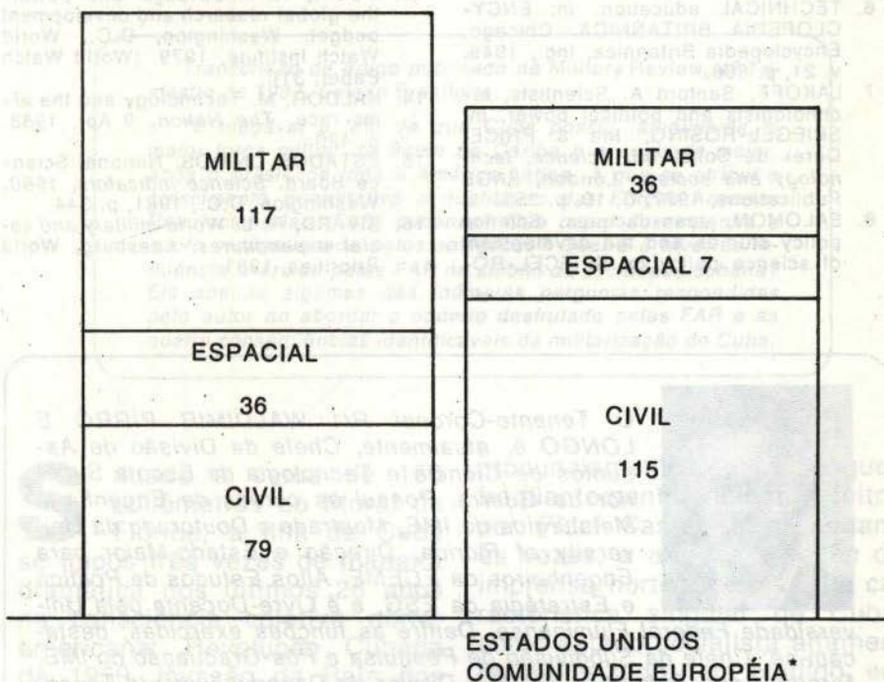


Figura 1 – Dispêndios governamentais em pesquisa e desenvolvimento, 1970-80 (bilhões de dólares)

* Bélgica, Dinamarca, França, Irlanda, Itália, Inglaterra e Alemanha Ocidental.

BIBLIOGRAFIA

1. LONGO, Waldimir P. *Ciência e tecnologia e a expressão militar do poder nacional*. Rio de Janeiro, ESG, 1986 (TE-86)
2. WELLS, H. G. *Ciência e guerra*. In: ZIMAN, John. *A força do conhecimento*. São Paulo, Ed. Univ. de São Paulo, 1981, p. 315.
3. RUSSEL, Bertrand. *O impacto da ciência na sociedade*. Rio de Janeiro, Zahar, 1967, p. 32.
4. BUKHARIN, N. I. O que surgiu primeiro a ciência ou a tecnologia. In: ZIMAN, John. *A força do conhecimento*. São Paulo, 1981. p. 19.
5. DEVELOPMENT in Europe. In: COLLIER'S ENCYCLOPEDIA. New York, P. F. Collier & Son, 1951. v. 7, p. 276.
6. TECHNICAL education. In: ENCYCLOPEDIA BRITANNICA. Chicago, Encyclopaedia Britannica, Inc., 1949. v. 21, p. 866.
7. LAKOFF, Sanford A. Scientists, technologists and political power. In: SPIEGEL-RÖSING, Ina & PRICE, Derek de Solla. ed. *Science, technology and society*. London, SAGE Publications, 1977. C. 10, p. 355.
8. SALOMON, Jean-Jacques. Science policy studies and the development of science policy in: SPIEGEL-RÖSING, Ina & PRICE, Derek de Solla. ed. *Science, technology and society*. London, SAGE Publications, 1977. C. 12, p. 443.
9. SIMON, Leshe Earl. *German research in World War II, an analysis of the conduct of research*. New York, John Wiley & Sons, 1948. p. 218.
10. SHIRER, Willian Lavrence. *Ascensão e queda do terceiro Reich*. Trad. Pedro Pomar. Rio de Janeiro, Civilização Brasileira, 1962, v. 3.
11. DEFENSE research and development. Washington, D.C., Industrial College of the Armed Forces, 1968.
12. COLIN, N. *Knowledge and power: the global research and development budget*. Washington, D.C., World Watch Institute, 1979. (World Watch Paper, 31).
13. KALDOR, M. Technology and the arms race. *The Nation*, 9 Apr. 1983. p. 420.
14. ESTADOS UNIDOS. National Science Board. *Science indicators, 1980*. Washington, D.C., 1981, p. 344.
15. SIVARD, R. L. *World military and social expenditures*. Leesburg, World Priorities, 1981.



O Tenente-Coronel R/1 WALDIMIR PIRRO E LONGO é, atualmente, Chefe da Divisão de Assuntos de Ciência e Tecnologia da Escola Superior de Guerra. Possui os cursos de Engenharia Metalúrgica do IME, Mestrado e Doutorado da University of Florida, Direção e Estado-Maior para Engenheiros da ECEME, Altos Estudos de Política e Estratégia da ESG, e é Livre-Docente pela Universidade Federal Fluminense. Dentre as funções exercidas, destacam-se: Chefe da Subdivisão de Pesquisa e Pós-Graduação do IME, Diretor Geral Substituto do INT, Diretor de Desenvolvimento Tecnológico da FTI, Secretário Executivo do PADCT e Vice-Presidente da FINEP.