

# Ciência, Tecnologia e Engenharia

*Marco Aurélio Cabral Pinto*

## 1. Introdução

O presente trabalho tem por objetivo geral alimentar o debate sobre propostas para a Política Científica e Tecnológica para o Brasil até o final desta que é a primeira década do primeiro século do segundo milênio cristão.

Para tanto, partiu-se do diagnóstico de que duas condições estruturais no ambiente externo se somam para restringir as possibilidades para a implementação de projeto nacional brasileiro no tempo presente dos fatos. A primeira reúne restrições à industrialização e a segunda ao aumento de segurança/soberania das diferentes nações.

As restrições para a continuidade da industrialização dentro do paradigma tecnológico vigente se manifestam em ao menos três fenômenos que progressivamente se afirmam desde a década de setenta: (i) escassez do petróleo; (ii) degradação ambiental e; (iii) dificuldades para criação de renda e de emprego.

Restrições para elevação da segurança/soberania se reportam à complexidade e à multiplicidade de competências exigidas para se garantir plena resposta a amplo espectro de ameaças. Limites para acumulação de inteligência e de instrumentos dissuasórios, que vão desde rapidez e capacidade na produção de vacinas até sistemas e materiais aeroespaciais, se colocam, portanto, como restrições para formulação e implementação de projeto para o Brasil para os próximos cinco anos.

Ambas ordens restritivas, tanto sobre a continuidade da industrialização quanto para alcance de níveis adequados de segurança/soberania, se confrontam com ambiente interno bem estruturado, porém exausto de recursos para a pesquisa científica e tecnológica. O passivo de oportunidades perdidas nos últimos 15 anos pela empresa industrial brasileira e, derivativo, pela competência inovativa nacional, exige urgência e responsabilidade na formulação e na implementação de projeto nacional.

Assume-se como **objetivo prioritário** para esse projeto **a aceleração da industrialização fundamentada na produção de conhecimento interno**. Mais especificamente, pretende-se contribuir para o estabelecimento de um novo padrão de industrialização, centrado: (i) em aceleração no ritmo de adensamento competitivo das cadeias produtivas localizadas no Brasil; (ii) no surgimento de novas

cadeias produtivas, resultantes da aplicação combinada de tecnologias fundadoras de paradigma tecnológico emergente; (iii) na formação e na valorização de competências inovadoras no Brasil; (iv) no compromisso com os aspectos sociais, ambientais, urbanos e regionais do desenvolvimento nacional.

Foge ao escopo do presente trabalho discutir o que seria esse projeto nacional, concebido como explicitação de plano pactuado politicamente para implementação coordenada de estratégias industrial, comercial, científica e tecnológica, fiscal, monetária e de segurança, entre outras.

Portanto, o presente trabalho se restringiu a perguntar se, dadas as restrições apresentadas, quais estratégias adotar para o avanço científico e tecnológico nos próximos cinco anos.

Para a discussão de propostas se partiu da constatação de que as diversas ações atualmente em curso no âmbito do sistema nacional de inovação devem ser mantidas e, em muitos casos, fortalecidas. Dessa maneira, a presente proposta visa aprimorar as estratégias atualmente em curso, sem implicar em qualquer tipo de exclusão, ainda que se defenda que a ênfase proposta potencializa a elevação da taxa, relativa a outras nações, de acumulação de poder e de riqueza pela sociedade territorial brasileira. Apesar de tomar as políticas atualmente em curso como ponto de partida, as sugestões apresentadas trazem implicitamente uma ruptura com as práticas públicas dominantes há aproximadamente 15 anos. Essa ruptura se dá na medida em que implica na retomada, por parte do Estado brasileiro, do laborioso esforço coordenado de planejamento e de liderança necessários a novo impulso desenvolvimentista.

Na seção 2 procurou-se aprofundar o diagnóstico sobre o ambiente externo, justificando-se a importância do binômio industrialização/segurança como objetivo da política científica e tecnológica.

Na seção 3 procurou-se a recuperar sinteticamente o histórico das políticas de ciência, tecnologia e inovação nos últimos 35 anos.

Na seção 4 apresentaram-se sugestões para que a sociedade territorial brasileira potencialize a realização dos objetivos de aceleração da industrialização e de conquista de soberania, através de: (i) adensamento das cadeias produtivas já existentes no Brasil e; (ii) constituição de novas cadeias de produção em território nacional.

Nas propostas apresentadas a ênfase recaiu sobre estruturas percebidas como passíveis de implementação dentro do marco legal e institucional existentes hoje, sem que se necessitem mudanças profundas ou que coloquem em risco a operacionalização das estratégias propostas. Essa escolha se deu em face da urgência percebida para o aproveitamento das oportunidades percebidas como disponíveis em ambiente de incerteza internacional (escassez do petróleo, bioinsegurança, degradação ambiental, intervencionismos militares etc).

## **2. Breve histórico das relações entre Ciência & Tecnologia e o progresso das Nações.**

A relação entre C&T e o progresso das Nações tem-se mostrado historicamente como em determinação circular. Quanto maior o ritmo de produção, de difusão e de acumulação do conhecimento, maior a potência para acumulação de riqueza e de poder. De maneira inversa, quanto maior o estoque acumulado de riqueza e de poder, maiores os recursos a serem potencialmente destinados ao avanço no conhecimento. Se invertido o sinal lógico, explica-se também o atraso pela insuficiência de geração interna de conhecimento.

Conforme se procurou mostrar, historicamente as oportunidades abertas pelo avanço técnico fizeram da industrialização instrumento para a superação da condição atrasada e periférica de EUA, Japão e Alemanha, elevando essas Nações à condição de potências mundiais em relativo curto espaço de tempo.

### **¾ de século em oportunidades para quem soube aproveitá-las (1860-1929)**

Por volta de meados do século XIX três tecnologias – eletricidade, metalurgia e (petro)química, se encontravam em tal ponto de suas trajetórias evolutivas que se fez possível combiná-las. Dessa combinação resultou conjunto imenso de possibilidades para o exercício do engenho humano, seja em produtos, em capital ou em armas.

A industrialização e a urbanização foram as resultantes mais visíveis da evolução em século e meio do paradigma tecnológico eletricidade-metalurgia-química. No entanto, nem todos os territórios econômicos com predomínio da vida urbana foram palco da industrialização. Nos casos em que apenas se observou com intensidade o processo de urbanização obteve-se tão somente impulso para modernização dos padrões de consumo, desconhecendo-se nesses a proximidade simbiótica entre o avanço científico e tecnológico e a industrialização.

A acelerada urbanização observada desde meados do século XIX correspondeu ao desenvolvimento de condições técnicas e institucionais para a progressiva aglomeração humana. Em conseqüência, observou-se adensamento em mercados consumidores, aumento e diversificação de habilidades para a indústria e consolidação dos veículos de comunicação como instrumento para elevação da mercadoria a categoria de objeto cultural, constituindo-se sistema de referências cruzadas para o ordenamento de sociedades urbanas hierarquizadas.

Por outro lado, a organização manufatureira privilegiou a especialização das firmas em setores ligados por longas cadeias de transformação. Essas cadeias se desenvolveram progressivamente, como ramos

de árvore, tendo-se, na base, firmas produtoras de minérios e de alimentos e, próximo à destruição pelo consumo, serviços.

A exceção se deu com os serviços financeiros, que ocuparam papel central no ritmo de industrialização e de avanço técnico. Tanto a intensidade dos fluxos quanto a expansão dos meios de transformação material requereram historicamente oferta de moeda e de crédito em montantes e em prazos compatíveis com a maturação dos investimentos em produção e em capacidade. Constituiu-se, portanto, requisito fundamental para a observância da industrialização a existência de um sistema de crédito propenso a apostar no futuro daquele território econômico como unidade de acumulação.

Quase tudo o que nos cerca no início do século XXI foi forjado dentro das envoltórias históricas do paradigma tecnológico eletricidade-metalurgia-química. Contudo, seu aproveitamento como campo de oportunidades requereu das elites novecentistas visão de futuro, sentido de urgência para com seu povo e bravura para o inevitável enfrentamento contra interesses externos na dimensão poder-riqueza.

Ocorre que apenas três elites e três povos, não alinhados com as elites hegemônicas britânicas, perceberam em meados do século XIX as oportunidades abertas pela industrialização.

Na Alemanha, um dos últimos Estados Nacionais a se constituir no coração da Europa, a industrialização e o avanço técnico foram direcionados para garantir-se soberania política e econômica ao território recém demarcado.

No Japão, por volta de 1860, as elites feudais iniciaram ambicioso processo de transformação cultural que, a despeito de introduzir riscos para sua permanência como elite, levou o povo japonês a conquistar, ao longo do tempo, importância no tabuleiro ocidental.

Os EUA se afirmaram como exemplar experiência de aplicação da ciência e da técnica como instrumento de acumulação na dimensão do poder e da riqueza. Nos quatro anos que se seguiram a 1860, as elites nordestinas, ao perceberem as oportunidades abertas pela industrialização, iniciaram uma guerra que pôs a termo o pacto político estabelecido desde a independência com as elites agro-exportadoras do Sul. Vitoriosas, as elites nordestinas conduziram a sociedade norte-americana a expandir, de maneira sem precedentes, pela força das armas e do dinheiro, o território econômico e político até o Havaí, a Leste, o Alasca, ao Norte, e o Texas, ao Sul.

Já o atraso de sessenta anos experimentado pela industrialização Russa foi mais que compensado por inovação institucional capaz de imunizar a economia contra a crise liberal de 1929. O Estado provou-se elemento complementar eficaz para o aumento da confiança das elites sobre a viabilidade do projeto nacional.

### **A hegemonia norte-americana e a industrialização na periferia (1950-1970)**

Alemanha, Japão, EUA e Rússia vieram a se constituir nos principais atores das guerras dos trinta e um anos (1914-1945). E não por acaso, dado o sucesso dessas sociedades territoriais no aproveitamento das oportunidades abertas pelo paradigma tecnológico eletricidade-metalurgia-química como motor para a acumulação de conhecimento, de riqueza e de poder.

Em século de exercício hegemônico a Inglaterra manteve como núcleo da estratégia industrial a localização das plantas no espaço territorial das ilhas britânicas. Essa estratégia baseou-se no sucesso de políticas liberalizantes, que se apoiaram na crença de mútuos benefícios na troca, em mercados competitivos, de manufaturas por matérias-primas e alimentos com a periferia.

O pós-guerra foi marcado pela construção de uma nova ordem internacional pelos EUA, que passaram a aspirar a condição de *hegemon*. No entanto, as elites norte-americanas perceberam que não a planta industrial, produtora de mercadorias, mas o laboratório, produtor da inovação, deveria ser localizado em território dos EUA.

O surgimento de uma política tecnológica ativa, complementar ao processo de industrialização em curso, teve nos EUA seguintes elementos principais:

- (i) a centralidade do Estado, principalmente através do exercício do poder de compra, do planejamento indicativo e da preservação financeira de ativos estratégicos em momentos de crise;
- (ii) a associação entre grandes empresas e universidades para a pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias duais (complexo industrial-militar-acadêmico);
- (iii) o desenvolvimento de superestrutura que regulasse a propriedade e a transferência de tecnologia, bem como as exportações de itens sensíveis (produtos aeroespaciais, material nuclear etc).

Dada a ênfase na segurança da produção científica e tecnológica, a estratégia de transnacionalização dos oligopólios norte-americanos nas décadas de cinquenta e sessenta levou a industrialização à periferia do sistema internacional, beneficiando-se as subsidiárias estrangeiras de políticas desenvolvimentistas locais, de mercados cativos protegidos, de mão-de-obra abundante e barata e de segurança sobre fornecimento de matérias primas.

Da mesma maneira beneficiaram-se do movimento de ingresso de capital estrangeiro no período segmentos da elite periférica, valorizadas externamente pelo conhecimento prévio dos territórios econômicos e políticos. Cabe ressaltar, contudo, que essa associação se constituiu em alguns casos como subordinação, medida pelo grau de dependência tecnológica das plantas industriais de controle

nacional por tecnologias de produto e de processos introduzidas e testadas primeiramente em mercados centrais, mais maduros e exigentes.

Resultou que a industrialização na periferia evoluiu, em termos relevantes, de forma desvinculada do processo autônomo de geração de conhecimento científico e tecnológico, concentrado no centro capitalista.

### **Crise e oportunidade (1970-1980)**

Ao longo da década de setenta o impulso gerador de crescimento que moveu o capitalismo histórico nos cem anos anteriores apresentou sinais de esgotamento. A industrialização em torno do paradigma eletricidade-metalurgia-química não parecia reunir condições de avançar com as elevadas taxas de crescimento observadas no passado. A explicação reside no esgotamento dos mercados de bens de consumo duráveis e semiduráveis. As famílias do centro capitalista já haviam, nos idos dos anos setenta, equipado suas vidas com os produtos do paradigma eletricidade-metalurgia-química e o ritmo de obsolescência, ainda que acelerado, não parecia suficiente para permitir a ocupação da capacidade constituída nos anos anteriores. Desde então o capitalismo internacional tem dependido da modernização dos hábitos de consumo da periferia (atualmente Ásia) para garantir-se sobrevida ao processo de industrialização em torno do paradigma tecnológico vigente.

Nos anos setenta um conjunto de acontecimentos na dimensão financeira contribuiu ainda para o esforço de recuperação da competitividade da indústria localizada em território norte-americano. Entre esses, a quebra unilateral do padrão monetário internacional, pelos EUA a partir de 1971, permitiu a desvalorização do dólar diante de outras moedas, melhorando-se a relação de custos para firmas localizadas em território norte-americano.

Da mesma maneira, as significativas elevações de preço dos derivados de petróleo favoreceram relativamente os territórios econômicos que dispunham de reservas de petróleo em montantes adequados e de energias alternativas em condições de uso em grande escala. Na década de setenta a produção de petróleo norte-americana sofreu inflexão. O programa de geração elétrica a partir de plantas termonucleares se encontrava em condições de operação em regime permanente e foi importante como recurso disponível para suportar potencial aceleração nas taxas de crescimento industrial.

Ocorre que elites situadas em alguns países periféricos, incluindo-se o Brasil, perceberam a oportunidade aberta pela crise instalada no centro capitalista e utilizaram-se do Estado como elemento coordenador de esforços na direção de atendimento de interesses voltados para o território econômico nacional. Resultou desse processo que o projeto brasileiro foi o mais ousado entre algumas outras

experiências à época. O milagre econômico, seguido da implementação do II Plano Nacional de Desenvolvimento – II PND, permitiu ao Brasil completar o ciclo de industrialização dentro do paradigma eletricidade-metalurgia-química, dotando-se o país de cadeias produtivas integradas desde a base.

### **Período da Globalização (1980-2001)**

Durante os anos oitenta e noventa, a manutenção de políticas monetárias restritivas, implementadas pelo binômio tesouro/sistema de reservas norte-americano, levou à diminuição generalizada da disponibilidade em moeda e do crédito em dólares. O impacto da “diplomacia do dólar forte” sobre as empresas transnacionais norte-americanas deu-se em duas dimensões relevantes: (i) na percepção de excesso de capacidade instalada, com implicações sobre as estratégias de crescimento e de concentração industrial, e; (ii) como pressões para aumentos de desempenho na gestão dos custos, especialmente na produção, como tentativa de melhoria do desempenho financeiro e conseqüente diminuição dos custos de capital.

Beneficiando-se de bem sucedida campanha por abertura comercial nos países periféricos, as transnacionais norte-americanas lideraram revisão nas práticas de projeto, suprimento de insumos e produção de manufaturas. No que se refere ao suprimento e à produção, promoveu-se revisão das práticas de verticalização, com renovada ênfase na aquisição de tecnologias incorporadas em suprimentos e terceirização de processos de montagem. Este movimento foi acelerado em função do redirecionamento de processos com menor conteúdo de valor adicionado (conhecimento) para países periféricos que apresentaram mão-de-obra qualificada, boa infraestrutura logística e baixos impostos para produção e para circulação de mercadorias. Esses processos, por sua vez, estiveram usualmente relacionados à fabricação de partes, peças e componentes, enquanto o conhecimento de engenharia foi sistematicamente concentrado em fornecedores de nível intermediário e alto na hierarquia, com funções de compra e de montagem (sistemistas), usualmente localizados nos países centrais.

No que se refere à produção de conhecimento científico e tecnológico, as elites financeiras norte-americanas diminuíram durante o período o apoio dado pelo Estado a grandes empresas para pesquisa e desenvolvimento. Em contrapartida, fomentaram a atuação das universidades diretamente na constituição de pequenas empresas em sociedade com instituições financeiras na modalidade de fundos de capital de risco.

O resultado desse esforço foi a seleção competitiva de firmas com elevado potencial de inovatividade, principalmente voltadas para aplicações de biotecnologia e de tecnologia digital. De maneira a não

contaminar a “nova indústria” com a velha, criou-se ainda espaço bursátil específico, conhecido como NASDAQ, e referência territorial comum, o Vale do Silício.

### **Atualidade dos fatos**

O segundo milênio cristão se iniciou com a retomada, pela velha linhagem industrial norte-americana, do núcleo de poder nos EUA. Tão logo retornaram aos principais postos de comando do Estado, essas elites promoveram, em curto espaço de tempo, substanciais mudanças em relação ao ambiente vigente no período anterior.

Citam-se:

- (i) reversão na política econômica, que passou de superávits fiscais e em balanço de pagamentos para déficits “gêmeos” cada vez mais expressivos. O resultado geral observado foi a tendência de desvalorização do dólar diante de outras moedas e a queda das taxas de juros a níveis historicamente baixos. Já os investimentos industriais, o emprego e a renda, não retornaram aos níveis de tempos de outrora, confirmando-se o esperado na hipótese de esgotamento do paradigma tecnológico vigente.
- (ii) envolvimento em longos conflitos com ocupação territorial em regiões estratégicas para o controle da produção do principal combustível industrial – o petróleo. Esses conflitos resultaram em aumento significativo dos gastos canalizados através de grandes empresas com interesses em tecnologias de aplicação dual, incluindo-se sistemas digitais inteligentes e biotecnologia.
- (iii) maior liberdade estratégica para aquelas sociedades territoriais que não haviam sido cooptadas pela onda de liberalização financeira propagada no período anterior, marcadamente as asiáticas (China, Índia etc). Nesses termos, essas sociedades se beneficiaram do afrouxamento das condições de liquidez e de crédito na moeda internacional e negociaram a entrada de capital transnacional segundo estratégia voltada para a acelerar o aprendizado científico, tecnológico e industrial.

Apesar das mudanças implementadas, os efeitos de aumento na renda e no emprego não têm sido observados na intensidade e na abrangência esperadas. Ao contrário, o aprofundamento da automação sobre fábricas (robótica) e serviços (informática) tem conduzido a destruição de empregos, reduzindo-se ou mesmo tornando-se negativo o efeito multiplicador dos gastos de investimento.

Ainda como desdobramento dos acontecimentos recentes, acentuou-se a percepção generalizada de insegurança, que passou a abranger como ameaça as diferentes formas de organizações informais, entre essas o narcotráfico e o terrorismo. A imbricação entre segurança interna e soberania externa

justificou modificações nas estratégias defensivas dos Estados, ampliando-se a necessidade de preparação para ações dissuasórias em múltiplas formas.

Da mesma maneira a posição dos EUA de oposição ao reconhecimento de limites para a poluição industrial introduz incertezas quanto à sustentabilidade do crescimento econômico internacional. A estratégia adotada parece desconsiderar que os diferentes Estados não terão recursos suficientes para proteção da população como um todo, mas apenas das elites, contra efeitos negativos advindos da degradação do meio-ambiente.

Neste contexto, a construção de condições para a constituição de novo paradigma tecnológico, a partir combinação de tecnologia digital e de biotecnologia, parece crucial para a superação dos desafios da atualidade. Essa superação parece apoiada em novo impulso industrializante, capaz de, ao mesmo tempo, alavancar empregos e renda, sem consumo intensivo de energia não renovável e sem os efeitos negativos sobre o meio-ambiente verificados pela “indústria velha”.

### **3. Evolução da política científica e tecnológica brasileira nos últimos 35 anos**

Os últimos trinta e cinco anos podem ser divididos em três períodos distintos sob o ponto de vista da evolução das políticas de C,T&I no Brasil.

O primeiro se estendeu entre o início da década de setenta e foi até o final da década de oitenta, tendo se caracterizado pela eleição de prioridades tecnológicas coordenadas com projeto nacional-desenvolvimentista de longo alcance. O segundo período se iniciou em princípio dos anos noventa e se estendeu até o final da década, tendo sido marcado pela ruptura com o processo de substituição de importações em ambiente de neutralização dos instrumentos de políticas industrial, científica e tecnológica. No terceiro período, que vai de fins dos anos noventa até a atualidade, prevaleceu a estratégia de apoio à inserção internacional da empresa brasileira através de valorização de funções empresariais diferenciadoras e de estratégias inovativas mais ousadas. Essa retomada se deu a partir de revitalização do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FNDCT, com a criação dos Fundos Setoriais, e de ênfase no apoio às estratégias empresariais inovativas.

#### **3.1. Planejamento e Ação (1971-1989)**

Os primeiros esforços coordenados para explicitação de uma política científica e tecnológica para o Brasil datam do início dos anos setenta com capítulo dedicado a política de C&T no I Plano Nacional de Desenvolvimento – I PND.

Formulados a partir de percepção de crise externa, as três edições do Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - PBDCT que se seguiram (1973/1974, 1976/1979 e

1980/1985) permitiram aos sistemas econômico e político convergir para a implantação de estruturas adequadas ao enfrentamento da ameaça percebida. Em poucos anos o engenho brasileiro, potencializado pela eficácia na formação universitária de recursos técnicos, forneceu como resposta o eucalipto de fibra curta, o álcool combustível, a exploração em águas profundas, entre muitas outras inovações.

Sinteticamente, o planejamento durante o período privilegiou alinhamento entre constituição de infraestrutura científica e tecnológica, apoio financeiro público e compras governamentais, com os objetivos de: (i) aumento na capacidade de assimilação e de modificação de conhecimento por brasileiros; (ii) fortalecimento e aumento da competitividade da empresa industrial brasileira; (iii) conquista de soberania sobre os territórios político e econômico.

Para atingir aos objetivos propostos, elegeram-se tecnologias e setores considerados estratégicos e prioritários em torno dos quais o apoio público deveria estar presente de forma concentrada. Essas prioridades mudaram ao longo do período, porém mantendo-se ênfase em setores e tecnologias “de ponta”, tecnologias com aplicação na agropecuária e aplicações para aumento da oferta confiável de energia, de transportes e de telecomunicações.

A eleição de prioridades não eliminou a necessidade percebida pelos formuladores de integração entre universidades, centros de pesquisa e empresas com vistas à promoção de inovações competitivas na economia como um todo. Ao contrário, a seleção de setores e tecnologias como estratégicos procurou complementar as estratégias empresariais naquilo em que essas usualmente não alcançam: o longo prazo do desenvolvimento nacional.

### **3.2. Reação sem planejamento (1990 - 1997)**

Com o triunfo das finanças e do capital especulativo nos anos noventa, tanto a política industrial como a científica e tecnológica foram negligenciadas no Brasil em favor da canalização de recursos públicos para pagamento de juros sobre dívida crescente.

No início dos anos 90, foram implementados programas no contexto da Política Industrial e de Comércio Exterior (PICE), criada como resposta aos interesses industriais temerosos do efeito negativo de rápida e desastrosa abertura comercial. O primeiro foi o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade (PBQP), que buscou incentivar a modernização das práticas de gestão através da certificação internacional de procedimentos voltados para qualidade. O segundo e o terceiro foram denominados programas de desenvolvimento tecnológico e industrial (PDTI) ou programas de desenvolvimento tecnológico e agropecuário (PDTA) e foram baseados na concessão de benefícios fiscais para a capacitação tecnológica de empresas industriais, agropecuárias e de serviços de

desenvolvimento de *software*. Ocorre que esses benefícios somavam-se como dedutíveis aos gastos em Vale-Transporte até o teto de 4% do faturamento, o que na prática já vinha sendo preenchido pelas empresas apenas com auxílio-transporte.

De maneira a incentivar a entrada de capitais internacionais, implementaram-se ações com o objetivo de garantir a apropriabilidade dos esforços de inovação através de mudanças no regime de concessão de patentes no Brasil. Marcou o período a resistência promovida pela indústria farmacêutica nacional diante dos interesses dos oligopólios internacionais no setor.

### **3.3. Ênfase na Inovação e nas Funções Empresariais (1998 - )**

Ao final da década de noventa, os recursos em C,T&I remanescentes da asfixia provocada pelo vácuo de dez anos de neoliberalismo se encontravam desmotivados e desintegrados. Nova percepção de crise externa permitiu o realinhamento entre interesses públicos e privados e reacendeu a necessidade de implementação de política científica e tecnológica compatível com a necessidade percebida de geração de divisas.

A estratégia proposta baseou-se em duplo movimento, envolvendo-se aumento de valor do produto da atividade industrial e mudança no modelo de gestão das empresas. Tratou-se de incentivar o fortalecimento do *mix* de funções empresariais, percebido como necessário ao novo relacionamento com o mercado em regime de abertura comercial. Aprimoramentos na capacidade para conceber, produzir e vender produtos, com um perfil próprio de atributos e preços, seria o motor da industrialização brasileira em ambiente de abertura comercial. A este novo impulso corresponderia a necessidade de acrescentar ou reforçar as funções empresariais situadas à direita e à esquerda da função fabricação (*design*, engenharia, logística e marketing, principalmente). Percebeu-se ainda como necessário, dentro destas funções, desenvolverem-se processos de negócio inovadores e competitivos.

Funções tais como Pesquisa & Desenvolvimento e *design* poderiam ser centralizadas em instituições dotadas da escala necessária à diluição de certos custos fixos, bem como de substancial poderio financeiro. Para firmas de porte relativamente modesto, haveria a possibilidade de se contar com atributos usualmente associados à grande empresa. Ou seja, a associação surge aqui como o instrumento que lhes permitiria conceber e implementar propostas de valor fora de alcance individual.

No entanto, a falta de explicitação de um planejamento que integre as políticas comercial, tecnológica e industrial tem dificultado a formulação de propostas para C,T&I integradas ao processo histórico de industrialização brasileiro.

Ocorre que os resultados alcançados não deixam dúvidas quanto a necessidade de comprometimento do Estado brasileiro com a explicitação de um projeto nacional que explicita a direção e o montante do

esforço público, especificando-se metas qualitativas e quantitativas que possam ser discutidas com a sociedade brasileira.

Na tabela abaixo se mostra que, entre 2000 e 2003, pioraram quase todos os indicadores associados a inovatividade empresarial brasileira.

**Participação percentual do número de empresas que implementaram inovações, segundo faixas de pessoal ocupado**

Faixas de pessoal ocupado	Taxa de Inovação		Produto		Produto novo para o mercado nacional		Processo		Processo novo para o setor no Brasil	
	2000	2003	2000	2003	2000	2003	2000	2003	2000	2003
Total	31,5	33,3	17,8	20,3	4,1	2,7	25,2	26,9	2,8	1,2
De 10 a 49	26,6	31,1	14,1	19,3	2,5	2,1	21,0	24,8	1,3	0,7
De 50 a 99	43,0	34,9	24,5	19,1	6,3	2,3	33,6	28,6	4,4	0,8
De 100 a 249	49,3	43,8	30,0	25,3	9,0	3,9	41,4	37,7	7,2	1,7
De 250 a 499	56,8	48,0	34,4	28,4	10,6	5,8	48,6	38,8	9,7	3,4
Com 500 ou mais	75,7	72,5	59,4	54,3	35,1	26,7	68,0	64,4	30,7	24,1

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica

A grande mudança com impactos sobre a política científica e tecnológica brasileira durante o período foi a implantação dos Fundos Setoriais de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. A partir da criação desses, a política científica e tecnológica passou a contar com recursos para apoio a setores estratégicos, tais como energia, recursos hídricos, recursos minerais, transportes, petróleo, aeroespacial, informática, telecomunicações, infraestrutura e biotecnologia.

No entanto, até o presente momento o contingenciamento de recursos dedicados no orçamento fiscal aos Fundos Setoriais tem impedido o exercício de ações públicas de apoio ao desenvolvimento científico e tecnológico em escala compatível com o desafio brasileiro.

#### **4. Propostas para a Política de Ciência, Tecnologia e Inovação Brasileira no Período (2007-2010)**

Conforme se procurou mostrar até aqui, o diagnóstico para o ambiente externo aponta para uma crise estrutural decorrente de: (i) impasses para o avanço da industrialização dentro do paradigma tecnológico vigente, cujas principais manifestações são escassez de petróleo, degradação ambiental e dificuldades para criação de empregos e de renda; (ii) multiplicação das potenciais ameaças às nações, manifestando-se em dificuldades para se alcançar níveis adequados de segurança e de soberania nacional.

Como diagnóstico para a situação do sistema nacional de inovação percebe-se que este se encontra dotado de instrumentos institucionais satisfatórios para suporte ao esforço de superação dos atuais desafios brasileiros. Reconheceu-se, no entanto, a necessidade de identificação e de promoção de

lideranças empreendedoras<sup>1</sup> e de revigoração e renovação nos recursos humanos e materiais, esgotados por longo e árido período de supremacia dos interesses financeiros no Brasil.

Dada a maturidade institucional do sistema nacional de inovação, as propostas apresentadas buscam potencializar salto na acumulação do conhecimento científico e tecnológico necessário para a retomada de aceleração no processo de industrialização e para progressiva conquista de segurança/soberania pela sociedade territorial brasileira.

#### **4.1. Aspectos gerais da política científica e tecnológica**

As condições prevaletentes nas empresas nacionais privadas e a posição assumida pelas empresas estrangeiras podem constituir limitador do desenvolvimento de conhecimento científico e tecnológico no país. As empresas de capital nacional não se encontram, em geral, dotadas de capacidade financeira e gerencial que as habilitem a suportar, por si só, atividades de pesquisa e de desenvolvimento de maior significado. Da mesma maneira, as empresas multinacionais não contemplam usualmente a realização sistemática de investigações mais complexas em subsidiárias localizadas na periferia, ainda que esta realidade esteja mudando e exceções possam ser contadas.

Por outro lado, a existência de “campeões nacionais”, estatais e privados, enseja formas complementares de atuação público-privada que permitem potencializar domínio compartilhado de tecnologias, ampliação e aprofundamento de mercados para exportadores e transnacionalização da empresa brasileira. Ancorada nestes “campeões nacionais” se antecipa conjunto de opções estratégicas ao nível da firma para a conquista de papel relevante tanto na integração sul-americana como em maior inserção internacional em geral da economia brasileira.

Embora tal configuração seja o resultado da dinâmica própria da formação econômica brasileira, postula-se como objetivo de política científica e tecnológica contrapor-se à tendência natural ao aprofundamento das características negativas acima citadas através do fortalecimento da empresa nacional. Quanto às multinacionais, ademais o papel de internalizar recursos para investimento, de transferência de tecnologia e de capacidade empresarial, será necessário criação de incentivos para induzi-las a aumentar o componente de engenharia local e a transformação de sua base produtiva local em plataforma exportadora.

Independentemente do contexto empresarial em que se aplique, a estratégia para a política científica e tecnológica proposta segue as seguintes diretrizes gerais:

---

<sup>1</sup> A este respeito nota-se que o serviço público produz dois tipos de executivos – o burocrata e o empreendedor. Enquanto o primeiro deve ser utilizado em situações onde deseja-se mais do mesmo, o segundo tipo é imprescindível como motor de mudanças organizacionais.

I) Transferência de Tecnologia

- a) Mapeamento da disponibilidade de tecnologias-chave e de competências internas, associando-se critérios de esforço e de impacto à alternativa de produção interna com apoio governamental;
- b) Seleção de tecnologias a importar: dadas as trajetórias percorridas, a competência nacional e as prioridades industriais.
- c) Fortalecimento da capacidade de negociação da empresa nacional, com apoio do INPI e do MRE;
- d) Atração de cérebros como alternativa para transferência de conhecimento científico e tecnológico;

II) Produção interna de C&T

- a) Coordenação da atuação e modernização gerencial das principais instituições governamentais e de pesquisa científica e tecnológica;
- b) Fortalecimento dos incentivos financeiros públicos e fiscais voltados para a inovação empresarial, com destaque para o apoio a estratégias que resultem em aprimoramento de funções empresariais à esquerda e à direita da função de transformação (design, engenharia, inteligência de mercado, logística, marketing e atendimento pós-venda).
- c) Apoio à engenharia de projeto nacional, principalmente através de incentivos para exportação de serviços e para direcionamento de encomendas públicas e privadas a empresas de consultoria nacionais em projetos de engenharia reversa.
- d) Apoio à implantação e de Centros de Pesquisa nas empresas de maior porte ou em fomento seguido de apoio para iniciativas que resultem em convergência de interesses em P&D (vertical ou horizontal).
- e) Fortalecimento e criação de novos mecanismos de difusão de conhecimento científico e tecnológico.

III) Fortalecimento da infraestrutura científica e tecnológica brasileira

- a) Consolidação de infraestrutura tecnológica de suporte à atividade industrial, conhecida como Tecnologias Industriais Básicas – TIB, através de incentivos à padronização e à certificação industrial, compreendendo metrologia, normalização e qualidade, e propriedade intelectual;

- b) Revigoração das carreiras de Estado ligadas diretamente ao esforço de acumulação de conhecimento no Brasil.

#### **4.2. As cadeias produtivas como foco das estratégias de desenvolvimento científico e tecnológico no Brasil.**

As cadeias produtivas são freqüentemente utilizadas como unidade de análise porque permitem que se reconstitua o processo de geração de valor desde os segmentos primários – mineração e alimentos – até o consumo final. Ao mesmo tempo, percebe-se que os segmentos responsáveis por saltos de acumulação são invariavelmente segmentos intensivos em tecnologia.

Considera-se que as opções estratégicas podem ser avaliadas segundo dois tipos fundamentais de cadeias produtivas: aquelas responsáveis pela transformação de matéria inanimada e as outras, em muito ainda porvir, voltadas para a transformação de matéria viva.

Entre as cadeias formadas sob as envoltórias do paradigma tecnológico vigente nos últimos cento e cinquenta anos, algumas se oferecem, em face da natureza dos desafios que enfrentam, como *loci* de inovações tecnológicas de largo alcance. Citam-se aquelas associadas ao surgimento de novos materiais e aquelas associadas à substituição de fontes energéticas, principalmente.

No que se refere a novos materiais, o domínio e a aplicação da nanotecnologia se apresentam como prioritários ao lado dos materiais desenvolvidos para aplicação na conquista do aeroespço. Quanto à energia, o desenvolvimento da cadeia alcoolquímica se coloca na atualidade como prioridade do ponto de vista de oportunidades tecnológico-industriais para o Brasil.

Quando examinadas as cadeias produtivas associadas à “nova indústria” se encontra o cultivo e a manipulação de plantas, fungos e bactérias, insetos, peixes, moluscos e crustáceos etc. Portanto, em certa medida, trata-se de atividades presentes no Brasil há muito e que agora se colocam na iminência de grande impulso como consequência da progressiva imbricação entre a tecnologia digital e a biotecnologia. Ainda hoje essas cadeias produtivas contam com reduzido nível de especialização industrial, o que só acontecerá com o avanço do conhecimento e da técnica de manipulação da vida.

Portanto, assume-se a necessidade de separação das opções estratégicas segundo as duas categorias de cadeias de produção citadas, de forma a examinar: (i) os desafios tecnológicos necessários para a substituição competitiva de importações em segmentos das cadeias de produção já existentes no Brasil; e (ii) o esforço necessário para que o Brasil aproveite oportunidades advindas de aplicações que combinem avanços na tecnologia digital e na biotecnologia.

##### **4.2.1. Opções Estratégicas para cadeias de produção já existentes no Brasil**

A estratégia científica e tecnológica para fortalecimento de segmentos industriais já presentes no Brasil contempla uma nova fase de substituição competitiva de importações, assegurando-se à empresa privada nacional papel importante neste processo de consolidação. Tal orientação visa a aumentar o poder de comando das empresas brasileiras em suas respectivas cadeias de produção, através de:

- (i) Estabelecimento de um processo de planejamento integrado com eleição de segmentos-chave e mapeamento das cadeias produtivas associadas a esses segmentos no Brasil e no exterior;
- (ii) Identificação dos condicionantes do poder de comando de segmentos instalados no Brasil;
- (iii) Identificação dos desafios tecnológicos a serem enfrentados no processo de adensamento competitivo;
- (iv) Participação acionária minoritária do Estado em associação com o capital privado para o desenvolvimento no Brasil de segmentos intensivos em tecnologia das cadeias de produção eleitas como prioritárias. Nos casos em que seja vantajosa a transferência de tecnologia, o Estado deve promover *joint ventures* entre os interesses públicos, privados nacionais e estrangeiros.
- (v) Operação do sistema financeiro público para o desenvolvimento científico e tecnológico, compreendendo maior utilização dos fundos setoriais e de linhas de financiamento para a inovação do BNDES;

Defende-se no presente documento que se realize amplo esforço para inventário para superação de desafios tecnológicos comuns às empresas constituintes de setores estabelecidos. Os desafios levantados devem se voltar para os estoques de competência que devem ser criados com vistas ao aumento da segurança sobre o fornecimento em condições competitivas, beneficiando-se as empresas estudadas de maior poder de comando sobre a sua rede de suprimentos. Uma vez levantados os desafios tecnológicos, o Estado deve atuar na criação de soluções institucionais e financeiras que favoreçam a integração público-privada.

Tais indicações de política acarretam a expectativa de um acréscimo expressivo da demanda de tecnologia por parte do parque manufatureiro do País, não só porque, entre os fatores condicionantes das importações que se pretende substituir, destaca-se exatamente a carência de conhecimentos técnicos relativos a estes produtos e aos seus processos de fabricação, mas também porque a possibilidade de conquista de mercados internos e externos para a produção nacional e a necessidade de evitar que as novas substituições de importação se façam a custos excessivamente elevados, introduzem uma preocupação permanente com a eficiência da atividade produtiva e com a redução dos custos de produção.

Evidentemente, a natureza das ações requeridas em cada segmento das cadeias de produção é distinta. Em alguns casos, trata-se apenas da difusão de conhecimentos tecnológicos já existentes no País; em outros, da importação de conhecimentos técnicos, da sua absorção e da sua adaptação às especificidades nacionais; em outros ainda, da realização de pesquisas mais complexas e da criação de novas tecnologias como condição indispensável para a viabilização de determinadas atividades produtivas.

Em todos os casos, mesmo quando a transferência de conhecimentos técnicos externos se apresenta como a solução mais viável e conveniente a curto prazo, como ocorrerá certamente na maioria das vezes, faz-se necessário que essa importação de tecnologia seja acompanhada de um esforço efetivo de assimilação interna, uma vez que esse processo de transferência não deve ser encarado apenas como uma maneira de superar obstáculos interpostos à expansão econômica do País, mas também como a aquisição de um insumo a ser elaborado e utilizado no processo de capacitação do País para a criação científica e tecnológica.

#### **4.2.1.1.1. Bens de capital**

A posição peculiar que assumem as cadeias de produção de bens de capital no contexto da política para desenvolvimento científico e tecnológico deve ser destacada. Em primeiro lugar porque aí, mais do que em qualquer outro segmento, a importação de tecnologia é uma alternativa de eficácia limitada e substitui mal o domínio da engenharia de processo, de produto e de fabricação, notadamente no segmento produtor de bens de capital sob encomenda.

De fato, parece situar-se na carência de conhecimentos técnicos um dos principais obstáculos a uma participação mais efetiva da indústria nacional no atendimento à demanda interna e externa. Depois porque a indústria de bens de capital constitui-se em elemento estratégico para a difusão do progresso técnico no âmbito do sistema produtivo, uma vez que, como fornecedora de meios de produção para os demais setores de economia, este segmento recolhe solicitações de inovações provenientes dessas fontes e, ao incorporar o progresso técnico aos seus produtos, o difunde entre seus compradores.

Neste sentido, a promoção do desenvolvimento tecnológico da indústria de bens de capital, através do apoio à atividade de pesquisa e a engenharia de produto e fabricação, em complementaridade à importação e assimilação de conhecimentos técnicos, merece alta prioridade na política de desenvolvimento de conhecimento tecnológico.

#### **4.2.1.1.2. Energia**

No que se refere à política tecnológica para apoio ao desenvolvimento de infraestrutura energética, emergem como objetivos principais, em cenário de elevação dos preços internacionais do petróleo e de degradação ambiental, o aumento da oferta de fontes de energia menos poluentes e o melhor aproveitamento de recursos energéticos existentes no Brasil.

Destaca-se a prioridade no desenvolvimento tecnológico necessário ao fortalecimento das cadeias de produção localizadas no Brasil e dedicadas ao aproveitamento do biodiesel, do álcool combustível, do petróleo em águas profundas, da energia nuclear, do carvão, do hidrogênio etc.

Quanto ao desenvolvimento tecnológico voltado para aumento e diversificação da oferta de energia, contempla-se implementar programas maciços de pesquisa para viabilização e aumento de eficácia de fontes alternativas, ao lado da adoção de incentivos públicos para o projeto e a produção automobilística de modelos com reduzido consumo de combustível no Brasil.

No que diz respeito à diversificação das fontes internas de energia, ao mesmo tempo em que se observa a necessidade de avanços técnicos para aproveitamento do álcool e do biodiesel, enfatiza-se a necessidade de uso “limpo” do carvão nacional para fins de geração de energia, além de programas de pesquisa de outras fontes e formas não convencionais de energia.

Ademais, a execução do programa de energia elétrica e a ação programada no campo da energia nuclear se acrescentam às questões anteriores como fatores de estímulo e como desafios à engenharia e à capacidade científica e tecnológica do País.

#### **4.2.1.1.3. Comunicações e logística**

Deve-se considerar ainda como prioritárias as cadeias de produção associadas à constituição de infraestrutura de comunicações e de transportes, assim como as que impliquem em aspectos relevantes do desenvolvimento econômico, social, urbano, ambiental e regional, e que oferecem, a par disto, oportunidades consideráveis para uma ação nacional própria de pesquisa e desenvolvimento experimental.

No que se refere ao potencial transformador das tecnologias digital e aeroespacial sobre os serviços públicos de telecomunicações será necessário elevado esforço pesquisa e de desenvolvimento para possibilitar uma contribuição mais efetiva da engenharia e da indústria nacionais no suprimento de insumos e de equipamentos requeridos no futuro.

Caberá igualmente promover incentivos para direcionar a política de compras das empresas prestadoras de serviços para a produção interna dos equipamentos, materiais, componentes e sistemas requeridos para a expansão prevista da rede de comunicações.

Quanto à política tecnológica de apoio ao desenvolvimento das cadeias logísticas, aponte-se a intenção de corrigir as distorções presentemente observadas na composição dos fluxos de carga, através do deslocamento progressivo do transporte de grandes massas para os setores ferroviário, marítimo e fluvial. Tal reorientação requererá, em particular, o fortalecimento e a modernização do sistema ferroviário. Essa diretriz deverá manifestar-se também no âmbito dos transportes urbanos, em relação aos quais deverão ser empreendidas iniciativas na área da pesquisa e desenvolvimento voltadas para a elaboração de novas soluções, ademais de esforço para manter atualizada a capacidade de absorção da tecnologia emergente em países mais avançados.

As iniciativas no campo dos transportes apontam ainda a necessidade de empreender pesquisas específicas destinadas à busca de soluções para os problemas que afetam as regiões metropolitanas, notadamente no que concerne ao uso do solo, da habitação, do saneamento básico e da poluição ambiental.

#### **4.2.2. Estabelecimento de novas cadeias de produção no Brasil**

Quanto ao objetivo de fomento de novas cadeias produtivas no tecido industrial brasileiro, propõe-se no presente trabalho que se privilegie a estratégia de domínio e de aplicação industrial da tecnologia digital e da biotecnologia aplicadas à agropecuária, em face da importância deste segmento na economia nacional.

A escolha sugerida se fundamenta na hipótese de que as tecnologias citadas, uma vez combinadas, constituirão uma “nova indústria”, com processo de transformação de materiais vivos e, portanto, implicando-se no surgimento de oportunidades em novos segmentos e em novas cadeias de transformação.

##### **4.2.2.1. Agropecuária**

No que diz respeito à estratégia agropecuária, espera-se que, com o desenvolvimento da biotecnologia, se tornará crítica a utilização racional do solo e o estímulo a certa especialização que aproveite as vocações naturais de cada região. Com isso, espera-se que o avanço técnico potencialize a multiplicação nas relações insumos-produtos e a sua integração ao longo de cadeias produtivas.

A viabilização dessa estratégia dependerá, em boa medida, da dinamização do processo de criação e difusão de tecnologia adaptada às peculiaridades regionais. As possibilidades de contribuição de tecnologia importada são limitadas, não dispensando inclusive a realização de pesquisas que visem adequá-la às especificidades climáticas do País e de cada região.

As necessidades científicas e tecnológicas decorrentes da estratégia de desenvolvimento agropecuário compreendem, principalmente, aplicações da biotecnologia para a manipulação genética e a identificação das variedades agrícolas mais adaptadas às várias condições ecológicas e climáticas; a definição de novas técnicas de manipulação, cultivo e criação, contemplando inclusive a melhoria das técnicas de conservação e de utilização do solo e o desenvolvimento de fertilizantes e defensivos mais adequados aos diversos solos e culturas, o combate e a prevenção das pragas.

A pesquisa deve ainda buscar a manipulação genética das espécies animais; a prevenção e o combate das moléstias e a produção veterinária; a melhoria da capacidade de suporte dos insumos; a identificação e a difusão de novos métodos de criação animal e novos produtos de alimentação animal. Contempla-se a formação de um novo modelo operacional para o setor público no tocante aos programas de pesquisa e experimentação agrícola (com programas regionais e por produtos perfeitamente definidos), bem como no tocante ao seu indispensável desdobramento, a extensão rural da industrialização.

A constituição de complexos agroindustriais terá papel relevante na difusão de novas tecnologias para outras cadeias de produção, principalmente a farmacêutica e a têxtil, entre outras.

Resultados positivos estão sendo obtidos por meio da modificação genética de plantas para alterar quantitativamente a produção de um composto de interesse medicinal. A hirudina, poderoso anticoagulante produzido pela sanguessuga, pode ser extraída de sementes de plantas transgênicas. Outro exemplo importante é a alteração do conteúdo de vitamina C (ou ácido ascórbico) em plantas, pela introdução de um gene responsável pela síntese de uma enzima que a recicla. A única fonte dessa vitamina para os seres humanos é a alimentação, já que não são capazes de produzi-la.

Especificamente, as estratégias agroindustriais voltadas para a criação de novas cadeias produtivas agropecuárias resumem-se em:

- (i) Desenvolvimento e aplicação da tecnologia genômica, proteômica e de análise bioquímica e biofísica para a identificação de características especiais, como substâncias bioativas, gerando alternativas para a diversificação da produção e produtos de alto valor agregado;
- (ii) Desenvolvimento e aplicação das tecnologias de genoma funcional, proteoma, sistemas de bioinformática e pós-genoma para a determinação da função de novos genes e seus constituintes;
- (iii) Introdução de genes em plantas animais e microrganismos, gerando eventos elites de interesse para a agricultura;
- (iv) Caracterização dos mecanismos biológicos, associados à reprodução e desenvolvimento animal e vegetal, visando o estabelecimento de processos, produtos e inovações tecnológicas;

- (v) Desenvolvimento de tecnologias biológicas associadas à reprodução animal e vegetal, para a conservação, multiplicação e transformação genética;
- (vi) Desenvolvimento de sistemas de expressão gênica em plantas, animais e microrganismos, como biofábricas moleculares, para produção de compostos de alto valor agregado;
- (vii) Desenvolvimento de novas tecnologias de análise molecular para a detecção de pragas e doenças e para garantir a segurança alimentar e ambiental;
- (viii) Desenvolvimento das Nanotecnologias associadas à liberação controlada de drogas e antígenos;
- (ix) Estabelecimento de parcerias com as Unidades da Embrapa, Institutos de Pesquisas, Universidades e Empresas;
- (x) Formação de recursos humanos em biotecnologia por intermédio da interação com os programas de pós-graduação, iniciação científica, cursos e estágios de curta duração.

#### **4.2.2.1. Surgimento de novas atividades, mercados e produtos**

A combinação da tecnologia digital e da biotecnologia tem gerado um conjunto de possibilidades para o impulso da industrialização no futuro próximo. A seguir examinaram-se, sucintamente, algumas possibilidades de desdobramento dos avanços nas tecnologias digital e biotecnologia.

##### ***4.2.2.1.1. Oportunidades para aplicação da biotecnologia para a saúde humana.***

O projeto genoma, que procura mapear e identificar os genes humanos e as causas das principais doenças hereditárias constitui-se em prioridade no esforço de pesquisa científica para o Brasil, em face dos impactos potenciais positivos sobre a integração de atividades de saúde pública e sobre os métodos de prevenção de doenças.

Da mesma maneira, o avanço nas técnicas de clonagem terapêutica e o avanço no conhecimento a respeito das células tronco têm potencializado o surgimento de “fábricas” de tecidos e de órgãos humanos com vistas ao tratamento de doenças até então sem perspectiva. A biotecnologia está ainda sendo utilizada no desenvolvimento de substâncias que permitem a remediação de áreas com degradação ambiental, entre muitas outras aplicações.

##### ***4.2.2.1.2. Oportunidades para aplicação de tecnologia digital sobre a indústria cultural***

O desenvolvimento de *softwares* e de *hardwares* relacionados à produção de videogames, recursos de animação e de outras aplicações de realidade virtual de última geração cumprem o duplo papel de: (i) potencializar a penetração dos padrões estéticos e morais da cultura brasileira nos mercados internacionais, com implicações de valorização da marca e do *design* brasileiro; (ii) fortalecimento das cadeias de produção de objetos culturais e de empresas de entretenimento e de comunicação, com

provimento de diferenciais competitivos; e (iii) desenvolvimento de instrumentos para projeto e para simulação de protótipos que permitam redução do tempo a mercado (*time to market*), aumento de eficácia na fase de projeto e redução dos custos de produção através de antecipação de problemas na manufatura e na montagem.

Sinteticamente, sugere-se que o Estado forneça o apoio público à pesquisa de aplicações para a tecnologia digital e a biotecnologia que permitam posicionar o Brasil entre os países que darão o salto em direção à industrialização em torno de novo paradigma e, com isso, resgatar para a civilização brasileira o sonho da superação de sua condição de subdesenvolvimento.

O aproveitamento das oportunidades que se abrirão pelo avanço do conhecimento científico e tecnológico dependem de um conjunto definido de ações:

- (i) Mapeamento das competências-chave envolvidas no desenvolvimento da tecnologia digital e da biotecnologia e a disponibilidade dessas competências no país. Essa análise deve resultar em recomendações para engajamento do sistema universitário para formação de corpo técnico;
- (ii) Mapeamento das potenciais aplicações tecnológicas resultantes do novo paradigma, incluindo-se condicionantes para produção em escala e comercialização de produtos.
- (iii) Fortalecimento da indústria farmacêutica nacional, através de estruturas que permitam o aporte financeiro, a modernização gerencial e a pesquisa cooperativa.
- (iv) Apoio à formação de arranjos produtivos locais desenhados de maneira a proporcionar sinergia entre firmas especializadas em tecnologia digital e biotecnologia, e entre essas e centros de pesquisa constituídos para este fim.
- (v) Aprimoramento do marco legal que permita comportar a outorga de propriedade, a conformidade e a certificação de novos produtos, bem como proteger a indústria localizada no Brasil de práticas arbitrárias ou desleais.

Acredita-se que, mediante essas sugestões e de muitas outras que vierem a se somar, o Brasil possa reunir condições para a construção coletiva de um projeto nacional-desenvolvimentista capaz de diminuir o sofrimento coletivo a que se submetem gerações de brasileiros. Sem nenhuma garantia de sucesso, pode-se afirmar, contudo, que a perdurarem-se por mais vinte anos os baixos níveis de ousadia e de bravura por parte da elite brasileira observados, se estará pavimentando o caminho para a fragmentação do território e a dissolução da promissora civilização brasileira.