

EMPREENDEDORISMO, INOVAÇÃO E CONCORRÊNCIA SCHUMPETERIANA: UM NOVO PARADIGMA PARA A ENGENHARIA E A EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA

Marta Lucia Azevedo Ferreira¹; Alvaro Chrispino²;
Cristina Gomes de Souza³; Ilda Maria de Paiva Almeida Spritzer⁴

¹ CEFET-RJ, Diretoria de Pesquisa e Pós- Graduação, Programa de Mestrado em Tecnologia
Av. Maracanã, 229 - 5º andar - Maracanã
CEP: 20271 110 - Rio de Janeiro - RJ
mlferreira@cefet-rj.br

² chrispino@infolink.com.br

³ cgsouza@cefet-rj.br

⁴ spritzer@cefet-rj.br

Resumo: *Este artigo propõe-se a refletir, a partir de uma perspectiva multidisciplinar, sobre o papel estratégico do empreendedorismo, da inovação e da concorrência em sua relação com a engenharia e a educação em engenharia, tendo como referencial o enfoque dinâmico e evolucionário da economia capitalista proposto por Schumpeter e por autores neo-schumpeterianos. A partir de pesquisa bibliográfica, apresentam-se os conceitos de empreendedorismo, inovação e concorrência schumpeteriana, bem como aspectos relacionados à gestão da inovação. Apresentam-se ainda os três principais paradigmas que correlacionam correntes teóricas em economia de empresas a mudanças tecnológicas. Partindo-se da recente visão sistêmica do processo de inovação, discutem-se as abordagens de sistemas nacionais de inovação e de sistemas nacionais de aprendizagem tecnológica e aponta-se a necessidade de alinhamento da engenharia ao novo paradigma pós-fordista, de onde decorre a necessidade de um novo paradigma para a educação em engenharia, de natureza multidisciplinar e em sintonia com a promoção do sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), em especial no Brasil. A seguir, tem-se as considerações finais.*

Palavras-chave: *Empreendedorismo, Inovação, Concorrência Schumpeteriana, Engenharia, Educação em Engenharia.*

1. INTRODUÇÃO

Desde os anos 90, a inovação vem sendo considerada sinônimo de progresso científico e tecnológico. Enquanto a invenção possui caráter eminentemente técnico, a inovação envolve simultaneamente aspectos técnicos, econômicos e empresariais. A evolução de sua concepção, de um processo linear e simples, para um processo interativo, sistêmico e complexo, vem acompanhando a consciência crescente da necessidade de sua gestão. De fato, o papel da Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) é cada vez mais percebido como estratégico e a capacidade de apreender, acumular e utilizar informações e conhecimentos, sobretudo

científicos e tecnológicos, bem como o acesso eles, passam a definir o grau de competitividade e de desenvolvimento de indivíduos, empresas, setores, instituições, regiões e países.

Verifica-se que a difusão das tecnologias de informação e comunicação (TIC) vem favorecendo *inovações tecnológicas, organizacionais e institucionais* e moldando uma nova economia de redes ou uma sociedade em rede. Um novo padrão sócio-técnico vem promovendo amplas mudanças no modo de produção e organização do trabalho e da vida em sociedade, bem como de gestão das empresas. É comum a utilização da expressão *paradigma pós-fordista* ou *paradigma tecno-econômico das TIC* como referência a este novo padrão de desenvolvimento, uma vez que as mudanças econômicas, sociais, técnicas e políticas envolvidas são de amplo espectro. Alguns autores consideram que a nova dinâmica político-institucional associada a tais mudanças envolve um novo regime de acumulação e regulação.

Em contrapartida, a exigência de níveis de qualificação cada vez mais elevados, amplos e complexos por parte de trabalhadores, consumidores e cidadãos vêm iluminando os debates na área de educação em geral e de educação em engenharia em particular, não só em termos de questões tecnológicas, mas de novos princípios norteadores como complexidade e sustentabilidade. Hoje, verifica-se que as discussões educacionais não podem mais se manter dissociadas das discussões de vertentes econômicas, políticas e culturais, sobretudo no que tange a empresas e mercados, uma vez que em relação a estes não há um corpo teórico único e coerente, o que torna fundamental a abordagem de tais temas sob a ótica multidisciplinar.

Diante deste novo cenário e do caráter abrangente das mudanças mencionadas, este artigo propõe-se a refletir, a partir desta ótica multidisciplinar, sobre o papel estratégico do empreendedorismo, da inovação e da concorrência em sua relação com a engenharia e a educação em engenharia, tendo como referência o enfoque dinâmico e evolucionário da economia capitalista proposto por Schumpeter e por autores neo-schumpeterianos. Assim, focaliza-se simultaneamente empreendedorismo, inovação, concorrência schumpeteriana, empresas, mercados, engenharia e educação, discutindo-se seus desdobramentos em termos de um novo paradigma para a engenharia e a educação em engenharia. Considera-se oportuna a proposta deste artigo, na medida em que cresce a consciência de que tanto a engenharia como a educação em engenharia constituem o alicerce de sólidos sistemas de CT&I e que estes se encontram ao lado de projetos de desenvolvimento nacionais.

Ao mesmo tempo em que aumenta a importância das relações globais, os espaços nacionais, regionais e locais vêm adquirindo proeminência e sendo revitalizados. Neste sentido, destaca-se a abordagem de *sistemas nacionais de inovação*, que enfatiza o contexto institucional e as redes de relacionamento que envolvem diversos atores e aumenta a abrangência do sistema de C&T. Destacam-se ainda os contornos do *sistema brasileiro de inovação*, bem como a pertinência de considerar a abordagem de *sistemas nacionais de aprendizagem tecnológica* para o país, conforme assinalada por Viotti (2003). Espera-se que as reflexões propostas, de caráter exploratório, possam contribuir para suscitar novos trabalhos teóricos e empíricos sobre estes temas, bem como estimular sua difusão.

2. EMPREENDEDORISMO, INOVAÇÃO E CONCORRÊNCIA: EMPRESAS E MERCADOS EM TRÊS PARADIGMAS

Empreendedorismo e inovação significam criação, renovação e um conjunto de ações voltadas para introduzir novidades ou tornar algo novo. Trata-se de opções estratégicas à disposição de empreendedores independentes e empresas estabelecidas que buscam vantagens competitivas sustentáveis nos negócios. Ferreira *et al.* (2007) destacam que a partir dos anos 80 os dois campos vêm se expandindo e despertando interesse crescente entre empresários e

pesquisadores, diante do dinamismo da economia capitalista, que fomenta continuamente a busca de novas oportunidades de investimento e lucro.

De acordo com as autoras, o empreendedorismo consolida-se como processo de criar algo novo e de assumir riscos e recompensas. Ao mesmo tempo criativo e realizador, o empreendedor é capaz de transformar idéias em oportunidades, implementá-las e obter resultados, sejam em empresas nascentes ou em projetos inovadores em empresas estabelecidas, que constitui o sub-campo do *empreendedorismo corporativo*. Desde então, as diferenças entre o inventor, o empreendedor, o gerente ou administrador e o investidor ou capitalista de risco tornam-se claramente identificáveis.

Segundo Souza (2005), existem basicamente duas vertentes de estudos sobre empreendedorismo: a *econômica*, que o associa à inovação e é focalizada neste artigo, e a *comportamental*, que o associa às características de personalidade do empreendedor, além de valorizar os aspectos motivacionais da ação empreendedora e o papel da liderança nos negócios. A primeira vertente tem em Schumpeter a obra seminal que coloca o empreendedorismo, a inovação e a concorrência no centro do capitalismo. Para ele, este é um sistema essencialmente evolutivo que se desenvolve ao longo de sucessivas revoluções industriais.

O autor inaugura uma noção não ortodoxa, hoje denominada *concorrência schumpeteriana*, cuja principal característica é o entendimento dinâmico e evolucionário do funcionamento da economia capitalista. Para ele, quem contribui ativamente para o desenvolvimento da economia capitalista é o empreendedor, indivíduo especial, inovador, capaz de detectar oportunidades de negócios, de criar e manter empresas, de correr riscos e de gerar riqueza. Uma vez que a natureza do capitalismo é a mudança econômica e não a estabilidade, o desenvolvimento econômico resulta de um processo de descontinuidade e inovação ou de “destruição criativa” (SCHUMPETER, 1984).

Possas (2002) afirma não existir na tradição econômica propriamente uma “teoria da concorrência” anterior ao advento da obra de Schumpeter no século XX. Embora identificando nas teorias *clássica*, *marxista* e *neoclássica* distintas noções de concorrência, trata-se de contribuições que a ela conferem papel secundário na economia. A noção mais difundida e ainda predominante é a da *concorrência perfeita*, baseada na livre concorrência entre empresas tomadoras de preços que produzem produtos homogêneos. Muitos vendedores e compradores operam com pleno conhecimento das condições gerais de mercado, o que significa informação perfeita. As empresas não são capazes de afetar o preço de mercado, que é determinado pelo equilíbrio entre oferta e demanda.

Entretanto, mercados não perfeitamente competitivos correspondem menos ao modelo predominante e mais ao funcionamento da economia no plano concreto e real. Não só a concorrência monopolística, os monopólios e oligopólios são comuns, como em geral a informação é imperfeita e *externalidades* negativas criam ineficiências. A necessidade de corrigir estas *falhas de mercado* leva à intervenção do Estado por meio de gastos públicos, impostos e de mecanismos como regulamentações e desregulamentações. De fato, as explicações acerca da natureza e funcionamento da economia vêm sofrendo sucessivas transformações, sendo uma das mais importantes e recentes a necessidade de incorporar à compreensão das empresas e mercados a nova dinâmica do progresso técnico e da tecnologia.

Para Schumpeter (1982), a inovação é promovida pelos empresários e pelas empresas e diferencia-se da invenção que, enquanto não for colocada em prática, é “economicamente irrelevante”. Portanto, dá-se um processo ininterrupto de introdução e difusão de inovações, que significam quaisquer mudanças no espaço econômico no qual operam as empresas, sejam mudanças nos produtos, nos processos produtivos, nas fontes de matérias-primas, nas formas de organização produtiva ou nos próprios mercados, inclusive em termos geográficos.

Estes diversos tipos de inovação revelam o aproveitamento, aquisição e introdução de novos conjuntos de conhecimentos técnicos ou de tecnologias e constituem *inovações tecnológicas* e *organizacionais*. Para o autor, *inovações incrementais* preenchem continuamente o processo de mudança, enquanto *inovações radicais* caracterizam-se por grandes mudanças. De fato, trata-se de inovações em sentido amplo. Estas devem ser entendidas como resultado da busca contínua de lucros extraordinários, por meio de desempenho superior e duradouro ou da oferta de vantagens competitivas, quer tecnológicas, quer mercadológicas.

A interação ao longo do tempo entre as estratégias competitivas das empresas e as estruturas de mercado gera a dinâmica industrial. Os principais traços da *concorrência schumpeteriana* podem ser sintetizados da seguinte maneira (POSSAS, 2002):

- busca permanente de diferenciação por parte dos agentes, através de estratégias deliberadas, visando a obtenção de vantagens competitivas capazes de proporcionar lucros extraordinários, ainda que temporários;
- processo ativo e aberto de criação de espaços e oportunidades econômicas, sugerindo que o resultado depende da interação complexa de forças que se modificam durante o próprio processo, ou de mecanismos dependentes da trajetória (*path dependence*);
- pressuposição de surgimento permanente e endógeno da diversidade no sistema econômico, por meio de vários tipos de inovação;
- além da concorrência via preços, os vários tipos de inovação oferecem distintas possibilidades de concorrência via diferenciação, destacando a importância da diversidade da estratégia e da variedade tecnológica adotada;
- a empresa é o foco da análise e as condições do ambiente são decisivas, seja no nível do mercado onde o processo ocorre, seja no nível sistêmico onde são definidas as políticas e *externalidades* que afetam o processo.

A criatividade e a inovação estão potencialmente disponíveis a indivíduos e empresas, mas transformá-las em ações para obtenção de resultados exige deliberação, persistência e horizonte de longo prazo. Metcalfe (2005) destaca os desafios e dificuldades para a iniciativa empreendedora, uma vez que é comum a resistência à novidade por parte daqueles que se sentem ameaçados, além das dificuldades de obtenção de recursos e de mudança de comportamento dos consumidores e das barreiras humanas ao compromisso com novas formas de conduta. No entanto, a partir do caminho aberto pelo empreendedor, seguidores de menor iniciativa imitam o pioneiro e se estabelece o processo de concorrência. A inovação é a variação, a concorrência é a seleção e ambas são essenciais para a mudança econômica.

A opção pela inovação é estratégica para as empresas e envolve pró-atividade e empreendedorismo interno, requisitos imprescindíveis ao estabelecimento de uma cultura de inovação. Esta é ao mesmo tempo indutora e resultado da busca deliberada e contínua de colaboradores individualmente ou em equipes e da empresa como um todo por novas oportunidades de negócios. As empresas inovadoras são capazes de manterem-se alinhadas às mudanças ambientais. Além disso, são capazes de criarem tecnologias ou de combinarem tecnologias de origem externa e interna, originando novos produtos, processos e rotinas. Em outras palavras, posicionam-se em seus mercados, ao mesmo tempo em que desenvolvem habilidades que funcionam como motores da inovação.

As *estratégias tecnológicas* constituem um subconjunto das *estratégias competitivas genéricas* das empresas, geradas a partir da *análise estrutural de indústrias* (PORTER, 1986). Porém, como afirmam Ferreira *et al.* (2007), estratégias que emergem da experiência cotidiana das empresas e de seus processos de *aprendizagem tecnológica* e de inovação também devem ser consideradas, bem como estratégias baseadas em recursos internos valiosos, raros e de difícil imitação e substituição. Assim, tanto o posicionamento das empresas no mercado como o seu posicionamento em recursos podem ser responsáveis por

vantagens competitivas sustentáveis. Do ponto de vista da administração estratégica, a *visão baseada no mercado* (VBM) e a *visão baseada em recursos* (VBR) são complementares.

Assim, as empresas têm basicamente duas opções estratégicas: a *liderança tecnológica* ou serem *seguidoras de tecnologia*. Ao adotarem a estratégia de baixo custo e baixo preço, a tecnologia pode apoiá-la em termos de projetos de produtos de menor custo ou de processos de produção mais baratos. No caso da estratégia de diferenciação, a tecnologia pode apoiá-la em termos de pioneirismo em produtos e serviços que agregam valor percebido e permitem a prática de preços *premium*. As *líderes* arcam com os custos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), embora tenham a possibilidade de maiores ganhos. Por outro lado, aprendendo com as *líderes*, as *seguidoras* podem adaptar produtos e processos visando atender melhor às expectativas e necessidades de consumidores e clientes.

As empresas têm também basicamente duas opções quanto à obtenção de novas tecnologias: *desenvolvimento interno* ou *compra*. Quando se leva em conta a aprendizagem, sabe-se que esta pode ocorrer de diversas maneiras e que conduz ao acúmulo de capacitações. Contrariamente, a *transferência de tecnologia* por meio de máquinas e equipamentos ou o *treinamento* por si só não garantem a incorporação automática de conhecimentos. Bell & Pavitt (1993) distinguem os conhecimentos e habilidades necessários à operação e manutenção dos sistemas produtivos (*capacidade de produção*) daqueles necessários à geração e introdução de novas tecnologias (*capacitação tecnológica*) e destacam a importância da *acumulação tecnológica*. Como a tecnologia não é uma *commodity*, processos intencionais e ativos de *aprendizagem tecnológica* são fundamentais, no sentido de promoverem uma massa crítica de conhecimentos acumulados de natureza tácita, localizada e específica, capaz de alavancar *inovações incrementais* futuras e de possibilitar que *inovações radicais* possam vir a ocorrer.

Seja em ações individuais de prospecção de oportunidades de negócio ou de criação de empresas, seja em projetos especiais e inovadores em empresas estabelecidas, é o empreendedor quem distingue uma nova visão que é a base da ação econômica diferenciada, pois acredita e aposta em algo que mais ninguém percebe. Lida, pois, com uma incerteza radical. Ele é tanto destrutivo, ao desfazer a correlação entre percepções e conhecimentos existentes, quanto construtivo, ao originar novos padrões de utilização de recursos e construir novos conhecimentos. Concorda-se com a afirmação de Metcalfe (2005) de que o conhecimento de C&T é importante, mas insuficiente para o empreendedor nos dias de hoje, devendo combinar-se ao conhecimento sobre empresas e mercados para compor o sistema de CT&I. Empreendedorismo, inovação, concorrência, empresas e mercados encontram-se inextricavelmente ligados.

Na tentativa de compor um entendimento abrangente destas questões e utilizá-las no contexto deste artigo, recorre-se à contribuição de Tigre (2005) para distinguir as preocupações básicas relacionadas às três principais correntes teóricas e contextos ou *paradigmas* em economia de empresas:

- ênfase no equilíbrio e relações de troca das empresas, em detrimento da compreensão quanto à sua dinâmica, no caso da *abordagem neoclássica*, baseada no modelo de funcionamento da pequena empresa e no *paradigma da revolução industrial* britânica, que dominou a economia mundial durante todo o século XIX;
- ênfase nas estruturas de mercado, economias de escala e crescimento das empresas, no caso da *abordagem da economia industrial ou fordista*, baseada no modelo de funcionamento dos oligopólios e empresas multinacionais e no *paradigma fordista*, surgido nos Estados Unidos e considerado o modelo de organização da produção dominante na maior parte do século XX;
- ênfase nas mudanças tecnológicas, instituições e cooperação, no caso da *abordagem evolucionista ou neo-schumpeteriana*, baseada no modelo de funcionamento dos oligopólios globais e redes de empresas e no *paradigma pós-fordista*, também chamado *paradigma tecno-*

econômico das TIC, cujos impactos são mais fortemente perceptíveis a partir das décadas de 70 e 80 e cuja construção teórica baseia-se no resgate da obra de Schumpeter.

De fato, ocorre neste período uma profunda reestruturação econômica, social e política que marca o entendimento do processo de desenvolvimento como um fenômeno qualitativamente novo. Neste último paradigma, o equilíbrio econômico é rejeitado e substituído pela noção de trajetória, a racionalidade maximizadora é substituída pela noção de racionalidade limitada e a competitividade das empresas é baseada em um conjunto de competências tecnológicas diferenciadas, de ativos complementares e de rotinas. A inovação torna-se crucial e passa ser entendida como um processo de aprendizagem complexo e aberto decorrente das interações que ocorrem entre indivíduos, empresas e instituições a nível nacional, setorial e regional, tanto sob o aspecto subnacional, como supranacional.

Hasenclever & Tigre (2002) ressaltam que Schumpeter contempla os dois modelos de empresa inovadora: a pequena empresa fundada pelo “gênio criador” do empreendedor e a grande empresa que busca, por meio da *gestão da inovação*, rotinizar o processo de criação tecnológica. Os autores lembram que no *regime empreendedor*, são as empresas entrantes aquelas que inovam, enquanto as empresas estabelecidas são as que inovam no *regime rotineiro*, seja porque se encontram protegidas por barreiras de entrada, seja porque criam novas empresas quando não existem barreiras de entrada. No entanto, dada a evolução da economia capitalista, as empresas estabelecidas e o empreendedorismo corporativo têm papel destacado, o que significa a valorização do intra-empreendedor e do suporte à capacidade empreendedora dado pelas empresas inovadoras que focalizam a *liderança tecnológica*.

3. SISTEMAS NACIONAIS DE INOVAÇÃO E SISTEMAS NACIONAIS DE APRENDIZAGEM TECNOLÓGICA

Um complexo fluxo de informações, conhecimentos, capacitações e aprendizagem ocorre no interior dos *sistemas nacionais de inovação*, cujo núcleo é constituído pelas empresas. Existem basicamente duas visões relacionadas aos *sistemas nacionais de inovação*: a restrita, atribuída a Nelson (1993), e a ampla, que é associada a Freeman (1987) e Lundvall (1992). Embora leve em conta diferenças entre setores industriais e tecnologias, o primeiro dos autores enfatiza a importância do contexto histórico e cultural de cada país e o comprometimento de seus governos com a definição, proteção e promoção de capacitações tecnológicas nacionais específicas em áreas-chave. Para ele, o *sistema nacional de inovação* configura uma “rede de instituições públicas e privadas cujas atividades e interações iniciam, modificam e difundem novas tecnologias”.

De acordo com Melo (1996), a visão restrita de Nelson aproxima-se do conceito de sistema de C&T ao considerar apenas as instituições que afetam diretamente as capacitações e estratégias inovativas das empresas, como o governo e as universidades. Ao focalizar a produção e apropriação do conhecimento e da inovação e as relações entre os sistemas legal e econômico, evidencia-se mais propriamente o dilema entre a apropriação pública ou privada do conhecimento e da inovação.

Por outro lado, continua o autor, a visão ampla de Freeman inclui, além das instituições relacionadas diretamente às capacitações e estratégias inovativas das empresas, outras instituições que as afetam indiretamente, como o sistema financeiro e as políticas públicas. No caso de Lundvall, o foco recai sobre os relacionamentos entre produtores e usuários durante o processo de inovação, ou seja, sobre a rede de inovadores. Esta rede engloba também os sistemas de incentivos e de apropriação, as relações de trabalho e as políticas e instituições de governo.

Vale acrescentar que outros autores passaram a adotar o conceito de *sistema de inovação* em recortes setoriais, regionais e locais, o que é um indicador não apenas da extensão do

conceito, mas de sua densidade e aplicabilidade. Importa hoje o ambiente no qual são estimuladas e apoiadas *inovações institucionais* ou *sociais*, além de *inovações organizacionais* e das *inovações tecnológicas* geradas nas empresas. De fato, importam o sistema educacional e de treinamento, as instituições públicas e privadas que facilitam as mudanças técnicas, bem como os marcos legais e regulatórios e predisposições culturais em relação a tais mudanças, além da qualidade das relações entre as empresas, seus fornecedores e usuários.

Os *sistemas de inovação* são dinâmicos e seus elementos reforçam-se mutuamente ou, ao contrário, combinam-se de tal modo que bloqueiam os processos de aprendizagem e de inovação. Embora se reconheça que as capacitações estratégicas e organizacionais das empresas constituem elementos alavancadores de inovações e que as empresas constituem o núcleo dinâmico das mesmas, estas não se restringem apenas às empresas, mas à conduta interativa de vários atores, sejam indivíduos, grupos ou instituições.

Tornam-se relevantes as instituições que sustentam os processos coletivos e sociais de aprendizagem, ao mesmo tempo em que proporcionam a teia de inter-relações entre diversas unidades econômicas e delimitam as possibilidades de trocas de informações, cooperação e compartilhamento de experiências. Os *sistemas de inovação* desenvolvem-se no tempo, o que significa dizer que dependem de opções tecnológicas anteriores e de fatores históricos e culturais, o que os torna particulares e específicos.

A partir do desempenho dos *sistemas nacionais de inovação*, Patel & Pavitt (1994 *apud* MATESCO & HASENCLEVER, 1996) definem uma tipologia em três níveis para explicar o desenvolvimento tecnológico dos países:

- *sistemas maduros*, com capacidade de manter os países próximos da (ou na) fronteira tecnológica internacional; é formado por Estados Unidos, Alemanha e Japão, que disputam a liderança tecnológica mundial, e o grupo que inclui França, Inglaterra e Itália, com dinamismo tecnológico acentuado, porém relativamente menor que o dos países do primeiro grupo;
- *sistemas intermediários*, voltados basicamente para a difusão da inovação, com forte capacidade doméstica de absorção dos avanços técnicos gerados nos *sistemas maduros*; incluem dois grupos de países: os de pequeno tamanho e alta renda como Suécia, Dinamarca, Holanda e Suíça e os asiáticos Coreia do Sul e Taiwan, que souberam aproveitar as vantagens comparativas derivadas de sua proximidade espacial com os principais centros tecnologicamente avançados; e
- *sistemas incompletos*, caracterizados por uma infra-estrutura tecnológica mínima e pela baixa articulação com o setor produtivo; são constituídos por países em desenvolvimento como Brasil, Argentina, México e Índia, que construíram seus sistemas de C&T, mas não foram capazes de transformá-los em sistemas de CT&I.

Para Matesco & Hasenclever (1996), a pouca eficácia dos *sistemas incompletos de inovação* deve-se à ausência de mecanismos permanentes de financiamento dos investimentos em tecnologia para o setor produtivo. Outro aspecto refere-se aos longos períodos de proteção concedida ao setor produtivo, em especial no Brasil, uma vez que a falta de competição externa desestimulou investimentos em novos produtos e processos.

Marcada pelo modelo de substituição de importações, foco no mercado interno e atração generalizada de multinacionais, a indústria de modo geral caracteriza-se pela forte presença de capital estrangeiro, baixa inserção internacional e baixa inovação e diferenciação de produtos, como afirmam Negri *et al.* (2005). Nos anos 90, o quadro agravou-se com a abertura da economia, que mostrou às empresas brasileiras um novo e acirrado ambiente competitivo, diante do qual não se mostraram preparadas para enfrentar. De fato, até o início da década, os investimentos governamentais eram destinados à expansão da capacidade instalada e após o

final da década, as empresas passaram a privilegiar não o investimento em novas tecnologias, mas o enxugamento de suas estruturas, no sentido de tornarem-se mais competitivas.

Um terceiro aspecto diz respeito ao baixo nível de qualificação de mão-de-obra produtiva para incorporação e assimilação de tecnologias importadas. Os investimentos em educação e treinamento da mão de obra e em P&D são insignificantes, se comparados aos investimentos dos países desenvolvidos. Vale assinalar que, por si só, a importação e adaptação de tecnologias não garante a internalização de conhecimentos.

Verifica-se, assim, que o desenvolvimento de *sistemas de inovação* em países em desenvolvimento depende de sua clara opção pelo desenvolvimento e da definição de sua trajetória de crescimento técnico-econômico de longo prazo, o que envolve ações deliberadas de promoção de mecanismos de aprendizagem entre os diversos atores envolvidos. Neste sentido, os *sistemas nacionais de inovação* refletem a articulação e convergência entre políticas de C&T e políticas industriais, o que em outras palavras significa promover sistemas de CT&I. Para Viotti (2003), a política de inovação surgiu no Brasil recentemente como resultado desta convergência.

Rezende & Tafner (2005) destacam que embora a crescente capacidade de produção de conhecimentos científicos decorrente da consolidação do sistema de pós-graduação no país constitua um dos elementos-chave para a promoção de uma *aprendizagem tecnológica ativa* e a construção do *sistema brasileiro de inovação*, a baixa intensidade tecnológica da pauta de exportações e o declínio da produtividade do trabalho dos brasileiros nas últimas décadas revelam o papel limitado que a transformação de conhecimentos científicos em inovações vem desempenhando no processo de desenvolvimento do país.

Segundo os autores, o Brasil deve possuir outros elementos que o qualifiquem à superação do círculo vicioso estabelecido entre um processo de *aprendizagem tecnológica passiva*, um elevado hiato de produtividade em relação às economias líderes e a dependência de *vantagens competitivas espúrias*, fatores que concorrem para a reprodução do subdesenvolvimento e do atraso tecnológico. Tais vantagens baseiam-se na imitação, na competição baseada em baixos salários, na exploração de recursos naturais e em subsídios ou proteção estatais, bem como na inserção internacional do país às custas do comprometimento do padrão de vida presente e futuro de sua população. Caracterizam, pois, a opção por um tipo de desenvolvimento não-sustentável.

Viotti (2003) argumenta que a percepção dos resultados limitados do processo de desenvolvimento tecnológico em curso e seus impactos na inserção competitiva passiva do país no cenário internacional tem levado ao reconhecimento da necessidade de criação de políticas de CT&I, embora advirta que trata-se de um debate ainda em aberto. O autor ressalta que as políticas públicas em países com sistemas de inovação maduros em geral voltam-se para a correção das *falhas sistêmicas*. Porém, no Brasil, as inovações constituem fenômenos raros, sendo mais comum a absorção das inovações geradas em outras economias, bem como sua adaptação e aperfeiçoamento.

Ao propor a classificação em dois tipos de *sistemas nacionais de mudança técnica*, um liderado pelos processos de inovação e outro liderado pelos processos de *aprendizagem tecnológica*, o autor abre caminho para a continuidade do debate sobre CT&I no Brasil sob um contorno mais realista. Assim, o *sistema de mudança técnica* no qual a inovação é a forma predominante é característico dos países com *sistemas de inovação maduros*, enquanto a *aprendizagem tecnológica* é o *sistema de mudança técnica* característico de países com *sistemas de inovação incompletos*, como o Brasil.

Cabe distinguir ainda entre dois tipos de *aprendizagem tecnológica*: *passiva* e *ativa*. A *aprendizagem tecnológica passiva* envolve a capacitação tecnológica de produção e *inovações incrementais* em produtos, caracterizando mais propriamente o *aprender fazendo* e o *aprender usando*. Na *aprendizagem tecnológica ativa*, além da absorção da capacitação de

produção, adquire-se o domínio sobre a tecnologia assimilada e desenvolve-se a capacidade de geração de *inovações incrementais* como resultado de esforço tecnológico deliberado. Este ocorre por meio da absorção de novos conhecimentos em C&T, da cooperação tecnológica, da engenharia reversa e da busca de novas tecnologias por meio de atividades internas de P&D.

De fato, a capacidade de aprender é crucial para o sucesso de indivíduos, empresas, setores, instituições, regiões e economias nacionais e refere-se à possibilidade de desenvolvimento de novas capacitações e não apenas ao acesso a novas informações, como destacam Johnson & Lundvall (2005 *apud* FERREIRA *et al.*, 2007). No cenário atual, a aprendizagem institucional e o capital social tendem a tornar-se elementos-chave das estratégias de desenvolvimento dos países, ao lado da base de ciência e engenharia. Portanto, à educação em engenharia é reservado um papel-chave, dada sua dimensão estratégica, o que significa pensá-la segundo um novo paradigma.

A partir dos três paradigmas apontados por Tigre (2005) e nos termos propostos neste artigo, trata-se de uma educação em engenharia alinhada não mais ao *paradigma fordista* da produção em massa e da educação de massa ou da *educação em engenharia moderna*. Trata-se sim de uma nova educação em engenharia de natureza multidisciplinar que, alinhada ao *paradigma pós-fordista* e ancorada na *abordagem neo-schumpeteriana*, confere destaque ao empreendedorismo, à inovação e à concorrência.

De acordo com Longo (2004 *apud* FERREIRA *et al.*, 2007), não existe tecnologia pronta e em uso sem engenharia e o projeto de desenvolvimento de qualquer país não pode prescindir da existência e do controle nacional de uma robusta e inovadora base de ciência e engenharia. De fato, cabe ao Estado o papel de agente ativo e coordenador das atividades de CT&I, articulando-as, sobretudo, ao setor educacional.

4. UM NOVO PARADIGMA PARA A ENGENHARIA E A EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA

A engenharia pode ser entendida como concepção, planejamento, desenvolvimento, viabilização, implantação, gerenciamento e operação de empreendimentos humanos, quer sejam artefatos, estruturas ou processos. Trata-se da aplicação de habilidades específicas e conhecimentos empíricos e científicos capazes de converter recursos naturais em formas e ferramentas adequadas ao atendimento das necessidades humanas. Assim, confundem-se com técnica quando referem-se a procedimentos, habilidades e artefatos, e também com tecnologia, no sentido de sistemas desenvolvidos a partir de conhecimentos científicos. A história da engenharia confunde-se, pois, com a própria história da evolução humana.

A concepção tradicional e mais disseminada da relação entre C&T considera a tecnologia como conhecimento prático e aplicado derivado do conhecimento teórico e científico. Tal concepção decorre de uma visão simplista entre ambas associada ao *modelo linear de inovação* que a cada dia sofre mais críticas. No entanto, esta visão ainda contribui para a valorização incipiente das análises qualitativas da tecnologia e de seus impactos. Subjacente a ela encontra-se também outra visão: a da natureza neutra e autônoma do binômio ciência-tecnologia, percepção que se torna hoje cada vez mais claramente questionável. Portanto, as discussões acerca do papel da ciência-tecnologia-inovação-engenharia tornam-se hoje fundamentais, quando se leva em conta o atual estágio de desenvolvimento científico e tecnológico atingido pela sociedade contemporânea e o âmbito dos estudos de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Inovação (CTS&I).

De fato, o surgimento da engenharia dá-se a partir da rápida expansão dos conhecimentos científicos e de sua aplicação a problemas práticos, com base nos desenvolvimentos da matemática, nas explicações dos fenômenos físicos, nas práticas de campo e nos experimentos de laboratório. Segundo Bazzo & Pereira (2006), apenas no século XVIII chegou-se a um

conjunto sistematizado de conhecimentos que constitui o marco divisório entre dois tipos de engenharia: a *engenharia do passado* e a *engenharia moderna*. Se na *engenharia do passado*, os artefatos eram construídos a partir de conhecimentos estéticos e operacionais e baseados na experiência anterior dos construtores, na *engenharia moderna* o projeto teórico é baseado em conhecimentos científicos e antecede a construção.

Desde então, a engenharia vem aumentando sua importância e pertinência social, sobretudo na medida em que vem incorporando os conhecimentos tecnológicos derivados das sucessivas ondas de inovações. Tal como ocorre no campo do empreendedorismo, a engenharia exige do profissional criatividade e pragmatismo e envolve riscos, recompensas e a busca de oportunidades. É na experiência construída no dia-a-dia que inovações significativas podem ser geradas por engenheiros que atuam autonomamente, fundam empresas, atuam como empregados em empresas estabelecidas ou como colaboradores inseridos em suas redes sob a forma de terceirizados.

Independentemente do tamanho, as empresas hoje vêm experimentando novas formas de relacionamento e estruturas capazes de propiciar maior agilidade diante dos desafios de mercado. De fato, especialização, flexibilidade e capacidade de integração são novos e importantes requisitos profissionais, sobretudo quando se leva em conta os oligopólios globais e as redes de empresas atuais. Tais formatos são facilitados pela utilização das TIC que, ao mesmo tempo, favorecem o estreitamento da relação entre tecnologias *hard* (máquinas e equipamentos) e tecnologias *soft* (práticas organizacionais).

A indagação de Silveira *et al.* (2007) é pertinente: como conciliar a atitude individual do *engenheiro técnico* com a atitude relacional do *engenheiro empreendedor e inovador* necessária ao trabalho em equipes e redes? Para ele, todo problema de engenharia é multidisciplinar, o que conduz necessariamente ao trabalho em equipes multidisciplinares e à necessidade de uma formação multidisciplinar. O autor nomeia três *paradoxos* relacionados à formação do engenheiro na atualidade:

- o *paradoxo do especialista*, uma vez que é impossível o ensino de todo o conhecimento necessário, não só em termos da extensão dos conteúdos, mas do tempo hábil para ministrá-los;
- o *paradoxo da multidisciplinaridade*, dada a necessidade de integração de conhecimentos de diferentes disciplinas, ao mesmo tempo em que as tecnologias combinam-se e convergem, o que dificulta ajustes curriculares em tempo hábil;
- o *paradoxo do pensamento em rede*, pois é necessário simultaneamente desenvolver a inteligência analítica, que exige profundidade e domínio de linguagem técnica especializada, e a inteligência em rede, que exige a interação do engenheiro com um maior número de atores e de instâncias, trabalhando em linguagens técnicas diferentes.

Embora idealizada, a noção de paradigma contribui para o balizamento de modelos organizacionais e tecnológicos associados a padrões de comportamento e tecnologias-chave e mostra-se uma abordagem útil para iluminar também os novos aspectos e desafios atuais enfrentados pela engenharia e a educação em engenharia. Evidencia-se que as características atuais do conhecimento, da aprendizagem e da tecnologia com as quais os engenheiros têm de lidar em suas atividades cotidianas devem ser ampliadas e contempladas também por outras disciplinas, motivo pelo qual se ressalta neste artigo a pertinência da abertura da engenharia a outras contribuições teóricas.

Da simples construção de estruturas físicas e transformação de materiais, a engenharia passa a ser mais abstrata, no sentido de integradora de conhecimentos técnicos diversificados. Retomando Silveira *et al.* (2007), trata-se hoje de lidar com processos e serviços em função da resolução de problemas contextualizados, o que inclui a consideração sobre seus impactos econômicos, sociais e ambientais, bem como a integração entre diferentes sistemas e plataformas tecnológicas. Se a engenharia mudou, a educação em engenharia também deve

mudar, de modo a incorporar abordagens condizentes com este novo paradigma, pois já não é mais possível restringir-se apenas à educação técnico-científica tradicional.

Trata-se de uma nova atitude diante da busca de informações e do processo de aprendizagem e construção de conhecimentos, não apenas empreendedora e inovadora, mas fundamentalmente prospectiva. A percepção recente é de que as questões e problemas que surgem ao longo do processo produtivo dizem respeito cada vez menos a decisões conhecidas, rotineiras, repetitivas e programáveis e cada vez mais a decisões em condições pouco conhecidas, menos rotineiras e de risco em que os atores precisam reagir rapidamente a situações imprevistas. O ambiente de negócios contemporâneo envolve não apenas decisões mais complexas, mas um maior número de atores e de interações sociais, o que leva à demanda por engenheiros capazes de estabelecer e manter relacionamentos diferenciados com diversos atores.

Verifica-se o deslocamento do foco de trabalho e do perfil de formação do engenheiro contemporâneo: de técnico a gerente do conhecimento, do raciocínio linear tecnocrático ao raciocínio estratégico tecnologicamente informado, de solucionador dos problemas que lhe são apresentados ao empreendedor que decide o problema a resolver, eventualmente organizando seu próprio negócio, de representações padronizadas a um sistema de representações abstratas em rápida mudança, de intervenções exclusivamente técnicas à consideração de impactos econômicos, sociais e ambientais.

Negreiros & Nardini (2005) destacam a demanda do mercado por dois tipos de engenheiros: os *engenheiros sistêmicos de desenvolvimento* e os *engenheiros sistêmicos de operações*. Enquanto os primeiros se voltam para a *capacitação tecnológica* relacionada ao desenvolvimento de produtos e processos, os últimos orientam-se para a *capacitação tecnológica* relacionada à produção. De modo geral, os engenheiros tendem a trabalhar cada vez menos isoladamente e cada vez mais em grupos e equipes de alto desempenho que exploram capacitações complementares.

Os autores afirmam que há certo consenso de que os *engenheiros projetistas* com profundo conhecimento técnico, mas pouco conhecimento sobre gestão e ambiente de negócios, encontram condições de trabalho ideais em empresas especializadas do tipo *design-houses*, ou em pequenas empresas prestadoras de serviços para grandes empresas. Este tem sido o perfil privilegiado nas escolas de engenharia brasileiras, embora os novos requisitos do mercado de trabalho apontem em outra direção.

No entanto, destacam que uma nova educação em engenharia deve ser capaz de garantir a formação mínima nas três identidades e de propiciar aos formandos versatilidade profissional. Em complemento, Santos *et al.* (2005) ressaltam a importância da formação empreendedora e do foco no aprender a aprender, pois a necessidade hoje é de uma educação para a vida. Longo (2004 *apud* FERREIRA *et al.*, 2007) também ressalta o aprender a aprender, a atitude investigativa e o saber fazer com criatividade e ousadia que favorecem a capacidade de inovação. Considera a necessidade de uma educação em engenharia mais personalizada, multidisciplinar e humanista que leve os estudantes a lidarem com problemas complexos, o que requer visão sistêmica, capacidade empreendedora e gerencial.

Filho & Silveira (2007) endossam a visão de uma educação em engenharia multidisciplinar que, por meio de projetos tecnológicos práticos, possa incluir parceiros de outras disciplinas. Trata-se de uma nova perspectiva multifacetada em que princípios científicos sustentam práticas empíricas com objetos novos e incorporando técnicas de diversos campos não articulados anteriormente. Segundo os autores, torna-se necessário re-fundar o processo gerador do conhecimento científico e tecnológico com “espírito nacional”, aptidão e meios para “digerir o contexto material e cultural da sociedade brasileira”.

É indispensável revitalizar o ensino, de modo a formar engenheiros críticos, abertos a novas interferências e usos em seu trabalho, com postura investigativa, não só quanto ao

conhecimento, mas quanto à sua aplicação contextualizada. Segundo os autores, o ponto de partida para isso é a própria capacitação do corpo docente, no sentido de que a engenharia seja tratada não mais como um campo profissional formado e segmentado em especialidades e meios tecnológicos, mas como um campo por definir.

Deste modo, os projetos educacionais de formação de engenheiros devem ser concebidos visando à formação de um profissional não só apto à pesquisa, mas principalmente aberto ao convívio com referenciais oriundos de outras instâncias profissionais e sociais. De fato, o grande desafio para as universidades brasileiras hoje é detectar quando as transformações ocorrem e em que direção, de modo que seja minimamente possível, em tempo hábil, implementar mudanças nos projetos pedagógicos, nos currículos e nas práticas acadêmicas.

Atualmente, trata-se não mais de educar com foco no professor e no ensino, segundo os preceitos da *educação em engenharia moderna*, mas de educar para a aprendizagem do estudante, em ritmo variável, de modo a estimular comportamentos flexíveis, não apenas em razão do novo *paradigma pós-fordista*, mas sobretudo devido à importância estratégica dos *sistemas nacionais de inovação e de aprendizagem tecnológica*. A partir do *modelo sistêmico de inovação*, entende-se que diversos atores atuam no processo de inovação e que este ocorre de maneira dinâmica, aberta, cada vez mais cooperativa e ampliada em redes.

O novo paradigma da engenharia requer um novo paradigma para a educação em engenharia, não mais centrado no professor, mas também em um novo tipo de estudante mais informado que deve ser estimulado por processos de análise e síntese de dados, informações e conhecimentos provenientes de várias fontes e disciplinas. Como afirmam Ferreira *et al.* (2007), o foco dirige-se para a formação de *engenheiros empreendedores e inovadores* multifuncionais, com pensamento autônomo, iniciativa, liderança, flexibilidade e capacidade para o trabalho em equipes multidisciplinares. Destaca-se a importância de serem utilizados cada vez mais métodos interativos como jogos e simulações, estudos de caso e solução de problemas, ou seja, métodos de aprendizagem ativa, cooperativa e por descoberta.

Trata-se de levar os estudantes ao reconhecimento de que o sistema de CT&I é cada vez mais percebido como estratégico e de que tanto a engenharia como a educação em engenharia constituem os alicerces deste sistema. Além disso, ambas compõem projetos de desenvolvimento nacionais que levam em conta como fatores críticos e alavancadores o conhecimento como recurso e a aprendizagem como processo. Deste modo, desenvolver nos estudantes uma relação pró-ativa com a aprendizagem torna-se fundamental.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os debates na área de educação em engenharia vêm sendo estimulados pela percepção de que um nível de qualificação cada vez mais elevado, amplo e complexo está sendo exigido dos engenheiros nos dias de hoje. A ênfase nas mudanças tecnológicas e na cooperação entre indivíduos, empresas e instituições que operam em redes também cada vez mais complexas, abertas e globais, não só amplia o escopo de atuação profissional dos engenheiros, como desloca o foco de suas preocupações para além dos aspectos eminentemente técnicos. De fato, emerge a necessidade de uma nova atitude empreendedora, inovadora e prospectiva diante da busca de informações e do processo de aprendizagem e construção de conhecimentos.

Estes novos requisitos não se restringem apenas às questões tecnológicas, uma vez que novos princípios como complexidade e sustentabilidade evocam a necessidade da engenharia confrontar-se com um novo tipo de saber multidisciplinar e distanciar-se do *paradigma da engenharia moderna*. Deste modo, as discussões sobre a educação em engenharia também não podem mais se manter dissociadas das discussões de vertentes econômicas, políticas e culturais, sobretudo no que tange a empresas e mercados, uma vez que não há um modelo

único para a empresa capitalista e tampouco um corpo teórico único e coerente para abordá-la. Mais uma vez, a ótica multidisciplinar faz-se necessária.

Sabe-se que as empresas inovadoras possuem características específicas e capacitações estratégicas e organizacionais indispensáveis à promoção, tanto de possibilidades de surgimento de inovações, quanto de condições para sua gestão. Sabe-se também que não inovam sozinhas. Ao contrário, sofrem a influência do contexto em que se inserem, isto é, de outras empresas e instituições que sustentam os processos coletivos e sociais de aprendizagem e proporcionam a teia de inter-relações que delimitam as possibilidades de troca de informações, cooperação e compartilhamento de experiências. Independentemente do tamanho, as empresas vêm reestruturando-se interna e externamente para tornarem-se cada vez mais horizontais, ágeis, enxutas, flexíveis e competitivas, estabelecendo novos padrões de relacionamento. Assim, especialização, flexibilidade e capacidade de integração são novos e importantes requisitos profissionais, sobretudo quando se leva em conta os oligopólios globais e as redes de empresas.

Com efeito, as características atuais do conhecimento, da aprendizagem e da tecnologia com as quais os engenheiros têm de lidar em suas atividades cotidianas devem ser ampliadas, uma vez que são contempladas também por outras disciplinas. Neste artigo, não só foram utilizados referenciais teóricos oriundos da economia da inovação, da administração, da engenharia e da educação em engenharia, como se pretendeu por meio dele ressaltar a pertinência da abertura da engenharia a outras contribuições teóricas. O conhecimento de C&T é importante, mas insuficiente para os engenheiros no cenário contemporâneo, devendo combinar-se ao conhecimento sobre empresas e mercados, de modo a contribuir para compor o sistema de CT&I. De fato, empreendedorismo, inovação, concorrência, empresas, mercados, engenharia e educação em engenharia são temas que apresentam convergência crescente.

Até o momento, as inovações tecnológicas e organizacionais promovidas no Brasil continuam insuficientes para alavancar um novo patamar de crescimento econômico e de desenvolvimento. Ao lado destas, *inovações institucionais* voltadas para a superação do *deficit* educacional brasileiro fazem-se igualmente ou mais necessárias, em especial no que diz respeito à educação em engenharia, devido à necessidade atual de que cientistas, engenheiros e técnicos qualificados sejam formados.

Aqui, tem-se o quadro revelador de um *sistema de inovação incompleto* caracterizado por processos de *aprendizagem tecnológica passiva*. Tal cenário deve ser tomado como importante balizador para a urgente necessidade de convergência entre as políticas de C&T, industrial e educacional, no sentido de promover, não só processos de *aprendizagem tecnológica ativa*, como o amadurecimento e futura consolidação do *sistema brasileiro de inovação*. Este tem sobre a base nacional de ciência e engenharia seus alicerces. Igualmente, tem na educação em engenharia um de seus pilares estratégicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T. V. **Introdução à engenharia: conceitos, ferramentas e comportamentos**. Florianópolis : UFSC, 2006.

BELL M.; PAVITT, K. **Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries**. *Industrial and Corporate Change*, v. 2, n.2, p. 157-210, 1993.

FERREIRA, M. L. A.; SOUZA, C. G.; SPRITZER, I. M. P. A. Desenvolvimento tecnológico, empreendedorismo e inovação nas empresas: desafios para a educação em engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, XXXV, Curitiba. **Anais**. Curitiba : ABENGE, 2007. p. 1-15.

FREEMAN, C. **Technology policy and economic performance: lessons from Japan**. London : Pinter Publishers, 1987.

FILHO, P. D. M.; SILVEIRA, M. H. Vir a conhecer: formação de professores de engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, XXXV, Curitiba. **Anais**. Curitiba : ABENGE, 2007. p. 1-9.

HASENCLEVER, L.; TIGRE, P. B. Estratégias de inovação. In: KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. (orgs.). **Economia industrial: fundamentos teóricos e práticas no Brasil**. Rio de Janeiro : Campus, 2002. p. 431-447.

LUNDEVALL, B. A. **National systems of innovation**. London : Pinter Publishers, 1992.

MATESCO, V. R.; HASENCLEVER, L. **Indicadores de esforço tecnológico: comparação e implicações**. Texto para discussão nº 442, Rio de Janeiro : IPEA, 1996.

MELO, L. M. **Sistema nacional de inovação (SNI): uma proposta de abordagem teórica**. Texto para discussão nº 357. Rio de Janeiro : UFRJ / IEI, 1996.

METCALFE, S. O empreendedor e o estilo da economia moderna. In: CASTRO, A. C.; LICHA, A.; JUNIOR, E. Q. P.; SABÓIA, J. (orgs.). **Brasil em desenvolvimento, v. 1: economia, tecnologia e competitividade**. Rio de Janeiro : Civilização Brasileira, 2005. p. 385-417.

NEGREIROS, R. M.; NARDINI, J. J. O engenheiro numa sociedade globalizada: um estudo para reflexão. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XXV, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre : ABEPRO, 2005. p. 1-6.

NEGRI, J. A.; SALERNO, M. S.; CASTRO, A. B. Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras. In: NEGRI, J. A.; SALERNO, M. S. (orgs.). **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras**. Brasília: IPEA, 2005. p. 5-46.

NELSON, R. R. **National innovation systems: a comparative analysis**. New York : Oxford University Press, 1993.

PORTER, M. **Estratégia competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência**. Rio de Janeiro : Campus, 1986.

POSSAS, M. L. Concorrência schumpeteriana. In: KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. (orgs.). **Economia industrial: fundamentos teóricos e práticas no Brasil**. Rio de Janeiro : Campus, 2002. p. 415-429.

REZENDE, F.; TAFNER, P. (orgs.). **Brasil: o estado de uma nação**. 2. ed. Brasília: IPEA, 2005.

SANTOS E. M.; PILATTI, L. A.; VLASTUIN, J. O papel das universidades na formação do engenheiro de produção empreendedor. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XXV, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre : ABEPRO, 2005. p. 1-8.

SHUMPETER, J. A. **Teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico**. São Paulo : Abril Cultural, 1982 (Os Economistas).

_____. **Capitalismo, socialismo e democracia**. Rio de Janeiro : Zahar, 1984.

SILVEIRA, M. A. *et al.* Pesquisa em educação em engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, XXXV, Curitiba. **Anais**. Curitiba : ABENGE, 2007. p. 1-12.

SOUZA, E. C. L. Empreendedorismo: da gênese à contemporaneidade. In: SOUZA, E. C. L.; GUIMARÃES, T. A. (orgs.). **Empreendedorismo além do plano de negócio**. São Paulo : Atlas, 2005. p. 3-20.

TIGRE, P. B. **Paradigmas tecnológicos e teorias econômicas da firma**. Revista Brasileira de Inovação, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, p. 187-223, 2005.

VIOTTI, E. B. Fundamentos e evolução dos indicadores de CT&I. In: VIOTTI, E. B.; MACEDO, M. M. (orgs.). **Indicadores de ciência, tecnologia e inovação no Brasil**. Campinas : Unicamp, 2003. p. 43-87.

ENTREPRENEURSHIP, INNOVATION AND SCHUMPETERIAN COMPETITION: A NEW PARADIGM TO ENGINEERING AND ENGINEERING EDUCATION

Abstract: *This article aims to present a reflection upon the strategic role of entrepreneurship, of innovation and competition, from a multidisciplinary perspective, in it's relation with engineering and engineering education. It's based on the dynamic and revolutionary approach of the capitalist economy proposed by Schumpeter and by neo-Schumpeterian authors. According to a literature survey, it introduces the concepts of entrepreneurship, innovation and Schumpeterian competition, as well as aspects related to innovation management. Yet, it introduces three major paradigms that correlate industrial economy theoretical lines with technological changes. Starting from the recent systemic view of the process of innovation, it discusses the approaches of national systems of innovation and technological learning and indicates the need of engineering alignment to the new post-ford paradigm, from where it elapses the need of a new paradigm to the engineering education, of multidisciplinary nature, tuned with the promotion of the Science, Technology and Innovation System (ST&I), specially in Brazil. Following, it introduces the final considerations.*

Key-words: *Entrepreneurship, Innovation, Schumpeterian Competition, Engineering, Engineering Education.*