

## ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DO PROCESSO INOVATIVO NO DESENVOLVIMENTO DE *SOFTWARE* LIVRE

CÁSSIA ISABEL COSTA MENDES<sup>1</sup>  
ANTÔNIO MÁRCIO BUAINAIN<sup>2</sup>

**RESUMO:** Este artigo tem por objetivo discutir em que medida as características do processo inovativo – oportunidade tecnológica, cumulatividade do progresso técnico e apropriação privada – interagem, se manifestam e podem ou não facilitar a inovação tecnológica na indústria de software, em especial no âmbito do *software* livre, em países em desenvolvimento, tendo o Brasil como referência. O referencial teórico utilizado é a abordagem neo-schumpeteriana a qual apresenta as inovações como mola mestra da dinâmica capitalista.

**PALAVRAS-CHAVES:** software livre, inovação, abordagem neoschumpeteriana.

### FEATURE ANALYSIS OF THE INNOVATIVE PROCESS FOR FREE SOFTWARE DEVELOPMENT

**ABSTRACT:** This article intends to discuss to what extent the characteristics of the innovative process — namely, technological opportunity, technical progress cumulativity and private appropriation — interact, are disclosed, become manifest or make themselves known, and whether they may or not facilitate the technological innovation in the software industry, especially in the scope of free software, in developing countries, having Brazil as main reference. As a system of theoretical references, here is employed the neoschumpeterian approach, which presents the innovations as the linchpin of the capitalist dynamics.

**KEY-WORDS:** free software, innovation, neoschumpeterian approach.

## 1. INTRODUÇÃO

A geração de inovações constitui um pressuposto básico da competitividade, do crescimento e do desenvolvimento econômico no contexto de acirrada concorrência internacional. A inovação tecnológica é movida pela geração de conhecimento e sua aplicação na geração de novos produtos e processos que possam trazer vantagens competitivas para as empresas.

No contexto de aumento da importância da inovação tecnológica como pressuposto de competitividade das organizações é que emerge e se situa o movimento do *software* livre (SL). O *software* livre tem na abertura do código-fonte sua principal bandeira como forma de compartilhar conhecimentos. Seu conceito refere-se a quatro tipos de liberdades do usuário: (i) executar o *software* para qualquer fim; (ii) estudar o *software* para entender seu funcionamento e adaptá-lo como se desejar; (iii) distribuir e compartilhar o *software*; e (iv) melhorar o *software* e redistribuir estas modificações publicamente, para que todos possam se beneficiar.

O desenvolvimento de SL com a abertura do código-fonte e a possibilidade de compartilhar conhecimentos pode influenciar no processo de inovação tecnológica.

---

<sup>1</sup> Bacharel em Direito, Embrapa Informática Agropecuária, [cassia@cnptia.embrapa.br](mailto:cassia@cnptia.embrapa.br)

<sup>2</sup> Economista e Bacharel em Direito. Professor do Instituto de Economia da Unicamp, [buainain@eco.unicamp.br](mailto:buainain@eco.unicamp.br)

O argumento central do artigo é que o desenvolvimento de *software* livre tem desdobramentos sobre como as características do processo inovativo — oportunidade tecnológica, cumulatividade do progresso técnico e apropriação privada — favorecem o processo de inovação tecnológica no âmbito da indústria de *software*, em particular em países em desenvolvimento como o Brasil. Para tanto, o artigo está dividido em quatro seções, incluindo esta introdução e a conclusão: a segunda seção apresenta o referencial teórico neo-schumpeteriano<sup>3</sup>, com ênfase nas características do processo inovativo; na próxima, discutimos em que medida tais características podem estimular a inovação no âmbito do *software* livre e citamos a pesquisa realizada junto à Rede de *Software* Livre para a Agropecuária, da Embrapa; por último, seguem algumas conclusões.

## 2. MARCO TEÓRICO NEO-SCHUMPETERIANO DAS INOVAÇÕES

O processo de inovação é um processo interativo que envolve diversos agentes econômicos e sociais, com diferentes tipos de conhecimentos codificados ou tácitos. O conhecimento codificado, ou expresso, refere-se àquele que se transforma em mensagem e é manipulado como informação, sendo facilmente transferido com o uso de tecnologias da informação e da comunicação. O conhecimento tácito só pode ser difundido se houver interação social, porque se refere aos conhecimentos implícitos a um agente social ou econômico, como as habilidades acumuladas por um indivíduo ou firma que compartilha de atividades e linguagem comuns.

A dinâmica do processo de inovação é entendida no contexto da concorrência entre empresas. Dosi (1984) destaca três características relevantes para a análise da inovação tecnológica: (i) grau de oportunidade tecnológica oportunidade de introdução de avanços tecnológicos rentáveis; (ii) cumulatividade nas capacidades tecnológicas inerentes aos padrões de inovações e à capacidade de inovar das firmas; e (iii) apropriação privada das vantagens advindas da inovação retorno econômico do progresso técnico. Essas três características condicionam o processo de inovação.

A oportunidade tecnológica se refere ao estágio fluido da trajetória tecnológica e está associada ao nascimento das empresas que logram se aproveitar da oportunidade para incorporar avanços tecnológicos em ritmo intenso, “gerando um fluxo de novos produtos e processos produtivos, rapidamente substituídos” por outros (POSSAS, 1999, p. 93).

Esse mesmo estado fluido da tecnologia que permite nascimento de novas empresas leva à morte outras, que não são bem sucedidas em aproveitar a oportunidade tecnológica. Em mercados ainda em formação, é sempre mais fácil conseguir vantagens competitivas com novos produtos ou serviços, com clientes e fornecedores, formas de distribuição, comercialização etc. É esse o sentido do estado fluído da tecnologia, quando o grau de oportunidade é mais elevado, as oportunidades para a inovação mais intensas e os agentes ainda não adquiriram vantagens absolutas no mercado e estão aprendendo à medida em que avançam (UTTERBACK, 1994).

A outra característica do processo inovativo é a cumulatividade. Ela diz respeito à maior probabilidade de acumulação futura, relacionada a inovações constantes. O conhecimento de determinada tecnologia e a experiência com sua utilização são indispensáveis para o aprendizado.

---

<sup>3</sup> Dentre as abordagens teóricas da inovação, utilizamos a neo-schumpeteriana pelo fato dela abordar a inovação como mola mestra da dinâmica capitalista. Este marco teórico enfatiza que os ganhos diferenciais na economia capitalista se situam não somente no domínio da produtividade física, mas também, e principalmente, na inovação a qual ocorre com a introdução de novos métodos produtivos, novos produtos e serviços, novas formas de organização da produção, descobertas de novos mercados ou novas fontes de matérias-primas. A inovação é apresentada por Schumpeter como um fator essencial que diferencia os produtos e serviços de um agente perante os demais e como um instrumento eficaz de apropriação do valor ou do poder de compra.

A cumulatividade talvez seja a característica que assegura maior vantagem competitiva ao inovador. Na medida que uma empresa acumula conhecimentos e inovações, fica mais fácil introduzir novos produtos e processos, aumentando sua vantagem em relação aos competidores. A última característica, a apropriação, é relevante para assegurar a valorização do esforço de inovação. Inovar significa introduzir “novas formas de produção não testadas, e, como tal, cercadas de maior grau de incerteza do que as já vigentes e que, portanto, necessitam ter remuneração superior a estas últimas” (POSSAS, 1999, p. 86). Neste sentido, a apropriação de ganhos extraordinários “é absolutamente fundamental para que ocorra a inovação”, segundo Possas (1999, p. 86). São conhecidas as trajetórias de tecnologias que em determinado momento pareciam claramente superiores às dominantes, e que não conseguiram se viabilizar porque não lograram preencher o quesito da apropriação.

### **3. CARACTERÍSTICAS DO PROCESSO INOVATIVO NO ÂMBITO DO SOFTWARE LIVRE E NA REDE AGROLIVRE**

Partindo do marco teórico neo-schumpeteriano, nesta seção fazemos uma análise conceitual e prática de sua aplicação no *software* livre e discutimos como as características do processo inovativo se manifestam, interagem e fomentam ou não a inovação no âmbito do *software* livre. O desenvolvimento de SL é fortemente baseado em dois aspectos, a difusão dos conhecimentos codificados e tácitos e pela interação social entre os atores envolvidos. Quanto ao primeiro aspecto, a difusão do conhecimento codificado é representada pela disponibilização do código-fonte do programa de computador com as liberdades preconizadas pelo SL, citadas na introdução. A difusão do conhecimento tácito ocorre por intermédio da forte interação social existente entre os diversos atores do movimento de SL – desenvolvedores, testadores, usuários, organizações, entre outros – os quais, pela internet, comunicam-se, dando sugestões de melhorias e aperfeiçoamentos para os programas de computadores. Quanto à primeira característica, sabe-se que a introdução do *software* livre na indústria de *software* nacional “quebra”, ou minimiza, algumas barreiras à entrada de novos concorrentes, e por isto reabre novas oportunidades tecnológicas. Por basear-se em padrões abertos, beneficiar-se das economias em rede, a geração de SL facilita a união de competências e permite reduzir o custo de produção e a necessidade de capital para investimento em pesquisa e desenvolvimento (P&D), que na indústria tradicional funcionam como barreiras à entrada (MENDES, 2006). A pesquisa Softex (2005) mostrou que o SL pode promover maior cooperação entre pequenas empresas e servir de canal para divulgar as capacidades brasileiras na comunidade internacional. Destacando o potencial das pequenas e médias empresas, a pesquisa evidencia que estas geram parte significativa das inovações da indústria de *software*. A segunda característica, a cumulatividade do progresso técnico, é muito promissora no modelo de desenvolvimento do *software* livre exatamente por romper com o domínio alcançado pelas grandes corporações que acumularam estoque e conhecimento e inovação no passado. Segundo Silveira (2004, p. 41), o “trabalho colaborativo e em rede é a essência do desenvolvimento do *software* livre (...)”. O desenvolvimento colaborativo traz em seu bojo a possibilidade de compartilhar e de multiplicar a informação e o conhecimento, bens não-rivais e não esgotáveis cuja circulação é restringida pelo modelo de apropriação das patentes e direito de autor utilizado pela indústria de *software*. A adoção do modelo de desenvolvimento colaborativo, que envolve grande número de desenvolvedores voluntários, possibilita considerável qualidade técnica do *software* desenvolvido, o que por sua vez “atrai novos usuários, vários dos quais

passam a agir como testadores e desenvolvedores do sistema. Esta atuação produz melhorias na qualidade do sistema, o que acaba por atrair novos usuários” (HEXSEL, 2003, p. 5).

O agrupamento de competências da comunidade em rede, a informação e os conhecimentos pré-existentes e disponíveis no código-fonte de *software* e em suas documentações, a qualidade técnica como resultado final da junção destes fatores trazem maior probabilidade de acumulação futura do progresso técnico, fomentando inovações constantes e em seqüência.

Quanto à terceira característica, apropriação privada, o *software* livre modifica a apropriação em dois pontos essenciais para a inovação. O primeiro refere-se à aprendizagem e está mais relacionada à característica da cumulatividade; o segundo ao modelo de desenvolvimento de negócios com impactos organizacionais (SALLESFILHO *et al.*, 2005).

A apropriação a partir da aprendizagem individual tem sua origem na abertura do código-fonte. Salles-Filho *et al.* (2005) afirmam que o desenvolvedor de um *software* acelera seu processo de aprendizagem, tanto pelo acesso ao conhecimento, como pelo estímulo à participação num projeto de criação de um sistema livre, na medida em que se apropria do conhecimento encerrado no código-fonte e participa do seu aprimoramento. A difusão dos conhecimentos codificados (acesso ao código-fonte) e dos conhecimentos tácitos (experiência de cada agente, seja desenvolvedor, testador ou usuário) possibilita uma interação social que favorece a “gestação de um novo projeto na comunidade” para solução de novos problemas.

A segunda dimensão, a da apropriação a partir do desenvolvimento de negócios, mostra que o SL traz novas variáveis à indústria de *software*. Mas não se trata de uma ruptura tecnológica, apenas de um novo modo para desenvolver e licenciar *software*, com modelos de negócios baseados em serviços – treinamento, desenvolvimento e customização de *software*, habilitação de *hardware*, entre outros – ocasionando a quebra de alguns modelos estruturais de apropriação nesta indústria. Sob a ótica prática, em pesquisa realizada por Mendes (2006) junto à Rede de *Software* Livre para a Agropecuária (Rede AgroLivre)<sup>4</sup> desenvolvida pela Embrapa, as características do processo inovativo se manifestam da seguinte maneira.

A oportunidade tecnológica é representada pela oportunidade da Embrapa incubar empresas a partir de *software* livre gerado, possibilitando o ingresso de algumas empresas no mercado ou ajudando outras a ampliar sua atuação por intermédio do oferecimento de treinamentos, formação de pessoal, desenvolvimento de *software* e diversos serviços relacionados aos programas gerados pela Embrapa. A incubação também é vista como uma das formas de apropriação ou captação de recursos, principalmente pela prestação de serviços a partir de *software* livre.

A cumulatividade do progresso técnico é proporcionada pela legibilidade do código-fonte e sua documentação bem feita, que codifica o conhecimento tácito, possibilitando eficaz compartilhamento de conhecimento. A cumulatividade de conhecimentos pode facilitar o surgimento de inovações tecnológicas.

Um exemplo de inovação surgida a partir da Rede AgroLivre é o do *software* Lactus, sistema de controle de gado leiteiro. Após ter sido disponibilizado no repositório, um desenvolvedor voluntário adaptou o aplicativo para criações de cabras, gerando uma inovação incremental.

#### 4. CONCLUSÕES

A promoção e difusão da inovação tecnológica nos países em desenvolvimento é fator primordial para minimizar a defasagem existente entre estes e os países desenvolvidos.

---

<sup>4</sup> Projeto que visa atender à demanda do setor agropecuário nas áreas de sistemas de apoio à tomada de decisão, à pesquisa científica e a projetos de inclusão digital, por intermédio da disponibilização de *software* livre para o agronegócio. Repositório disponível em: <http://repositorio.agrolivre.gov.br/>.

No entanto, continua sendo reproduzida a defasagem entre os países industrializados e os países produtores de produtos primários, e entre a empresa industrial de produção em massa e as formas semiartesaniais de produção. Isto decorre, principalmente, do fato de que a simples abertura das fronteiras econômicas, sem uma transformação da capacidade produtiva das sociedades periféricas, em especial as latino-americanas, impede a produção de produtos do mesmo nível tecnológico das economias avançadas, e, também, porque a homogeneização das condições macroeconômicas destas economias avançadas não foi acompanhada pela modernização do sistema produtivo nas economias da periferia.

O SL emerge como um dos instrumentos que pode contribuir para minimizar a defasagem entre os países do centro e os da periferia e estimular a inovação incremental. As obras derivadas – a criação de outros programas a partir de SL disponível – representam melhorias e avanços em relação aos anteriores, até mesmo gerando um novo *software*, gerando inovações incrementais.

A produção e apropriação do conhecimento coletivo é uma realidade nas comunidades de SL. Esta nova forma de produção de bens e serviços reflete um dos pontos fortes do SL, capaz de estimular a geração constante de inovações tecnológicas que podem contribuir para a promoção de um desenvolvimento tecnológico mais equitativo entre os países.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DOSI, G. ***Technical Change and Industrial Transformation***. London: Macmillan, 1984.

HEXSEL, R. A. ***Software Livre***: Paraná: Universidade Federal do Paraná, 2003.

MENDES, C.I.C. ***Software Livre e Inovação Tecnológica: uma Análise sob a Perspectiva da Propriedade Intelectual***. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Economia. Campinas: 2006. 297p.

POSSAS, M. S. ***Concorrência e Competitividade: notas sobre estratégia e dinâmica seletiva na economia capitalista***. São Paulo: Hucitec, 1999.

SALLESFILHO, S. STEFANUTO, G. N.; DE LUCCA, J. E.; ALVES, A. M. ***O impacto do software livre e de código aberto (SL/CA) nas condições de apropriabilidade na indústria de software brasileira***. XI Seminário de Gestão Tecnológica. ALTEC: Salvador, 2005.

SILVEIRA, S. A. da. ***Software livre: a luta pela liberdade do conhecimento***. São Paulo: Fundação Perseu Abramo, 2004.

SOFTEX. ***Impacto do software livre e de código aberto na indústria de software no Brasil***. Campinas: Softex, 2005.

UTTERBACK, J. M. ***Dominando a dinâmica da inovação***. Rio de Janeiro: Qualitymark. 1996.