

Complexidade, Aprendizagem e Mudança: A Tecnologia da Informação como condutor de inovação em Arranjos Produtivos Locais de base tecnológica

Kleber Fabiano Angeli
kleberangeli@yahoo.com.br
Faculdade Adventista Paranaense

Álvaro José Periotto
ajperiotto@uem.br
UEM - Universidade Estadual de Maringá

Resumo

Este artigo se propõe a discutir teoricamente, sob a luz da teoria da complexidade e a teoria das organizações, a Tecnologia da Informação (TI) como elemento condutor de inovação para arranjos produtivos locais de base tecnológica. As vertentes conceituais sobre sistemas adaptativos complexos e arranjos produtivos locais norteiam o arcabouço teórico discutido neste artigo, tendo como fator de ligação a aprendizagem e mudança em prol de um ambiente inovador, proporcionado pela TI. A tipificação de redes interorganizacionais e empresas de base tecnológica proporcionaram um aprofundamento maior no estudo possibilitando a verificação de evidências conceituais importantes para este estudo. Fundamentado no marco teórico que sustenta o tema, buscou-se a através de uma análise hermenêutica a implicação da TI como fator preponderante na construção de arranjos produtivos locais, especialmente de empresas de base tecnológica.

Palavras Chave: Complexidade, Mudança, Inovação, Tecnologia da Informação, Arranjos Produtivos Locais.

Introdução

As organizações estão vivenciando um período de intensas mudanças em todo mundo, onde as inovações são geradas e propagadas muito rapidamente em diversas economias e países. Novos processos e produtos, gerados pela economia de escala e novos mercados e novas formas de organização organizadas em redes e usufruindo do comércio eletrônico. Esta dinâmica contempla oportunidades e ameaças aos países, a determinadas atividades econômicas e alguns setores da indústria e à organizações.

Mudanças partindo de inovações implicam na busca do conhecimento novo, como Khun (2000) nos relata que, a ciência se constrói somente através da instituição de novos paradigmas em detrimento de paradigmas anteriores. Ainda sobre a ótica sócio-econômica Marx afirmava que o capitalismo e a burguesia nutriam-se do novo, eliminando o antigo antes que depreciasse e tornasse obsoleto.

As mudanças geram resistência dos atores envolvidos no processo direta ou indiretamente, onde buscam sempre postergar a introdução do “novo”. Percebe-se também que a expansão dos limites do conhecimento através da Tecnologia da Informação se faz necessário para que o “novo” ocupe o seu espaço.

A velocidade das mudanças nas empresas de base tecnológica como de softwares, biotecnologia, mecânica fina, micro-eletrônica, entre outras, face às exigências mercadológicas, faz com que a estrutura destas organizações seja ágil na busca de inovações. A cooperação através de redes interorganizacionais é um caminho adotado por muitas destas empresas. Percebe-se que a característica da grande maioria das empresas de base tecnológica é de serem pequenas ou micro empresas com sutis peculiares ligadas a aspectos regionais. Desta forma, o modelo de cooperação adotado é o de Arranjos Produtivos Locais (APLs). Segundo Lastres e Cassiolato (2004), os APLs se desenvolvem quando organizações aglomeradas em um determinado espaço constituem vínculos duradouros e solidários de interação, cooperação e aprendizagem, com possibilidade de geração de inovações para melhoria da competitividade e do desenvolvimento local.

Uma corrente científica que permite interpretar a evolução dos APLs fundamenta-se na teoria da complexidade, que busca o entendimento de como certas coisas – células, um bando de pássaros, cidades, civilizações, organizações – conseguem manter uma coerência em situações de contínua mudança, sem que haja necessariamente um controle hierárquico e um planejamento central. (NOBREGA, 1996).

Fundamentado no marco teórico que sustenta o tema e com a finalidade de desvendar o problema exposto, elaborou-se uma pergunta que sua resposta ajudará a alcançar o objetivo deste estudo: “A Tecnologia da Informação pode prover a aprendizagem organizacional propiciando um ambiente inovativo e favorável a mudanças, dentro de redes interorganizacionais complexas como os arranjos produtivos locais de empresas de base tecnológica?”

Complexidade e aprendizagem organizacional

De acordo com Morin (1986), existe complexidade onde ocorre algum tipo de entrelaçamento de ações, interações e retroações. A complexidade corresponde à multiplicidade, ao entrelaçamento e à contínua interação da infinidade de sistemas e fenômenos que compõem o mundo natural.

Uma das principais características desses fenômenos são as qualidades emergentes, que surgem resultantes da interação de partes ou indivíduos movidos segundo algumas poucas e simples regras locais. Assim, uma vez que certas condições estejam presentes, a ordem pode surgir de situações aparentemente caóticas (AGOSTINHO, 2003).

Segundo Morin (1977), os sistemas vivem em constante oscilação dentro do anel tetralógico, mostrado na Figura 1, de ordem/desordem/interação/organização.

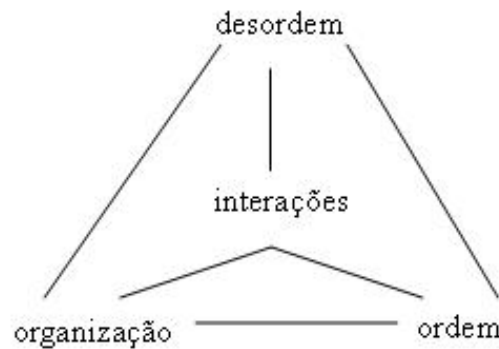


Figura 1 - O anel tetralógico
 Fonte: Adaptado de Morin (1977)

A partir de um momento de desordem, os indivíduos, por intermédio das interações, provocam uma nova ordem da organização e assim sucessivamente. Os conceitos de ordem e de organização só se desenvolvem em função um do outro. Quanto mais a ordem e a organização se desenvolvem, mais se tornam complexas, mais toleram, utilizam e necessitam até da desordem (MORIN, 1977).

Conforme afirma Klement (2000), ordem, desordem e organização não devem ser interpretados como excludentes e com formas lineares, pois interagem dialogicamente, se relativizando de forma contínua, fazendo com que o sistema se mantenha ativo. Os Sistemas Adaptativos Complexos (SACs) existem na dialógica entre a ordem e a desordem. Sob o ponto de vista da Complexidade, as organizações podem ser vistas como um fenômeno que emerge da ação e interação dos agentes componentes de um sistema. Vislumbrá-las como SACs permite buscar soluções para os problemas advindos da crescente complexidade no mundo das organizações.

Abandona-se assim a linearidade herdada do modelo mecanicista, que enfatiza a subdivisão do sistema em suas partes, em favor de uma visão mais integrada, em que a solução vem da dinâmica do sistema como um todo e emerge daí, não da soma das ações isoladas das partes (NOBREGA, 1996).

Uma das formas de verificação da complexidade nas organizações pode advir do fato de quando atividades que não estavam na rotina de trabalho vêm à tona e “forçam” os seus integrantes a buscarem uma solução. As pessoas detectam a não-linearidade e trabalham, através de interações, em busca de uma solução.

Neste contexto, verifica-se que as organizações são capazes de auto organizar-se, característica esta, fortemente atribuída aos SACs. “A possibilidade de auto-organização surge uma vez que os numerosos agentes que compõem o sistema são elementos vivos. Eles têm autonomia para orientarem suas ações de acordo com o que apreendem de sua interação com o ambiente” (AGOSTINHO, 2003, p.6).

Para Stacey (1996), um SAC consiste de um grande número de componentes, ou agentes, os quais se comportam de acordo com seus próprios princípios de interação local, num processo de auto-organização. Esses sistemas aprendem e evoluem de maneira adaptativa, ou seja, registram informações para extrair regularidades, inserindo-as dentro de esquemas que são continuamente mudados à luz da experiência.

Uma das características principais de um SAC é o fato de ser um sistema aberto, uma vez que há um contínuo fluxo de entrada e saída (seja de matéria, energia ou informação) entre o ambiente e o sistema. Stacey (1996) argumenta que sistemas abertos necessitam de uma forma de aprendizagem diferente daquelas encontradas em sistemas fechados, e que o caos e a instabilidade dentro dos sistemas podem colaborar no desenvolvimento de *insights* na resolução dos problemas.

Argyris (1978) afirma que uma das barreiras à frente da aprendizagem é a tendência do sistema de focar o aprendizado no circuito simples (*single-loop*) ao invés do circuito duplo (*double-loop*). No circuito simples as estratégias são definidas de acordo com o modelo mental do sistema, não se criando dessa maneira inovação, uma vez que apenas repetem-se práticas consideradas adequadas. Stacey(1996) acredita que o conhecimento obtido com a experiência é reproduzido pelo agente e por aqueles que aderem à experiência.

A saída é a utilização de outra forma de aprender que conduz à inovação daquilo que está sendo sistematicamente praticado. No circuito duplo ocorre um processo de reflexão sobre a alteração do modelo mental que impele o primeiro circuito, e, desta maneira, as variáveis do paradigma vigente são questionadas. (ARGYRIS, 1978)

Stacey (1996) adverte que a aprendizagem em circuito simples é apropriada para lidar com situações previsíveis bem definidas, mas é necessária a aprendizagem em circuito duplo nas situações ambíguas e imprevisíveis das quais emergem as inovações. A Figura 2 apresenta um esquema de aprendizado através do circuito duplo.

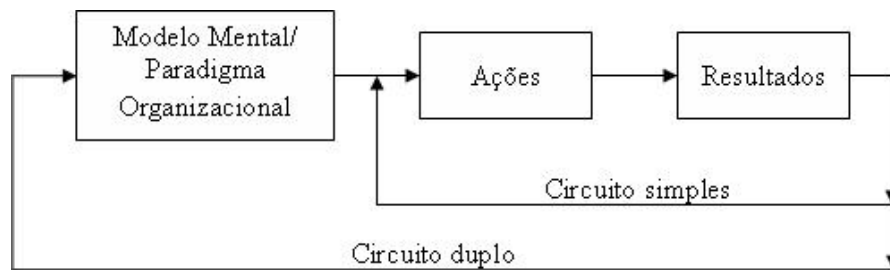


Figura 2 - Circuito simples e circuito duplo de aprendizado
 Fonte: Adaptado do modelo apresentado por Argyris (1978)

Agostinho (2003) identifica a adaptação como sendo a propriedade básica dos SACs, no sentido de que o sistema é capaz de ajustar seu comportamento a partir do que consegue perceber sobre as condições do seu meio ambiente e sobre seu desempenho. Nobrega (1996) corrobora ao afirmar que os sistemas complexos aprendem, se auto-organizam e evoluem através da habilidade de processar a informação que chega de fora. Os SACs, segundo Agostinho (2003, p.29):

São organizações em rede formadas por inúmeros agentes, os quais são elementos ativos e autônomos, cujo comportamento é determinado por um conjunto de regras e pelas informações a respeito de seu desempenho e das condições do ambiente imediato (...) O comportamento global do sistema emerge, então, como efeito da combinação das interações (não-lineares) entre os diversos componentes.

A aprendizagem ocorre a partir do momento em que o indivíduo é capaz de “observar as consequências do seu comportamento e ajustar seus atos para atingir os propósitos desejados” (AGOSTINHO, 2003, p.9). A capacidade de aprendizado pode resultar da existência de canais de comunicação eficientes concomitante à capacidade de prever teoricamente as

conseqüências de suas ações sem que haja uma experiência empírica. No entanto, salienta-se que o potencial de aprendizagem só é desenvolvido quando o indivíduo tem autonomia para colocar seu julgamento em ação.

Há quatro conceitos-chave que definem a abordagem das organizações vistas como SACs: autonomia, cooperação, agregação e auto-organização. São conceitos fortemente entrelaçados que indicam como a ordem no sistema pode emergir através das ações de suas partes. Esses conceitos se relacionam da seguinte maneira (AGOSTINHO, 2003, p.36):

Indivíduos autônomos, capazes de aprender e de se adaptarem, **cooperam** entre si obtendo vantagens adaptativas. Tal comportamento tende a ser selecionado e reproduzido, chegando ao ponto em que estes indivíduos cooperativos se unem formando um **agregado** que também passa a comportar-se como um indivíduo e assim por diante. Diz-se, então, que o sistema resultante se **auto-organiza**, fazendo emergir um comportamento global cujo desempenho também é avaliado por pressões de seleção presentes no ambiente (externo e interno).

A autonomia é definida como “a faculdade do indivíduo orientar sua ação com base em sua própria capacidade de julgamento” (AGOSTINHO, 2003, p.9). A autonomia dos componentes faz com que o sistema seja extremamente flexível e robusto em relação às perturbações externas. Por intermédio de princípios autônomos, as ações dos colaboradores que interagem no sistema agem como estímulo e restrição mútuos, ocasionando influências nos processos decisórios. Corroborando, Emery *apud* Agostinho (2003, p.43), afirma que “com base em modelos matemáticos, que é possível observar que os sistemas compostos por partes autônomas simetricamente dependentes tendem a suprimir eventuais erros através de seu próprio funcionamento”.

A autonomia, por si só, não garante um bom desempenho do sistema. “É necessário que haja cooperação mútua e coordenação para que seja possível que o conjunto de ações de vários indivíduos autônomos convirja para o benefício do sistema” (AGOSTINHO, 2003, p.65).

Simon *apud* Agostinho (2003), acrescenta ainda que além da cooperação existe a necessidade de coordenação. Aquele autor coloca que a coordenação consiste em um processo de informar cada indivíduo acerca do comportamento planejado dos outros. Tal afirmação remete a uma das premissas básicas necessárias à evolução da cooperação – a capacidade de reconhecimento das estratégias dos demais indivíduos.

Um dos pilares da cooperação é a reciprocidade. Esta só irá ocorrer caso “cada indivíduo seja capaz de reconhecer o outro das interações passadas e lembrar como este se comportou” (AGOSTINHO, 2003, p.64). A autonomia garante aos indivíduos o poder de julgar as ações como forma de conduzir seus atos. A cooperação estabelece relações entre os indivíduos que proporcionem benefícios por intermédio da ajuda mútua. Contudo, os fatores acima citados não são capazes de dar conta da complexidade e da coerência que emerge no todo do sistema. Sendo assim, a agregação surge como forma de tornar um sistema mais representativo do que um conjunto de partes e uma equipe mais do que um amontoado de pessoas

Holland *apud* Agostinho (2003), afirma que, por intermédio de uma espécie de “rotulagem”, um indivíduo é capaz de reconhecer com quem ele poderá obter benefícios mútuos, selecionando as interações úteis. As organizações sociais humanas podem ser diferenciadas dos demais sistemas complexos adaptativos por intermédio da consciência; o ser humano usufrui da racionalidade que o torna capaz de utilizar maiores ou menores poderes de influência. Desta maneira, os indivíduos são capazes de reconhecer as conexões em que

ocorrem os fluxos mais relevantes bem como, identificar os pontos com maior ou menor efeito multiplicador. Ao atuarem desta forma, os gestores fazem emergir condições iniciais que ocasionam o sistema auto-organizante (AGOSTINHO, 2003).

Agostinho (2003) elucida que o ser humano, ao receber sinais e informações do ambiente, vai identificando determinados padrões de forma que sistematiza um modelo que o proporciona a previsão das conseqüências quando um padrão semelhante ocorra novamente. Neste sentido, quando há a eminência de uma nova situação, os indivíduos realizam uma combinação de experiências testadas em momentos anteriores para modelar a situação em que se encontra de uma maneira que sugere ações apropriadas bem como, suas conseqüências (HOLLAND *apud* AGOSTINHO, 2003).

Redes interorganizacionais

O estudo de Redes Interorganizacionais tem despertado interesse crescente dos mais diversos campos de conhecimento como Economia, Sociologia, Ciência Política e Empreendedorismo. Três razões são apontadas para este aumento: emergência da nova competição; surgimento das tecnologias de informação e de comunicação; e análise de redes como disciplina acadêmica. As redes também promovem ambiente favorável ao compartilhamento de informações, conhecimentos, de habilidades e de recursos essenciais para processos de inovação.

Originalmente, o termo rede refere-se a um pequeno *filet*, para pegar pássaros ou caça miúda. A partir do século XVI designa, de maneira mais ampla, uma peça em forma de rede com malhas mais ou menos largas e, por analogia, um tecido formado de pequenas malhas chamado, mais tarde, de arrastão. Paralelamente, o sentido figurado da palavra rede se afirma a partir do século XVII: “Conjunto de coisas abstratas que aprisionam o indivíduo pouco a pouco.” (MARCON; MOINET, 2001, p.21)

Se a noção dinâmica não fica clara no francês, *filet*, ela o é em inglês, visto que rede traduz-se por network. A rede é literalmente uma rede que trabalha, *a net that works*. Em alemão, *das Netz* significa igualmente rede e redes, o sentido dependerá do contexto. Na segunda metade do século XIX, aplica-se este conceito a um conjunto de pessoas ligadas entre si, direta ou indiretamente.

Nas ciências sociais aplicadas e ciências humanas, rede ou *network* designa um conjunto de pontos comunicantes entre si (MARCON; MOINET, 2001). A idéia é abstrata no campo organizacional e se compõe por recursos e informações, e nota-se esta percepção em diversas relações empresariais como *joint-ventures*, alianças estratégicas, relações de terceirização e subcontratação, distritos industriais, consórcios, redes sociais, redes de cooperação e subcontratação entre pequenas e médias empresas, entre outras (POWELL, 1987; OLIVER, 1990; GRANDORI; SODA, 1995).

As bases teóricas que norteiam os estudos de redes e aglomerados produtivos são multidisciplinares: Economia Industrial, Estratégias Interorganizacionais, Dependência de Recursos (Tangíveis e Intangíveis), Redes Sociais (*social networks*), Custos de Transação, Teoria Institucional e Teorias Críticas e Radicais. Logo, os estudos realizados são complementares.

Tipologia de Redes Interorganizacionais

Partindo da ambigüidade no entendimento do termo redes interorganizacionais, Caltells (1999) analisou este termo com base no argumento de que as redes interorganizacionais aparecem de diversas formas, em diferentes contextos e a partir de expressões culturais diversas. Com o objetivo de oferecer melhor compreensão da diversidade de tipologias detalhamos as principais tipologias apontadas nos mais variados estudos sobre o tema:

- *Redes verticais e horizontais.* As redes verticais são aquelas nas quais os processos são realizados por empresas distintas, em uma dimensão de hierarquia. Ex: Grandes Redes de Distribuição Integradas, distribuição alimentar e Bancos. As redes horizontais são aquelas estabelecidas entre empresas que se comprometem em termos de produtos e/ou mercados em uma dimensão de cooperação (MARCON; MOINET, 2001). Ex. Consórcio de compra, Associações Profissionais, Redes de *lobbyng* e alianças tecnológicas;
- *Redes dispersas ou aglomeradas.* As redes dispersas interagem através de um processo de logística avançado, que permite superar distâncias. As aglomeradas se caracterizam pelo fato de manterem relações que muitas vezes se estendem além daquelas puramente comerciais, tendo suporte de universidades, centros de tecnologia, e instituições governamentais.
- *Redes formais e informais.* As redes tornam-se formais, através de *joint-venture* ou *franchising*, termo que Williamson (1985) chama de comportamentos oportunistas em uma dimensão contratual. Complementarmente são informais quando são estabelecidas em função da confiança gerada, conforme Granovetter (1985), quando diz que as relações econômicas estão misturadas com as sociais, em uma dimensão de convivência. Ex. Encontro entre atores econômicos buscando cooperação: Empresas, organizações profissionais, instituições, universidades, associações, etc;
- *Redes orbitais e não orbitais.* A rede orbital possui um centro de poder onde ao redor as demais empresas circulam e a não orbital é aquela onde cada parte tem a mesma capacidade de tomada de decisão.

Indicadores	Tipologia
Direcionalidade	Vertical Horizontal
Localização	Dispersa Aglomerada
Formalização	Base contratual formal Base não contratual
Poder	Orbital Não orbital

Quadro 1: Características e tipologia de redes

Fonte: adaptado de Hoffmann (2005)

Marcon e Moinet (2001) apresentam atributos que fazem das redes a configuração adequada para determinados objetivos organizacionais estratégicos: a) *Fluidez*: Capacidade e Flexibilidade de adaptação as redes (Espaço, Tempo, Social e Organizacional); b) *Finalidade*: Razão de ser da rede (Política, Religiosa, Filosófica, Científica, Econômica, cultural e/ou

social); c) *Economias Relacionais*: Dispersão de esforços e ganho de tempo; e d) *Capacidade de aprendizagem*: Aprendizagem coletiva, cada um evolui em função do outro.

A grande maioria das pesquisas, principalmente realizadas por autores anglo-saxões, privilegiou arranjos como *joint-ventures* e alianças estratégicas entre grandes empresas, já redes horizontais de PME's tiveram pouco espaço para reflexão nos estudos sobre redes interorganizacionais.

Redes de Pequenas e Médias Empresas

As justificativas apresentadas para o estudo de redes em PME's, segundo Souza (1995) são: a) estimula a capacidade empreendedora; b) gera emprego e renda; c) minimiza impactos na atividade econômica e fortalece alguns setores em determinadas regiões; e d) gera de novas tecnologias de produto e processos.

A dimensão da confiança e da cooperação possivelmente representa papel central no sucesso alcançado pelas redes de PME's que as diferencia das *Joint-Ventures* e Alianças estratégicas. Algumas características observadas em redes de PME's que geram este ambiente profícuo de confiança são: Similaridade das firmas (Tamanho, Processos, Técnicas, Posição Estratégica); Compartilham informações (mercados, tecnologias e lucratividade); Relações de Longo Prazo; Rotatividade de Lideranças; Recompensas Financeiras (Firmas e Empregados) e Vantagens Econômicas (Experiência coletiva).

Redes PME's	<i>Joint-Ventures</i> e Alianças Estratégicas
Independência	Dependência
Relações Informais de Inputs e Outputs	Relações Formais de Inputs e Outputs
Proximidade Geográfica	Não proximidade Geográfica

Quadro 2: Diferenças Redes de PME's e *Joint-Ventures* e Alianças Estratégicas.

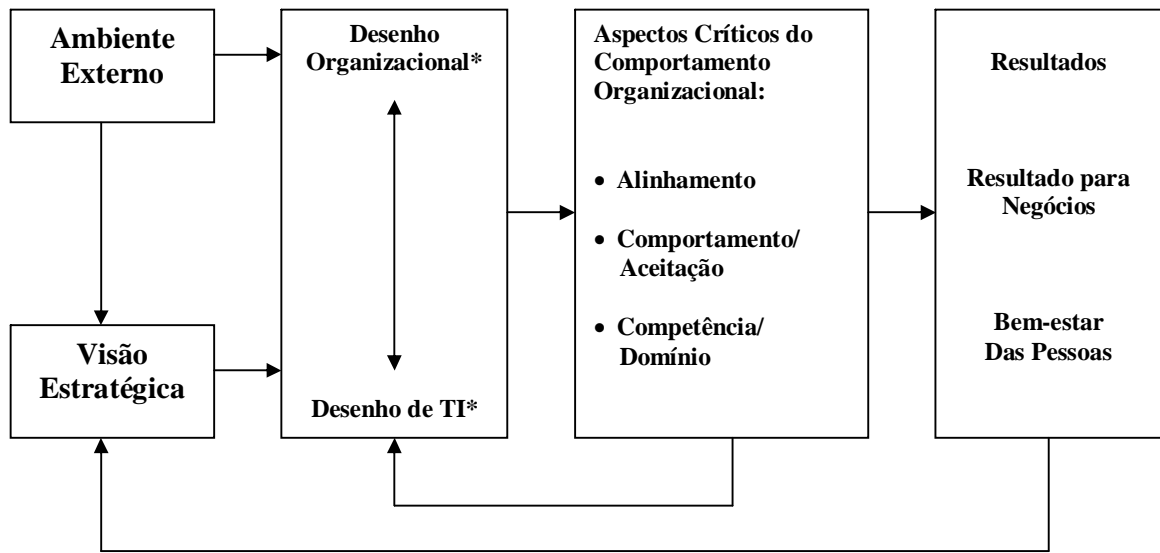
Fonte: Elaboração própria com base no marco teórico e estudos empíricos

Neste contexto, os custos de transação Williamson (1985) são minimizados interfirmas, possibilitando uma vantagem competitiva entre as firmas participantes da rede. A confiança entre os atores promove esta redução e torna a existência das redes economicamente viáveis (JARILLO, 1988). Rothwell (1995) afirma que a inovação é uma ação conjunta e cooperada de diversos atores internos e externos da organização, como empresas, fornecedores, clientes, além de outras instituições de caráter privado, e sobre este ambiente a rede se viabiliza por possibilitar a troca de tecnologia, *know how*, habilidades que favorecem o processo inovativo, proporcionado por um ambiente institucional que gere incentivos de governos locais e regionais, serviços educacionais, associações comerciais, treinamento, entre outros.

Tecnologia da informação nas estruturas interorganizacionais complexas

A Tecnologia da Informação (TI) utilizada nos mais diversos tipos de organização é suportada por uma diversidade de tipos de *hardwares* e *softwares* que se alastram velozmente, e tem a capacidade de coletar, armazenar, processar e acessar números e imagens, para controle de processos de trabalho, conectando pessoas entre as organizações. Na fábrica, ela incorpora equipamentos que auxiliam a produção como robôs, sensores e dispositivos que alimentam os sistemas de informações para tomada de decisão Ainda desenhos de engenharia, planejamento e formas de gestão completam a gama de fomentadores da TI na fábrica. No escritório, ela compreende todos os tipos de processamento eletrônico, videoconferência, sistemas de

suporte e gestão. Esta apresentação da TI nas organizações é muito mais representativa do que o exposto, pois a intenção é pontuar a diversidade da TI nas organizações. (WALTON, 1993) Em busca de eficácia uma organização deve se inserir e realizar trocas de informações com o ambiente (sistema aberto), estando atendo a fatores ambientais como a iniciativa dos competidores, mudanças estruturais da indústria e descobertas e inovações técnicas, que devem envolver tecnologia e estratégias de negócio para sua aplicação, conforme exemplifica a Figura 3.



*Inclui o desenho de estruturas interorganizacionais e de sistemas de TI interorganizacionais, por exemplo, alocação de funções entre fabricantes e seus fornecedores e arranjos produtivos locais.

Figura 3 – Fatores para o desenvolvimento de organizações eficazes.

Fonte: Adaptado de Walton (1993)

Walton (1993) e Lastres e Cassiolato (2004) enfatizam o “comprometimento” como fator chave para a eficácia organizacional e interorganizacional especialmente em ambientes de TI avançados. Somente com cooperação e comprometimento é possível criar um ambiente de aprendizagem que favoreça a inovação amparado por especialidades de TI.

Walton (1993) enumera três premissas sobre TI e organizações para que se obtenha comprometimento e possam gerar aprendizagem organizacional voltada para um ambiente inovativo:

[...]. A primeira é que a Tecnologia da Informação e as organizações interajam de modo que são cruciais para o sucesso de um sistema de TI. A segunda premissa é que a TI avançada torna essas interações cada vez mais complexas – as influências são frequentemente mútuas e sujeitas a mudanças ao longo do tempo. Coincidentemente, e afortunadamente, as relações mútuas entre organizações e tecnologia estão se tornando menos deterministas à medida que se tornam mais significativas e mais complexas. Assim, a terceira premissa diz que as opções sobre o desenho e a operação dos sistemas de TI podem cada vez mais ser guiadas pelas preferências dos planejadores sobre os efeitos organizacionais.

Sobre estas evidências, Walton (1993) exemplifica com base em pesquisas, como a realizada por pesquisadores associados ao Massachusetts Institute of Technology (MIT) em cinco empresas montadoras de veículos norte-americanas, que a organização tradicional não permite a plena realização de tecnologias avançadas de manufatura, pois o comprometimento deste

tipo de organização está sobre sua estrutura hierárquica e divisão rígida de trabalho. As novas tecnologias necessitam de maior flexibilidade, maior aprendizagem contínua e por interação do que os sistemas tradicionais oferecem. Isto enfatiza que as empresas que tem maior mobilidade e flexibilidade estão mais aptas a receber tal suporte de TI. As PME's apresentam essa característica e quando aglomeradas produtivamente em uma atividade específica tendem a favorecerem esta aplicação.

Porém, é notório que oficialmente as empresas não apresentam gasto com P&D, e a maioria dos trabalhos de P&D são informais, principalmente em PME's (COSINEXP, 1998). A aquisição de P&D é fundamental, visto que as empresas necessitam de um rigor tecnológico mínimo para o desenvolvimento e agregação de valor a produtos, serviços e processos em um contexto mercadológico, gerando inovação baseada em tecnologia (HARRISON, 1987).

Arranjos Produtivos Locais de Base Tecnológica

Os aglomerados produtivos tem se tornado objeto de pesquisa por teóricos de várias vertentes filosóficas. Porém destacam-se aqueles teóricos da economia e administração, principalmente aqueles que enfocam o empreendedorismo como subtema de estudo. No mundo globalizado tais modelos, segundo Porter (2001), possibilitam que as cadeias produtivas obtenham tecnologia e aporte financeiro em qualquer lugar do mundo, favorecendo a instalação de plataformas produtivas onde os custos de produção são menores.

Diante das incertezas proporcionadas por esta dinâmica os Sistemas Produtivos e Inovativos Locais são uma alternativa para organizações de países em desenvolvimento e que buscam competitividade global. Os Sistemas Produtivos e Inovativos Locais –SPIL's segundo Lastres & Cassiolatto (2005, p. 1) são:

“...aglomerados de agentes econômicos, políticos e sociais, localizados em um mesmo território, com foco em um conjunto específico de atividades econômicas e que apresentam vínculos expressivos de interação, cooperação e aprendizagem”.

Partindo deste pressuposto os autores preferem utilizar o termo Sistemas Produtivos e Inovativos Locais (SPIL's) para definir aqueles “arranjos em que interdependência, articulação e vínculos consistentes resultam em interação, cooperação e aprendizagem, com potencial de gerar incremento da capacidade inovativa endógena, da competitividade e do desenvolvimento local”. (LASTRES; CASSIOLATO, 2004, p. 1-2).

Casarotto Filho e Pires (2001, p. 87) abordam e definem os arranjos produtivos como Sistemas Produtivos Locais (SPL's) ou Sistemas Econômicos Locais (SEL's). Segundo estes autores esta tipologia define uma, “região fortemente estruturada, contendo um ou mais *clusters*”... de pequenas e médias empresas, “...com um planejamento territorial com alta interação público-privada, com respeito à cultura e com o objetivo de assegurar a qualidade de vida dos habitantes”, existindo imprescindivelmente uma interação entre as empresas e o ambiente sociocultural local. Comparando Sistemas Produtivos Locais com *clusters*, os autores afirmam que a diferença básica está na palavra “solidariedade”, visto que os SPL's devem ser caracterizados por ativa solidariedade entre os vários atores.

São as preocupações sociais e culturais e o ambiente de solidariedade dos Sistemas Produtivos Locais que levam ao objetivo-fim “qualidade de vida” e um ambiente altamente inovativo e empreendedor. Desta forma o redirecionamento de políticas públicas focadas no desenvolvimento social, cultural, na melhoria de qualidade de vida da população deve contemplar incisivamente os aglomerados regionais.

Outro fator a se considerar é a proximidade física e geográfica que favorece este tipo de sistema produtivo, inseridos neste contexto, os aglomerados produtivos se esforçam para buscar maior competitividade, onde as relações tendem a se estreitar dentro do setor. Esta troca de informações e experiências credencia as empresas participantes deste aglomerado a desenvolver ativos com base no conhecimento.

"Um aglomerado é um agrupamento geograficamente concentrado de empresas inter-relacionadas e instituições correlatas numa determinada área, vinculadas por elementos comuns e complementares. O espaço geográfico varia de uma única cidade ou estado para todo um país ou mesmo uma rede de países vizinhos. Os aglomerados assumem diversas formas, dependendo de sua profundidade e sofisticação, mas a maioria inclui empresas de produtos ou serviços finais, fornecedores de insumos especializados, componentes, equipamentos e serviços, instituições financeiras e empresas em setores correlatos. Os aglomerados geralmente também incluem empresas em setores à jusante, ou seja, distribuidores ou clientes, fabricantes de produtos complementares, fornecedores de infraestrutura especializada, instituições, etc." (Porter, 2001, p.3).

Estas características são observadas nos parques de ciência e tecnologia que estão em expansão no mundo fundamentados principalmente por configurações como a observada no Vale do Silício na Califórnia e da Rota 128 em Massachusetts - EUA, onde a grande empresa age como articuladora de uma rede de pequenas empresas e outros aglomerados produtivos como os distritos industriais italianos conhecidos como “Terceira Itália”, constituídos pelas regiões de Emilia-Romana, Tuscany, Umbria, Marche e Veneto no Norte da Itália, e são constituídos com base na pequena empresa, sem a existência de grandes empresas como âncora, em uma relação de cooperação horizontal.

Neste contexto observa-se a relevância dos estudos focando custos de transação e aprendizado organizacional, proporcionados através da interação entre organizações para formação de sistemas de inovação impulsionados pelo papel fundamental da TI. Embora em países em desenvolvimento isto exista em uma escala menor, estes arranjos produtivos locais ajudam a potencializar o valor dos produtos de uma determinada estrutura econômica regional gerando auto-sustentabilidade de determinados setores. (DESCHAMPS; REIS, 2001).

No Brasil, o tratamento sobre o termo pólo tecnológico limitou-se ao fenômeno do surgimento de arranjos produtivos de empresas de base tecnológicas impulsionados por incubadoras de empresas em determinadas regiões do país e, segundo Medeiros (1994), pode ser definido como um conjunto que possui os seguintes componentes:

- instituições de ensino e pesquisa que se especializaram em pelo menos uma
- das novas tecnologias;
- aglomeração de empresas envolvidas nesses desenvolvimentos;
- projetos de inovação tecnológica conjuntos (empresa-universidade),
- usualmente estimulados pelo governo, dado o caráter estratégico das novas
- tecnologias e,

- estrutura organizacional apropriada.

Os objetivos dos pólos tecnológicos podem ser caracterizados em:

- promover a criação e consolidação de empresas de base tecnológica;
- fornecer suporte gerencial através de consultoria e cursos nas áreas de gestão
- tecnológica e gestão empresarial às empresas e ao setor acadêmico;
- facilitar a interação sistemática entre as empresas e instituições de ensino e
- pesquisa, possibilitando o uso de recursos humanos, equipamentos e
- laboratórios, inclusive de forma compartilhada e,
- viabilizar o envolvimento de instituições financeiras (capital de risco) e
- governamentais, enfatizando a participação dos governos federal, estadual e
- municipal.

A literatura consultada não é unânime ao conceituar empresas de base tecnológica, porém como referência pode-se considerar a definição do OTA - *Office of Technology Assessment* - do congresso norte-americano, para empresas de alta tecnologia, combinada com a definição do SEBRAE (2001, p. 7) para micro e pequenas empresas:

“Micro e pequenas empresas de base tecnológica são empresas industriais com menos de 100 empregados, ou empresas de serviço com menos de 50 empregados, que estão comprometidas com o projeto, desenvolvimento e produção de novos produtos e/ou processos, caracterizando-se, ainda, pela aplicação sistemática de conhecimento técnico-científico. Estas empresas usam tecnologias inovadoras, têm uma alta proporção de gastos com P&D, empregam uma alta proporção de pessoal técnico-científico e de engenharia e servem a mercados pequenos e específicos.”

Partindo deste conceito de empresas de base tecnológica podemos perceber que as incubadoras de empresas são agentes fundamentais de apoio a este tipo de empresa. As incubadoras de empresas são apontadas pela literatura contemporânea como uma ação institucional que favorece o empreendedorismo, e compartilha conhecimento com organizações como universidades, associações comerciais e industriais, setores da indústria entre outros.

Outro tipo de entidade de suporte ao aperfeiçoamento tecnológico no Brasil são os CIN - Centros de Inovação e Negócios que, utilizam recursos do FINEP e SEBRAE, que beneficiam empresas de base tecnológica. Estes espaços são caracterizados por serem um nascedouro de inovação e desenvolvimento profissional. Desta forma o principal fator que diferencia as empresas de base tecnológica de outras são o forte caráter inovativo, principalmente em pequenas empresas de base tecnológica, devido a sua flexibilidade e baixa hierarquização, entretanto os investimentos em P&D normalmente têm um caráter informal sendo pouco sistematizados e planejados.

Considerações Finais

Com base no marco teórico que sustenta o tema estudado e como intuito de responder a pergunta norteadora deste trabalho, pode-se perceber que os Sistemas Adaptativos Complexos ou SAC's, se organizam através da interação de seus componentes ou agentes, evoluindo de maneira adaptativa e continua mudando à luz da experiência. Isto sugere um sistema aberto com um fluxo contínuo de entradas e saídas de informação entre o ambiente e o sistema.

Este contexto favorece a aprendizagem pois ela ocorre quando os agentes deste sistema podem observar as conseqüências de seu comportamento ajustando-as aos seus atos com o intuito de atingir os propósitos desejados, uma vez que uma organização pertencente a um arranjo produtivo local – APL, interage como meio o ganha competitividade com as informações advindas deste meio favorecendo os participantes deste APL, originando o processo de aprendizagem. Desta forma o condutor principal para que isto ocorra é a Tecnologia da Informação, principalmente em Arranjos Produtivos Locais de empresas de base tecnológica onde a velocidade da trocas de informações com o ambiente devem ser maiores, devido a especialidade do setor. Entretanto Walton (1993) assim como Lastres e Cassiolato (2004) enfatizam que a “cooperação” e o “comprometimento” são fundamentais para a eficácia organizacional e interorganizacional especialmente em ambientes de TI avançados, para efetivamente se crie um ambiente de aprendizagem que favoreça a inovação.

Como estes ambientes se caracterizam como redes de empresas horizontais, ou seja, aquela estabelecida entre empresas que se comprometem em termos de produtos e/ou mercados em uma dimensão de cooperação mútua, e são constituídos de PME’s, mais flexíveis e pouco hierarquizadas, a TI ocupa um papel preponderante para que se origine o aprendizado e consequentemente a inovação. Porém deve-se observar que PME’s normalmente investem pouco em P&D, fundamentais para a criação de um ambiente inovativo.

Diante das evidências teóricas percebe-se que a necessidade da TI para que Arranjos Produtivos Locais de empresas de base tecnológica é eminente para o desenvolvimento do aprendizado organizacional e geração de mudança, pois favorece a manutenção de um ambiente inovativo, que é base para as empresas deste setor.

Referências

AGOSTINHO, M. C. E. **Complexidade e organizações:** em busca da gestão autônoma. São Paulo: Atlas, 2003.

ARGYRIS, C., & SCHON, D. **Organizational learning: A theory of action perspective.** Reading, Mass: Addison Wesley, 1978.

CASAROTTO FILHO, Nelson. PIRES, Luis H. **Redes de Pequenas e Médias Empresas e Desenvolvimento Local.** 2a. Edição. São Paulo: Atlas, 2001.

CASTELLS, M. **A era da informação:** economia, sociedade e cultura – a sociedade em rede. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

COSINEXP (Competitive Strategies, Innovation and Export Performance of SMFs - University of Sherbrooke). “Estratégias de Competitividade Inovação Tecnológica e Desempenho Exportador das Micro, Pequenas e Médias Empresas”, **Relatório de Pesquisa.** Recife, 1998.

DECHAMPS, E.; REIS, I. M. **Knowledge and regional development:** the case of the regional and technology park of Blumenau. Anais do World Conference on Business Incubation – WCBI, 2001, Rio de Janeiro.

GRANDORI, A.; SODA, G. Inter-firm networks: antecedents, mechanisms and forms. **Organization Studies**, v. 16, n. 2, 1995.

GRANOVETTER, Mark. Economic action and social structure: the problem of embeddedness. **American Journal of Sociology**, v.91, n.3, p. 481-510, 1985.

HARRISON, R. & HART, M. **Innovation and Market Development: The experience of small firms in a peripheral economy**, Omega. v.15, n.6, 1987.

HOFFMANN, Valmir Emil. **Competitividade em Redes de PME's**. Texto elaborado por grupo de pesquisa do Programa de Mestrado em Administração da Universidade do Vale do Itajaí – RS, 2005.

JARRILLO, J.C. On strategic networks. **Strategic Management Journal**, v.1, p.31-41, 1988.

KLEMENT, Claudia F.F. **Complexidade no sistema de produção de serviços: um estudo de caso no setor hoteleiro**. Dissertação de mestrado. Florianópolis: UFSC, 2000.

KUHN, Thomas Samuel. **A estrutura das revoluções científicas**. 3ª edição. São Paulo: Perspectiva, 2000.

LASTRES, Helena M. M., CASSIOLATO, José E. **Glossário de Arranjos e Sistemas Produtivos e Inovativos Locais – Terceira Revisão**. Disponível em <http://www.ie.ufrj.br/redesist> . Acesso em setembro de 2005.

MEDEIROS, J.A; ATAS, L. Incubadoras de empresas: balanço da experiência brasileira. In: **Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica**. São Paulo, 1994. Anais. São Paulo: USP/PGT/FIA/PACTo, v.1, p.321-40, 1994.

MARCON, Christian, MOINET, Nicolas, **Estratégia-Rede**. Caxias do Sul: EDUCS, 2001.

MORIN, Edgar. **O método I. A natureza da natureza**. (Coleção Biblioteca Universitária nº 28). Portugal: Europa-América, 1977.

_____. **O método III. O conhecimento do conhecimento/1**. (Coleção Biblioteca Universitária nº 44). Portugal: Europa-América Ltda, 1986.

NÓBREGA, Clemente. **Em busca da empresa quântica: analogias entre o mundo da ciência e o mundo dos negócios**. Rio de Janeiro: Ediouro, 1996.

OLIVER, C. Determinants of inter-organizational relationships: integration and future directions. **Academy of Management Review**, v.15, n.2, p. 241-265, 1990.

PORTER, M. E. Aglomerados e Competição. Novas agendas para empresas, governos e instituições. In: **Competição: estratégias competitivas essenciais**. Rio de Janeiro: Campus. 2ª edição, 2001.

POWELL, W.W., **Híbrido organizacional arrangements: new form or transitional development?** **California Management Review**, p. 67-87, 1987.

ROTHWELL, R. Industrial innovation: success, strategy, trends. In: DODGSON, M.; ROTHWELL, R. **The handbook of industrial innovation**. Cheltenham: Edward Elgar, 1995.

SEBRAE - **MPEs de Base Tecnológica: conceituação, formas de financiamento e análise de casos brasileiros**. São Paulo: SEBRAE, jul/2001

SOUZA, M. C. A. F. DE, **Pequenas e médias empresas na reestruturação industrial**. Brasília: Sebrae, 1995.

STACEY, R. D. **Complexity and creativity in organizations**. San Francisco: Berrett-Koehler, 1996.

WALTON, Richard E. **Tecnologia de Informação: o uso de TI pelas empresas que obtêm vantagem competitiva**. São Paulo: Atlas, 1993.

WILLIAMSON, O. E. **The Economic Institutions of Capitalism**. New York: The Free Press, 1985.