



AEAMESP



21ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

CATEGORIA 1

EVOLUÇÃO DAS REDES METROVIÁRIAS: TEORIA E MÉTODO

RAUL MAURÍCIO CAHET LISBOA

21ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

CATEGORIA 1

EVOLUÇÃO DAS REDES METROVIÁRIAS: TEORIA E MÉTODO

RESUMO

A solução de mobilidade representada pelos Sistemas de Transporte Público Sobre Trilhos não alcança, no Brasil, o importante papel desempenhado por esta tecnologia em vários outros países do mundo: nossas redes de metrô, ainda que ofereçam um razoável padrão de serviço, são menores que o necessário para atender à sociedade urbana brasileira e possuem um ritmo de expansão física nitidamente inferior ao observado no panorama internacional. Na busca de um método suficientemente seguro para a identificação dos fatores que condicionam a evolução das redes brasileiras de transporte público de alta capacidade, e levando em conta a natureza interdisciplinar e multifacetada da realidade urbana, foram estudadas sete diferentes teorias, desenvolvidas a partir da primeira metade do século passado e oriundas de campos acadêmicos distintos. Não obstante os diferentes propósitos, épocas e contextos em que foram geradas, as sete teorias apresentam significativas similaridades conceituais, se reforçando mutuamente e proporcionando uma base multidisciplinar suficientemente sólida para a finalidade anunciada. O trabalho conclui que a Análise de Atores Sociais é um método de investigação apropriado para lidar com a multidisciplinaridade e a complexidade dos fenômenos da mobilidade urbana e da evolução das redes metroviárias.



AEAMESP



1 – Introdução.

No cotidiano das grandes cidades, normalmente os cidadãos precisam utilizar algum meio de transporte para realizar atividades espacialmente separadas. Assim sendo, o prévio entendimento do fenômeno urbano é um facilitador natural da compreensão da dinâmica da demanda e da oferta de transporte nas cidades. As questões urbanas, contudo, apesar de claramente interligadas, costumam ser tratadas em distintas áreas do conhecimento científico, o que torna ainda mais desafiadora a busca por um referencial teórico que permita trabalhá-las conjuntamente.

Com o objetivo de encontrar um método comum para a investigação da evolução das cidades e das infraestruturas destinadas à mobilidade urbana, o presente estudo examinou sete teorias distintas, formuladas a partir da primeira metade do século XX, oriundas de diferentes domínios do conhecimento e em plena utilização e aperfeiçoamento. Todas elas têm sido largamente aplicadas na explicação da dinâmica das cidades, de suas políticas e projetos públicos e da evolução das respectivas infraestruturas e equipamentos sociais.

Foram examinadas as seguintes teorias, sendo as quatro primeiras oriundas das ciências humanas e sociais e as três últimas pertencentes ao universo das ciências exatas e da natureza:

- a) Políticas Públicas e Análise de Atores Sociais, teoria desenvolvida por vários cientistas sociais a partir da primeira metade do século XX.
- b) Planejamento Estratégico Situacional, teoria inicialmente formulada pelo economista chileno Carlos Matus em 1977,
- c) Teoria do Espaço, inicialmente formulada pelo geógrafo brasileiro Milton Santos em 1982,



AEAMESP



- d) Gestão Estratégica e Análise de *Stakeholders*, teoria inicialmente formulada pelo filósofo norte-americano Edward Freeman em 1984,
- e) Teoria Geral dos Sistemas, inicialmente formulada pelo biólogo austríaco Ludwig Von Bertalanffy em 1969,
- f) Sistemas, Redes e Territórios, teoria inicialmente formulada pelo engenheiro francês Gabriel Dupuy em 1985,
- g) Teoria das Redes Complexas, inicialmente formulada pelo físico húngaro-norte-americano Albert-László Barabási e pela física romeno-húngara Réka Albert em 1999.

Com o objetivo de verificar a possibilidade de aplicação conjunta destas teorias na explicação da evolução das cidades e de suas redes, foram formuladas algumas perguntas. A exposição feita nos próximos itens deste documento, além de apresentar os principais conceitos de cada teoria, tenta responder a estas perguntas com as palavras de seus próprios autores:

- a) A qual universo se aplica a teoria?
- b) Quais são os elementos básicos formadores deste universo?
- c) Existe alguma tendência evolutiva que afete o universo como um todo?
- d) Existe neste universo algum poder central, controlador e/ou organizador?
- e) Os elementos formadores podem influir na tendência evolutiva do universo?
- f) Qual método é recomendado pela própria teoria para se conhecer um universo específico?

Após a apresentação das teorias, elas são comparadas em busca de formulações compatíveis, convergentes ou complementares, proporcionando uma conclusão sobre a conveniência, ou não, de sua aplicação conjunta.

2 – Apresentação das Teorias

2.1 – Políticas Públicas e Análise de Atores Sociais.

Políticas públicas são princípios e diretrizes norteadores de ação do poder público, regras e procedimentos para as relações entre o poder público e a sociedade, enfim, mediações entre os atores sociais e o Estado. Trata-se, na prática, de políticas explicitadas, sistematizadas ou formuladas em leis, programas e linhas de financiamentos que orientam ações que normalmente envolvem aplicações de recursos públicos. Incluem-se entre as políticas públicas as “não ações”, ou omissões, pois também representam opções e orientações dos Governos (Teixeira, 2002).

Em uma cidade, cada infraestrutura pública ou equipamento social implantado – como redes de água e esgoto, estradas de rodagem e ferrovias, escolas, hospitais etc. – é resultante de políticas públicas específicas e setoriais, tais como a política de saneamento, a política de transporte, a política de educação, a política de saúde e assim por diante.

O conceito de *ator social* está diretamente atrelado ao campo teórico das políticas públicas, onde se procura compreender sua participação nas decisões que afetam o conjunto da sociedade. Ao mesmo tempo em que os atores sociais são *agentes* dos processos em curso dentro de um determinado sistema urbano metropolitano, eles também são *pacientes* porque, estando dentro dos sistemas, estão sujeitos à sua dinâmica e às suas mudanças.



AEAMESP



Grande parte da atividade política dos governos se destina à tentativa de satisfazer as demandas que lhes são dirigidas pelos atores sociais ou aquelas formuladas pelos próprios agentes do sistema político, e o fazem através das chamadas políticas públicas (Rua, 2007).

As políticas públicas compreendem o conjunto das decisões e ações relativas à alocação imperativa de valores, sendo que a dimensão pública dessas políticas é dada não pelo tamanho do agregado social sobre o qual incidem, mas pelo seu caráter imperativo. Isto significa que uma de suas características centrais é o fato de serem decisões e ações revestidas da autoridade soberana do poder público (Rua, 2007).

O Governo é o ator-chave em qualquer subsistema da política pública. Seu papel central deriva de sua autoridade constitucional de governar o país, já que a autoridade de definir e estabelecer políticas públicas repousa, em última análise, no Governo (Howlett, Ramesh e Perl, 2013).

Para Flexor e Leite (2007), a compreensão das políticas públicas deve privilegiar a *análise dos atores sociais* e dos papéis que desempenham, dos recursos e das alianças que utilizam, das arenas decisórias onde as políticas são discutidas e/ou deliberadas, bem como do contexto institucional que alicerça tal engrenagem.

Em raciocínio convergente, Rua (2007) sugere a *identificação dos atores sociais* que têm seus interesses diretamente afetados pelas decisões e ações que compõem uma determinada política pública como o caminho mais simples e eficaz para elencar os atores com ela envolvidos.

No campo específico dos transportes públicos, Vasconcellos (2001) defende o desenvolvimento de uma avaliação das políticas de transporte e trânsito que se encaixe no campo das análises de políticas públicas. Em decorrência, o autor alerta para a necessidade



AEAMESP



de se *analisar como se relacionam os vários atores sociais* que interferem na produção e no uso do espaço urbano e do espaço de circulação, assim como nas decisões das políticas de transporte e trânsito.

2.2 – Teoria Geral dos Sistemas.

Em meados do século passado, com as ciências pulverizadas em inúmeras especialidades, subáreas e disciplinas, o biólogo austríaco Ludwig Von Bertalanffy lançou a Teoria Geral dos Sistemas – TGS, publicada pela primeira vez em 1969. Na ocasião, Bertalanffy tentou reestabelecer a unidade da ciência (1975, p. 61):

“A teoria geral dos sistemas... é uma ciência geral da "totalidade", que até agora era considerada um conceito vago, nebuloso e semimetafísico. Em forma elaborada seria uma disciplina lógico-matemática, em si mesma puramente formal, mas aplicável às várias ciências empíricas”.

Bertalanffy (1975) constata que, apesar da crescente especialização da ciência moderna e de sua divisão em inumeráveis disciplinas gerando continuamente novas subdisciplinas, seu exame atento ressalta problemas e concepções semelhantes surgindo em campos totalmente diferentes.

De acordo com a TGS, *sistema* é um conjunto de *elementos* ou subsistemas inter-relacionados, constituindo um todo organizado para atingir um determinado objetivo. A visão sistêmica aborda o mundo como um conjunto de sistemas e subsistemas em implicações de conter / estar contido (Araújo, 1995).



AEAMESP



Também segundo a TGS, os sistemas podem ser fechados ou abertos. Sistema fechado é o autocontido, isto é, não troca material, *informação* ou energia com o ambiente, e cuja tendência é esgotar-se ou tornar-se desordenado. Este movimento para a desordem chama-se “entropia”. A entropia é uma grandeza definida pela Segunda Lei da Termodinâmica, que estabelece que todas as formas de organização tendem à desordem ou à morte (Araújo, 1995).

Sistema aberto é o que troca informação, material e energia com o meio ambiente. Sistemas abertos tendem à adaptação, pois podem adaptar-se a mudanças em seus ambientes de forma a garantir a própria existência, tendo a característica da adaptabilidade. Todo sistema vivo, assim como todo sistema social, é um sistema aberto. Entre as características comuns aos chamados sistemas abertos, destaca-se a *entropia negativa* ou *neguentropia*: para opor-se ao processo entrópico como condição necessária à sobrevivência, os sistemas devem adquirir entropia negativa (Araújo, 1995).

Bertalanffy (1975, p. 68 e 69) explica que:

“enquanto a entropia é a medida da desordem, a entropia negativa ou informação é a medida da ordem ou da organização, pois esta última, comparada com a distribuição ao acaso, é um estado improvável”... “os mecanismos de natureza retroativa são a base do comportamento teleológico ou finalista nas máquinas construídas pelo homem, assim como nos organismos vivos e nos sistemas sociais”.

As cidades foram tratadas formalmente, pela primeira vez, como sistemas quando a Teoria Geral dos Sistemas e a Cibernética foram aplicadas às ciências sociais. De acordo com a Cibernética, os *elementos* que compõem o sistema *interagem uns com os outros, formando*

estruturas que encarnam *realimentações*, mantendo assim o sistema *sustentável* dentro dos limites estabelecidos (Batty, 2008).

Nessas primeiras concepções da TGS, a *evolução no longo prazo da estrutura urbana* não era considerada fundamental, já que o foco estava, em grande parte, na maneira como as cidades funcionavam como *estruturas em equilíbrio* (Batty, 2008).

2.3 – Planejamento Estratégico Situacional.

O Planejamento Estratégico Situacional foi desenvolvido em meados da década de 1970 pelo ex-ministro de Planejamento chileno no governo de Salvador Allende, o economista de orientação marxista Carlos Matus, como resultado da busca de uma ferramenta de suporte ao mesmo tempo científica e política para o trabalho cotidiano de dirigentes públicos e outros profissionais.

Matus formulou uma crítica ao *planejamento governamental tradicional* e propôs um método alternativo que levasse em conta o caráter situacional (situação do ator que planeja) e *estratégico* que deveria possuir o planejamento, em especial aquele necessário para lidar com as particularidades do Estado latino-americano (Dagnino, 2009).

Matus dedicou-se à construção de um método para compreender o jogo social, a relação entre os homens, e atingir resultados relevantes apesar da incerteza sempre presente, a partir de categorias como *ator social*, teoria da ação social, a produção social e conceitos como o de *situação* e o de momento (Dagnino, 2009).

Em sua obra “Política, Planejamento e Governo”, lançada inicialmente em 1987, Matus (1993) pondera que o planejamento pode aplicar-se a qualquer atividade humana em que é



AEAMESP



necessário um esforço para alcançar um objetivo. Porém, procurando diferenciar o planejamento meramente técnico-administrativo do planejamento dito social, Matus alerta que se o planejamento refere-se a um processo social, onde interajam atores sociais com propósitos diversos, o alvo (o objetivo) inevitavelmente estará em constante movimento.

Matus (1993) enxergava o planejamento social como um processo social conduzido pelo homem coletivo. Para ele, o planejamento surge como um problema entre os homens: primeiramente o homem indivíduo (o cidadão), que procura alcançar objetivos particulares, e o homem coletivo (cidadãos com afinidades), que busca uma ordem e uma direção societária; em segundo lugar entre as distintas forças sociais, nas quais se encarna o homem coletivo, que lutam por objetivos distintos.

Nesta medida, apesar da incerteza, da incapacidade de controlar os recursos, do abandono de qualquer posição determinística, há sempre espaço para a ação humana intencional, para se construir sujeitos individuais e coletivos e para se lutar contra a improvisação, construindo um caminho possível que se aproxime do rumo desejado (Dagnino, 2009).

Por outro lado, argumentava Matus (1993), a realidade é indivisível, sem os compartimentos estanques criados pelas ciências: diante do imperativo da ação, o homem necessita de uma apreciação de conjunto da realidade em que está imerso. Daí surge o conceito de *situação*, como sendo uma apreciação do conjunto feita pelo ator em relação às ações que projeta produzir, visando preservar ou alterar a realidade em que vive. A *explicação situacional*, como alternativa ao diagnóstico tradicional, é uma análise da realidade dirigida para a ação. Quem explica uma situação é quem nela está, lutando por alcançar objetivos que alterem a situação explicada. Para ser eficaz, essa explicação deve aceder à mente como uma *totalidade* relevante para a ação (Matus, 1993).



AEAMESP



2.4 – Teoria do Espaço.

O espaço, segundo Santos (1985), deve ser analisado através de seus *elementos*, que são os *homens*, as *firmas*, as *instituições*, o *meio ecológico* e as *infraestruturas*, mas, para compreendê-lo, é também necessário considerá-lo como uma *totalidade*, a exemplo da própria sociedade que lhe dá vida. Os homens são *elementos do espaço* na qualidade de fornecedores de trabalho ou de candidatos a isso. A demanda de cada indivíduo como membro da sociedade total é respondida em parte pelas firmas e em parte pelas instituições. As firmas têm como função essencial a produção de bens, serviços e ideias. As instituições, por seu turno, produzem normas, ordens e legitimações. O meio ecológico é o conjunto de complexos territoriais que constituem a base física do trabalho humano e as infraestruturas são o trabalho materializado e territorialmente localizado na forma de casas, prédios, avenidas etc. (Santos, 1985).

Assim como Matus, Santos também era um pensador de orientação marxista. Para ele, o *estudo das interações entre os diversos elementos do espaço* é um dado fundamental da análise, pois a interação supõe interdependência funcional entre os elementos. Através do estudo das interações, é possível recuperar a *totalidade* social, isto é, o espaço como um todo, e, igualmente, a sociedade como um todo. Não se trata de relações apenas bilaterais, uma a uma, mas relações generalizadas. Por isso se pode dizer que eles formam um verdadeiro sistema, também pelo fato de que essas relações não são entre as coisas em si ou por si próprias, mas entre as suas qualidades e os seus atributos. Tal sistema é comandado pelo *modo de produção* dominante nas suas manifestações na escala do espaço em questão (Santos, 1985).



AEAMESP



As cidades, indústrias, fazendas etc. estão relacionadas através de *movimentos circulatórios* (dinheiro, mercadorias, migrantes, trabalhadores, energia etc.) decorrentes das necessidades biológicas e sociais da comunidade, satisfeitas através da produção das firmas e das instituições. As necessidades de produção, por sua vez, definem os investimentos a serem feitos, os quais se dão, cada vez mais, sob a forma de capital fixo, *modificando o meio ecológico* através de sistemas de engenharia, as chamadas *infraestruturas* (Hagget, 1965, *apud Santos, 1985*).

Os elementos do espaço estão submetidos a variações quantitativas e qualitativas, ou seja, os elementos do espaço devem ser considerados como variáveis. Cada elemento do espaço tem também um valor diferente segundo o lugar em que se encontra. A especificidade do lugar pode ser entendida também como uma valorização específica (ligada ao lugar) de cada variável. Cada lugar atribui a cada elemento constituinte do espaço um valor particular. Além disso, em um mesmo lugar, cada elemento está sempre variando de valor, porque, de uma forma ou de outra, cada elemento do espaço – homens, firmas, instituições, meio ecológico – entra em relação com os demais; e essas relações são, em grande parte, ditadas pelas condições do lugar. Sua evolução conjunta num lugar ganha, assim, características próprias, ainda que subordinadas ao movimento todo, isto é, do conjunto dos lugares. Essa especificidade do lugar, que se acentua com a evolução própria das variáveis localizadas, é que permite falar de um espaço concreto (Santos, 1985).

Desse modo, se cada elemento do espaço guarda o mesmo nome, seu conteúdo e sua significação estão sempre mudando. Cabe, então, falar de perecibilidade da significação de uma variável, e isso constitui uma regra de método fundamental. O valor da variável é



AEAMESP



função do seu papel no interior de um conjunto. Quando este muda de significação, de conteúdo, de regras ou leis, também muda o valor de cada variável (Santos, 1985).

A questão não é, pois, de levar em conta causalidades, mas *contextos*. Somente através do movimento do *conjunto*, isto é, do *todo*, ou do contexto, é que se pode corretamente valorizar cada parte e analisá-la, para, em seguida, reconhecer concretamente esse todo (Santos, 1985).

2.5 – Gestão Estratégica e Análise de *Stakeholders*.

Nas palavras de Freeman (1984 *apud* Freeman e McVea, 2010), “*um stakeholder é qualquer grupo ou indivíduo que pode afetar ou ser afetado pela realização dos propósitos e objetivos de uma organização*”.

O termo *stakeholder* é utilizado amiúde no contexto da gestão estratégica empresarial, cujo desenvolvimento teórico tem como objetivo principal a sobrevivência e o sucesso das empresas e de seus projetos.

Seu conceito teve origem nos anos 60, com o desenvolvimento da Teoria Geral dos Sistemas, onde eram enfatizadas as *conexões externas* de cada organização. A *identificação* dos *stakeholders* e de suas *interconexões* foi um passo fundamental nesta abordagem, onde as organizações, descritas como sistemas abertos, são consideradas parte de uma rede muito maior e não apenas entidades autônomas e independentes (Freeman e McVea, 2010).

Na verdade, foi exatamente por reunir conceitos de planejamento empresarial, Teoria dos Sistemas, responsabilidade social corporativa e Teoria Organizacional que a abordagem dos *stakeholders* se cristalizou como quadro referencial para a gestão estratégica.



AEAMESP



Esta abordagem sugere que os gestores formulem e implementem processos que satisfaçam todos os grupos que têm alguma participação no negócio, e somente eles. A tarefa central de *administração* neste processo seria, portanto, a de gerenciar e integrar as relações e os interesses dos acionistas, empregados, clientes, fornecedores, comunidades e outros grupos, de forma a garantir o sucesso de longo prazo da empresa (Freeman e McVea, 2010).

Diante de tal desafio, torna-se necessário, naturalmente, *identificar* com clareza quem são os *stakeholders* de uma determinada empresa ou de um determinado projeto. A metodologia de análise de *stakeholders*, portanto, desenvolveu-se concomitantemente à evolução das técnicas de gestão estratégica, nas quais passou a desempenhar papel primordial (Freeman e McVea, 2010).

2.6 – Sistemas, Redes e Territórios.

Segundo Dupuy (1985), um sistema tem dupla natureza: conjunto de subsistemas e também, necessariamente, e ao mesmo tempo, conjunto de *relações* entre subsistemas e entre o sistema e o ambiente externo. Se há um sistema, há um conjunto de relações, e vice-versa. As relações podem ser representadas por uma *rede*, no sentido corrente do termo: conjunto de linhas entrelaçadas. Se uma relação pode ser representada por uma linha, os subsistemas ou *elementos* do sistema serão os pontos de entrelaçamento. O conjunto de relações de um sistema recebe a designação de rede (Dupuy, 1985).

O *território*, por sua vez, possui duas definições. Trata-se, a princípio, de um espaço vinculado a uma *autoridade*, a uma jurisdição. A maior parte das redes está efetivamente subordinada a uma autoridade territorial, no sentido habitual do termo: municipalidade, autoridade regional, estado. A *organização* de um sistema territorial nos remete a realidades



AEAMESP



concretas e materiais. Em particular, esta organização decorre, pela própria acepção da palavra território, de uma autoridade jurisdicional organizadora. A organização é, portanto o conceito chave que coloca (ou impõe) o sistema como território. O ordenamento do território se faz também pelas redes que lhes servem, que lhes irrigam, que lhes informam e que lhes organizam (Dupuy, 1985).

O território é também definido como um espaço limitado, reservado às atividades de uma população e do qual estão mais ou menos excluídos os outros indivíduos. Um sistema é exatamente caracterizado pela existência de uma fronteira com o ambiente externo, gerando o “dentro” e o “fora” (Dupuy, 1985).

A *evolução* das redes depende da evolução dos sistemas territoriais. É necessário, pois, procurar explicar simultaneamente a evolução da rede e a do sistema territorial. Se uma rede é reduzida, aumentada ou transformada, deve-se buscar analisar a evolução do sistema que provoca esta modificação da rede. Os sistemas territoriais evoluem lentamente. Os equilíbrios socioeconômicos que dizem respeito à sua organização e ao seu funcionamento apresentam normalmente uma grande estabilidade, que só é desmistificada sob uma perspectiva histórica (Dupuy, 1985).

Assim, faz-se necessário aplicar às redes dois tipos de análise: a análise *sincrônica*, que estuda o funcionamento da rede e de sua conjuntura eventual, sem grandes transformações nos sistemas; e a análise *diacrônica* que, ao contrário, se volta para aos processos de nascimento, mutações e ao desaparecimento das redes, vinculadas a grandes transformações dos sistemas, no longo prazo. Se, no curto prazo, as redes parecem fixas, a história mostra evoluções significativas. Nascimento, crescimento, transformação, desenvolvimento, desaparecimento: assim como as cidades, as redes “vivem” (Dupuy, 1985).



AEAMESP



2.7 – Teoria das Redes Complexas.

O final do século XX testemunhou o nascimento do estudo de redes complexas, ou seja, redes cuja estrutura é *irregular, complexa e evolutiva* de forma dinâmica no tempo, com o foco principal se deslocando da análise de pequenas redes para sistemas com milhares ou milhões de nós. Este novo movimento foi desencadeado por dois artigos seminais, que abordam duas características particularmente relevantes das redes complexas, que são as redes sem-escala (*scale-free*) e as redes de pequeno mundo (*small-world*). O primeiro, produzido por Watts e Strogatz e abordando redes de pequeno mundo, foi publicado em 1998 na revista *Nature*. Essas redes têm a particularidade de serem localmente bem conectadas, mantendo-se perto, em termos de graus de separação, a todas as outras partes da rede, graças à existência de algumas ligações suprarregionais (Boccaletti *et al*, 2006).

O outro artigo, de autoria de Barabási e Albert, discorre sobre redes sem escala e foi publicado em 1999 na revista *Science*. Redes de escala livre, ou sem escala, seguem uma distribuição de lei de potência entre o número de nós e seu número de conexões, ou seja, poucos nós possuem muitas ligações e muitos nós possuem poucos *links*. (Boccaletti *et al*, 2006) (Derrible e Kennedy, 2010).

Em decorrência dessa nova investida teórica, o paradigma central da Teoria Geral dos Sistemas evoluiu de uma concepção na qual os sistemas eram vistos como sendo centralmente organizados de cima para baixo (*top-down*) e o conceito de hierarquia era predominante, para o estágio atual, em que os sistemas são considerados como sendo *estruturados de baixo para cima (down-top)* (Batty, 2008).

Trazendo o foco para as questões urbanas, *embora as concepções de estrutura centralizada e descentralizada não sejam mutuamente excludentes*, o paradigma certamente mudou.



AEAMESP



*Sistemas urbanos não são mais considerados como estruturas em equilíbrio, apesar de que muitas modelagens construídas em torno do conceito de equilíbrio ainda sejam bastante úteis. A noção de que os sistemas urbanos estejam permanentemente mais propensos ao desequilíbrio – ou distantes do equilíbrio ou mesmo continuamente afastando-se do equilíbrio – é relativamente nova, mas está de acordo com a *velocidade de mudança e a volatilidade* observada nas cidades durante os últimos cinquenta anos. Também se tornou significativa a noção de que *as mudanças nos sistemas urbanos não são necessariamente suaves*, podendo ser descontínuas e, muitas vezes, caóticas. Estruturas urbanas são internamente alteradas com inovações imprevistas, algumas tecnológicas, outras sociais, mudando a forma como as pessoas tomam decisões sobre *onde se localizar e como se mover* dentro das cidades (Batty, 2008).*

Aparentemente confusas, as morfologias apresentadas por diferentes cidades apresentam uma ordem, são similares em diferentes escalas, e crescem organicamente de “baixo para cima”. *Cidades planejadas são sempre a exceção, não a regra*, permanecendo assim apenas por períodos muito curtos (Batty, 2008).

A nova ciência das redes complexas também tem se mostrado particularmente valiosa para ajudar os planejadores e operadores de transporte. Os conceitos de *ligação preferencial ou auto-organização* foram introduzidos para interpretar a dinâmica da rede como um processo espontâneo (Derrible e Kennedy, 2010).

Mais recentemente, um crescente interesse se voltou para a modelagem da evolução das *redes de transporte usando simulações baseadas em agentes*, objetivando representar as iniciativas e os comportamentos dos *atores independentes* e capturar suas interações em um processo holístico. Apesar do fato do *processo evolutivo* de uma rede de transporte ser



AEAMESP



complexo e multidimensional e o seu tempo ser geralmente medido em décadas, acredita-se que este processo possa ser tratável com base em uma *melhor compreensão de seus mecanismos subjacentes* (Xie e Levinson, 2009).

3 – Análise Comparativa das Teorias e Aplicabilidade Conjunta.

Para facilitar a comparação das sete teorias, a análise realizada foi resumida sob a forma de um quadro (Quadro I) de respostas às seis perguntas originalmente formuladas.

Pela leitura deste quadro é possível perceber que, embora tenham sido criadas com propósitos diversos, todas as teorias analisadas são passíveis de utilização para a interpretação do *universo urbano*, da mesma forma em que todas aceitam que se considere o *cidadão* como sendo o elemento formador deste universo.

Entre as sete teorias, a “Teoria Geral dos Sistemas” se destaca pela grande influência conceitual sobre as demais, como, por exemplo, os conceitos de sistemas sociais como sistemas abertos, de sistemas compostos por subsistemas e respectivas conexões e da existência de uma fronteira que separa, sem impedir, a interação entre os elementos internos e externos ao sistema.

De acordo com a “Teoria do Espaço” e com a “Teoria dos Sistemas, Redes e Territórios”, os diversos elementos do sistema cidade – homens, firmas e instituições – interagem com o meio ecológico, trocando energia, bens e informação, modificando-o e implantando as infraestruturas, que são o trabalho materializado e territorialmente localizado. As infraestruturas configuram-se como redes, que irrigam, informam, organizam e delimitam os territórios a que servem.

Quadro I – Análise Comparativa - Quadro de Respostas

	UNIVERSO	ELEMENTOS FORMADORES	TENDÊNCIA EVOLUTIVA UNIVERSAL?	EXISTÊNCIA DE PODER CENTRAL? QUAL?	ELEMENTOS PODEM INFLUIR NA TENDÊNCIA UNIVERSAL?	MÉTODO PARA CONHECER O UNIVERSO
Políticas Públicas e Análise de Atores Sociais	Território subordinado a um governo.	Governo e atores sociais.	Sim	Sempre: Governo	Sim	Análise dos atores sociais; identificação de interesses e relacionamentos.
Planejamento Estratégico Situacional	Território subordinado a um governo.	Governo e atores sociais.	Sim	Sempre: Governo	Sim	Explicação situacional, voltada para a ação e só possível ao próprio ator.
Teoria do Espaço	Espaço humano.	Homens, firmas, instituições, meio ecológico e infraestruturas.	Sim	Sempre: Estado	Sim	Estudo de todas as interações entre os elementos.
Gestão Estratégica e Análise de Stakeholders	Empresas e projetos.	Gestores, empregados, acionistas, clientes, fornecedores e comunidade.	Sim	Sempre: Direção da empresa	Sim	Identificação e análise dos <i>stakeholders</i> e seus interesses.
Teoria Geral dos Sistemas	Qualquer sistema.	Subsistemas (nós), relações entre subsistemas (arestas) e fronteira.	Sim	Eventual	Sim	Identificação dos subsistemas e análise das ligações internas e externas ao sistema.
Sistemas, Redes e Territórios	Território subordinado a um governo.	Subsistemas (nós), relações entre subsistemas (arestas), rede e fronteira.	Sim	Sempre: Autoridade	Sim	Análise sincrônica (rede em equilíbrio) e diacrônica (evolução da rede).
Teoria das Redes Complexas	Qualquer sistema com muitos elementos.	Subsistemas (nós), relações entre subsistemas (arestas) e rede.	Sim	Eventual	Sim	Mapeamento da rede de conexões e identificação dos mecanismos subjacentes de atuação dos elementos.



AEAMESP



Existindo ou não um poder central organizador, em todas as teorias existe a perspectiva da interferência da ação individual ou coletiva dos elementos formadores na tendência evolutiva do universo estudado. De forma mais incisiva, o “Planejamento Estratégico Situacional” e a recente “Teoria das Redes Complexas” consideram que os sistemas sociais são formatados “de baixo para cima”, implicando no conceito de que as cidades e suas redes podem ser consideradas como resultado de múltiplas interações espaciais e decisões tomadas por seus elementos formadores, os atores sociais.

As teorias são também unânimes em apontar como método investigativo recomendado para o conhecimento do universo a análise dos elementos formadores e de suas relações internas e externas.

Mais especificamente, a “Teoria das Políticas Públicas e Análise de Atores Sociais” e a “Teoria da Gestão Estratégica e Análise de Stakeholders” informam que as decisões governamentais e empresariais são influenciadas e moldadas pelo conjunto de atores sociais ou *stakeholders* que compõem o sistema.

Para compreender tal influência, estas duas últimas teorias enfatizam que cada ator social ou *stakeholder* deverá ser identificado conforme o papel que desempenha, o grau de influência, o interesse e o posicionamento em relação ao sistema, assim como os impactos ou benefícios que sofre ou aufer e, por fim, seu relacionamento com os outros atores do sistema, inclusive os externos. Empreender esta pesquisa é, na prática, buscar “*uma melhor compreensão de seus mecanismos subjacentes*”, conforme preconizam Xie e Levinson (2009).

Em resumo, não obstante a origem geográfica, época, campo acadêmico e matiz ideológico em que foram geradas as sete teorias, seu exame nos permite perceber a convergência de



AEAMESP



vários conceitos, os quais, conjugados e aplicados ao universo urbano, podem ser assim enumerados:

1. O sistema urbano é composto de um grande número de elementos em permanente relação, dentre os quais, por seu protagonismo, se sobressaem os homens;
2. Esse protagonismo faz com que os homens, diante de cada situação, se comportem como atores sociais, assumindo diferentes papéis;
3. As interações entre os atores sociais formam redes;
4. As redes informam e delimitam territórios;
5. Os territórios estão subordinados a autoridades organizadoras;
6. As autoridades organizadoras produzem políticas públicas;
7. As políticas públicas adotadas de fato se concretizam em infraestruturas;
8. As infraestruturas atendem às redes de interações entre os elementos do sistema;
9. Ao produzirem políticas públicas, as autoridades se guiam por objetivos próprios, por parâmetros técnicos e por influência dos demais atores;
10. Diferentes atores sociais possuem diferentes capacidades de influenciar as autoridades.

Assim sendo, um método voltado ao conhecimento e compreensão da evolução da cidade e de seus subsistemas infraestruturais deverá prioritariamente identificar os atores sociais internos e externos e estudar as interações entre eles. Esta deverá ser a base para o conhecimento das políticas públicas que condicionam a evolução do território urbano e das redes de infraestrutura que o servem, dentre as quais se destacam as redes metroviárias.

4 – Conclusões

As teorias avaliadas se mostram compatíveis, convergentes e complementares.

Os pontos convergentes destas teorias reforçam o conceito de que as cidades são compostas por atores sociais, vinculados por meio de interações em rede. Para dar suporte a estas interações, diferentes atores sociais, possuindo diferentes níveis de influência, fazem diferentes demandas a seus governantes. As políticas públicas produzidas pelos governantes orientam a implantação das redes de infraestruturas físicas. Contudo, como os atores sociais são os protagonistas da cena urbana, sempre existe a possibilidade de eles influenciarem a evolução das cidades e de suas redes, seja através das políticas públicas, seja em decorrência de sua iniciativa individual e/ou coletiva.

Diante deste quadro, a identificação e a caracterização dos atores sociais que integram o sistema de mobilidade urbana como produtores e consumidores, assim como a análise das relações existentes entre esses atores, são as etapas iniciais de uma metodologia voltada à compreensão do processo evolutivo das redes de transporte e do espaço por elas atendido.

5 – Referências Bibliográficas

1. Araujo, Vania. Sistemas de Informação: Nova Abordagem Teórico-Conceitual. Brasília: Ciência da Informação. Vol 24, número 1, 1995. 39 p.
2. Barabási, Albert-László e Albert, Réka. Emergence of Scaling in Random Networks. Science 286, p. 509-512, 1999.
3. Batty, Michael. Cities as Complex Systems: Scaling, Interactions, Networks, Dynamics and Urban Morphologies. Springer, 2008. 63 p.



AEAMESP



4. Bertalanffy, Ludwig Von. Teoria Geral dos Sistemas. Petrópolis: Editora Vozes Ltda., 2ª Edição, 1975. Livro, 351 p.
5. Boccaletti *et al.* Complex Networks: Structure and Dynamics. Physics Reports 424 p. 175 – 308, 2006.
6. Dagnino, Renato. Curso de Gestão Estratégica Pública. Campinas: UNICAMP, Março de 2009. 208 p.
7. Derrible, Sybil e Kennedy, Christopher. The Complexity and Robustness of Metro Networks. Physica A, 389, p. 3678-3691, 2010.
8. Dupuy, Gabriel. Systèmes, Reseaux et Territoires: Principes de Reseautique Territoriale. Paris: Presses de l'École Nationale des Ponts et Chaussées, 1985. Livro, 168 p.
9. Flexor, Georges e Leite, Sérgio. Análise de Políticas Públicas: Breves Considerações Teórico-Metodológicas. <http://www.sep.org.br/>. Acesso em 09/02/2013.
10. Freeman, Edward e McVea, John. A Stakeholder Approach to Strategic Management. Darden Graduate School of Business Administration, University of Virginia, Working Paper No. 01-02. 2001. 32 p.
11. Machado, Lia. Sistemas e Redes Urbanas como Sistemas Complexos Evolutivos. VII Simpósio Nacional de Geografia Urbana. São Paulo, 2001. 8 p.
12. Matus, Carlos. Política, Planejamento & Governo. 2 volumes. Brasília: IPEA. 1993. Livro, 591 p.
13. Rua, Maria. Análise de Políticas Públicas: Conceitos Básicos. Acesso em 10/01/2014. <http://projetos.dieese.org.br/projetos/SUPROF/AnalisepoliticaspUBLICAS.pdf>.
14. Santos, Milton. Espaço e Método. São Paulo: Nobel, 1985. Livro, 88 p.



AEAMESP



15. Teixeira, Elenaldo. O Papel das Políticas Públicas no Desenvolvimento Local e na Transformação da Realidade. Acessado em 24/06/2013. Disponível em www.escoladebicicleta.com.br/politicaspUBLICAS.pdf
16. Vasconcellos, Eduardo. Transporte Urbano, Espaço e Equidade: Análise das Políticas Públicas. São Paulo: Annablume Editora Comunicação, 2001. 218 p.